

As Atuações Cambiais do Banco Central Afetam as Expectativas de Mercado?

Jaqueline Terra Moura Marins, Gustavo Silva Araujo e
José Valentim Machado Vicente

Agosto, 2015

Trabalhos para Discussão



393

ISSN 1519-1028
CGC 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	n° 393	agosto	2015	p. 1-25
--------------------------	----------	--------	--------	------	---------

Trabalhos para Discussão

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

Editor: Francisco Marcos Rodrigues Figueiredo – *E-mail*: francisco-marcos.figueiredo@bcb.gov.br

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

Chefe do Depep: Eduardo José Araújo Lima – *E-mail*: eduardo.lima@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 n° 393.

Autorizado por Luiz Awazu Pereira da Silva, Diretor de Política Econômica.

Controle Geral de Publicações

Banco Central do Brasil

Comun/Dipiv/Coivi

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 14º andar

Caixa Postal 8.670

70074-900 Brasília – DF

Telefones: (61) 3414-3710 e 3414-3565

Fax: (61) 3414-1898

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.

Divisão de Atendimento ao Cidadão

Banco Central do Brasil

Deati/Diate

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 2º subsolo

70074-900 Brasília – DF

DDG: 0800 9792345

Fax: (61) 3414-2553

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

As Atuações Cambiais do Banco Central Afetam as Expectativas de Mercado?*

Jaqueline Terra Moura Marins[†]

Gustavo Silva Araujo[‡]

José Valentim Machado Vicente[§]

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 estudar o efeito das intervenções cambiais do Banco Central do Brasil via *swaps* na distribuição de probabilidade neutra ao risco da taxa de câmbio real/dólar um mês a frente. Os dados são referentes ao mercado brasileiro e englobam o período entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. A metodologia de análise é baseada em estudo de eventos, o que permite investigar episódios de intervenção e seus impactos cumulativos. Para as atuações via *swaps* de compra, em que o mercado fica ativo em variação cambial, mostramos que as intervenções aumentam a assimetria e a curtose, mas não impactam significativamente a média e a volatilidade. Para os *swaps* de venda (mercado passivo em variação cambial), nossos testes indicam que as intervenções não produzem efeitos significativos sobre as expectativas.

Palavras chave: intervenções cambiais, densidade neutra ao risco, estudo de eventos, *swaps* cambiais.

Código JEL: F31, E58, G14.

*Os autores agradecem os comentários de Eduardo José Araújo Lima.

[†]Banco Central do Brasil. E-mail: jaqueline.terra@bcb.gov.br

[‡]Banco Central do Brasil. E-mail: gustavo.araujo@bcb.gov.br

[§]Banco Central do Brasil. E-mail: jose.valentim@bcb.gov.br.

1 Introdução

Um tema de pesquisa em economia e finanças bastante estudado são as intervenções do banco central no mercado cambial.¹ No entanto, a maioria dos estudos se concentra nas atuações no mercado à vista e usam dados de países desenvolvidos. Além disso, a variável de interesse desses trabalhos é quase sempre a taxa de câmbio pronta. Neste artigo, quebramos esta estrutura em ao menos três dimensões: (1) A análise é feita para um país emergente, no caso o Brasil. (2) Investigamos a atuação do banco central no mercado de dólar implementada com um instrumento derivativo, no caso *swaps* cambiais.² (3) O efeito das intervenções é medido pelo seu impacto nas expectativas sobre a taxa de câmbio futura, representada pelos momentos da distribuição de probabilidade neutra ao risco dessa taxa.

Menkhoff (2013) assinala que intervenções em mercados emergentes são diferentes daquelas em economias desenvolvidas. Em primeiro lugar, os bancos centrais de países emergentes possuem considerável alavancagem. Em segundo lugar, a vantagem informacional e o tamanho relativo do banco central em relação ao setor financeiro privado é maior no mundo emergente. Terceiro, regulação mais intensa e controle de capitais são mais frequentemente observados em mercados não maduros. Por fim, de acordo com dados do FMI (IMF, 2014, p. 3), intervenções cambiais são atualmente uma questão mais pertinente a mercados emergentes. Nos últimos anos, bancos centrais de economias avançadas não intervêm regularmente e em grandes quantidades. Entretanto, a literatura acadêmica sobre intervenção é focada principalmente em países ricos, não dando a devida atenção às economias em desenvolvimento.

Comumente, bancos centrais intervêm no câmbio negociando a moeda internacional no mercado à vista. No entanto, também é possível atuar em mercados derivativos. O preço de qualquer derivativo é conectado, por condições de não arbitragem, ao preço à vista do ativo objeto. Assim, ao interferir em um desses mercados, automaticamente afeta-se o outro. Negociar no mercado de derivativos apresenta como vantagem a possibilidade de intervir na taxa de câmbio sem desembolso financeiro na abertura da posição. Portanto, sem modificar a quantidade de dinheiro em circulação na economia e o nível das reservas internacionais. Ademais, derivativos ofertados pelas autoridades podem fornecer um instrumento de proteção para o setor privado.³ Em países emergen-

¹Neely (2005) e Menkhoff (2013) são dois exemplos de *surveys* sobre a vasta literatura de intervenções cambiais.

²Os *swaps* cambiais do Banco Central do Brasil consistem na troca de resultados financeiros referenciados em taxas de juros e variação cambial em que um dos participantes é a própria autoridade monetária. Como são registados na bolsa brasileira e possuem ajuste periódico, se assemelham aos contratos futuros de cupom cambial (DDI). Para mais informações veja a Seção 2, Kohlscheen e Andrade (2013) e o Contrato de Swap Cambial com Ajuste Periódico Baseado em Operações Compromissadas de Um Dia, disponível no site da bolsa.

³Como se depreende de seus comunicados, é esse o objetivo do Banco Central do Brasil: prover

tes, geralmente a exposição cambial da economia como um todo é significativa. Muitas vezes, a proteção a esse risco não é encontrada no mercado privado. Logo, ao ofertar derivativos, o banco central completa o mercado permitindo uma estabilização financeira das empresas. Porém, como notam Kohlscheen e Andrade (2013), o uso de instrumentos mais complexos, como os derivativos, requer um gerenciamento de risco mais cuidadoso. Desde 2002, o Banco Central do Brasil (BCB) oferta *swaps* cambiais. Atualmente, esse instrumento é a principal ferramenta de política cambial da autoridade monetária brasileira.⁴ Dependendo das condições de mercado, o BCB pode assumir posições vendidas ou compradas em dólar. No primeiro caso, temos a operação conhecida como *swap* tradicional ou de compra e, no segundo caso, temos o *swap* reverso ou de venda.

É importante observar que nem sempre o objetivo da autoridade monetária é influir na cotação à vista do dólar. Por exemplo, a meta das intervenções pode ser reduzir a variabilidade da taxa de câmbio. Portanto, é necessário investigar os efeitos da atuação do banco central não apenas no nível da taxa, mas também na volatilidade. De modo mais amplo, o banco central pode estar interessado em alterar as expectativas futuras dos agentes. Neste caso, temos de testar os efeitos das intervenções sobre a distribuição de probabilidade da taxa de câmbio futura. No entanto, como bem assinala Bali, Cakici e Chabi-Yo (2011), é extremamente difícil estimar com precisão a distribuição de probabilidade física do retorno de ativos. Uma alternativa consiste em considerar a distribuição neutra ao risco que pode ser diretamente extraída de preços de opções (veja, por exemplo, Breeden e Litzenberger, 1978). As probabilidades neutras ao risco representam as chances de ocorrência dos estados da natureza corrigidas pela aversão ao risco dos agentes. De acordo com Ait-Sahalia e Lo (2000), as probabilidades neutras ao risco são muito mais adequadas para uma análise das condições de mercado, uma vez que consideram não só o valor dos ganhos e perdas mas também as circunstâncias e os impactos econômicos das flutuações dos preços. Neste trabalho, nós analisamos os efeitos das intervenções sobre os quatro primeiros momentos das probabilidades neutras ao risco da cotação real/dólar. As probabilidades neutras ao risco foram extraídas a partir de preços de opções cambiais usando a metodologia proposta por Shimko (1993).

Diversos estudos usam dados de opções para avaliar como as intervenções afetam as expectativas futuras dos agentes econômicos. No entanto, os resultados são contraditórios. Por exemplo, Castrén (2004) e Galati, Melick e Micu (2005) estudam a resposta dos momentos da taxa de câmbio iene/dólar a episódios de intervenção do Banco do Japão. Enquanto o primeiro trabalho reporta que intervenções no mercado de iene

proteção cambial (veja, por exemplo, o Comunicado 27.023 do Banco Central do Brasil de 30 de Dezembro de 2014, que pode ser acessado em <http://www.bcb.gov.br>.)

⁴Em outubro de 2014, o estoque de *swap* cambial atingiu a marca de US\$ 100 bilhões, volume que representava 26,5% das reservas internacionais brasileiras.

coincidem com mudanças sistemáticas na distribuição da taxa de câmbio iene/dólar, o segundo artigo relata a não existência de impactos significativos na média e nos momentos superiores da taxa de câmbio. Já Morel e Teïletche (2008), analisando também o mercado japonês, apresentam evidências de que as intervenções impactam a média e a assimetria, têm efeitos ambíguos na volatilidade e nenhuma influência na curtose.

Uma possível explicação para a falta de consenso na literatura é a diversidade de metodologias empregadas.⁵ Isso coloca a seguinte questão: qual metodologia é a mais adequada para estudar a influência das atuações do banco central no mercado cambial? Segundo Neely (2005), existem duas formas de analisar o problema: modelos tradicionais de séries de tempo ou estudo de eventos. No primeiro caso, é feita uma regressão da variável de interesse (taxa de câmbio à vista ou momentos da distribuição futura) contra as intervenções e variáveis de controle. Essa metodologia tem a preocupação de avaliar respostas imediatas da taxa de câmbio em razão de uma intervenção, sendo muitas vezes recomendado o uso de dados de alta frequência. Já um estudo de eventos é um teste de uma hipótese específica que não impõe modelo estrutural para a taxa de câmbio. De acordo com Fatum e Hutchison (2003), um estudo de eventos é mais adequado para a análise de períodos esporádicos e intensos de intervenção. Essa metodologia é útil para avaliar situações nas quais intervenções isoladas correspondem de fato a mesma decisão de política cambial. Por exemplo, pode ser que o banco central atue no mercado durante vários dias até que a taxa de câmbio convirja para um determinado nível. Portanto, a escolha da metodologia está intimamente conectada ao que se pretende de fato testar.

Neste trabalho, adotamos a metodologia de estudo de eventos para análise dos efeitos da intervenção via *swap* cambial do BCB na distribuição da taxa de câmbio para um mês a frente. Basicamente existem duas razões para tal escolha. Primeiramente, a indisponibilidade de dados de alta frequência para o mercado de opções de dólar nos impede de analisar o comportamento da taxa de câmbio imediatamente ao redor das intervenções. Em segundo lugar, é bem sabido que, nos anos recentes, o BCB administrou suas atuações de forma sistemática, em um movimento que ficou conhecido pelo mercado como “ração diária”. Nosso período amostral se inicia em janeiro de 2006 e termina em dezembro de 2013.⁶ Embora em nossa amostra esse programa tenha se iniciado em agosto de 2013, podemos supor que, em momentos passados, intervenções diárias em sequência também fariam parte de uma mesma decisão de política cambial. Neste caso, a técnica estatística de estudo de evento é a mais adequada para atacar a

⁵Por exemplo, Galati, Melick e Micu (2005) estimam regressões entre os momentos e as intervenções usando variáveis instrumentais. Já Morel e Teïletche (2008) adotam o estudo de eventos como ferramenta para análise do efeito das intervenções.

⁶A escolha deste período se deveu ao fato de ser o mais longo possível desde a criação dos *swaps* cambiais em 2002. Antes de 2006, as opções de dólar não tinham liquidez suficiente para o cálculo dos momentos.

questão.

Uma das principais críticas ao uso de estudo de eventos na análise deste tipo de problema consiste na dificuldade de se controlar os resultados por outras variáveis que possam afetar a distribuição da taxa de câmbio. Para contornar essa questão, propomos uma variação da metodologia padrão de estudo de eventos via regressão, que nos permite incluir controles na análise dos efeitos das intervenções sobre os momentos neutros ao risco da taxa de câmbio.

Podemos citar como trabalhos próximos ao nosso os de Kohlscheen e Andrade (2013), García-Verdú e Ramo-Francia (2014) e Chamon, Garcia e Souza (2015). O primeiro artigo analisa o impacto das operações de *swap* cambial na taxa de câmbio usando dados de alta frequência do mercado brasileiro entre julho de 2011 e dezembro de 2012. Os autores mostram que os *swaps* afetam o nível da taxa de câmbio, com o máximo impacto ocorrendo entre 60 e 70 minutos após o anúncio do leilão. Nós nos diferenciamos desse artigo em ao menos três aspectos. Primeiramente, investigamos o impacto das operações de *swaps* cambiais não na taxa à vista, mas nos momentos da distribuição futura da cotação do dólar. Em segundo lugar, consideramos um período temporalmente mais extenso. Nossa base contém dados compreendidos entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Por fim, avaliamos separadamente os efeitos dos *swaps* tradicionais e reversos. García-Verdú e Ramo-Francia (2014) avaliam os efeitos da intervenção à vista na distribuição neutra ao risco das taxas de câmbio de cinco países latino americanos, entre eles o Brasil. Os autores encontram poucas evidências de impactos na média, volatilidade, assimetria e curtose. Para o Brasil, apenas a assimetria respondeu significativamente às atuações do BCB. A diferença principal entre o trabalho de García-Verdú e Ramo-Francia (2014) e o nosso consiste no instrumento de intervenção analisado. Enquanto eles estudaram as intervenções no mercado à vista, nós investigamos os efeitos dos *swaps* cambiais. Adicionalmente, tanto Kohlscheen e Andrade (2013) como García-Verdú e Ramo-Francia (2014) usam regressões lineares e, portanto, avaliam os efeitos imediatos de uma intervenção específica. Por outro lado, nós, ao utilizarmos o estudo de eventos, concentramo-nos em episódios de intervenção e analisamos os impactos em um horizonte mais longo.⁷ O recente artigo de Chamon, Garcia e Souza (2015) investiga a eficácia dos dois grandes programas de intervenção anunciados pelo BCB em agosto e dezembro de 2013, para conter o excesso de volatilidade e o *overshooting* da taxa de câmbio surgidos com o anúncio da política de *tapering* pelo Fed em maio daquele ano. Usando uma abordagem de controle sintético, os autores concluem que apenas o primeiro programa de intervenção conseguiu mitigar

⁷Analisar os efeitos em horizontes mais longos é recomendável por ao menos dois motivos. Primeiramente, bancos centrais podem possuir estratégia de política monetária que tem uma perspectiva *forward-looking*. Em segundo lugar, conforme assinala Castrén (2004), mudanças nos momentos de ordem alta são mais persistentes do que mudanças no nível do câmbio.

a depreciação do real de forma significativa, porém ambos não tiveram impacto na volatilidade da taxa de câmbio. Apesar de eles também se limitarem às intervenções de *swap* e utilizarem um estudo de eventos para corroborar seus resultados, diferentemente do nosso artigo, os autores focam nos efeitos das intervenções apenas sobre a taxa de câmbio à vista e a sua volatilidade. Além disso, eles concentraram a análise em apenas dois grandes eventos de intervenção, por características da metodologia empregada.

De modo geral, os nossos testes não foram capazes de confirmar a hipótese de que as intervenções cambiais produzem impactos cumulativos nos momentos da distribuição neutra ao risco da cotação do dólar. Apenas em dois casos podemos inferir que as atuações do BCB afetam as expectativas futuras da taxa de câmbio, quais sejam, para as intervenções via *swaps* de compra os resultados indicam mudança da dinâmica da assimetria e da curtose em horizontes longos. A falta de evidência de efeitos na média e na volatilidade e os poucos indícios de impactos substantivos na assimetria e na curtose estão em consonância com outros trabalhos tais como Galati, Melick e Micu (2005) e García-Verdú e Ramo-Francia (2014), porém em desacordo com Fatum e Hutchison (2003) e Morel e Teïletche (2008). Comparados com os achados de Kohlscheen e Andrade (2013), nosso estudo sugere que efeitos da intervenção, se existirem, são imediatos. No entanto, testar tal conjectura dentro do nosso arcabouço não é possível, uma vez que dados intradiários do mercado de opções cambiais não estão disponíveis. Por outro lado, é bom notar que o objetivo do programa de leilões de *swaps* do BCB é fornecer proteção cambial aos agentes econômicos e liquidez ao mercado de câmbio. Portanto, a ausência de evidências de impactos significativos nas expectativas revela que esse instrumento, ao mesmo tempo que permite ao BCB cumprir suas intenções, não abala os pressupostos de um sistema cambial flutuante.

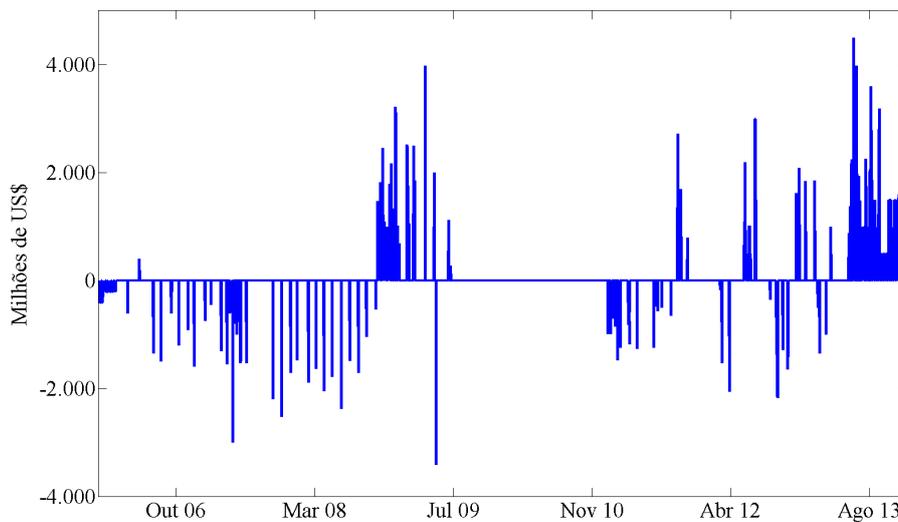
2 Atuações do BCB no mercado de câmbio via *swaps*

Com a edição da Resolução 2.939, de 26/03/2002, o BCB foi autorizado a realizar operações de *swap* referenciadas em taxas de juros e variação cambial. Tais operações, contratadas por meio de oferta pública, representam uma alternativa de instrumento de política cambial para o BCB, já que a instituição se tornou impedida de emitir títulos próprios com a Lei de Responsabilidade Fiscal de maio de 2000. As operações de *swap* foram inicialmente registradas na BM&FBovespa sob a forma de Contrato de *Swap* Cambial com Ajuste Periódico - SCC, onde a taxa de juros do contrato era representada pela taxa DI. A partir de maio de 2013, os contratos de *swap* passaram a ser registrados como Contrato de *Swap* Cambial com Ajuste Periódico - SCS, em que a taxa de juros utilizada passou a ser a taxa Selic.

A Figura 1 mostra as intervenções do BCB no mercado de dólar por meio de

operações com *swaps* cambiais de 2006 a 2013, período amostral do nosso estudo. Valores positivos representam o resultado financeiro resultante dos leilões de *swap* tradicional, também chamados de leilões de compra. Nesses casos, o BCB assume posição comprada dos contratos ofertados de *swap*, pagando a variação do real frente ao dólar norte-americano acrescida do cupom cambial e recebendo a variação da taxa de juros no período do contrato. Por outro lado, os valores negativos do gráfico mostram o resultado financeiro dos leilões de *swap* reverso, ou leilões de venda, onde o BCB fica passivo na taxa de juros e ativo na variação cambial mais o cupom de dólar.

Figura 1: Intervenções do BCB via *swap* cambial.



Notas: Esta figura apresenta as intervenções do BCB no mercado de dólar via *swaps* entre 2006 e 2013. Valores positivos representam o resultado financeiro resultante dos leilões de *swap* tradicional. Valores negativos mostram o resultado financeiro dos leilões de *swap* reverso.

De 2006 a 2013, o BCB realizou 842 leilões de *swap*. Desse total, o Banco assumiu posição comprada em contratos de *swap* 399 vezes, perfazendo um resultado financeiro médio de US\$ 572 milhões por operação. No caso dos leilões de venda de *swap*, o valor médio do resultado financeiro das 443 ofertas realizadas foi de US\$ 216 milhões. Observa-se pela Figura 1 que as operações tradicionais de *swap* foram especialmente intensas no segundo semestre de 2008 e de 2013. Entre julho e dezembro de 2008, foram realizados 107 leilões de *swap* de compra, com valor médio de US\$ 437 milhões. Já na segunda metade de 2013, o BCB atuou no mercado cambial via *swaps* 191 vezes, com média por intervenção de US\$ 520 milhões. Esses anos foram marcados por saída de capitais e consequente pressão de desvalorização do real, em decorrência, respectivamente, da crise norte-americana do *sub-prime* e do anúncio de mudanças na política de *quantitative easing* pelo governo dos EUA. Os leilões reversos de *swap*, por sua vez, foram usados de forma mais esporádica, em períodos de normalidade, mas com

tendência de valorização do real.

3 Metodologia

Nesta seção, apresentaremos as metodologias empregadas neste trabalho para estudo dos impactos das intervenções cambiais via *swaps* na Densidade Neutra ao Risco (DNR) da taxa real/dólar. Primeiramente, discutimos o modelo para extração da DNR do dólar a partir do preço de opções cambiais. Em seguida, detalhamos a técnica estatística usada para testar o efeitos das intervenções cambiais feitas pelo BCB.

3.1 Distribuição neutra ao risco

Preços de opções têm sido usados para extrair a DNR do ativo objeto. A partir da observação de Ross (1976) de que carteiras de opções podem ser criadas para sintetizar os preços dos ativos de Arrow e Debreu (1954), podemos, engenhosamente, realizar essa tarefa. Baseado nesse fato, Banz e Miller (1978) e Breeden e Litzenberger (1978) mostram que a DNR é a derivada segunda do prêmio da opção de compra com respeito ao preço de exercício. Isto é,

$$f_{t,\tau}^Q(S_T) = e^{r_{t,\tau}\tau} \frac{\partial^2 H_t(K, \tau)}{\partial K^2} \Big|_{K=S_T}$$

em que f_t^Q é a DNR em t do preço do ativo S para a data T , H_t é a função que associa a cada preço de exercício K o prêmio em t da opção de compra europeia com vencimento em $T = t + \tau$ e r é a taxa de juros.

Infelizmente, os preços disponíveis de opções não nos fornecem uma função contínua H . Apenas prêmios para um conjunto específico de preços de exercícios e prazos é negociado no mercado. Portanto, devemos interpolar esses prêmios no domínio (K, τ) para em seguida derivar duas vezes a função H . Para tal, empregamos uma mistura das metodologias propostas por Shimko (1993) e Bliss e Panigirtzoglou (2004). Primeiramente, transformamos as cotações de opções do espaço de prêmios para volatilidades implícitas usando o modelo Garman e Kohlhagen (1983). Em seguida, interpolamos em K usando uma função quadrática para dois prazos adjacentes ao prazo de interesse (fixado em um mês, no exercício empírico). Por exemplo, suponha que τ_1 e τ_2 sejam os prazos imediatamente inferior e superior ao prazo de interesse $\bar{\tau}$ para os quais observamos prêmios de opções para um dado t . Então, construímos $\sigma_t(K, \tau_1)$ e $\sigma_t(K, \tau_2)$ por interpolação quadrática para todo K , onde σ representa a volatilidade implícita. No terceiro passo, interpolamos linearmente as volatilidades implícitas $\sigma_t(K, \tau_1)$ e $\sigma_t(K, \tau_2)$ para o prazo de interesse $\bar{\tau}$. No quarto passo, usamos novamente o modelo de Garman e Kohlhagen (1983) para obter $H_t(K, \bar{\tau})$ a partir de $\sigma_t(K, \bar{\tau})$. No penúltimo passo, nós

calculamos numericamente a segunda derivada e ajustamos pelo fator de desconto para obter a densidade neutra ao risco. Por fim, computamos os quatro primeiros momentos da DNR via integração.

O preço de qualquer ativo é a esperança neutra ao risco de seu *payoff* futuro descontado pela taxa livre de risco. Portanto, as DNR embutem informações valiosas. Elas representam as chances de ocorrência dos estados da natureza ajustadas pelas preferências dos agentes. Existem diversas razões que justificam analisar os impactos das intervenções via as condições dos mercados de opções ao invés do mercado à vista. Por exemplo, como o objetivo das intervenções pode ser reduzir a variabilidade da taxa de câmbio, é necessário investigar os efeitos da atuação do banco central na volatilidade. Por outro lado, opções são instrumentos *forward-looking*. Logo, usar dados de opções permite avaliar como as intervenções afetam as expectativas futuras dos agentes econômicos e não apenas o valor do câmbio à vista.

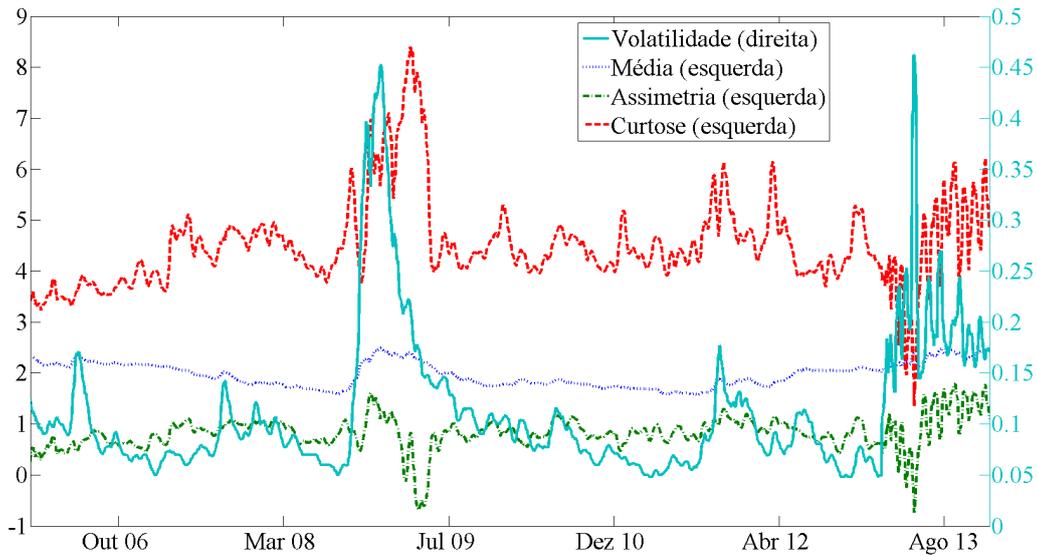
A Figura 2 apresenta a evolução dos quatro primeiros momentos neutros ao risco da taxa de câmbio entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Os dados estão em média móvel de 10 dias para uma melhor visualização. A curtose é, na maior parte da amostra, superior a três, indicando uma distribuição com caudas mais grossas que a normal. Já a assimetria é quase sempre positiva, ou seja, a DNR do dólar é mais alongada à direita. Todos os momentos sofreram forte elevação com a crise *subprime* de 2008. Observa-se também um aumento da volatilidade durante o ano de 2013, período que coincide com a política de *tapering* do *quantitative easing* anunciada pelo governo americano.

3.2 Estudo de eventos

Analisaremos o efeito das intervenções nos momentos da distribuição neutra ao risco por meio de um estudo de eventos. Fatum e Hutchison (2003) argumentam que a abordagem de estudos de eventos é mais adequada do que a modelagem tradicional de séries temporais para estudar fenômenos com natureza esporádica e intensa. As intervenções cambiais se enquadram nessas características, uma vez que têm a peculiaridade de serem executadas em curtos intervalos de tempo, estendendo-se geralmente por vários dias seguidos. Intervenções repetidas ao longo de vários dias consecutivos podem ser vistas como um único evento correspondente à mesma decisão política.

Seguiremos a metodologia de estudos de eventos utilizada por Morel e Teïletche (2008). O ponto de partida é definir o que é o evento de intervenção cambial e identificar seu período de observação, chamado de janela de evento. Dessa forma, o comportamento dos momentos neutros ao risco da taxa de câmbio pode ser comparado em dois períodos distintos: pré-evento e pós-evento. Para diferenciar um evento de intervenção de outro, temos que escolher arbitrariamente o que chamamos de período de calmaria, que é a quantidade mínima de dias sem intervenção entre os eventos. Além disso, deve-

Figura 2: Momentos do dólar



Notas: Esta figura apresenta a evolução temporal dos quatro primeiros momentos da distribuição neutra ao risco da taxa de câmbio de real/dólar de horizonte um mês entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Os dados estão em média móvel de 10 dias para uma melhor visualização. A distribuição neutra ao risco da taxa de câmbio foi extraída de opções sobre o dólar negociadas no mercado brasileiro usando a metodologia proposta por Shimko (1993). A escala da média, assimetria e curtose está no lado esquerdo, enquanto que a escala da volatilidade está no lado direito.

mos definir o tamanho da janela pré e pós-evento. Seguindo Morel e Teïletche (2008), nós adotamos como calma o período de 5 dias úteis consecutivos sem intervenção e fixamos as janelas de eventos em 2, 5 e 10 dias úteis.⁸

Uma importante questão que se apresenta nesse tipo de análise de efeito das intervenções dos bancos centrais sobre as expectativas cambiais é a simultaneidade. De fato, é possível que, não somente os momentos dependam das intervenções, mas também as intervenções respondam a movimentos nos momentos. A literatura sobre intervenções cambiais não é unânime no que diz respeito ao tratamento da simultaneidade. Entretanto, sabe-se que esse problema é amenizado quando as intervenções acontecem bem antes de as expectativas serem formadas. Bonser-Neal e Tanner (1996), Castrén (2004) e Galati et al (2005) consideram intervenções coordenadas entre bancos centrais de diversos países em seus modelos e, embora tratem a questão da simultaneidade de forma diferente, reconhecem que seus efeitos são mais fracos quanto maior for o intervalo de tempo entre a intervenção e a formação das expectativas no mercado de câmbio. Na metodologia de estudo de eventos, isso implica que quanto mais avançada no tempo for a data inicial da janela pós-evento, menor a simultaneidade. Porém, neste caso, o impacto da atuação do banco central tende a ser subestimado, especialmente se os

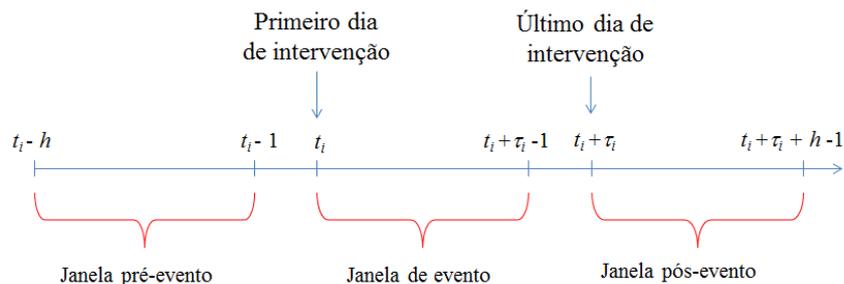
⁸Testamos também o período de calma de 2 dias úteis e os resultados foram similares em termos de significância.

eventos forem de curta duração.

Cientes de que existe um *trade-off* entre simultaneidade e impacto dos efeitos das intervenções, optamos por seguir a proposta de Morel e Teiletche (2008) e coincidimos a data inicial da janela pós-evento com o último dia da intervenção, já que os nossos eventos são na sua maioria de curta duração. Por outro lado, note que mesmo com essa intercessão, o efeito da simultaneidade tende a ser mitigado, uma vez que as intervenções do BCB acontecem, na imensa maioria das vezes, pela manhã, já estando portanto no conjunto de informações do mercado quando da formação dos prêmios de fechamento das opções.

A Figura 3 ilustra a definição dos eventos. Sejam t_i e τ_i o primeiro dia e a duração (em dias) do i -ésimo período de intervenção, respectivamente. Seja ainda h o tamanho da janela pré e pós-evento. Os períodos pré-evento, evento e pós-evento são definidos como os intervalos temporais $[t_i - h, t_i - 1]$, $[t_i, t_i + \tau_i - 1]$ e $[t_i + \tau_i, t_i + \tau_i + h - 1]$, respectivamente.

Figura 3: Diagrama de eventos



Notas: Esta figura ilustra as janelas pré-evento, evento e pós-evento. Evento significa um intervalo de tempo no qual não existem 5 dias úteis consecutivos sem intervenção no mercado cambial. As janelas pré e pós-evento assumem os tamanhos de 2, 5 e 10 dias úteis.

Concentramos o estudo de eventos nas intervenções de *swap* cambial ocorridas entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Cabe mencionar que, como estamos interessados no efeito sobre as expectativas, nosso olhar é para o dia do anúncio do leilão de oferta de *swap* cambial e não para o dia da realização do leilão. Essa hipótese também foi adotada por Kohlscheen e Andrade (2013). No total, foram identificados 18 eventos de *swap* cambial de compra e 30 de *swap* de venda. Suas características estão resumidas nas Tabelas A1 e A2 do apêndice, respectivamente.

A maioria dos eventos de intervenção é de 1 dia. No caso dos *swaps* de compra, destaca-se o último evento da Tabela A1, por ter a maior duração (mais de 130 dias) e conseqüentemente o maior volume ofertado, de mais de 4 milhões de contratos. Esse evento decorreu da política adotada pelo BCB em resposta à volatilidade apresentada pelo mercado de câmbio no fim de maio de 2013. Na ocasião, o presidente do Fed, Ben

Bernanke, anunciou que a instituição poderia começar a reduzir a política de estímulos monetários de compra mensal de bônus do mercado, o que ficou conhecido como *tapering* do *quantitative easing*. No Brasil, a reação do BCB, que já tinha iniciado um processo de aperto monetário em abril, foi a de começar a ofertar, em junho de 2013, *swaps* cambiais de compra. O objetivo foi de suprir a demanda por proteção cambial dos agentes econômicos, em uma conjuntura global de elevação da incerteza que inibia a ação dos tradicionais ofertantes de *hedge* cambial. Inicialmente as intervenções foram discricionárias. A partir de final de agosto, passaram a ser administradas de forma sistemática, no que ficou conhecido como estratégia de “ração diária”.

Em relação às intervenções de *swap* de venda, Tabela A2, destaca-se o primeiro evento (primeiro trimestre de 2006), por ter sido o mais longo da série, com duração de 44 dias. Este evento decorreu da decisão de o governo isentar a incidência de imposto de renda sobre o investimento estrangeiro em títulos públicos federais e de seus efeitos sobre o fluxo de capitais para o Brasil (Medida Provisória 281, de 15/02/2006).⁹

A significância das mudanças nos momentos neutros ao risco entre os períodos pré e pós-evento é feita por meio de um teste de diferença de médias. Para especificar a hipótese nula desse teste, é necessário definir o que é um episódio de intervenção bem sucedido. Examinamos dois tipos de critérios. No critério de direção, verificaremos se ocorre mudança no nível do momento em estudo após a intervenção. No critério de suavização, avaliamos a ocorrência de mudança na dinâmica dos momentos, comparando sua variação entre os períodos pós e pré-evento. Neste último critério, o objetivo é verificar se a intervenção é contra a tendência. Seja M_t o valor de um momento da DNR da cotação real/dólar de prazo um mês no dia t . Sejam $\Delta M_i^{pre} = M_{t_i-1} - M_{t_i-h}$ e $\Delta M_i^{pos} = M_{t_i+\tau_i+h-1} - M_{t_i+\tau_i}$ as variações dos momentos nos períodos pré-evento e pós-evento, respectivamente. A Tabela 1 mostra as especificações das hipóteses nula e alternativa para cada critério e para cada momento, levando em conta se a intervenção é via *swap* de compra ou de venda.

Morel e Teïletche (2008) observam que as hipóteses nulas assim definidas excluem a janela do evento da análise e, por isso, os testes se tornam mais conservadores, já que, caso os momentos respondam imediatamente às intervenções e esta resposta seja breve, as hipóteses acima não serão capazes de identificar o efeito total das intervenções sobre os momentos. O primeiro tipo de hipótese, sobre a mudança de nível, representa a forma mais forte do teste, ao investigar se a intervenção se reflete em uma mudança significativa do momento no período seguinte. O segundo tipo não necessariamente requer que o momento varie após a intervenção.

As hipóteses alternativas de cada teste representam os efeitos esperados das in-

⁹Refizemos o estudo de eventos retirando da amostra tanto o mais longo evento de compra e quanto o de venda, para uma análise de sensibilidade. Os resultados são similares em termos de significância.

Tabela 1: Hipóteses nula e alternativa

		Direção (mudança de nível) - $H_0 : E(\Delta M_i^{pos}) = 0$	
		<i>Swap</i> Venda	<i>Swap</i> Compra
Média e Assimetria		$H_a : E(\Delta M_i^{pos}) > 0$	$H_a : E(\Delta M_i^{pos}) < 0$
Desvio-padrão e curtose		$H_a : E(\Delta M_i^{pos}) < 0$	$H_a : E(\Delta M_i^{pos}) < 0$
		Suavização (mudança de dinâmica) - $H_0 : E(\Delta M_i^{pos} - \Delta M_i^{pre}) = 0$	
		<i>Swap</i> Venda	<i>Swap</i> Compra
Média e Assimetria		$H_a : E(\Delta M_i^{pos} - \Delta M_i^{pre}) > 0$	$H_a : E(\Delta M_i^{pos} - \Delta M_i^{pre}) < 0$
Desvio-padrão e curtose		$H_a : E(\Delta M_i^{pos} - \Delta M_i^{pre}) < 0$	$H_a : E(\Delta M_i^{pos} - \Delta M_i^{pre}) < 0$

Notas: Esta tabela apresenta as especificações das hipóteses nula e alternativa para os critérios de direção e suavização e para cada momento, levando em conta se a intervenção é via *swap* de compra ou venda. No critério de direção, verifica-se a ocorrência de mudança no nível do momento após a intervenção. No critério de suavização, avalia-se a ocorrência de mudança na dinâmica dos momentos. M_t é o valor de um momento no dia t . $\Delta M_i^{pre} = M_{t_i-1} - M_{t_i-h}$ e $\Delta M_i^{pos} = M_{t_i+\tau_i+h-1} - M_{t_i+\tau_i}$ representam as variações dos momentos nos períodos pré-evento e pós-evento, respectivamente.

tervenções sobre os momentos caso a política do BCB seja crível pelo mercado. Para o teste de mudança de nível, o efeito esperado sobre a média e a assimetria de uma intervenção cambial realizada pelo BCB é de variação positiva no caso de *swap* de venda e negativa no caso de *swap* de compra. Em relação ao desvio-padrão e curtose, espera-se que a intervenção, qualquer que seja, leve a uma variação negativa. Em relação à mudança de dinâmica, os efeitos esperados sobre os momentos são os mesmos, sendo que, neste caso, a comparação se dá entre as variações dos momentos após e antes da intervenção. Para avaliar a significância dos resultados, utilizamos o teste- t unicaudal e o teste não-paramétrico de Wilcoxon.

Uma limitação da metodologia de estudo de eventos consiste no fato de não incluir controles para efeitos de outras variáveis que podem influir na distribuição da taxa de câmbio. Fatum e Hutchison (2003) atacam essa questão realizando um teste de robustez em subamostras nas quais as intervenções não coincidem com mudanças na taxa de juros básica. Tal procedimento permite a separação dos efeitos das políticas monetárias e cambiais, mas é incompleta uma vez que existem diversos fatores que podem afetar a distribuição da taxa de câmbio. Neste artigo, nós propomos uma solução diferente. O teste paramétrico da metodologia de estudo de eventos é equivalente a uma regressão da variação dos momentos em uma constante. Portanto, a inclusão de controles pode ser feita considerando a seguinte regressão:

$$Y_t = c + \beta^v IS_t^v + \beta^c IS_t^c + AX_t + \epsilon_t, \quad (1)$$

onde Y_t representa a variação dos momentos em nível e em dinâmica da DNR da taxa de câmbio para o horizonte de um mês durante o evento t . As intervenções do BCB via leilões de *swap* cambial são diferenciadas entre as de venda (IS_t^v) e as de compra

(IS_t^c). Em ambos os casos, a variável IS_t representa a soma das quantidades máximas ofertadas de contratos de *swap* cambial nos leilões promovidos pelo BCB em cada evento t . O conjunto de regressores X_t inclui outras variáveis que podem influenciar a taxa de câmbio.

Utilizamos assim um modelo tradicional de regressão de série temporal, no qual o impacto das intervenções é avaliado por meio de uma única equação controlada por variáveis macroeconômicas e financeiras. Dada a natureza esporádica da série de intervenções, a análise de regressão aqui desenvolvida considerou as séries agrupadas por evento de intervenção (regressões em *cluster*). Dessa forma, cada observação de uma determinada série representa uma aglomeração dos valores no período delimitado por cada evento de intervenção. A significância da constante nos fornece a informação quanto à eficácia das atuações do BCB sobre a DNR da taxa de câmbio.

As variáveis de controle foram avaliadas de duas formas: controles múltiplos e controle único. As múltiplas variáveis de controle macroeconômico e financeiro basearam-se em Kohlscheen (2012) e consistem no fluxo cambial comercial e financeiro, no índice CRB para representar o movimento dos preços de commodities, na volatilidade implícita VIX para medir o grau de aversão ao risco global, no índice EMBI como proxy para o prêmio de risco-país e no diferencial de juros Selic-Fed Funds para refletir mudanças nas condições monetárias locais e globais. A aglomeração das variáveis de fluxo cambial por evento consistiu na soma dos fluxos de cada dia dentro do período do evento. As demais variáveis de controle foram aglomeradas de acordo com a variação dos respectivos níveis entre o início e o fim do período de cada evento.

4 Resultados

Nesta seção, apresentaremos as análises para mudanças dos momentos da distribuição neutra ao risco (DNR) da cotação do dólar um mês a frente, quando ocorrem intervenções do BCB por meio de *swaps* cambiais. Essas mudanças são estimadas por intermédio de um estudo de eventos e por regressões que contemplam os *clusters* de *swap*, cujas metodologias estão descritas na Seção 3.2. Para ambos os métodos, analisamos mudanças tanto nos níveis quanto nas dinâmicas de cada momento.

As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados do estudo de eventos e das regressões em *cluster*. Conforme descrito na Seção 3.2, utilizamos as janelas de 2, 5 e 10 dias úteis. Para o estudo de eventos são feitos dois testes para a diferença de médias de amostras pareadas, um teste paramétrico (Teste t) e um teste não paramétrico (Teste de Sinal de Wilcoxon). As regressões foram realizadas por mínimos quadrados ordinários, controlando-se para autocorrelação e heteroscedasticidade dos resíduos pelo estimador Newey-West. Nas regressões, para que se considere que há mudança no momento, a

constante deve ser estatisticamente diferente de zero. Em negrito estão as mudanças nos momentos estatisticamente significativas.

4.1 Média

Para os *swaps* de compra, todos os resultados não são estatisticamente significativos. Os resultados são em sua maioria negativos, o que é consistente com a direção da intervenção. Entretanto, há resultados contraditórios. Por exemplo, podemos observar que nas regressões, para mudanças em nível, o sinal é positivo para a janela de 2 dias, negativo para 5 dias e volta a ser positivo para 10 dias.

Tabela 2: Efeito das Intervenções na Média

	Eventos (Teste t)			Eventos (Wilcoxon)			Regressão		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
Mudança de Nível									
SWC	-0,006	-0,015	-0,016	-0,006	-0,015	-0,016	0,008	-0,006	0,015
p-valor	0,770	0,890	0,785	0,893	0,825	0,764	0,562	0,732	0,595
SWV	-0,001	-0,001	0,010	-0,001	-0,001	0,010	-0,001	0,001	0,021
p-valor	0,581	0,555	0,211	0,814	0,811	0,710	0,880	0,937	0,262
Mudança de Dinâmica									
SWC	-0,013	-0,031	-0,065	-0,013	-0,031	-0,065	-0,005	-0,006	-0,018
p-valor	0,896	0,902	0,971	0,915	0,857	0,944	0,773	0,862	0,606
SWV	-0,008	0,002	0,013	-0,008	0,002	0,013	-0,016	0,002	0,023
p-valor	0,727	0,462	0,231	0,764	0,934	0,931	0,502	0,952	0,443

Notas: Esta tabela apresenta os resultados para os estudos de eventos dos efeitos dos *swaps* de compra (SWC) e dos *swaps* de venda (SWV) sobre as mudanças do primeiro momento (média) da distribuição de probabilidade neutra ao risco (DNR) da cotação real/dólar para 1 mês. São feitos dois testes para a diferença de médias de amostras pareadas, um teste paramétrico (Teste t) e um teste não paramétrico (Teste de Sinal de Wilcoxon), e uma regressão que considera as séries agrupadas por evento de intervenção. Na regressão, para que se considere que há mudança no momento, a constante deve ser estatisticamente diferente de zero. Os valores apresentados na Tabela são as diferenças de médias para o teste t e para o de Wilcoxon e a constante para as regressões. São analisadas mudanças de nível e de dinâmica. Os tamanhos das janelas pré e pós-evento são 2, 5 e 10 dias úteis. Os resultados significativos a 10% estão em negrito.

Para os *swaps* de venda, os sinais também são contraditórios e sem significância. Para a janela de 2 dias, os sinais são sempre negativos, tanto no teste de eventos quanto nas regressões, mostrando que no curto prazo em uma intervenção a favor do dólar, a tendência é de desvalorização na sua cotação, ou seja, inconsistente com a direção das intervenções. Entretanto, os sinais são positivos para a janela maior (janela de 10 dias), mostrando que se há algum efeito no curto prazo, ele é logo dissipado.

Concluimos que os resultados não indicam nenhum impacto significativo dos *swaps* na média da DNR, resultado em linha com Galati et al. (1999, 2004) e que contradiz Fatum e Hutchison (2003) e Morel e Teïletche (2008).

4.2 Desvio-Padrão

No caso do segundo momento da DNR, os resultados também são ambíguos e não significativos. Os valores para as regressões são quase sempre positivos, o que estaria em linha com o consenso da literatura, que indica que intervenções cambiais levam a um aumento da volatilidade (ver, por exemplo, Bonser-Neal e Tanner (1996); Baillie e Osterberg (1997); Dominguez (1998); Beine et al. (2002); Frenkel et al. (2005); Hillebrand e Schnabl (2003)). Entretanto, os resultados para o estudo de eventos são na maioria das vezes negativos.

Tabela 3: Efeito das Intervenções no Desvio-Padrão

	Eventos (Teste t)			Eventos (Wilcoxon)			Regressão		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
Mudança de Nível									
SWC	0,002	-0,007	-0,012	0,002	-0,007	-0,012	0,014	0,001	0,010
p-valor	0,308	0,853	0,875	0,764	0,736	0,928	0,128	0,942	0,487
SWV	0,000	-0,001	0,009	0,000	-0,001	0,009	-0,002	-0,003	0,016
p-valor	0,452	0,624	0,094	0,889	0,838	0,609	0,383	0,346	0,150
Mudança de Dinâmica									
SWC	-0,003	-0,007	-0,030	-0,003	-0,007	-0,030	0,009	0,003	-0,011
p-valor	0,714	0,750	0,976	0,736	0,692	0,983	0,285	0,848	0,538
SWV	-0,009	-0,005	0,003	-0,009	-0,005	0,003	-0,020	-0,012	0,003
p-valor	0,807	0,653	0,412	0,894	0,840	0,900	0,264	0,547	0,880

Notas: Esta tabela apresenta os resultados para os estudos de eventos dos efeitos dos *swaps* de compra (SWC) e dos *swaps* de venda (SWV) sobre as mudanças do segundo momento (desvio-padrão) da distribuição de probabilidade neutra ao risco (DNR) da cotação real/dólar para 1 mês. São feitos dois testes para a diferença de médias de amostras pareadas, um teste paramétrico (Teste t) e um teste não paramétrico (Teste de Sinal de Wilcoxon), e uma regressão que considera as séries agrupadas por evento de intervenção. Na regressão, para que se considere que há mudança no momento, a constante deve ser estatisticamente diferente de zero. Os valores apresentados na Tabela são as diferenças de médias para o teste t e para o de Wilcoxon e a constante para as regressões. São analisadas mudanças de nível e de dinâmica. Os tamanhos das janelas pré e pós-evento são 2, 5 e 10 dias úteis. Os resultados significativos a 10% estão em negrito.

Para os *swaps* de venda, os valores também não são significativos. Os sinais para as janelas menores são em sua maioria negativos. Contudo, os valores são sempre positivos para a janela de 10 dias, resultado em linha com a literatura, sugerindo que a queda da volatilidade não é sustentada.

4.3 Assimetria

Na assimetria obtivemos alguns resultados significativos para as intervenções via *swaps* de compra. Para a janela mais curta, os sinais são negativos, porém não significativos. Entretanto, para a janela maior, tanto o teste de eventos (teste t) quanto as regressões indicam um aumento significativo da assimetria à direita, resultado que seria inconsistente com a direção das intervenções. Este resultado está em linha com os

trabalhos de García-Verdú e Ramo-Francia (2014), quando analisam intervenções no Peru e no México, Morel e Teïletche (2008) e Fatum e Hutchison (2003). Entretanto, vai de encontro ao resultado de García-Verdú e Ramo-Francia (2014) quando analisam o caso brasileiro. Contudo, vale lembrar que o foco do trabalho desses autores é nas intervenções à vista e não nos *swaps* cambiais.

Tabela 4: Efeito das Intervenções na Assimetria

	Eventos (Teste t)			Eventos (Wilcoxon)			Regressão		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
Mudança de Nível									
SWC	-0,126	-0,094	0,001	-0,126	-0,094	0,001	-0,252	0,148	0,189
p-valor	0,867	0,740	0,498	0,836	0,543	0,802	0,284	0,306	0,503
SWV	0,020	0,005	0,000	0,020	0,005	0,000	0,084	0,093	0,058
p-valor	0,349	0,460	0,502	0,601	0,817	0,609	0,281	0,168	0,651
Mudança de Dinâmica									
SWC	-0,069	-0,062	0,334	-0,069	-0,062	0,334	-0,084	0,112	0,580
p-valor	0,810	0,690	0,017	0,750	0,526	0,983	0,581	0,504	0,027
SWV	0,044	-0,033	-0,005	0,044	-0,033	-0,005	0,115	0,008	0,028
p-valor	0,305	0,632	0,518	0,652	0,771	0,508	0,415	0,962	0,886

Notas Esta tabela apresenta os resultados para os estudos de eventos dos efeitos dos *swaps* de compra (SWC) e dos *swaps* de venda (SWV) sobre as mudanças do terceiro momento (assimetria) da distribuição de probabilidade neutra ao risco (DNR) da cotação real/dólar para 1 mês. São feitos dois testes para a diferença de médias de amostras pareadas, um teste paramétrico (Teste t) e um teste não paramétrico (Teste de Sinal de Wilcoxon), e uma regressão que considera as séries agrupadas por evento de intervenção. Na regressão, para que se considere que há mudança no momento, a constante deve ser estatisticamente diferente de zero. Os valores apresentados na Tabela são as diferenças de médias para o teste t e para o de Wilcoxon e a constante para as regressões. São analisadas mudanças de nível e de dinâmica. Os tamanhos das janelas pré e pós-evento são 2, 5 e 10 dias úteis. Os resultados significativos a 10% estão em negrito.

Para os *swaps* de venda, os resultados não são significativos. Os sinais para a menor janela são sempre positivos, indicando que a assimetria aumenta com essas intervenções, resultado que contraria Morel e Teïletche (2008), mas é consistente com a direção das intervenções. Entretanto, para as janelas maiores os resultados são ambíguos.

4.4 Curtose

É interessante observar que, para a curtose, os sinais dos resultados para cada *swap* são os mesmos, tanto para o estudo de eventos quanto para as regressões. Para os *swaps* de compra, os resultados são ambíguos. Apesar de observarmos um efeito significativamente positivo no estudo de eventos (teste t) na maior janela para mudanças de dinâmica, o efeito é negativo quando consideramos mudança de nível pelo mesmo teste. Para a menor janela, os resultados são negativos. Esses resultados ambíguos estão em linha com os de Morel e Teïletche (2008) e Galati et al. (1999, 2004) que concluem que não há impacto significativo das intervenções na curtose.

Tabela 5: Efeito das Intervenções na Curtose

	Eventos (Teste t)			Eventos (Wilcoxon)			Regressão		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
Mudança de Nível									
SWC	-0,144	0,022	-0,179	-0,144	0,022	-0,179	-0,357	0,453	-0,245
p-valor	0,760	0,468	0,707	0,595	0,876	0,722	0,396	0,240	0,643
SWV	0,073	0,096	0,072	0,073	0,096	0,072	0,174	0,148	0,103
p-valor	0,167	0,115	0,300	0,864	0,866	0,922	0,127	0,206	0,621
Mudança de Dinâmica									
SWC	-0,072	0,254	0,577	-0,072	0,254	0,577	-0,180	0,487	0,211
p-valor	0,667	0,201	0,070	0,561	0,893	0,944	0,553	0,256	0,663
SWV	0,133	0,140	0,274	0,133	0,140	0,274	0,282	0,195	0,394
p-valor	0,181	0,209	0,117	0,871	0,987	0,965	0,243	0,486	0,293

Notas: Esta tabela apresenta os resultados para os estudos de eventos dos efeitos dos *swaps* de compra (SWC) e dos *swaps* de venda (SWV) sobre as mudanças do quarto momento (curtose) da distribuição de probabilidade neutra ao risco (DNR) da cotação real/dólar para 1 mês. São feitos dois testes para a diferença de médias de amostras pareadas, um teste paramétrico (Teste t) e um teste não paramétrico (Teste de Sinal de Wilcoxon), e uma regressão que considera as séries agrupadas por evento de intervenção. Na regressão, para que se considere que há mudança no momento, a constante deve ser estatisticamente diferente de zero. Os valores apresentados na Tabela são as diferenças de médias para o teste t e para o de Wilcoxon e a constante para as regressões. São analisadas mudanças de nível e de dinâmica. Os tamanhos das janelas pré e pós-evento são 2, 5 e 10 dias úteis. Os resultados significativos a 10% estão em negrito.

Para os *swaps* de venda, o efeito na curtose é sempre positivo, apesar de não estatisticamente significativo, indicando uma tendência de o quarto momento aumentar em média com essas intervenções.

5 Considerações Finais

O objetivo deste artigo é analisar o impacto das intervenções do BCB via *swaps* cambiais de compra e venda na DNR da taxa de câmbio real/dólar para um mês. Para as intervenções do BCB via *swaps* de compra, em que o mercado fica ativo em variação cambial, os resultados indicam um aumento da assimetria, em linha com os achados de Morel e Teïletche (2008) e Fatum e Hutchison (2003). Também para esse tipo de *swap* houve um aumento significativo da curtose para o prazo mais longo. Em relação aos demais momentos, encontramos resultados ambíguos. Para os *swaps* de venda (mercado passivo em variação cambial), os resultados também são ambíguos. Vale destacar que para a curtose os sinais são sempre positivos, embora não significativos, sugerindo um aumento na probabilidade de eventos extremos com esse tipo de intervenção.

Os resultados deste estudo devem ser vistos com cautela. Em primeiro lugar, eles podem estar relacionados à metodologia empregada, que se utiliza de dados de fechamento de opções para estimar os momentos da distribuição do câmbio. Pode ser que as respostas às intervenções sejam mais imediatas e, tanto o estudo de eventos, quanto as regressões em *cluster* não as capturariam por utilizarem dados de final de dia.

Em segundo lugar, a distribuição analisada é a neutra ao risco. A intervenção do BCB pode afetar o prêmio de risco e isso não é capturado pela nossa metodologia. Em terceiro lugar, as mudanças nos momentos podem depender de seus níveis iniciais, ou seja, das condições do período da intervenção. Entretanto, a quantidade de intervenções em nossa amostra não é suficientemente grande para contemplarmos essas situações. Cabe ainda lembrar que o trabalho se limita a analisar os efeitos das intervenções via *swaps* cambiais de uma forma geral, não tendo sido diferenciadas as intervenções sob nenhum aspecto, tais como intervenções de rolagem e não rolagem ou intervenções surpresa e não-surpresa. Finalmente, consideramos como elemento constituinte do evento o anúncio do leilão e não a intervenção. No entanto, as intervenções propriamente ditas podem ter algum efeito na distribuição.

Vale ressaltar que o BCB enfatiza em seus comunicados que o objetivo dos leilões de *swaps* é apenas fornecer *hedge* aos agentes econômicos. Portanto, esse estudo poderia ser encarado como um teste de outros efeitos no mercado cambial além daquele planejado pelo BCB. Nessa linha de raciocínio, conclui-se que efeitos nas expectativas cambiais são pequenos. Em outras palavras, o BCB atinge seu intuito sem produzir modificações relevantes no mercado, o que está em linha com o sistema de câmbio flutuante.

6 Bibliografia

Aït-Sahalia, Y. e Lo, A. (2000). Nonparametric risk management and implied risk aversion. *Journal of Econometrics*, **94**, 9–51.

Arrow, K. J. e Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, **22** (3), 265–290.

Baillie, R. e Osterberg, W. (1997). Why do central banks intervene? *Journal of International Money and Finance*, **16**, 909–919.

Bali, G., Cakici, N. e Chabi-Yo, F. (2011). A generalized measure of riskiness. *Management Science*, **57**, 1406–1423.

Banz, R. e Miller, M. (1978). Prices for state-contingent claims: some estimates and applications. *Journal of Business*, **51**, 653–672.

Beine, M., Laurent, S. e Lecourt, C. (2003). Central bank intervention and exchange rate volatility: evidence from a switching regime analysis. *European Economic Review*,

47, 891–911.

Bliss, R. e Panigirtzoglou, N. (2004). Option-implied risk aversion estimates. *The Journal of Finance*, **59**, 407–446.

Bonser-Neal, C. e Tanner, G.(1996). Central bank intervention and the volatility of foreign exchange rates: evidence from the options market. *Journal of International Money and Finance*, **15**, 6, 853–878.

Breeden, D. e Litzenberger, R. (1978). Prices of state contingent claims implicit in options prices. *Journal of Business*, **51**, 621–651.

Castrén, O. (2004). Do options-implied RND functions on G3 currencies move around the times of interventions on the JPY/USD exchange rate? *Working Paper Series, European Central Bank*, **410**.

Chamon, M., Garcia, M. e Souza, L. (2015). FX interventions in Brazil: a synthetic control approach. Texto para discussão 630. Departamento de Economia, PUC-Rio.

Dominguez, K. (1998). Central bank intervention and exchange rate volatility. *Journal of International Money and Finance*, **17**, 161–190.

Fatum, R. e Hutchison, M. (2003). Is sterilised foreign exchange intervention effective after all? An event study approach. *The Economic Journal*, **113**, 4, 390–411.

Frenkel, M., Pierdzioch, C. e Stadtmann, G. (2005). The effects of Japanese foreign exchange market intervention on the Yen/U.S. dollar exchange rate volatility. *International Review of Economics and Finance*, **14**, 27–39.

Galati, G., Melick, W. e Micu, M. (2005). Foreign exchange market intervention and expectations: an empirical study of the yen/dollar exchange rate. *Journal of International Money and Finance*, **24**, 982–1011.

García-Verdú, S. e Ramos-Francia, M. (2014). Interventions and expected exchange rates in emerging market economies. *BIS Papers*, **73**

Garman, M. e Kohlhagen, S. (1983). Foreign currency option values. *Journal of International Money and Finance*, **2**, 231–237.

Hillebrand, E. e Schnabl, G. (2003). The effects of Japanese foreign exchange intervention: GARCH estimation and change point detection. *Mimeo, Louisiana State University, Baton Rouge*.

IMF [International Monetary Fund](2014). Annual report on exchange arrangements and exchange restrictions, Washington, D.C.

Kohlscheen, E. (2012). Order flow and the Real: indirect evidence of the effectiveness of sterilized interventions. *Trabalhos para discussão, Banco Central do Brasil*, **273**.

Kohlscheen, E. e Andrade, S. (2013). Official interventions through derivatives: affecting the demand for foreign exchange. *Trabalhos para discussão, Banco Central do Brasil*, **317**.

Menkhoff, L. (2013). Foreign exchange intervention in emerging markets: a survey of empirical studies. *The World Economy*, **36**, 9, 1187–1208.

Morel, C. e Teïletche, J.(2008). Do interventions in foreign exchange markets modify investors' expectations? The experience of Japan between 1992 and 2004. *Journal of Empirical Finance*, **15**, 2, 211–231.

Neely, C. (2005). An analysis of recent studies of the effect of foreign exchange intervention. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, **87**, 6, 685–717.

Ross, S. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, **13**, 341–360.

Shimko, D. (1993). Bounds of probability *Risk*, **6**, 4, 33–37.

Apêndice

Tabela A1: Eventos de *swap* de compra

De	Até	Dias com intervenção	Dias sem intervenção	Oferta (número de contratos)
30/05/06	30/05/06	1	0	16.000
06/10/08	19/12/08	46	9	1.498.340
16/01/09	23/01/09	5	1	419.660
11/02/09	13/02/09	3	0	242.470
25/03/09	25/03/09	1	0	208.250
27/04/09	27/04/09	1	0	76.400
17/06/09	25/06/09	3	4	70.370
22/09/11	22/09/11	1	0	74.800
03/10/11	03/10/11	1	0	163.470
28/10/11	28/10/11	1	0	66.000
18/05/12	25/05/12	5	1	264.500
05/06/12	11/06/12	3	1	157.550
26/06/12	28/06/12	2	1	635.150
23/11/12	23/11/12	1	0	62.800
03/12/12	03/12/12	1	0	60.000
26/12/12	26/12/12	1	0	80000
28/01/13	28/01/13	1	0	37.000
27/03/13	27/03/13	1	0	20.000
31/05/13	16/12/13	93	46	4.298.500

Notas: Esta tabela apresenta os eventos de *swap* cambial de compra entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Evento significa um intervalo de tempo no qual não existem mais do que 5 dias úteis consecutivos sem intervenção no mercado cambial. As janelas pré e pós-evento assumem os tamanhos de 2, 5 e 10 dias úteis.

Tabela A2: Eventos de *swap* de venda

De	Até	Dias com intervenção	Dias sem intervenção	Oferta (número de contratos)
03/01/06	06/03/06	44	2	236.050
18/04/06	18/04/06	1	0	12.850
19/07/06	19/07/06	1	0	29.600
16/08/06	16/08/06	1	0	33.800
21/09/06	25/09/06	2	0	21.200
19/10/06	19/10/06	1	0	28.600
21/11/06	21/11/06	1	0	20.400
13/12/06	13/12/06	1	0	35.300
22/01/07	22/01/07	1	0	17.300
12/02/07	12/02/07	1	0	9.900
21/03/07	21/03/07	1	0	27.300
10/04/07	10/04/07	1	0	32.100
20/04/07	08/05/07	8	4	148.000
16/05/07	16/05/07	1	0	21.250
28/05/07	01/06/07	2	3	64.450
20/06/07	20/06/07	1	0	32.300
24/09/07	24/09/07	1	0	46.600
25/10/07	25/10/07	1	0	22.300
26/11/07	26/11/07	1	0	35.900
20/12/07	20/12/07	1	0	30.850
29/01/08	29/01/08	1	0	41.100
26/02/08	26/02/08	1	0	34.100
25/03/08	25/03/08	1	0	43.250
24/04/08	24/04/08	1	0	37.700
27/05/08	27/05/08	1	0	49.500
26/06/08	26/06/08	1	0	35.000
25/07/08	25/07/08	1	0	40.200
25/08/08	25/08/08	1	0	27.600
26/09/08	26/09/08	1	0	42.400
05/05/09	05/05/09	1	0	67.600
13/01/11	27/01/11	4	7	80.000
04/02/11	10/02/11	2	3	40.000
18/02/11	28/02/11	4	3	100.000
28/03/11	01/04/11	4	1	136.500
29/04/11	29/04/11	1	0	30.000
31/05/11	31/05/11	1	0	68.000
28/06/11	28/06/11	1	0	34.000
08/07/11	13/07/11	2	2	60.000
27/07/11	27/07/11	1	0	26.000
30/08/11	31/08/11	2	0	123.600
23/02/12	29/02/12	2	3	160.000
26/03/12	26/03/12	1	0	82.400
21/08/12	21/08/12	1	0	50.000
12/09/12	17/09/12	3	1	424.000
05/10/12	05/10/12	1	0	100.000
23/10/12	25/10/12	2	1	180.000
08/02/13	15/02/13	2	2	64.000
11/03/13	11/03/13	1	0	30.000

Notas: Esta tabela apresenta os eventos de *swap* cambial de venda entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. Evento significa um intervalo de tempo no qual não existem mais do que 5 dias úteis consecutivos sem intervenção no mercado cambial. As janelas pré e pós-evento assumem os tamanhos de 2, 5 e 10 dias úteis.