



IMPACTOS DAS MUDANÇAS NA POLÍTICA ECONÔMICA SOBRE O MERCADO BRASILEIRO DE DERIVATIVOS CAMBIAIS

ALISON GONÇALVES DA SILVA
a219588678@fumec.edu.br
FUMEC

CARLOS ALBERTO DE SOUZA
carlosprofs@gmail.com
FUMEC E UEMG

CAROLINA PINHEIRO BATISTA
carolcpb@gmail.com
FUMEC

VANDA APARECIDA OLIVEIRA DALFIOR
vaodalfior@gmail.com
PITÁGORAS

THUANY NOGUEIRA NUNES
thuanyc@hotmail.com
FACISABH

Resumo: A mudança de política cambial em 1998 e 1999 gerou grande volatilidade no mercado à época, provocando desvalorização do Real em função da fuga de capitais de País. O objetivo deste trabalho é analisar os impactos dessa mudança de política econômica sobre o mercado futuro de opções de câmbio no Brasil, no período compreendido pelos anos de 1998 e início de 1999. Para isso, utilizou-se o modelo de Garman-Kohlhagen (1983) para calcular o prêmio justo das opções cambiais e da volatilidade no período, comparando-os com o prêmio pago no mercado. Conclui-se que, segundo o modelo, o prêmio praticado pelo mercado nas opções observadas neste trabalho, se encontrava na maioria das vezes abaixo do prêmio justo. Contudo, tanto o prêmio teórico quanto o prêmio do mercado, mostraram elevações após a queda do regime de câmbio fixo, refletindo o aumento da volatilidade e a maior probabilidade das opções serem exercidas.

Palavras Chave: Política Cambial - Opções Cambiais - Garman-Kohlhagen - Mercado - Brasil



1. INTRODUÇÃO

Durante os anos 90 a economia nacional enfrentou três crises externas, com praticamente a mesma significância: a crise mexicana de dezembro de 1994, a crise asiática que iniciou em julho de 1997 e a crise russa que tomou maiores proporções em agosto de 1998. As duas primeiras provocaram uma fuga de capitais do país mas que foram controladas através de um grande diferencial nas taxas de juros, implementado pelo governo na época, em comparação com taxas do mercado internacional. O controle das reservas cambiais era fundamental para proteger a moeda no curto prazo e para a manutenção da política monetária que tinha na política cambial sua âncora para manter a inflação sob controle.

Porém, em 1998, a política cambial do governo vinha sendo questionada quanto a sua vulnerabilidade, especialmente no caso de uma situação externa desfavorável. Fato que ocorreu em agosto daquele ano, com a crise da Rússia provocando uma pressão para a desvalorização do Real através da fuga de capitais do País, da deterioração do saldo da conta corrente do Balanço de Pagamentos e do fechamento do mercado de crédito para países emergentes.

Tal pressão tornou insustentável a manutenção do regime de bandas cambiais – que consistia na garantia de que a taxa de câmbio fosse flutuar dentro de uma minibanda, e o Banco Central do Brasil (BCB) o substituiu pelo regime de câmbio flutuante. Essa medida teve impacto imediato na cotação da moeda americana, sendo que a desvalorização do câmbio nominal alcançou no final de fevereiro de 1999 aproximadamente 70%, chegando a R\$ 2,06.

A mudança de política cambial gerou grande volatilidade no mercado à época e o objetivo deste trabalho é analisar os impactos dessa mudança no mercado de derivativos cambiais, sobretudo no Mercado de Futuros e de Opções. Como objetivo específico a intenção é verificar a discrepância entre o prêmio praticado no mercado e o valor do prêmio calculado através do modelo de *Garman-Kohlhagen* (1983), procurando identificar os aspectos relevantes que possam enviesar o preço das opções.

A metodologia utilizada consiste na aplicação do modelo supracitado sobre as opções cambiais, com maior volume de operações, negociadas no segundo semestre de 1998 e janeiro de 1999.

Diante desse desafio a pergunta desta pesquisa consiste em: Quais os impactos da mudança na política cambial em 1998 e 1999 no mercado de derivativos cambiais, sobretudo no Mercado de Futuros e de Opções?

Fazem parte da estrutura deste trabalho o capítulo um referente à introdução, o capítulo dois, que trata do referencial teórico, o capítulo três com a metodologia, seguido



do capítulo quatro com os resultados empíricos e do capítulo cinco com a conclusão. Por fim, o capítulo seis traz as referências bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA CRISE CAMBIAL

O primeiro teste ao Plano Real, no que se refere a estratégia implementada de manter a taxa de câmbio fixa, foi em dezembro de 1994 com a crise mexicana. Os investidores ajustaram suas posições com extrema rapidez, em função da possibilidade de falhas no plano de estabilização considerando que as reformas estruturais prometidas não seriam realizadas. A alternativa encontrada pelo Governo, para estancar a perda de reservas que o país enfrentava, foi ampliar o controle da demanda interna, principalmente através de restrições ao crédito e elevação das taxas de juros.

Complementarmente, o Governo alterou a política cambial com a adoção de minibandas e uma desvalorização em torno de 7,5% a.a. Essa política sinalizava a opção por uma estratégia gradualista de correção cambial. (GREMAUD, 2002).

O advento da crise mexicana fez com que o Banco Central do Brasil (BCB) perdesse, aproximadamente, US\$ 12 bilhões de reservas. No entanto, a elevação da taxa de juros surtiu efeito, no que diz respeito a atrair capital estrangeiro e, no final de 1995, as reservas já ultrapassavam os US\$ 50 bilhões, segundo o BCB.

Na crise asiática, em outubro de 97, o Governo novamente preferiu a contração da política monetária elevando a taxa de juros de 20% para 40%, visando conter a fuga de capitais e manter firme a regime cambial vigente. No ápice da crise, as reservas internacionais brasileiras reduziram em cerca de US\$ 20 bilhões (GREMAUD, 2002).

Já a crise russa instalou-se em agosto de 1998 e apesar da elevação dos juros e do anúncio de um pacote fiscal, o Brasil perdeu cerca de US\$ 30 bilhões em reservas somente entre agosto e setembro daquele ano, o que refletiu a descrença na possibilidade de manter a taxa de câmbio. A perspectiva do mercado era que o Brasil fosse o próximo país a romper o regime de bandas cambiais e então começou uma onda de ataques especulativos contra o Real. Cabe ressaltar que, abril de 1998, o Brasil possuía US\$ 74 bilhões em reserva internacionais, segundo o BCB, o que possibilitou o enfrentamento da crise e ataques especulativos por algum período (AVENBURG E GIAMBIAGI, 2000).

Contudo, após a Rússia declarar moratória, o mercado internacional de crédito praticamente fechou para países emergentes, diferente do que ocorrera nas crises anteriores. Soma-se a isso o fato de que a diferença entre as taxa de juros doméstica e as internacionais, com a Selic em 40,5% a.a. em de out/98 e a *Target Rate* (taxa básica de juros americana) em 5% a.a, atraiu um grande volume de capitais especulativos, que se movimentavam rapidamente para realizar lucro.



Outro complicador para o Governo Federal foi o fato de que alguns estados brasileiros propuseram o não pagamento de suas dívidas, o que contribuiu para que vários investidores estrangeiros optassem por encerrarem suas posições no país, gerando uma saída repentina de capitais do País.

Nos primeiros dias de janeiro de 1999 que antecederam à queda do regime de minidesvalorizações, houve um ajuste de posições no mercado de derivativos por parte dos investidores e agentes. Tal ajuste foi influenciado pela degradação das expectativas que atingia naquele momento o seu ponto de máximo.

Segundo Farhi (2001), no início daquele mês verificou-se uma elevação do volume diário de contratos futuros negociados, vis-à-vis ao volume registrado em Dezembro de 1998, e grande parte deste aumento foi impulsionado pela declaração de moratória do Estado de Minas Gerais, em um momento em que era crescente a divulgação de notícias pela imprensa de que o regime de bandas cambiais estava com seus dias contados.

De acordo com Nishijima e Tonooka (1999), logo no início de janeiro de 1999, houve uma acentuação na perda de reservas, na ordem de US\$ 1 bilhão por dia. Como era inevitável, no dia 13 de janeiro, o então presidente do BCB, Gustavo Franco – maior defensor do câmbio valorizado – foi demitido e no seu lugar entrou Francisco Lopes. Inicialmente o governo adotou limites de oscilação do câmbio entre R\$ 1,21 e R\$ 1,32. Porém, como a demanda por dólares estava maior que a oferta, em um único dia a moeda nacional se desvalorizou 10%, e a taxa de câmbio se instalou perto do limite superior da banda.

Somente nos dois primeiros dias de vigência do modelo houve uma saída líquida de capitais na ordem de US\$ 3 bilhões. Já no dia 15 de janeiro, quando o BCB optou por não intervir no mercado, o dólar encerrou o pregão cotado a R\$ 1,47. No dia 16, o BCB abandonou o regime de bandas cambiais e adotou de vez o regime de câmbio flutuante (NISHIJIMA E TONOOKA, 1999).

A desvalorização do Real perdeu força durante o mês de fevereiro com os agentes desfazendo suas posições antes da posse do novo presidente Armínio Fraga, que entrou no lugar de Francisco Lopes, este último não chegou a tomar posse oficialmente. Porém, repetindo o ocorrido no último dia de janeiro, houve uma pressão para alta da taxa de câmbio no último dia de fevereiro, com a taxa de câmbio fechando a R\$ 2,064, o que representava uma desvalorização de aproximadamente 70% vis-à-vis ao dia 12 de janeiro (BCB, 2007).

A partir de março de 1999, a elevação das reservas internacionais do BCB, propiciada por um empréstimo junto ao FMI, somado com o aumento da taxa de juros foram fundamentais para mudança do viés de desvalorização da moeda nacional frente ao dólar e, concomitantemente, acalmar o mercado financeiro em geral.



2.2. MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES CAMBIAIS

As Opções são contratos que dão o direito, mas não a obrigação, de efetuar uma transação especificada numa determinada data, a um preço pré-estipulado. No mercado futuro, por exemplo, tanto o comprador quanto o vendedor estão negociando um direito e uma obrigação realizáveis em data futura. Já no mercado de opções estão sendo negociados direitos e deveres realizáveis em datas distintas (NETO, 1996).

Neste ponto, cabe destacar alguns conceitos que facilitarão o entendimento do mercado de opções e, também, deste trabalho, são eles:

- i - Titular: comprador de uma opção e adquire o direito de exercê-la;
- ii – Lançador: Aquele que cede o direito a uma contraparte, recebendo um prêmio por isto;
- iii – Prêmio: Preço de negociação da opção;
- iv – Preço de exercício: Para opções de venda é o preço que o lançador deve pagar ao titular, se este exercer seu direito. Em opções de compra é o preço que o titular deve pagar ao lançador ao exercer seus direitos (HULL,1996).

Assim, opção é todo o contrato que dá a seu detentor ou comprador o direito mas não o dever de comprar se for uma opção de compra, ou vender se for uma opção de venda, determinado bem, pelo preço acordado na efetivação do contrato. O lançador das opções tem o dever de vender, no caso de uma opção de compra, e de comprar, no caso de uma opção de venda (HULL,1996).

As opções também podem ser classificadas como Europeias, quando só podem ser exercidas na data de vencimento, ou Americanas quando podem ser exercidas a partir do dia posterior ao seu nascimento. De acordo com Hull (1996), no prêmio de uma opção estão inseridos uma gama de fatores, onde alguns serão destacados: preço do ativo negociado (ativo-objeto) (S), preço de exercício da opção (X), prazo de vencimento da opção (T), taxa de juros sem risco (r) e a volatilidade do ativo-objeto (σ). O prêmio de uma opção é determinado num mercado altamente competitivo e incorre de influências das expectativas dos participantes do mercado quanto ao comportamento futuro destas variáveis. O desafio ao negociar uma opção refere-se à previsão dessas variáveis no futuro, tarefa de grande importância a qualquer *trader* de opções.

O modelo mais bem sucedido e utilizado para precificação de opções foi desenvolvido por dois pesquisadores americanos, *Fischer Black* e *Myron Scholes*, ficando este conhecido com os seus respectivos nomes (HULL, 1996). O modelo de *Black & Scholes* foi considerado uma extensão do modelo binomial: ambos buscam estimar o valor do prêmio “justo” a ser praticado no mercado, segundo seus pressupostos teóricos.

A suposição que fundamenta o modelo de *Black & Scholes* é que preços de um ativo-objeto e seu retorno seguem um movimento aleatório, que se baseia na hipótese de



eficiência do mercado. Segundo pressuposto do modelo, o prêmio da opção se relaciona fortemente com o preço do ativo-objeto. Dessa forma, quanto mais elevado for o preço do ativo ao qual a opção se refere, maiores serão as possibilidades da opção ser exercida com lucro.

O efeito é inverso quando se trata de opções de venda: se o valor do ativo-objeto é menor, maior será o prêmio da opção de venda. Se o preço do ativo-objeto subir, o prêmio da opção de venda deverá cair, pois as possibilidades de exercer essa opção com ganhos tendem a se reduzir.

Depois que *Fisher Black* e *Myron Scholes* (1973) propuseram seus modelos de precificação de opções, vários outros pesquisadores saíram a campo em busca de novas soluções para a precificação de opções. Assim, surgiu o modelo de *Garman-Kohlhagen*, que desenvolveram um modelo para avaliar prêmios teóricos de opções do tipo europeu sobre moeda estrangeira. O modelo passou a ser conhecido como *Garman-Kohlhagen*.

Segundo a teoria de arbitragem entre moedas, o nível futuro da taxa de câmbio entre duas moedas será influenciado pelo diferencial entre as taxas de juros dos países em questão para o período compreendido entre a data atual e o vencimento do contrato a termo¹ (NETO,1996).

Se houver distorções na taxa de câmbio, um arbitrador poderá tomar dinheiro emprestado em seu país, pagando juros proporcionalmente mais baixos, comprar moeda estrangeira e aplicá-la neste mercado, a uma taxa de juros comparativamente mais favorável, também proporcional à taxa de câmbio futura. Para reduzir os riscos de perdas e assegurar seu lucro, ele venderá um contrato a termo da moeda estrangeira no momento inicial da arbitragem. Assim, a operação estará lhe garantindo a taxa de câmbio para reversão da posição e seu lucro final.

No que se refere à volatilidade, uma vez que ela é primordial para encontrar o preço justo da opção, Neto (1996, p. 194) diz:

A volatilidade da opção será dada pela composição das volatilidades das duas moedas, ajustadas pela correlação das variações nas taxas de juros das duas moedas. Quaisquer mudanças na correlação das volatilidades das moedas afetará muito a volatilidade das opções.

De acordo com NETO (1996) o modelo de *Garman-Kohlhagen* para cálculo do prêmio justo de uma opção de compra de moeda é dado por:

¹ Contratos a Termo: são contratos semelhantes aos contratos futuros, porém são negociados no balcão. São feitos de forma individualizada, bilateral.



$$c = Se^{-r_f(T-t)} \cdot N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} \cdot N(d_2)$$

$$p = Xe^{-r(T-t)} \cdot N(-d_2) - Se^{-r_f(T-t)} \cdot N(-d_1)$$

Onde:

c = preço teórico de uma opção de compra (*call*) europeia;

p = preço teórico de uma opção de venda (*put*) europeia;

S = taxa de câmbio a vista (spot);

σ = volatilidade da taxa de câmbio;

$N(k)$ = função de distribuição de probabilidade acumulada para uma variável que é normalmente distribuída com média zero e desvio-padrão 1;

X = preço de exercício ou *strike*;

r = Taxa de juros doméstica.

r_f = taxa de juro livre de risco internacional;

t = período a que se refere o preço da opção

T = vencimento da opção

e = constante matemática 2,718238

Temos os valores de d_1 e d_2 :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left[r - r_f + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right](T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left[r - r_f - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right](T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

3. METODOLOGIA

A forma de coleta de dados, adotada neste trabalho, foi a técnica de tratamento dos dados, analisando os valores das opções de compra cambiais disponíveis gratuitamente na BM&F Bovespa. O modelo de *Garman-Kohlhagen* foi utilizado para o cálculo do prêmio justo de uma opção e espera-se que não haja variações relevantes entre o prêmio praticado no mercado e o indicado pelo modelo.

Para a aplicação do modelo de *Garman-Kohlhagen* foi necessária a constituição de uma base de dados que fornecesse as variáveis de entrada do modelo. Através do site da Bolsa de Mercadoria & Futuros (www.bmfbovespa.com.br), foi possível obter os dados de opções de compra negociados em 1998 e 1999. Além disso, foram utilizados históricos do preço da *Ptax* de venda do dólar e da taxa de juros livre de risco doméstica – Selic Over, divulgados pelo BCB.



Adicionalmente, foi utilizado também uma série histórica com a taxa de juros livre de risco internacional, que neste trabalho optou-se pela taxa básica de juros americana – a *Target Rate*, tendo como fonte o site de informações financeiras *Bloomberg* (www.bloomberg.com).

A volatilidade da ptax-venda foi apurada indiretamente, usando a Metodologia *EWMA* (Alisamento Exponencial) com fator de decaimento de 0,94, seguindo a metodologia de análise de risco, *Riskmetrics*, do Banco J.P. Morgan. Para mensuração dos prêmios teóricos através do modelo de *Garman-Kohlhagen*, utilizou-se as funções em Excel disponível no site www.risktech.com.br.

Com o modelo de *Garman-Kohlhagen* de precificação de opções de moeda, foi calculado o prêmio teórico das opções de compra que venceriam entre janeiro e março, período em que ocorreu a mudança de política cambial e que ficou marcado pelo aumento da volatilidade e mudança das expectativas.

Visando capturar com maior precisão as expectativas dos agentes quanto à cotação futura do dólar, considerou-se apenas as séries que apresentaram maior número de contratos em aberto e negociados no mesmo dia.

4. RESULTADOS EMPÍRICOS

Primeiramente, analisou-se a opção de compra com vencimento em 04/01/1999, da série JA01, uma vez que essa é a série que registrou o maior número de contratos negociados no período:


Tabela 1: Série JA01, Banco de Dados, Prêmios de mercado e teóricos.

Data	Serie	P. Ativo	P. Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	Erro %
28/10/98	JA01	1,192	1,22	1,68%	R\$ 28,00	R\$ 39,85	42%
11/11/98	JA01	1,191	1,22	1,64%	R\$ 10,00	R\$ 26,15	162%
12/11/98	JA01	1,191	1,22	1,55%	R\$ 10,00	R\$ 21,32	113%
13/11/98	JA01	1,191	1,22	1,60%	R\$ 10,00	R\$ 19,71	97%
16/11/98	JA01	1,191	1,22	1,52%	R\$ 9,30	R\$ 16,42	77%
17/11/98	JA01	1,191	1,22	1,47%	R\$ 6,00	R\$ 14,96	149%
18/11/98	JA01	1,191	1,22	1,43%	R\$ 4,90	R\$ 13,52	176%
19/11/98	JA01	1,193	1,22	1,52%	R\$ 6,30	R\$ 14,08	123%
20/11/98	JA01	1,195	1,22	1,59%	R\$ 5,45	R\$ 14,13	159%
23/11/98	JA01	1,197	1,22	1,72%	R\$ 6,00	R\$ 14,10	135%
24/11/98	JA01	1,198	1,22	1,68%	R\$ 6,50	R\$ 13,24	104%
25/11/98	JA01	1,198	1,22	1,63%	R\$ 5,80	R\$ 11,93	106%
26/11/98	JA01	1,199	1,22	1,61%	R\$ 6,85	R\$ 11,79	72%
27/11/98	JA01	1,203	1,22	1,61%	R\$ 8,40	R\$ 14,79	76%
30/11/98	JA01	1,202	1,22	1,58%	R\$ 6,50	R\$ 11,21	72%
01/12/98	JA01	1,202	1,22	1,54%	R\$ 5,55	R\$ 10,25	85%
02/12/98	JA01	1,201	1,22	1,50%	R\$ 4,50	R\$ 8,34	85%
03/12/98	JA01	1,203	1,22	1,49%	R\$ 6,00	R\$ 9,31	55%
04/12/98	JA01	1,202	1,22	1,45%	R\$ 6,40	R\$ 7,43	16%
07/12/98	JA01	1,203	1,22	1,40%	R\$ 4,80	R\$ 5,96	24%
08/12/98	JA01	1,203	1,22	1,38%	R\$ 3,90	R\$ 5,11	31%
09/12/98	JA01	1,204	1,22	1,33%	R\$ 2,60	R\$ 5,12	97%
10/12/98	JA01	1,203	1,22	1,30%	R\$ 1,85	R\$ 3,58	94%
11/12/98	JA01	1,204	1,22	1,27%	R\$ 1,95	R\$ 3,53	81%
14/12/98	JA01	1,205	1,22	1,26%	R\$ 2,55	R\$ 2,37	-7%
15/12/98	JA01	1,205	1,22	1,23%	R\$ 2,35	R\$ 1,75	-26%
16/12/98	JA01	1,205	1,22	1,19%	R\$ 2,25	R\$ 1,22	-46%
17/12/98	JA01	1,206	1,22	1,22%	R\$ 2,40	R\$ 0,80	-67%
18/12/98	JA01	1,207	1,22	1,19%	R\$ 1,75	R\$ 0,84	-52%
21/12/98	JA01	1,207	1,22	1,15%	R\$ 1,00	R\$ 0,17	-83%
22/12/98	JA01	1,207	1,22	1,13%	R\$ 0,80	R\$ 0,08	-90%
23/12/98	JA01	1,209	1,22	1,10%	R\$ 0,65	R\$ 0,18	-72%
28/12/98	JA01	1,208	1,22	1,05%	R\$ 0,30	R\$ 0,00	-100%
29/12/98	JA01	1,208	1,22	1,02%	R\$ 0,25	R\$ 0,00	-100%
30/12/98	JA01	1,208	1,22	0,98%	R\$ 0,20	R\$ 0,00	-100%

Fonte: Elaborado pelo autor

O Erro Médio Percentual (“Erro %”) mensura a distorção entre o prêmio praticado no mercado – coluna Mercado – e o prêmio teórico calculado de acordo com o modelo de *Garman-Kohlhagen* – coluna G&K. O Erro Médio Percentual da série JA01 foi de 43%, demonstrando que o modelo G&K, na maioria das vezes, superestimou o prêmio das opções, uma vez que a baixa volatilidade do ativo-objeto, devido ao câmbio praticamente fixo, diminuía a probabilidade dessa opção ser exercida. Fato confirmado no vencimento desta opção.

As opções de compra de dólar americano negociadas com vencimento posterior à mudança do regime cambial, foi analisada a série FE01, com vencimento em 01/02/99. Esta série de opção de compra, assim como a opção com vencimento em jan/99, já



mostrava com prêmios diferentes dos prêmios justos segundo o modelo de *Garman-Kohlhagen*. Para facilitar a análise, a série FE01 foi dividida em duas partes. A primeira parte, com a data de negociação anterior a mudança do regime cambial, apresentou um Erro Médio Percentual -67%, indicando que o modelo, em grande parte dos dias, subestimava os prêmios das opções, com o prêmio praticado no mercado refletindo rumores da troca do regime cambial.

Tabela 2: Série FE01, Banco de Dados, Prêmios de mercado e teóricos.

Data	Serie	P. Ativo	P. Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	Erro %
29/10/98	FE01	1,192	1,24	1,62%	R\$ 42,50	R\$ 47,39	12%
30/10/98	FE01	1,193	1,24	1,63%	R\$ 42,90	R\$ 47,94	12%
06/11/98	FE01	1,188	1,24	1,67%	R\$ 35,00	R\$ 36,89	5%
09/11/98	FE01	1,19	1,24	1,70%	R\$ 25,00	R\$ 35,99	44%
10/12/98	FE01	1,203	1,24	1,30%	R\$ 13,00	R\$ 6,29	-52%
11/12/98	FE01	1,204	1,24	1,27%	R\$ 12,50	R\$ 6,04	-52%
14/12/98	FE01	1,205	1,24	1,26%	R\$ 16,50	R\$ 4,68	-72%
17/12/98	FE01	1,206	1,24	1,22%	R\$ 13,50	R\$ 1,63	-88%
23/12/98	FE01	1,209	1,24	1,10%	R\$ 10,00	R\$ 0,74	-93%
28/12/98	FE01	1,208	1,24	1,05%	R\$ 9,80	R\$ 0,05	-99%
29/12/98	FE01	1,208	1,24	1,02%	R\$ 9,00	R\$ 0,02	-100%
30/12/98	FE01	1,208	1,24	0,98%	R\$ 6,70	R\$ 0,01	-100%
04/01/99	FE01	1,208	1,24	0,97%	R\$ 4,75	R\$ 0,00	-100%
05/01/99	FE01	1,209	1,24	0,97%	R\$ 4,05	R\$ 0,00	-100%
06/01/99	FE01	1,21	1,24	1,00%	R\$ 3,80	R\$ 0,00	-100%
07/01/99	FE01	1,21	1,24	0,98%	R\$ 5,35	R\$ 0,00	-100%
08/01/99	FE01	1,21	1,24	0,96%	R\$ 4,54	R\$ 0,00	-100%
11/01/99	FE01	1,211	1,24	0,94%	R\$ 6,30	R\$ 0,00	-100%
12/01/99	FE01	1,211	1,24	0,93%	R\$ 6,00	R\$ 0,00	-100%
Data	Serie	P. Ativo	P. Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	Erro %
13/01/99	FE01	1,319	1,24	43,41%	R\$ 80,00	R\$ 109,62	37%
14/01/99	FE01	1,319	1,24	42,09%	R\$ 110,00	R\$ 107,14	-3%
15/01/99	FE01	1,453	1,24	55,50%	R\$ 216,00	R\$ 231,02	7%
18/01/99	FE01	1,538	1,24	58,17%	R\$ 262,00	R\$ 309,28	18%
19/01/99	FE01	1,558	1,24	56,61%	R\$ 259,00	R\$ 328,50	27%
20/01/99	FE01	1,574	1,24	55,02%	R\$ 330,00	R\$ 343,37	4%
21/01/99	FE01	1,66	1,24	57,28%	R\$ 415,00	R\$ 428,46	3%
22/01/99	FE01	1,705	1,24	56,48%	R\$ 440,00	R\$ 472,46	7%
26/01/99	FE01	1,877	1,24	59,88%	R\$ 500,00	R\$ 641,35	28%
28/01/99	FE01	1,921	1,24	56,71%	R\$ 649,00	R\$ 684,19	5%

Fonte: Elaborado pelo autor

Já a segunda parte da série FE01, com a data de negociação após a mudança do regime cambial, apresentou um Erro Médio Percentual de 13%. Nota-se que, além do modelo ter precificado melhor as opções, mesmo com o aumento da volatilidade, a opção de compra passou a ser negociada com prêmios maiores, já que a probabilidade de serem



exercidas se elevou substancialmente, com o preço do ativo-objeto superando o preço de exercício da opção.

Apesar do grande ataque especulativo do início de 1999, algumas opções eram negociadas com o preço de exercício muito próximo do preço do dólar à vista, o que se por um lado mostra o aumento da procura por *hedge*, por outro lado demonstra que havia agentes propensos ao risco e que queriam se aproveitar deste momento de imensa incerteza para aumentar seus ganhos com aumento dos prêmios, ou diluir suas perdas provocadas pelo exercício da opção.

A série FE08 também foi dividida com o mesmo critério da série FE01. Com Erros Médios Percentual de 22% e 15%, antes e pós mudança de regime cambial, respectivamente, a série FE08 demonstrou resultados similares da série FE01.

Tabela 3: Série FE08, Banco de Dados, Prêmios de mercado e teóricos.

Data	Serie	P. Ativo	P.Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	E
01/12/98	FE08	1,202	1,22	1,54%	R\$ 17,50	R\$ 32,70	
10/12/98	FE08	1,203	1,22	1,30%	R\$ 17,30	R\$ 24,94	
11/12/98	FE08	1,204	1,22	1,27%	R\$ 15,50	R\$ 24,72	
14/12/98	FE08	1,205	1,22	1,26%	R\$ 19,60	R\$ 23,14	
15/12/98	FE08	1,205	1,22	1,23%	R\$ 20,00	R\$ 22,15	
17/12/98	FE08	1,206	1,22	1,22%	R\$ 16,70	R\$ 18,36	
21/12/98	FE08	1,207	1,22	1,15%	R\$ 15,50	R\$ 16,22	
22/12/98	FE08	1,207	1,22	1,13%	R\$ 14,00	R\$ 15,70	
23/12/98	FE08	1,209	1,22	1,10%	R\$ 14,00	R\$ 16,78	
28/12/98	FE08	1,208	1,22	1,05%	R\$ 14,00	R\$ 12,25	
29/12/98	FE08	1,208	1,22	1,02%	R\$ 9,70	R\$ 11,53	
30/12/98	FE08	1,208	1,22	0,98%	R\$ 8,70	R\$ 10,99	
04/01/99	FE08	1,208	1,22	0,97%	R\$ 6,20	R\$ 7,61	
05/01/99	FE08	1,209	1,22	0,97%	R\$ 5,50	R\$ 7,84	
06/01/99	FE08	1,21	1,22	1,00%	R\$ 5,00	R\$ 8,15	
07/01/99	FE08	1,21	1,22	0,98%	R\$ 6,20	R\$ 7,51	
08/01/99	FE08	1,21	1,22	0,96%	R\$ 5,40	R\$ 6,89	
11/01/99	FE08	1,211	1,22	0,94%	R\$ 7,30	R\$ 5,91	
12/01/99	FE08	1,211	1,22	0,93%	R\$ 8,50	R\$ 5,21	
Data	Serie	P. Ativo	P.Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	E
14/01/99	FE08	1,319	1,22	42,09%	R\$ 90,00	R\$ 122,74	
15/01/99	FE08	1,453	1,22	55,50%	R\$ 230,00	R\$ 249,19	
18/01/99	FE08	1,538	1,22	58,17%	R\$ 280,00	R\$ 328,59	
19/01/99	FE08	1,558	1,22	56,61%	R\$ 320,00	R\$ 348,04	
21/01/99	FE08	1,66	1,22	57,28%	R\$ 425,00	R\$ 448,26	
26/01/99	FE08	1,877	1,22	59,88%	R\$ 540,00	R\$ 661,25	22%
28/01/99	FE08	1,921	1,22	56,71%	R\$ 670,00	R\$ 704,12	5%

Fonte: Elaborado pelo autor



Embora aumento da volatilidade no mercado tivesse sido acompanhado pela elevação dos prêmios das opções após a mudança de regime, o modelo de *Garman-Kohlhagen* superestimou os prêmios para esta série, o que pode ser atribuído a oscilação de um contrato com baixo nível de liquidez, ou seja, com menos contratos negociados no dia, não capturando plenamente as expectativas do mercado.

Por fim, cabe analisar também as séries de opções de compra de dólar comercial com vencimento em 1º de março de 1999.

Tabela 4: Série MR06, Banco de Dados, Prêmios de mercado e teóricos.

Data	Serie	P. Ativo	P. Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	Erro %
02/02/99	MR06	1,798	1,80	63,24%	R\$ 115,00	R\$ 141,05	23%
04/02/99	MR06	1,814	1,80	60,45%	R\$ 91,00	R\$ 139,32	53%
05/02/99	MR06	1,832	1,80	58,73%	R\$ 110,00	R\$ 144,22	31%
08/02/99	MR06	1,861	1,80	57,27%	R\$ 125,00	R\$ 151,35	21%
09/02/99	MR06	1,933	1,80	57,47%	R\$ 130,00	R\$ 199,95	54%
10/02/99	MR06	1,895	1,80	56,25%	R\$ 95,00	R\$ 167,09	76%
11/02/99	MR06	1,887	1,80	54,57%	R\$ 100,00	R\$ 155,85	56%
12/02/99	MR06	1,898	1,80	52,96%	R\$ 95,00	R\$ 158,51	67%
19/02/99	MR06	1,921	1,80	48,64%	R\$ 100,00	R\$ 149,98	50%

Fonte: Elaborado pelo autor

As opções de compra de dólar com vencimento em março, MR06 e MR22, apresentaram Erro Médio Percentual de 48% e 83%, respectivamente, com o modelo novamente superestimando o prêmio das opções em comparação com o mercado.

Tabela 5: Série MR22, Banco de Dados, Prêmios de mercado e teóricos.

Data	Serie	P. Ativo	P. Exercício	Volatilidade	Mercado	G&K	Erro %
28/01/99	MR22	1,921	2,00	56,71%	R\$ 125,00	R\$ 113,89	-9%
04/02/99	MR22	1,814	2,00	60,45%	R\$ 42,90	R\$ 60,11	40%
05/02/99	MR22	1,832	2,00	58,73%	R\$ 55,00	R\$ 60,76	10%
08/02/99	MR22	1,861	2,00	57,27%	R\$ 50,00	R\$ 60,62	21%
09/02/99	MR22	1,933	2,00	57,47%	R\$ 50,00	R\$ 88,18	76%
10/02/99	MR22	1,895	2,00	56,25%	R\$ 28,00	R\$ 66,22	137%
11/02/99	MR22	1,887	2,00	54,57%	R\$ 30,00	R\$ 57,31	91%
12/02/99	MR22	1,898	2,00	52,96%	R\$ 20,00	R\$ 56,01	180%
19/02/99	MR22	1,921	2,00	48,64%	R\$ 13,00	R\$ 36,40	180%
22/02/99	MR22	1,936	2,00	47,25%	R\$ 15,00	R\$ 29,30	95%
23/02/99	MR22	2,013	2,00	48,27%	R\$ 42,00	R\$ 61,71	47%
24/02/99	MR22	2,003	2,00	46,83%	R\$ 20,00	R\$ 49,58	148%
26/02/99	MR22	2,065	2,00	44,78%	R\$ 50,00	R\$ 78,97	58%

Fonte: Elaborado pelo autor

Como o prêmio das opções, segundo os pressupostos do modelo de *Garman-Kohlhagen*, estavam abaixo do prêmio justo, as perdas para lançadores destas opções podem ter sido relevantes, uma vez que estas opções caminhavam para serem exercidas.



Cabe salientar que mesmo a série MR06, que começou a ser negociada em 02/02/1999, com o mercado já operando no regime de câmbio flutuante e extremamente volátil, mostra que parte do mercado (lançadores da opção) não acreditava que o dólar pudesse ultrapassar a fronteira de R\$ 1,80, sendo que, um dia após o início da negociação desta série, o dólar à vista já havia superado o preço de exercício da opção.

Após a mudança de política econômica, juntamente com o *stress* causado no mercado, os agentes que buscaram proteção contra flutuações de preços da moeda americana tiveram que pagar prêmios mais altos no mercado de opções.

Esta elevação nos prêmios possibilitou a diluição de suas perdas, com os agentes travando seus contratos com o preço de exercício em patamares bem inferiores ao preço do dólar à vista no dia de vencimento da opção.

A partir do dia 3 de março de 1999, após a cotação do dólar atingir seu ápice, R\$ 2,165, o mercado caminhou para a estabilidade, ajudado pela entrada dos recursos provenientes do empréstimo obtido junto ao FMI, e a cotação do dólar passou a oscilar entre R\$ 1,65 e R\$ 1,80 até julho daquele ano.

5. CONCLUSÃO

Os ataques especulativos contra a moeda brasileira juntamente com a mudança no regime cambial causaram grande desconfiança nos agentes quanto a capacidade do Governo brasileiro em honrar suas dívidas, o que gerou grande volatilidade no mercado. Após a adoção do regime de câmbio flutuante, houve um grande ajuste de posições nos mercados derivativos de dólar, provocando grandes perdas principalmente ao BCB, que usou recursos públicos para garantir a liquidez no mercado futuro, temendo que uma crise sistêmica pudesse se iniciar com a quebra de algumas instituições financeiras.

No mercado de opções cambiais, segundo a modelagem de *Garman-Kohlhagen*, o prêmio praticado pelo mercado nas opções observadas neste trabalho, se encontrava na maioria das vezes abaixo do prêmio justo. No entanto, tanto o prêmio teórico quanto o prêmio do mercado, mostraram elevação após a queda do regime de câmbio fixo, refletindo o aumento da volatilidade e a maior probabilidade das opções serem exercidas. Ponto muito importante e que possibilitou a distribuição das perdas entre os agentes no mercado, que ajustaram suas expectativas com a demonstração de fragilidade do Governo brasileiro.

Outro fator importante refere-se às opções que venciam em fevereiro e março de 1999, que, mesmo após a adoção do regime de câmbio flutuante, já mostravam os preços de exercícios, se não abaixo da cotação do dólar à vista, muito próximo de ser alcançado por ele, o que reforça o pensamento de que o impacto da mudança na política cambial foi de



grande proporção no mercado de opções de dólar e que o viés de valorização rápida do dólar não estava totalmente precificado por uma parte dos *traders*, principalmente para os lançadores das opções.

Em relação ao modelo de *Garman-Kohlhagen*, não foi possível concluir se sua aplicação no mercado brasileiro é ou não eficiente, apesar dos prêmios calculados pelo modelo apresentarem em alguns momentos variações pouco significativas vis-à-vis os prêmios de mercados. Para tal conclusão, é preciso aplicá-lo em um número maior de observações e em um período de maior estabilidade no mercado financeiro, uma vez que, neste trabalho, o modelo foi utilizado, ora em um período de câmbio fixo acompanhado por elevação das taxas de juros internas, ora sobre um período de maior volatilidade no mercado financeiro e câmbio flexível.

Por fim, cabe ressaltar que a crise de janeiro de 1999 fortaleceu o conceito de que o uso de derivativos financeiros não acaba com os riscos inerentes do mercado, apenas os transfere para outros agentes. Os riscos permanecem dentro do sistema, porém assumem nova distribuição. Para que as proteções, utilizando derivativos, proporcionem um maior benefício sobre a economia real é preciso que os riscos, aos serem transferidos, estejam distribuídos a um número substancial de especuladores ou que estejam concentrados em portfólios resistente o bastante para suportar grandes prejuízos.

6. REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 7ª Edição, SP – Ed. Atlas, 2005.

AVERBURG. A. E GIAMBIAGI. F. **A crise Brasileira de 1998 e 1999 – Origens e conseqüências**. Texto para Discursão n°77 do BNDES de 2000. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/td/Td-77.pdf> Acesso em: 15 out. 2007.

BCB, BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>> Acesso em: 18 set. 2007.

BESSADA, Octavio. **O Mercado Futuro e de Opções**. 2ª ed. Rio de Janeiro. Editora Record, 1995.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Contrato de opção de compra sobre taxa de cambio de Reais por Dólar Comercial**. Contratos de Derivativos Financeiros. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br/>> Acesso em: 26 nov. 2006.



CASTRO, P. C. **Opções sobre Dólar Comercial e Expectativas a Respeito do Comportamento da Taxa de Câmbio.** Disponível em <<http://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/wps39.pdf>> Acesso 25 mai. 2007.

CHANCELLOR, Edward. **Salve-se Quem Puder: uma História da Especulação Financeira.** São Paulo, 2001

CLAEYS, Katleen. **Opções Cambiais: Estratégias de Hedge e Modelos de Precificação, 2004.** Texto para discussão da Faculdade Mackenzie. Disponível em: <www.mackenzie.com.br/jovenspesquisadores/1.1/00013.pdf> Acesso em: 23 out. 2006

DOLCE, j. e DOLCE, G. **A economia brasileira: da crise cambial à recuperação.** Revista da ESG, Ano XIV, nº 38.

FARHI, Maryse – **Dinâmica de Ataques Especulativos e Regime Cambial.** Revista Economia e Sociedade. Dezembro de 2001, Vol 17, pág. 55-79. Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

GREMAUD, A. P. **Economia Brasileira Contemporânea.** São Paulo, Atlas, 2002.

HULL, J. **Introdução aos mercados futuro e de opções.** 2ª. ed. Bolsa de Mercadorias & Futuros. São Paulo: Cultura de Editores Associados, 1996.

KRUGMAN, Paul. **Crises Monetárias,** São Paulo, Makron Books, 2001

LEMGRUBER, E. F. **Avaliação de contratos de opções.** São Paulo: BM&F, 1995.

NETO, L. de Araújo Silva. **Opções – Do Tradicional ao Exótico.** 2ª edição. São Paulo – Editora Atlas S/A, 1996.

NISHIJIMA, S. e TONOOKA, E. K. – **Crise Cambial Brasileira – Fundamentos vs. Ataque auto-realizável.** Texto para Discussão de 1999. Disponível em: <www.rieb.kobe-u.ac.jp/~nisiji/review1999.pdf> Acesso em: 23 set. 2007.

ROCHA, K. M. C e MOREIRA, A. R. B. – **Credibilidade da Política Cambial e as Opções Cambiais** – Texto para Discussão N° 581 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponível em: <www.ipea.gov.br/pub/td/td0581.pdf> Acesso em: 19 ago. 2007.