



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Trabalhos para Discussão

134

**Amostragem Descritiva no Apreçamento de
Opções Europeias através de Simulação Monte Carlo: o Efeito da
Dimensionalidade e da Probabilidade de Exercício no Ganho de Precisão**

Eduardo Saliby, Sergio Luiz Medeiros Proença de Gouvêa e Jaqueline Terra Moura Marins

Abril, 2007

ISSN 1519-1028
CGC 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	n° 134	Abr	2007	P. 1-27
--------------------------	----------	--------	-----	------	---------

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: Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo – *E-mail*: carlos.araujo@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 134.

Autorizado por Mário Mesquita, 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) 3414-3710 e 3414-3567

Fax: (61) 3414-3626

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 Atendimento ao Público

Endereço: Secre/Surel/Diate

Edifício-Sede – 2º subsolo

SBS – Quadra 3 – Zona Central

70074-900 Brasília – DF

DDG: 0800 9792345

Fax: (61) 3414-2553

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

Amostragem Descritiva no Apreçamento de Opções Europeias através de Simulação Monte Carlo: o Efeito da Dimensionalidade e da Probabilidade de Exercício no Ganho de Precisão

Eduardo Saliby *

Sergio Luiz Medeiros Proença de Gouvêa **

Jaqueline Terra Moura Marins ***

Resumo

Este Trabalho para Discussão não deve ser citado como representando as opiniões do Banco Central do Brasil. As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

O objetivo deste trabalho é o de avaliar o efeito da dimensionalidade e da probabilidade de exercício de uma opção de compra europeia, no ganho de precisão obtido com o uso da Amostragem Descritiva no apreçamento destas opções através de Simulação Monte Carlo, em lugar da abordagem tradicional da Amostragem Aleatória Simples. Após confirmar a ausência de viés nas estimativas, sua precisão foi avaliada pelo erro padrão destas estimativas. Os resultados obtidos mostram que a eficiência estatística das duas técnicas não é afetada pelo aumento da dimensionalidade do problema, não sofrendo perda de precisão com esta variação. No entanto, em relação ao preço de exercício, embora a Amostragem Descritiva tenha se mostrado mais eficiente do que a Amostragem Aleatória Simples, observou-se uma redução do ganho de precisão à medida em que a probabilidade de exercício diminui. Embora os resultados aqui apresentados se atenham ao caso particular de uma opção europeia, há evidências de que o mesmo tipo de comportamento em relação à dimensionalidade do problema e à probabilidade de exercício também se manifeste nos demais tipos de opção.

Palavras-chave: Simulação Monte Carlo, Opções Europeias e Amostragem Descritiva.

Classificação JEL: C15

* Professor do Coppead/UFRJ e Professor Visitante de Brunel University, Inglaterra.

** Analista do Banco Central do Brasil.

*** Analista do Banco Central do Brasil, DEPEP/RJ.

1 Introdução

Freqüentemente, problemas estudados através de simulação de Monte Carlo fazem uso de modelos probabilísticos envolvendo um elevado número de dimensões, correspondendo cada dimensão a um componente aleatório do modelo. Isso é particularmente observado em problemas na área de finanças. Mesmo no caso do apreamento de um único derivativo, a dimensionalidade pode assumir valores muito elevados. Em estudo recente de Marins, Santos e Saliby (2003), no qual foram avaliadas diferentes técnicas de redução de variância no apreamento de uma opção asiática, foi identificada a necessidade de um melhor entendimento dos efeitos da dimensionalidade na precisão dos resultados de simulações por Monte Carlo.

O apreamento de opções por meio de simulação foi inicialmente proposto por Boyle (1977), que sugeriu um modelo de *Monte Carlo* para simular o processo de geração de preços do ativo-objeto, baseado na premissa de neutralidade ao risco. Esta modelagem, bem como suas sucessoras, manteve como base a abordagem tradicional da simulação Monte Carlo, utilizando-se da Amostragem Aleatória Simples (AAS) para a geração dos componentes aleatórios do modelo. Uma reconhecida consequência desta abordagem amostral é o baixo nível de precisão das estimativas, que pode ser em parte contornada com o uso das técnicas de redução de variância (Charnes, 2000). Vista como uma técnica de redução de variância de caráter geral em simulação de Monte Carlo, a Amostragem Descritiva (Saliby, 1990) tem proporcionado melhores resultados, tanto do ponto de vista da precisão estatística como da velocidade de obtenção das estimativas, em relação àqueles obtidos através das demais técnicas de redução de variância e, conseqüentemente, em relação àqueles obtidos através da abordagem tradicional: AAS (Moreira, 2001; Araújo, 2001; Saliby e Moreira, 2002).

Cabe notar que, embora o uso de simulação para apreçar opções européias dentro das premissas do Modelo de Black e Scholes (1973) seja desnecessária, por se dispor de uma solução analítica, é justamente este fato que faz deste problema um referencial na simulação aplicada ao estudo de opções, da mesma forma que o modelo de filas M/M/1 é utilizado como referência na simulação de filas de espera. Outra vantagem deste seu uso foi o fato da trajetória do ativo-objeto, modelada segundo um movimento geométrico browniano, poder ser gerada com diferentes números de pontos ou eventos, permitindo assim variar a dimensionalidade do problema de simulação ainda que preservando o mesmo caso em estudo.

Este trabalho tem por finalidade comparar o desempenho relativo, em termos de precisão das estimativas, da Amostragem Descritiva em relação à Amostragem Aleatória Simples, quando de alterações na dimensionalidade do problema (número de variáveis aleatórias por tentativa de simulação) e da variação na probabilidade de exercício da opção. Foi estudado o caso de uma opção de compra europeia, com a expectativa já em parte confirmada de que o mesmo padrão de comportamento também se observe em outros tipos de opções.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a segunda seção descreve a metodologia utilizada, apresentando as técnicas de amostragem empregadas; na seção 3, são apresentados e discutidos os principais resultados obtidos. Por fim, na seção 4, são apresentadas as principais conclusões do estudo.

2 Metodologia

2.1 Opções Europeias

Uma opção de compra europeia apresenta uma função *payoff* bastante simples, definido pelo máximo entre zero e a diferença entre o preço do ativo-objeto na data de exercício e o preço de exercício da opção:

$$\text{Payoff} = \max(0; S - K) = (S - K)^+ \quad (1).$$

Onde: S = preço do ativo-objeto na data de vencimento da opção;

K = preço de exercício da opção.

O preço de uma opção de compra europeia, também chamado de prêmio, representa o valor presente do *payoff* esperado; ele pode ser estimado por simulação de *Monte Carlo* através da média dos *payoffs* simulados trazidos a valor presente. Como as opções de compra europeias dispõem de uma solução analítica fechada para os seus prêmios, dada pelo Modelo de Black e Scholes (1973), esta solução será usada para verificar as estimativas de prêmios obtidas por simulação. O modelo também fornece a probabilidade de exercício, que será usada para verificar as probabilidades de exercício também estimadas por simulação. A fórmula de Black e Scholes para o prêmio de uma opção de compra europeia (c) é:

$$c = S_0 N(d_1) - Ke^{-R_f T/252} N(d_2) \quad \text{equação (2)}.$$

Onde,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (R_f + \sigma^2/2) \cdot T/252}{\sigma \sqrt{T/252}} \quad \text{e} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (R_f - \sigma^2/2) \cdot T/252}{\sigma \sqrt{T/252}} = d_1 - \sigma \sqrt{T/252};$$

R_f = taxa de juro livre de risco anual;

T = prazo de vencimento da opção em dias úteis;

$N(d_i)$ = área sob a curva normal padrão à esquerda de d_i , $i=1$ e 2 ;

S_0 = o preço do ativo no instante inicial e

σ = a volatilidade anualizada dos retornos.

A probabilidade de exercício da opção, sob este modelo, é fornecida pela expressão $N(d_2)$.

2.2 O Modelo de Simulação de Monte Carlo

Para se obter uma estimativa do prêmio de uma opção europeia, utilizou-se um modelo de simulação de *Monte Carlo* para a geração da trajetória do preço do ativo-objeto ao longo de um período de tempo. Assim como no modelo de Black e Scholes (1973), admitimos que a trajetória de preços do ativo-objeto segue um movimento geométrico browniano, representado pela equação diferencial estocástica:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dW, \quad (3).$$

Onde:

S = preço do ativo;

μ = retorno do ativo;

σ = volatilidade do ativo;

dW = processo de Wiener.

Com a discretização da equação (3), a adoção da hipótese de neutralidade ao risco (retorno do ativo sendo igual à taxa de juros livre de risco) e o uso do Lema de Itô, é possível chegar à seguinte expressão para o preço do ativo na data t , considerando o intervalo de tempo dt (vide por exemplo Hull, 1999):

$$S_t = S_{t-1} e^{[(R_f - \sigma^2/2) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{dt} \cdot z_t]}, \quad (4)$$

Onde:

S_t = preço do ativo na data t ;

S_{t-1} = preço do ativo na data $t - 1$;

dt = intervalo de tempo;

z_t = variável aleatória normal padrão referente à data t .

Os preços do ativo-objeto foram simulados para 42 dias, com base na expressão (4). O intervalo de tempo dt foi obtido pela divisão do prazo de vencimento (42 dias) pela quantidade de pontos simulados por trajetória, ou equivalentemente, a quantidade de dimensões aleatórias (variando de 1 a 100). Em cada corrida de simulação, foram geradas 1000 trajetórias para o preço do ativo-objeto. Cada experimento de simulação totalizou 40 corridas para cada valor de dimensionalidade considerado. Em cada corrida, obteve-se uma estimativa de prêmio, dada pela média dos 1000 *payoffs* trazidos a valor presente. O prêmio final estimado em cada experimento foi dado pela média das 40 estimativas e o erro padrão foi o desvio padrão das 40 estimativas. Esses mesmos cálculos foram feitos para a probabilidade de exercício das opções, cuja solução analítica dentro do modelo de Black e Scholes é dada pelo termo $N(d_2)$ na equação (2).

As simulações foram desenvolvidas utilizando o *software* Matlab 6.5. Os demais parâmetros utilizados em (4) são listados no Quadro 1:

Quadro 1 – Síntese dos dados considerados nas simulações		
S_0	Preço inicial ativo-objeto da opção (em $t=0$)	\$55
R_f	Taxa anual de juros livre de risco	3%
K	Preços de exercício (\$)	5, 15, 25, ..., 85
σ	Volatilidade anual do ativo	40%;
Dim	Nº de dimensões aleatórias	1, 2, ..., 100
T	Prazo de vencimento das opções (dias úteis)	42
dt	Intervalo de Tempo Simulado	$(T/252)/Dim$
	Nº de observações por corrida (trajetórias)	1000
	Nº de corridas	40

Cada valor de K , combinado com os demais parâmetros, define uma única opção europeia a ser apreçada.

2.3 Técnicas de Amostragem Utilizadas

A simulação de *Monte Carlo* utiliza a Amostragem Aleatória Simples (AAS) como método padrão amostral. Em geral, mas não necessariamente, a AAS faz uso do método da transformada inversa para gerar valores aleatórios para uma determinada distribuição de probabilidade, a partir de valores gerados segundo uma distribuição uniforme padrão $U(0, 1)$ (Banks, Carson e Nelson, 1996).

A Amostragem Descritiva (AD), proposta por Saliby (1990), diferencia-se da AAS por não mais utilizar a geração aleatória (ou pseudo-aleatória) dos valores uniformes. Ela se baseia numa seleção totalmente determinística dos valores amostrais das variáveis aleatórias de entrada do modelo, de modo a não se incorrer em erros amostrais desnecessários no processo de simulação. Esses valores, uma vez deterministicamente selecionados, são permutados aleatoriamente. No processo de seleção dos valores, os momentos das amostras de entrada são determinados de modo a serem praticamente iguais aos respectivos valores teóricos, não mais variando entre diferentes corridas. Dado que a variação de conjunto e a variação de seqüência são as fontes de variabilidade das estimativas de simulação (Saliby, 1989), este procedimento de amostragem elimina uma destas fontes: o conjunto, identificado como espúrio pelo proponente, levando assim a estimativas mais precisas.

A fórmula usada para a geração do conjunto de valores descritivos, a serem depois permutados aleatoriamente, é:

$$xd_i = F^{-1}\left(\frac{i-1+0.5}{n}\right) = F^{-1}\left[\frac{(i-0.5)}{n}\right], \quad (5)$$

Onde: n = tamanho da amostra descritiva;

i = 1,2,3, ..., n;

xd_i = i -ésimo elemento do conjunto de valores da amostra descritiva;

F^{-1} = inversa da função de distribuição acumulada da variável de entrada X .

No caso de problemas multidimensionais com k dimensões, a variável de entrada passa a ser um vetor de tamanho k . Neste caso, a composição da amostra descritiva fará com que sejam gerados k conjuntos descritivos, segundo a expressão (5), usando a

inversa da função de probabilidade acumulada apropriada a cada dimensão. Em seguida, cada conjunto de valores descritivos xd_i é permutado aleatoriamente de forma separada e independente da permutação dos demais (k-1) conjuntos. O j -ésimo valor da variável de entrada será o vetor formado pelos j -ésimos valores de cada conjunto permutado.

3 Resultados e sua Análise

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores analíticos dos prêmios e das probabilidades de exercício das opções estudadas, obtidos pela solução de Black e Scholes (B&S), assim como a média e os respectivos erros padrões das estimativas dos prêmios e das probabilidades de exercício, obtidas pelos dois métodos de amostragem testados: AAS e AD. Salienta-se que, tanto nas tabelas 1 e 2 quanto nos gráficos apresentados adiante, o erro padrão para a Amostragem Descritiva no caso de uma dimensão é zero pois, neste caso, a permutação dos valores de entrada não altera o resultado da corrida de simulação, ao contrário do que ocorre nos demais casos com duas ou mais dimensões. Observa-se ainda que para valores baixos de K (5, 15 e 25), para os quais a probabilidade de exercício é praticamente 100%, a variação nos prêmios é praticamente constante e igual ao valor presente da variação de K, ou seja, $9,95 = 10 \cdot \exp(-42/252 \cdot 0,03)$.

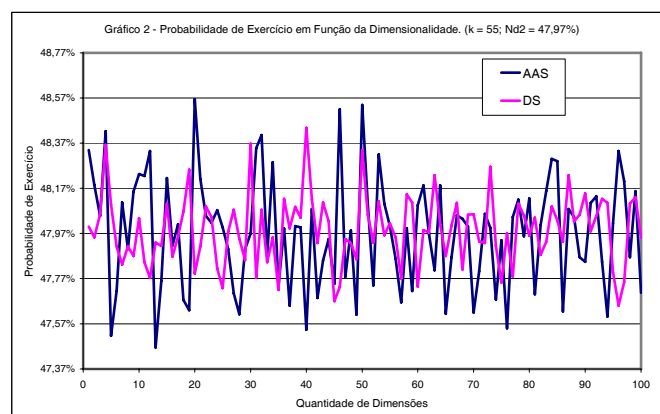
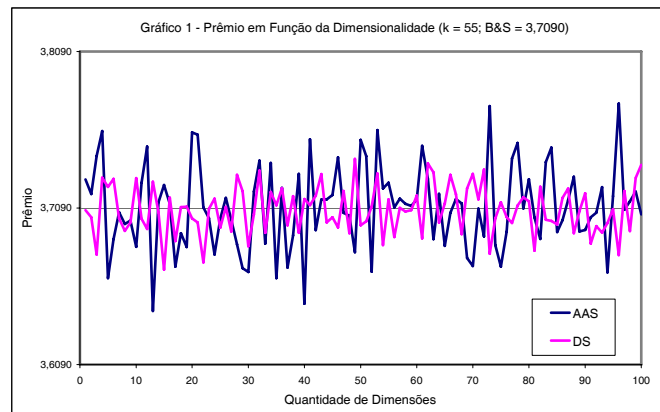
Tabela 1 - Prêmios das opções de compra europeia para diferentes preços de exercício obtidos pelo modelo de Black e Scholes e estimados por simulação Monte Carlo com diferentes dimensionalidades utilizando as Amostragens Aleatória Simples e a Descritiva acompanhados pelos erros padrões de cada estimativa.

K	B&S	Dimensão = 1				Dimensão = 50				Dimensão = 100			
		AAS		AD		AAS		AD		AAS		AD	
		Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão
5	50,0249	50,0861	0,2928	50,0239	-	50,1122	0,3121	50,0199	0,0317	49,9992	0,2991	50,0330	0,0325
15	40,0748	40,1359	0,2928	40,0738	-	40,1621	0,3121	40,0698	0,0317	40,0490	0,2991	40,0829	0,0325
25	30,1247	30,1858	0,2928	30,1237	-	30,2119	0,3121	30,1197	0,0317	30,0989	0,2991	30,1328	0,0325
35	20,1800	20,2411	0,2922	20,1786	-	20,2663	0,3112	20,1750	0,0327	20,1548	0,2980	20,1879	0,0341
45	10,6254	10,6783	0,2702	10,6240	-	10,7051	0,2867	10,6186	0,0616	10,6010	0,2679	10,6336	0,0712
55	3,7090	3,7272	0,1967	3,7076	-	3,7525	0,2035	3,6980	0,1016	3,7050	0,1795	3,7365	0,0999
65	0,8216	0,8232	0,0972	0,8201	-	0,8264	0,0937	0,8064	0,0673	0,8264	0,0853	0,8448	0,0669
75	0,1251	0,1250	0,0377	0,1236	-	0,1267	0,0361	0,1179	0,0266	0,1226	0,0375	0,1334	0,0277
85	0,0145	0,0136	0,0107	0,0131	-	0,0144	0,0098	0,0113	0,0082	0,0143	0,0106	0,0146	0,0091

Tabela 2 - Probabilidade de exercício das opções de compra europeia para diferentes preços de exercício obtidos pelo modelo de Black e Scholes e estimados por simulação Monte Carlo com diferentes dimensionalidades utilizando as Amostragens Aleatória Simples e a Descritiva acompanhados pelos erros padrões de cada estimativa.

K	B&S	Dimensão = 1				Dimensão = 50				Dimensão = 100			
		AAS		AD		AAS		AD		AAS		AD	
		Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão	Prêmio	Erro Padrão
5	100,000%	100,000%	0,000%	100,000%	-	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%
15	100,000%	100,000%	0,000%	100,000%	-	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%
25	100,000%	100,000%	0,000%	100,000%	-	99,998%	0,016%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%	100,000%	0,000%
35	99,670%	99,660%	0,177%	99,700%	-	99,683%	0,163%	99,655%	0,183%	99,640%	0,223%	99,683%	0,166%
45	88,057%	88,178%	1,231%	88,100%	-	88,233%	0,820%	88,275%	0,883%	87,990%	1,096%	88,058%	0,824%
55	47,965%	48,340%	1,392%	48,000%	-	48,540%	1,552%	48,338%	0,949%	47,708%	1,515%	47,950%	0,855%
65	14,141%	14,243%	1,102%	14,100%	-	14,190%	1,093%	14,038%	0,813%	14,363%	1,020%	14,353%	0,807%
75	2,557%	2,588%	0,648%	2,600%	-	2,563%	0,523%	2,590%	0,507%	2,518%	0,495%	2,720%	0,461%
85	0,330%	0,323%	0,190%	0,300%	-	0,325%	0,160%	0,280%	0,149%	0,335%	0,182%	0,328%	0,143%

Os resultados mostram que as estimativas de prêmio e da probabilidade de exercício das opções foram muito próximas aos respectivos valores teóricos, independente da dimensionalidade ou do preço de exercício, conforme ilustram os gráficos 1 e 2 referentes ao caso do preço de exercício $K = 55$.

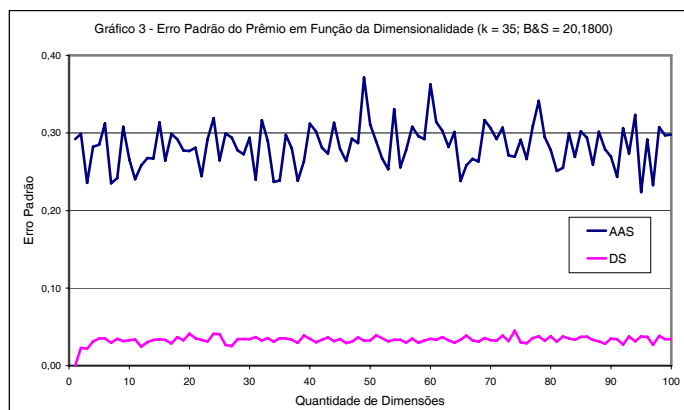


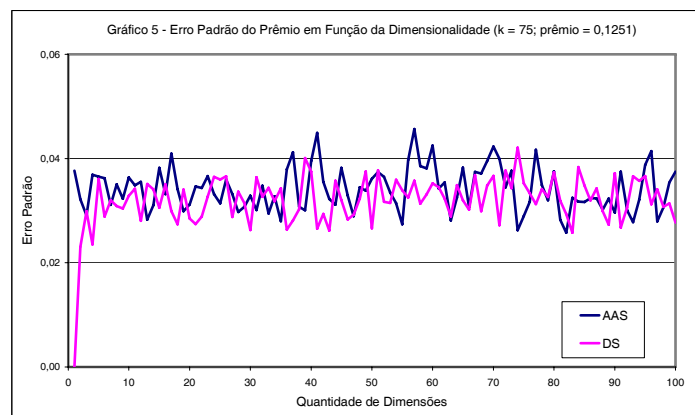
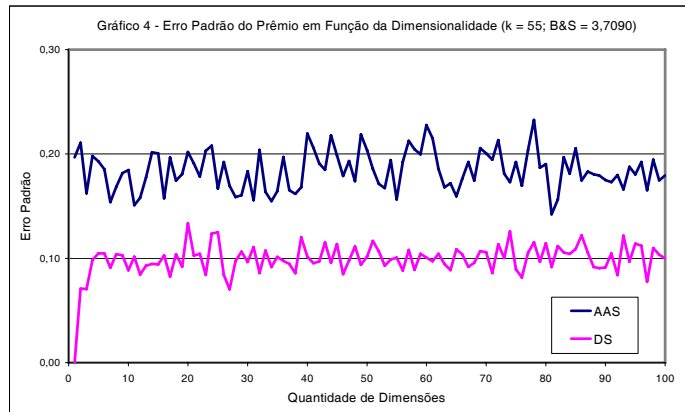
Já a tabela 3 retrata, para uma amostra de valores da dimensionalidade, o efeito conjunto da dimensionalidade e da probabilidade de exercício nos ganhos obtidos com o uso da Amostragem Descritiva: os ganhos são estáveis com a variação da dimensionalidade, porém caem com a redução da probabilidade de exercício.

Tabela 3 - Razão entre os erros padrões das estimativas obtidas com Amostragem Descritiva e com Amostragem Aleatória Simples, para diferentes dimensionalidades e preços de exercício (K).

K	Dim = 1	Dim = 10	Dim = 25	Dim = 50	Dim = 75	Dim = 100
5	-	0,1185	0,1237	0,1015	0,0994	0,1088
15	-	0,1185	0,1237	0,1015	0,0994	0,1088
25	-	0,1185	0,1237	0,1015	0,0994	0,1088
35	-	0,1235	0,1286	0,1051	0,1038	0,1146
45	-	0,2710	0,2351	0,2150	0,2161	0,2657
55	-	0,4786	0,5949	0,4994	0,4651	0,5563
65	-	0,7745	1,0260	0,7181	0,7370	0,7838
75	-	0,9015	1,1001	0,7365	1,2163	0,7392
85	-	0,6734	1,0183	0,8344	1,0801	0,8580

Já nos gráficos 3, 4 e 5 são apresentados os erros padrões das estimativas dos prêmios das opções para três diferentes preços de exercício (K): 35, 55 e 75, correspondentes a probabilidades de exercício $N(d_2)$: 99,67%, 47,96% e 2,56%. Esses gráficos mais uma vez evidenciam que o erro padrão das estimativas não é influenciado pelo aumento da dimensionalidade. Nota-se ainda que a Amostragem Descritiva gera melhores estimativas do que a Amostragem Aleatória Simples para os valores mais baixos de K (maior probabilidade de exercício); porém, este ganho torna-se cada vez menor à medida em que K aumenta, sendo praticamente nulo para os casos mais extremos, $K \geq 75$.



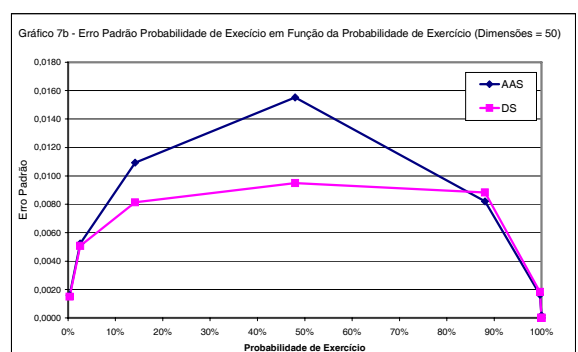
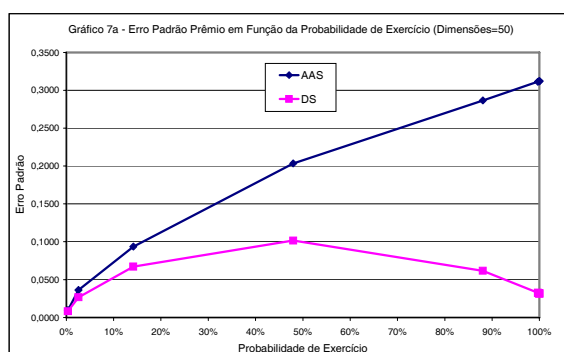
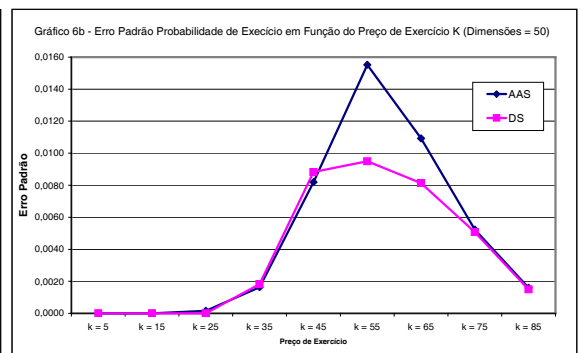
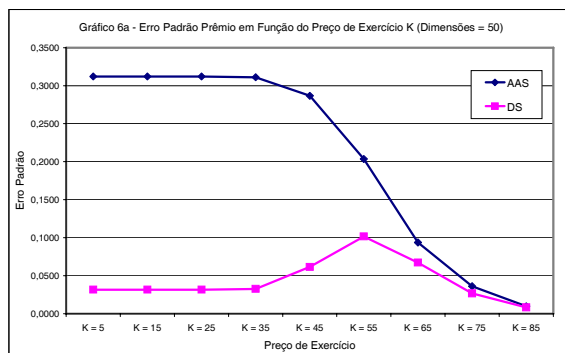


Uma melhor visualização deste efeito é proporcionada pelo gráfico 6a, que mostra a influência do preço de exercício na precisão das estimativas de prêmio para o caso com 50 dimensões (resultados similares são também observados para outros níveis de dimensionalidade). Já o gráfico 6b apresenta o erro padrão das estimativas das probabilidades de exercício $N(d_2)$ para os diferentes preços de exercício.

Os gráficos 7a e 7b são semelhantes aos anteriores, porém relacionando agora os erros padrões com as probabilidades de exercício $N(d_2)$, em lugar do preço de exercício K . Cabe notar que as opções com preços de exercício $K = 5, 15, 25$ e 35 têm probabilidades de exercício virtualmente iguais a 100%, confundindo-se num único ponto nestes gráficos.

Nos gráficos 6b e 7b pode ser visto que tanto para valores baixos ou elevados de K , ou equivalentemente, para probabilidades de exercício elevadas ou baixas, as estimativas da probabilidade de exercício são mais precisas, com os erros padrões para ambas as técnicas amostrais convergindo em valor. Também pode ser observado nos gráficos 6a e 7a que, com a redução da probabilidade de exercício (K 's altos), o erro

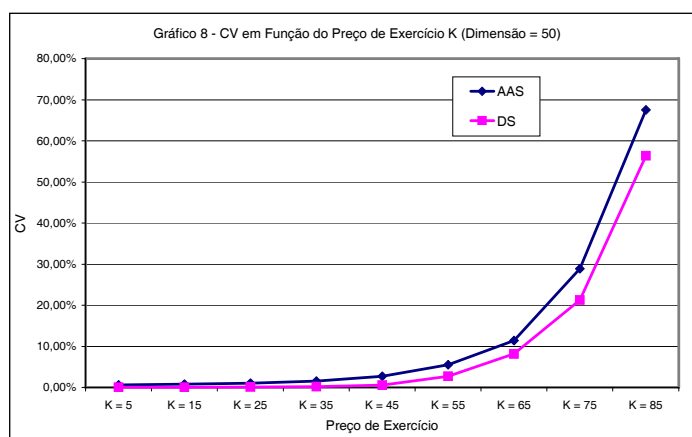
padrão das estimativas do prêmio também se reduz para ambos os métodos amostrais. Uma explicação para este resultado é o fato de que o *payoff* da opção não exercida é zero e, à medida em que a probabilidade de exercício diminui, aumenta a proporção de *payoffs* nulos no cálculo da média usada como estimativa do prêmio. Este aumento do número de *payoffs* nulos tende a tornar a estimativa do prêmio independente do método de amostragem utilizado; no limite, para valores de K muito altos e, conseqüentemente, probabilidades de exercício muito reduzidas, a variância das estimativas tende a zero. No entanto, efeito similar não se observa no caso de valores muito baixos de K , com probabilidades de exercício praticamente 100%. Neste caso, embora ambas as técnicas de amostragem produzam estimativas de igual precisão para a probabilidade de exercício, as distribuições dos preços finais para o ativo objeto gerados com a Amostragem Descritiva são bem mais estáveis e precisas do que as obtidas com o uso da Amostragem Aleatória Simples.



Tanto o gráfico 6a quanto a Tabela 1 mostram que, conforme o preço de exercício K aumenta, o erro padrão das estimativas diminui. Contudo, é necessário observar que o prêmio também cai fortemente com o aumento do preço de exercício, tornando mais adequada uma medida de precisão relativa.

Para melhor se avaliar a conveniência desta medida relativa, consideremos um erro padrão da ordem de \$ 0,10. Este erro poderia ser aceitável na compra de uma opção com valor da ordem de \$10,00, mas não o seria na compra de uma opção com valor da ordem de \$ 1,00. Por exemplo, ao se negociar \$ 1.000.000 da opção de \$ 10,00, uma precisão da ordem de 1% acarretaria num prejuízo potencial da ordem de \$ 10.000, ao passo que, uma precisão de 10% envolveria um prejuízo potencial da ordem de \$ 100.000. Esta consequência não é facilmente notada com medidas absolutas de erro. Como alternativa, uma medida adequada seria dada pelo coeficiente de variação, definido aqui como a razão entre o erro padrão e o valor do prêmio calculado analiticamente.

O gráfico 8 apresenta o coeficiente de variação em função do preço de exercício para a modelagem com 50 dimensões (resultados similares são observados para outros níveis de dimensionalidade). Este gráfico deixa claro que a precisão relativa cai rapidamente com o aumento do preço de exercício (redução da probabilidade de exercício) e que, para valores de K razoavelmente baixos (a partir de 55 ou probabilidade de exercício menor ou igual a 50%), estimar o prêmio da opção com apenas 1000 observações não seria viável para a maioria das aplicações práticas. Convém aqui destacar que a maioria dos textos relativos ao apreçamento de opções através de simulação Monte Carlo sugerem um mínimo de 10000 observações por corrida de simulação.



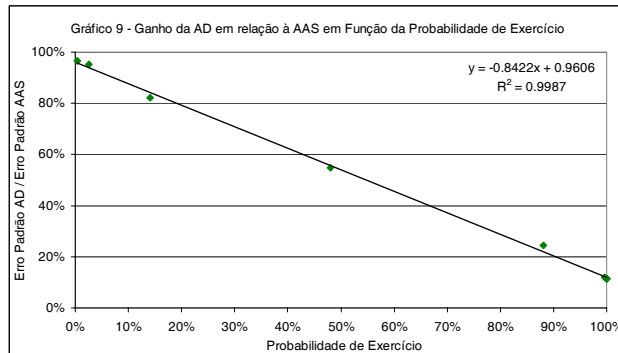
Finalmente, para melhor avaliar o ganho da Amostragem Descritiva em relação à Amostragem Aleatória Simples em função da probabilidade de exercício, a tabela 4 apresenta a razão entre o erro padrão das estimativas obtidas pela AD e pela AAS, para cada uma das nove opções, junto com a respectiva probabilidade de exercício dada por $N(d_2)$. Para eliminar o efeito das modelagens com dimensões mais baixas ($dim \leq 5$), foi utilizada a média dos erros padrões para as modelagens de 6 até 100 dimensões. Os dados desta tabela foram traduzidos no gráfico 9.

Tabela 4 - Valor de exercício (K), Probabilidade de exercício $N(d_2)$ e a Relação entre os erros padrões das estimativas com a Amostragem Descritiva e a Amostragem Aleatória Simples.

K	Pr(Exercício)	E.P. da AD / E.P. da AAS
5	100.00%	11.4%
15	100.00%	11.4%
25	100.00%	11.4%
35	99.67%	11.9%
45	88.06%	24.5%
55	47.97%	54.7%
65	14.14%	82.1%
75	2.56%	95.1%
0	0.33%	96.6%

O gráfico 9 mostra que os ganhos da AD em relação à AAS dependem de forma aparentemente linear da probabilidade de exercício, sendo maiores (menor relação entre erros padrões) à medida em que esta probabilidade aumenta. Uma possível explicação para este comportamento seria o fato de que, à medida que a probabilidade de exercício diminui, são utilizados menos pontos da amostra de preços finais gerados e, com isso, perde-se a vantagem do controle do conjunto que a Amostragem Descritiva proporciona. Neste caso, a taxa de perda de valores finais e a redução da probabilidade

de exercício estão diretamente relacionadas, ou seja, com 50% de probabilidade de exercício só são utilizados 50% dos valores finais simulados.



4 Conclusões

Embora o uso de técnicas de redução de variância seja fortemente recomendado no apreçamento de opções por Monte Carlo (Charnes, 2000), desconhecemos estudos objetivando uma melhor compreensão de como estas técnicas de fato atuam e, principalmente, em que condições o seu uso é mais favorável. Neste aspecto, o presente estudo chegou a dois importantes resultados que julgamos inéditos no caso de técnicas voltadas para o controle amostral, como é o caso da AD e da Amostragem por Hipercubos Latinos (AHL):

- a dimensionalidade do problema, exceto no caso mais simples com uma dimensão, não afeta os ganhos decorrentes do uso de técnicas que impõem um maior controle amostral, como é o caso da amostragem descritiva e, por extensão, da Amostragem por Hipercubos Latinos (Saliby, 1997);
- por outro lado, a probabilidade de exercício da opção tem forte influência no ganho de precisão a ser obtido com o uso destas técnicas de redução de variância, proporcionando elevados ganhos quando esta probabilidade é elevada (>0.50), porém com ganhos pouco expressivos quando esta probabilidade é baixa. Embora não relatado no presente trabalho, podemos antecipar que este comportamento se estende a outras opções que não as européias, como por exemplo as com barreiras e as asiáticas.

Desta forma, já sabemos que o uso das técnicas de redução de variância é vantajoso quando a probabilidade de exercício é elevada, mas o que fazer quando isto não ocorre?

Esta é uma nova linha de investigação a seguir, mas situações envolvendo eventos de baixa probabilidade ou mesmo raros são propícias ao uso de um outro tipo de técnica de redução de variância: a amostragem por importância, que direciona o esforço amostral nos pontos de maior interesse, forçando a ocorrência destes eventos e depois corrigindo adequadamente o resultado. Incidentalmente, é possível combinar o uso da amostragem por importância com a amostragem descritiva (Saliby e Gomes, 1994), proporcionando assim “o melhor dos dois mundos”. Esta linha de investigação será objeto de trabalhos futuros.

Referências

- ARAÚJO, M. **Simulação de Monte Carlo para Cálculo do Var: o Uso da Amostragem Descritiva**. 2001. 120p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BANKS, J. , CARSON, J.S.II.e NELSON, B.L. **Discrete-Event System Simulation**. Prentice Hall, 2nd Edition, 1996.
- BLACK, F. e SCHOLÉS, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, 81 (3): 637-59, May 1973.
- BOYLE, P.P. Options: A *Monte Carlo* approach. **Journal of Financial Economics**, v.4, p.323-338, 1977.
- CHARNES, J. M. Using Simulation for Option Pricing. In: **Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference**, ed. J. A. JOINES, R. R. BARTON, K. KANG, AND P. A. FISHWICK, 2000.
- HULL, J. C. **Options, Futures and Other Derivatives**. Prentice Hall. Fourth Edition, 1999.
- MARINS, J., SANTOS, J. e SALIBY, E. Avaliação de Técnicas de Redução de Variância na Estimção do Prêmio de Opções de Compra do Tipo Asiática. Anais do XXXV - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2003.
- MOREIRA, F. F. P. **Estudo Comparativo dos Métodos de Quasi-Monte Carlo, Amostragem Descritiva, Hipercubo Latino e Monte Carlo Clássico na Análise de Risco**. 2001. 155p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Instituto COPPEAD

- de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SALIBY, E. Descriptive Sampling: An Improvement Over Latin Hypercube Sampling. In: **Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference**, ed. S. Andradóttir, K.J. Healy, D.H. Withers and B.L. Nelson, 1997.
- _____. **Repensando a Simulação: A Amostragem Descritiva**. Ed. Atlas, 1989.
- _____. Descriptive Sampling: A Better Approach to *Monte Carlo* Simulation. **Journal of the Operational Research Society**, Vol. 41, nº 12, 1133-1142, 1990.
- SALIBY, E. e GOMES, G. C. Sobre o Uso Conjunto da Amostragem por Importância e da Amostragem Descritiva em Simulação por Monte Carlo. In: **Anais do VII Congresso Latino-Ibero Americano de Investigación Operativa e Ingeniería de Sistemas (VII CLAIO)**, ed. M. Bosch e C. Ortiz, Universidad de Chile, 1994.
- SALIBY, E. e MOREIRA, F. F. P. An Empirical Evaluation of Sampling Methods in Risk Analysis Simulation: *Quasi-Monte Carlo*, Descriptive Sampling and Latin Hypercube Sampling. In: **Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference**, ed. E. Yucesan, C-H Chen, J.L. Snowdon and J.M.Charnes, 2002.

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 <i>Marcio Magalhães Janot</i>	Mar/2001
14	Evaluating Core Inflation Measures for Brazil <i>Francisco Marcos Rodrigues Figueiredo</i>	Mar/2001
15	Is It Worth Tracking Dollar/Real Implied Volatility? <i>Sandro Canesso de Andrade and Benjamin Miranda Tabak</i>	Mar/2001
16	Avaliação das Projeções do Modelo Estrutural do Banco Central do Brasil para a Taxa de Variação do IPCA <i>Sergio Afonso Lago Alves</i>	Mar/2001
	Evaluation of the Central Bank of Brazil Structural Model's Inflation Forecasts in an Inflation Targeting Framework <i>Sergio Afonso Lago Alves</i>	Jul/2001
17	Estimando o Produto Potencial Brasileiro: uma Abordagem de Função de Produção <i>Tito Nícias Teixeira da Silva Filho</i>	Abr/2001
	Estimating Brazilian Potential Output: a Production Function Approach <i>Tito Nícias Teixeira da Silva Filho</i>	Aug/2002
18	A Simple Model for Inflation Targeting in Brazil <i>Paulo Springer de Freitas and Marcelo Kfoury Muinhos</i>	Apr/2001
19	Uncovered Interest Parity with Fundamentals: a Brazilian Exchange Rate Forecast Model <i>Marcelo Kfoury Muinhos, Paulo Springer de Freitas and Fabio Araújo</i>	May/2001
20	Credit Channel without the LM Curve <i>Victorio Y. T. Chu and Márcio I. Nakane</i>	May/2001
21	Os Impactos Econômicos da CPMF: Teoria e Evidência <i>Pedro H. Albuquerque</i>	Jun/2001
22	Decentralized Portfolio Management <i>Paulo Coutinho and Benjamin Miranda Tabak</i>	Jun/2001
23	Os Efeitos da CPMF sobre a Intermediação Financeira <i>Sérgio Mikio Koyama e Márcio I. Nakane</i>	Jul/2001
24	Inflation Targeting in Brazil: Shocks, Backward-Looking Prices, and IMF Conditionality <i>Joel Bogdanski, Paulo Springer de Freitas, Ilan Goldfajn and Alexandre Antonio Tombini</i>	Aug/2001
25	Inflation Targeting in Brazil: Reviewing Two Years of Monetary Policy 1999/00 <i>Pedro Fachada</i>	Aug/2001
26	Inflation Targeting in an Open Financially Integrated Emerging Economy: the Case of Brazil <i>Marcelo Kfoury Muinhos</i>	Aug/2001
27	Complementaridade e Fungibilidade dos Fluxos de Capitais Internacionais <i>Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo e Renato Galvão Flôres Júnior</i>	Set/2001

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

61	O Uso de Dados de Alta Freqüência 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>	Fev/2003
64	Medium-Size Macroeconomic Model for the Brazilian Economy <i>Marcelo Kfoury Muinhos and Sergio Afonso Lago Alves</i>	Fev/2003
65	On the Information Content of Oil Future Prices <i>Benjamin Miranda Tabak</i>	Fev/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>	Fev/2003
69	r-filters: a Hodrick-Prescott Filter Generalization <i>Fabio Araújo, Marta Baltar Moreira Areosa and José Alvaro Rodrigues Neto</i>	Fev/2003
70	Monetary Policy Surprises and the Brazilian Term Structure of Interest Rates <i>Benjamin Miranda Tabak</i>	Fev/2003
71	On Shadow-Prices of Banks in Real-Time Gross Settlement Systems <i>Rodrigo Penaloza</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 Miki 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
- 94 **Simulação Histórica Filtrada: Incorporação da Volatilidade ao Modelo Histórico de Cálculo de Risco para Ativos Não-Lineares** Abr/2005
Claudio Henrique da Silveira Barbedo, Gustavo Silva Araújo e Eduardo Facó Lemgruber
- 95 **Comment on Market Discipline and Monetary Policy by Carl Walsh** Apr/2005
Maurício S. Bugarin and Fábria A. de Carvalho
- 96 **O que É Estratégia: uma Abordagem Multiparadigmática para a Disciplina** Ago/2005
Anthero de Moraes Meirelles
- 97 **Finance and the Business Cycle: a Kalman Filter Approach with Markov Switching** Aug/2005
Ryan A. Compton and Jose Ricardo da Costa e Silva
- 98 **Capital Flows Cycle: Stylized Facts and Empirical Evidences for Emerging Market Economies** Aug/2005
Helio Mori e Marcelo Kfoury Muinhos
- 99 **Adequação das Medidas de Valor em Risco na Formulação da Exigência de Capital para Estratégias de Opções no Mercado Brasileiro** Set/2005
Gustavo Silva Araújo, Claudio Henrique da Silveira Barbedo, e Eduardo Facó Lemgruber
- 100 **Targets and Inflation Dynamics** Oct/2005
Sergio A. L. Alves and Waldyr D. Areosa
- 101 **Comparing Equilibrium Real Interest Rates: Different Approaches to Measure Brazilian Rates** Mar/2006
Marcelo Kfoury Muinhos and Márcio I. Nakane
- 102 **Judicial Risk and Credit Market Performance: Micro Evidence from Brazilian Payroll Loans** Apr/2006
Ana Carla A. Costa and João M. P. de Mello
- 103 **The Effect of Adverse Supply Shocks on Monetary Policy and Output** Apr/2006
Maria da Glória D. S. Araújo, Mirta Bugarin, Marcelo Kfoury Muinhos and Jose Ricardo C. Silva

- 104 Extração de Informação de Opções Cambiais no Brasil** Abr/2006
Eui Jung Chang e Benjamin Miranda Tabak
- 105 Representing Roomate's Preferences with Symmetric Utilities** Apr/2006
José Alvaro Rodrigues-Neto
- 106 Testing Nonlinearities Between Brazilian Exchange Rates and Inflation Volatilities** May/2006
Cristiane R. Albuquerque and Marcelo Portugal
- 107 Demand for Bank Services and Market Power in Brazilian Banking** Jun/2006
Márcio I. Nakane, Leonardo S. Alencar and Fabio Kanczuk
- 108 O Efeito da Consignação em Folha nas Taxas de Juros dos Empréstimos Pessoais** Jun/2006
Eduardo A. S. Rodrigues, Victorio Chu, Leonardo S. Alencar e Tony Takeda
- 109 The Recent Brazilian Disinflation Process and Costs** Jun/2006
Alexandre A. Tombini and Sergio A. Lago Alves
- 110 Fatores de Risco e o Spread Bancário no Brasil** Jul/2006
Fernando G. Bignotto e Eduardo Augusto de Souza Rodrigues
- 111 Avaliação de Modelos de Exigência de Capital para Risco de Mercado do Cupom Cambial** Jul/2006
Alan Cosme Rodrigues da Silva, João Maurício de Souza Moreira e Myrian Beatriz Eiras das Neves
- 112 Interdependence and Contagion: an Analysis of Information Transmission in Latin America's Stock Markets** Jul/2006
Angelo Marsiglia Fasolo
- 113 Investigação da Memória de Longo Prazo da Taxa de Câmbio no Brasil** Ago/2006
Sergio Rubens Stancato de Souza, Benjamin Miranda Tabak e Daniel O. Cajueiro
- 114 The Inequality Channel of Monetary Transmission** Aug/2006
Marta Areosa and Waldyr Areosa
- 115 Myopic Loss Aversion and House-Money Effect Overseas: an experimental approach** Sep/2006
José L. B. Fernandes, Juan Ignacio Peña and Benjamin M. Tabak
- 116 Out-Of-The-Money Monte Carlo Simulation Option Pricing: the join use of Importance Sampling and Descriptive Sampling** Sep/2006
Jaqueline Terra Moura Marins, Eduardo Saliby and Joséte Florencio do Santos
- 117 An Analysis of Off-Site Supervision of Banks' Profitability, Risk and Capital Adequacy: a portfolio simulation approach applied to brazilian banks** Sep/2006
Theodore M. Barnhill, Marcos R. Souto and Benjamin M. Tabak
- 118 Contagion, Bankruptcy and Social Welfare Analysis in a Financial Economy with Risk Regulation Constraint** Oct/2006
Aloísio P. Araújo and José Valentim M. Vicente

119	A Central de Risco de Crédito no Brasil: uma análise de utilidade de informação <i>Ricardo Schechtman</i>	Out/2006
120	Forecasting Interest Rates: an application for Brazil <i>Eduardo J. A. Lima, Felipe Ludovice and Benjamin M. Tabak</i>	Oct/2006
121	The Role of Consumer's Risk Aversion on Price Rigidity <i>Sergio A. Lago Alves and Mirta N. S. Bugarin</i>	Nov/2006
122	Nonlinear Mechanisms of the Exchange Rate Pass-Through: A Phillips curve model with threshold for Brazil <i>Arnildo da Silva Correa and André Minella</i>	Nov/2006
123	A Neoclassical Analysis of the Brazilian "Lost-Decades" <i>Flávia Mourão Graminho</i>	Nov/2006
124	The Dynamic Relations between Stock Prices and Exchange Rates: evidence for Brazil <i>Benjamin M. Tabak</i>	Nov/2006
125	Herding Behavior by Equity Foreign Investors on Emerging Markets <i>Barbara Alemanni and José Renato Haas Ornelas</i>	Dec/2006
126	Risk Premium: insights over the threshold <i>José L. B. Fernandes, Augusto Hasman and Juan Ignacio Peña</i>	Dec/2006
127	Uma Investigação Baseada em Reamostragem sobre Requerimentos de Capital para Risco de Crédito no Brasil <i>Ricardo Schechtman</i>	Dec/2006
128	Term Structure Movements Implicit in Option Prices <i>Caio Ibsen R. Almeida and José Valentim M. Vicente</i>	Dec/2006
129	Brazil: taming inflation expectations <i>Afonso S. Bevilaqua, Mário Mesquita and André Minella</i>	Jan/2007
130	The role of banks in the Brazilian Interbank Market: Does bank type matter? <i>Daniel O. Cajueiro and Benjamin M. Tabak</i>	Jan/2007
131	Long-Range Dependence in Exchange Rates: the case of the European Monetary System <i>Sergio Rubens Stancato de Souza, Benjamin M. Tabak and Daniel O. Cajueiro</i>	Mar/2007
132	Credit Risk Monte Carlo Simulation Using Simplified Creditmetrics' Model: the joint use of importance sampling and descriptive sampling <i>Jaqueline Terra Moura Marins and Eduardo Saliby</i>	Mar/2007
133	A New Proposal for Collection and Generation of Information on Financial Institutions' Risk: the case of derivatives <i>Gilneu F. A. Vivan and Benjamin M. Tabak</i>	Mar/2007