

# INTERVENÇÕES DO BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB) E PREVISIBILIDADE DA TAXA DE CÂMBIO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE REGRAS DE NEGOCIAÇÃO BASEADAS EM ANÁLISE TÉCNICA

Rodrigo da Rosa Borges\*

José Luiz Rossi Júnior\*

O trabalho analisa, através da utilização de retornos diários gerados por uma regra de negociação baseada em análise técnica, se as intervenções do Banco Central do Brasil (BCB) no mercado cambial introduzem algum tipo de previsibilidade no comportamento da taxa de câmbio. Os resultados indicam que, quando os períodos de intervenção fazem parte da amostra, a estratégia analisada apresenta retornos positivos e estatisticamente significantes; já quando os períodos de intervenção são retirados da amostra não se pode rejeitar que os retornos da estratégia sejam nulos. Desta forma, os resultados sugerem que as intervenções oficiais no mercado cambial geram previsibilidade na taxa de câmbio que pode ser identificada através da análise técnica, gerando assim lucros para os agentes privados.

## 1 INTRODUÇÃO

Os efeitos das intervenções dos bancos centrais (BCs) no mercado de câmbio estão longe de estar totalmente determinados. A literatura apresenta conclusões divergentes que variam em função do país estudado, da metodologia utilizada e da amostra considerada.<sup>1</sup> Embora desconhecido o real impacto das intervenções, o fato é que estas têm sido adotadas por diversos países ao longo dos anos. Podem ser mencionados Estados Unidos, Alemanha, Canadá e Japão no G7, e Brasil, República Tcheca, México, Turquia, Hungria e Chile, entre os emergentes, como exemplos de países que realizaram intervenções no mercado cambial nas últimas décadas.

No caso brasileiro, desde 1999 com a adoção do regime de câmbio flutuante, podem-se distinguir dois períodos distintos de intervenção do Banco Central do Brasil (BCB) no mercado cambial. O primeiro, entre 1999 e 2003, quando diversas crises atingiram o país<sup>2</sup> o BCB atuou no mercado de câmbio vendendo divisas durante os períodos de turbulência e desvalorização da moeda doméstica. Já a partir de 2003, com a apreciação da moeda doméstica, o BCB, com exceção dos momentos mais críticos da crise global originada no mercado norte-americano, atuou comprando divisas no mercado cambial.

---

\* Pesquisador-associado do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

1. Exemplos da diferença entre os resultados e métodos podem ser vistos em Guimarães e Karacadag (2004); Edison, Cashin e Liang (2003); Kearns e Rigobon (2002); Disyatat e Galati (2007); Égert (2006); e Fatum e Hutchison (2003, 2009).

2. Exemplos são a própria desvalorização do real, que criou um clima de desconfiança em relação à economia do país. Em seguida vieram o estouro da bolha da internet nos Estados Unidos em 2000, a crise argentina, o "apagão elétrico" brasileiro; os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 e, por fim, a crise causada pelas incertezas advindas da campanha eleitoral brasileira no ano de 2002.

Alguns trabalhos tentaram analisar o impacto destas intervenções no mercado cambial brasileiro. Novaes e Oliveira (2005) analisam o impacto das intervenções do BCB no mercado cambial entre 1999 e 2003. Os autores encontram que em períodos de alta volatilidade da taxa de câmbio as intervenções não foram eficazes em alterar a trajetória do câmbio nominal. Já em períodos de baixa volatilidade os autores encontram que as intervenções do BCB foram capazes de impactar a esperança condicional da taxa de câmbio. Araújo (2004) e Oliveira e Plaga (2008) encontram que as intervenções do BCB apresentaram em diferentes períodos um impacto sobre a volatilidade condicional da taxa de câmbio nominal. Pereira (2010) encontra que no período de 2002 a 2008 as intervenções do BCB foram ineficazes para afetar tanto o nível quanto a volatilidade da taxa de câmbio nominal no Brasil.

Este trabalho se distingue dos trabalhos anteriores, pois em vez de analisar o impacto das intervenções no nível ou na volatilidade da taxa de câmbio nominal, ele busca analisar um impacto distinto das intervenções do BC no mercado cambial e procura identificar se tais intervenções introduzem algum tipo de previsibilidade no comportamento da taxa de câmbio. Desde Dooley e Shafer (1983) a literatura discute a possibilidade de que as intervenções do BC possam introduzir tendências na evolução da taxa de câmbio nominal, levando os agentes privados a lucrar com suas decisões. LeBaron (1999), por exemplo, utilizando dados da taxa de câmbio entre Estados Unidos, Alemanha e Japão no período de 1979 a 1992, encontra que a aplicação de uma regra simples de negociação baseada em análise técnica nos diferentes mercados de câmbio gera resultados consistentemente positivos e que a previsibilidade da taxa de câmbio cai acentuadamente quando os períodos de intervenção dos diferentes BCs são retirados da amostra.

Este trabalho segue a metodologia desenvolvida por LeBaron (1999). Para tanto, foram calculadas as médias dos retornos diários gerados por uma regra de negociação baseada em análise técnica no período de 2004 a 2009. Os resultados são consistentes com os encontrados pelo autor. Quando os períodos de intervenção fazem parte da amostra, a estratégia analisada apresenta retornos positivos e estatisticamente significantes, já quando os períodos de intervenção são retirados da amostra não se pode rejeitar que os retornos da estratégia sejam nulos. Alguns testes de robustez foram conduzidos, assim como um procedimento para lidar com o problema da endogeneidade. Em ambos os casos os resultados encontrados não se alteraram significativamente.

Desta maneira os resultados encontrados sugerem que as intervenções oficiais geram previsibilidade na taxa de câmbio que pode ser identificada através da análise técnica, gerando lucros para os agentes privados. O fato de o BC estar, através de sua política de intervenções, transferindo recursos para o setor privado parece estar associado à ideia de que esse custo é mais do que compensado pela

segurança propiciada pelo acúmulo de reservas internacionais, como visto durante a crise financeira mundial iniciada em 2008.

O trabalho está estruturado da seguinte maneira: A seção 2 descreve os dados utilizados na análise. A seção 3 apresenta a metodologia e os resultados encontrados. A seção 4 conclui.

## 2 DESCRIÇÃO DOS DADOS

O trabalho utiliza a série de taxas de câmbio R\$/US\$ divulgadas pelo BCB através do Sistema de Informações do Banco Central (Sisbacen) na modalidade Ptax 800 cotação de venda<sup>3</sup> entre os dias 2 de janeiro de 2004 e 30 de setembro de 2009.

A alternativa a usarmos a Ptax como preço de transação nas oportunidades indicadas pela regra seria o preço de mercado de uma determinada hora do dia. Com o objetivo de maior padronização, a Ptax foi utilizada. O uso da Ptax não gera um erro sistemático, uma vez que a diferença entre a Ptax e o preço em uma determinada hora do dia, ao longo de um período prolongado de tempo, não deve beneficiar a regra, pois os erros positivos e negativos tendem a se anular. Ademais a fração de dias em que ocorrem transações é bastante baixa (menos de 5%), e caso haja algum tipo de viés no fato, devido à utilização da Ptax, pode-se calibrar os custos transacionais para refletir esse fato, o que será realizado como exercício de robustez dos resultados encontrados.

O trabalho foca no período de janeiro de 2004 a setembro de 2009 por tratar-se de um período ímpar, quando o BCB explicita que o objetivo das suas intervenções seria o acúmulo de reservas internacionais sem a intenção de interferir na volatilidade e no nível da taxa de câmbio.<sup>4</sup> Esse objetivo foi reforçado em relatórios subsequentes. Consistente com a declaração, as reservas internacionais brasileiras passaram de US\$ 49 bilhões no início de 2004 para quase US\$ 222 bilhões no final de setembro de 2009.

Como os dados sobre intervenções no mercado de câmbio à vista passaram a ser divulgados pelo BCB somente em 2009, as datas e os volumes de intervenções aqui utilizados foram estimados a partir dos impactos das operações oficiais de câmbio na base monetária, informação que é disponibilizada pelo BCB. Segundo fontes do próprio Banco, essa é uma excelente aproximação para a estimação dos volumes das intervenções. Isto pode ser comprovado no curto período em que os

3. A Ptax 800 cotação de venda é calculada e divulgada pelo BC diariamente e é uma média ponderada entre preços e volumes negociados no mercado de câmbio em determinado dia, expurgando-se valores atípicos (*outliers*).

4. "Em 6.1.2004, foi anunciado um programa de recomposição de reservas internacionais, pautado pelas condições de liquidez existentes a cada momento, objetivando atuar de forma neutra sobre a volatilidade do mercado cambial e sobre a flutuação da taxa de câmbio" (Relatório do Banco Central).

dados oficiais sobre intervenções são diretamente comparados com a estimação mencionada e também com a divulgação dos relatórios anuais do BCB, onde consta o montante total de intervenções ao longo de determinado ano. As intervenções oficiais no mercado de derivativos foram obtidas diretamente da base de dados do BCB. Vale ressaltar que os vencimentos de operações cambiais do BCB tanto no mercado à vista quanto no mercado de derivativos e títulos não foram considerados como intervenções.

Assim como os dados de taxa de câmbio, as taxas de juros em reais e em dólares também apresentam o horizonte de um dia. No caso brasileiro foram utilizados os Certificados de Depósito Interbancário (CDIs)<sup>5</sup> divulgados pela Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP)<sup>6</sup> e, no caso americano, utilizou-se a taxa de juros praticada entre bancos para operações também de um dia, conhecida como *Fed funds rate* e divulgada pelo Federal Reserve (Fed).

Uma análise inicial da série de taxas de câmbio no período conclui o que já é relativamente conhecido nesse tipo de variável. A tabela 1 mostra que a série de retornos obtidos pela subtração do logaritmo natural das cotações indica que a variável possui um alto coeficiente de curtose, baixo coeficiente de assimetria e não possui autocorrelação.

TABELA 1

**Estatísticas descritivas**

Média*100	-0.0336
Desvio-padrão*100	1.0352
Coefficiente de assimetria	0.627
Curtose	16.982
Probabilidade (1)	0.193
Probabilidade (2)	0.221
Probabilidade (3)	0.298
Probabilidade (4)	0.338
Probabilidade (5)	0.383

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta a estatística descritiva do log dos retornos diários da taxa de câmbio R\$/US\$. As linhas de probabilidade indicam o valor-p da estatística Q da função de autocorrelação nas defasagens de 1 a 5 cuja hipótese nula é a de não haver autocorrelação.

Em relação às intervenções, a tabela 2 resume algumas de suas principais características. A tabela 2 mostra que o BCB atuou em 60,6% dos dias no período estudado. Interessante observar que pela tabela 2 a probabilidade de intervenção em determinado dia, dado que houve intervenção no dia anterior, foi de 89,02%. Esses

5. CDI é a taxa de juros de um dia cobrada em operações entre bancos no mercado monetário.

6. CETIP é a maior central de liquidação e custódia de títulos privados do Brasil.

dados apontam para uma particularidade das intervenções oficiais no Brasil, que é a alta frequência com a qual a autoridade monetária atua no mercado de câmbio, frequência essa que é rara de ser encontrada em estudos realizados em outros países.

TABELA 2  
Resumo das intervenções do BCB

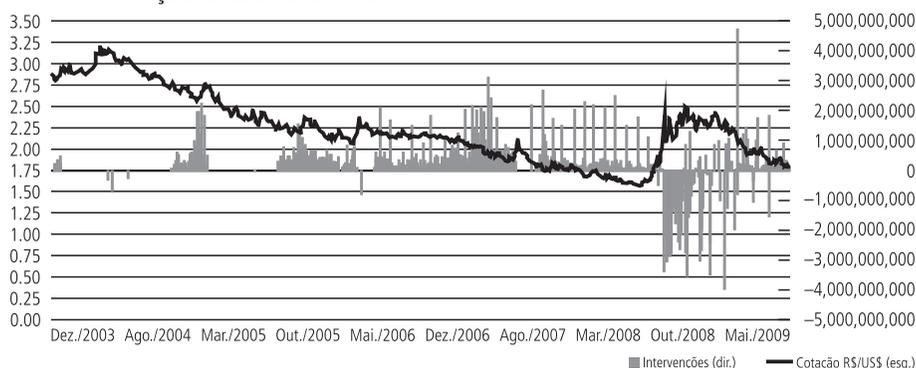
Intervenção total (US\$ milhões)	165.589,00
Maior compra (US\$ milhões)	4.715,03
Maior venda (US\$ milhões)	-3.979,83
Média das intervenções (US\$ milhões)	114,75
Média $I_t   I_t \neq 0$ (US\$ milhões)	189,46
Média $ I_t    I_t \neq 0$ (US\$ milhões)	422,06
Prob( $I_t \neq 0$ )	0,6060
Prob( $I_t \neq 0   I_{t-1} = 0$ )	0,1690
Prob( $I_t \neq 0   I_{t-1} \neq 0$ )	0,8902

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta o sumário dos dados de intervenção em milhões de US\$.  $I_t$  indica a intervenção na data  $t$  em milhões de US\$ comprados (+) ou vendidos (-). Observa-se a média de  $I_t$ , a média condicional caso  $I_{t-1} \neq 0$  e a média dos módulos de  $I_t$  condicional a  $I_{t-1} \neq 0$ . Também se tem a probabilidade de intervenção Prob( $I_t \neq 0$ ), assim como as probabilidades condicionais de intervenção.

A consolidação das intervenções oficiais com o movimento da taxa de câmbio ao longo do período estudado é apresentada pelo gráfico 1. Os dados contidos no gráfico 1 confirmam ou indicam um comportamento *leaning against the wind* do BCB. O gráfico 1 mostra que o BCB compra divisas nos momentos de apreciação do câmbio e vende divisas durante períodos de depreciação da moeda doméstica.

GRÁFICO 1  
Intervenções e taxa de câmbio



Fonte: BCB/Departamento Econômico (DEPEC).

Nota: Este gráfico apresenta as intervenções e a evolução da taxa de câmbio no período de estudo. As barras indicam compras (+) e as vendas (-) de dólares feitas pelo BCB no mercado à vista e de *swap*; e a linha no gráfico mostra a evolução da cotação R\$/US\$ entre janeiro de 2004 e setembro de 2009.

### 3 METODOLOGIA E RESULTADOS

De acordo com LeBaron (1999), a utilidade da análise técnica, ou seja, a tentativa de previsão de preços futuros de ativos baseada nos padrões de comportamentos passados, sempre gerou controvérsia entre economistas teóricos e aqueles mais voltados às finanças aplicadas. A partir da publicação de Fama e Blume (1966), porém, houve certo consenso de que a capacidade de previsão desse tipo de instrumento era próxima de zero.

Este estudo procurará identificar, valendo-se de uma regra de negociação simples baseada na análise técnica, se de fato há algum tipo de previsibilidade na taxa de câmbio no caso brasileiro e, em caso positivo, se é possível de alguma forma relacioná-la às intervenções no mercado de câmbio conduzidas pelo BCB.

#### 3.1 Evidências da regra de negociação baseada em análise técnica

A regra de negociação a ser utilizada será a da média móvel, que é uma das mais difundidas no mercado e consiste em carregar uma posição comprada em determinado ativo caso o preço do mesmo se encontre acima de uma média móvel calculada para um determinado período e uma posição vendida se o preço estiver abaixo da referida média. A escolha dessa regra se deve justamente ao fato de ser uma das mais acompanhadas e utilizadas pelos agentes de mercado. Outra preocupação foi evitar que o estudo perdesse seu foco inicial e passasse a se dedicar a encontrar algum tipo de regra que melhor se adaptasse aos dados.

A fórmula matemática da média móvel é simples e é dada por:

$$MM_t = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_{t-i} \quad (1)$$

onde  $MM_t$  e  $P_t$  são respectivamente a média móvel e a taxa de câmbio R\$/US\$ no instante  $t$  e  $N$  é o tamanho em dias da média móvel. Define-se também um sinal de compra ou venda conforme já mencionado:

$$S_t = \begin{cases} 1 & \text{se } P_t \geq MM_t \\ -1 & \text{se } P_t < MM_t \end{cases} \quad (2)$$

O tamanho da média móvel utilizada no trabalho será de 150 dias, ou seja,  $N = 150$ . Novamente a escolha está fundamentada na prática de mercado, porém, diversos tamanhos de médias móveis também foram testados e os resultados encontrados apresentaram poucas diferenças com relação aos resultados encontrados utilizando  $N = 150$  dias.

Definindo-se  $p_t = \log(P_t)$  e  $r_t$  e  $r_t^*$  como a taxa de juros doméstica e externa, respectivamente, o retorno dinâmico da aplicação da regra é calculado por:

$$x_t = s_t(p_{t+1} - p_t - (\log(1 + r_t) - \log(1 + r_t^*))) \tag{3}$$

onde o lado direito da equação descreve a diferença em log da taxa de câmbio em  $t + 1$  e  $t$  ajustada pelo diferencial de taxa de juros doméstica e externa. Em seguida o retorno encontrado é multiplicado por 1 ou  $-1$ , dependendo do sinal de compra ou venda. *Grosso modo*, essa é uma estratégia que não requer capital, uma vez que se está tomando recursos emprestados em uma moeda para aplicar em outra. A fim de tornar o estudo mais completo, o retorno dinâmico também foi calculado sem o ajuste para o diferencial de taxa de juros, de tal forma que:

$$x_t = s_t(p_{t+1} - p_t) \tag{4}$$

A tabela 3 examina os retornos dinâmicos diários da estratégia de negociação. As duas primeiras colunas trazem, respectivamente, a média e o desvio-padrão dos retornos diários da estratégia, a coluna valor-p( $t$ ) se refere ao teste  $t$  que tem como hipótese nula a média dos retornos diários sendo igual a zero.

TABELA 3  
**Análise dos retornos diários da estratégia**

Série	$N$	Média (%)	Desvio-padrão (%)	Valor-p ( $t$ )	Sharpe	Negociação (%)	Valor-p (simulação)
Retorno diário sem ajuste de juros	1.442	0,0518	1,034	0,0572	0,7953	0,0236	0,059
Retorno diário com ajuste de juros	1.442	0,0724	1,035	0,008	1,1104	0,0236	0,015

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta os testes de significância para os retornos diários.  $N$  é o número de observações na amostra, média e desvio-padrão são, respectivamente, sua média e desvio-padrão. Valor-p ( $t$ ) e valor-p (simulação) são os valores-p do teste  $t$  e da simulação de passeios aleatórios e Sharpe é o índice de Sharpe para o período de um ano.

Os resultados apresentados na tabela 3 indicam que a estratégia utilizada apresenta um retorno diário médio de 0,0518% sem o ajuste de juros e 0,0724% com o ajuste. A diferença entre os dois deve-se ao fato de que, ao longo do período estudado, a regra da média móvel indicou posição ativa em reais e passiva em dólares em cerca de 77% dos dias, sendo a posição contrária apontada em apenas 23% dos dias e a taxa de juros brasileira é sensivelmente maior do que a norte-americana.

O resultado principal encontrado na tabela 3 refere-se ao fato de que o teste de médias rejeita a um nível de significância de 10% que o retorno diário médio da estratégia seja nulo quando o cálculo do retorno é feito sem o ajuste para o diferencial

de juros. Corroborando este resultado, quando o teste é realizado considerando o diferencial de juros, a hipótese de que o retorno é nulo é rejeitada a 1% de nível de significância. Desta maneira, a tabela 3 indica a existência de previsibilidade no mercado cambial quando da utilização de uma simples regra de negociação, dado que o retorno da estratégia é positivo e estatisticamente significativo.

Como o teste  $t$  pode não ser totalmente apropriado, uma vez que a série de retornos diários se desvia da distribuição normal, a tabela 3 também contém o resultado de uma simulação onde 1.000 passeios aleatórios com 1.442 observações cada um, ou seja, o tamanho da série original é gerado a partir dos retornos diários reais da série de taxa de câmbio embaralhados com reposição. A seguir, a regra de negociação é aplicada para cada um dos passeios aleatórios, calculando-se posteriormente a média dos retornos de cada um dos 1.000 períodos simulados. A coluna valor-p (simulação) apresenta a fração de períodos simulados cujo retorno diário médio da regra de negociação foi superior ao da série original. Observa-se que o resultado aponta na mesma direção do teste  $t$  com a hipótese nula de que a média dos retornos seja zero sendo rejeitada, respectivamente, a 10% e 2% de nível de significância. A coluna Sharpe contida na tabela 3 mostra o índice de Sharpe calculado para o período de um ano através da seguinte aproximação:

$$\sqrt{N} \frac{E(r)}{\sigma_r} \quad (5)$$

onde  $E(r)$  é o retorno diário médio,  $\sigma_r$  é seu desvio-padrão e  $N$  é o número de dias úteis existentes no período de um ano. Vale ressaltar que essa aproximação é válida considerando-se que os retornos diários são independentes ao longo do tempo. Os números encontrados tanto para a série ajustada pelo diferencial de juros como para a série sem ajuste são bastante expressivos e podem ser comparados, por exemplo, com o índice de Sharpe de 0,85 de um dos períodos mais auspiciosos na história da bolsa de valores brasileira que, entre o final de 2002 e maio de 2008, subiu quase ininterruptamente, atingindo 774% de valorização. Por fim, a coluna referente ao percentual de negociação indica a fração dos dias no período analisado em que a regra de negociação indicou que uma mudança de posição deveria ocorrer. O fato de este número ser baixo é um indício de que, mesmo quando computados os custos de transação, os resultados encontrados não devem ser muito afetados.<sup>7</sup>

7. Interessante observar que a taxa de juros em dólar no Brasil (cupom cambial) poderia ter sido utilizada como *proxy* da taxa de juros externa. Os resultados encontrados não seriam afetados, uma vez que a lucratividade da regra se mostrou robusta sem o ajuste de juros. Caso substituamos a taxa dos *Fed funds* pelo cupom cambial, a lucratividade da regra com ajuste de juros cairá levemente, mas ainda assim será superior à da lucratividade sem ajuste (uma vez que o CDI continuará sendo muito superior ao cupom cambial e no período estudado a posição predominante foi vendida em dólares e comprada em reais).

A fim de testar a robustez dos resultados encontrados, uma nova simulação foi desenvolvida e seus resultados são apresentados na tabela 4. Duzentos períodos de um ano foram escolhidos aleatoriamente a partir da série original de retornos diários advindos da regra de negociação. Para cada período de um ano aleatoriamente escolhido, os retornos diários foram somados de forma a se encontrar o retorno obtido pela regra de negociação ao longo desses 252 dias úteis. Uma vez encontrado o retorno para cada período, a média e o desvio-padrão dos retornos para os 200 períodos foram calculados. Essa simulação foi conduzida levando-se em conta diferentes níveis de custo de transação, que foi aplicado sobre o retorno gerado pela regra de negociação toda vez que ela indicava uma mudança de posição (mudança no sinal de  $s_t$ ).

TABELA 4

**Resultados com diferentes custos de transação**

Série	Retorno sem custo de transação (%)				Sharpe com diferentes custos de transação (%)			
	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	0	0,10	0,20	0,50
Retorno diário sem ajuste de juros	12,98	16,31	-18,40	48,33	0,796	0,753	0,712	0,595
Retorno diário com ajuste de juros	19,31	15,21	-12,89	51,37	1,270	1,212	1,157	1,003

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta os retornos máximo e mínimo e o índice de Sharpe para diferentes custos de transação. Os valores são para o período de um ano e levam em conta a série sem ajuste para o diferencial de taxas de juros doméstica e externa e a série com o referido ajuste.

Observa-se que os resultados para o índice de Sharpe sem custo de transação vão ao encontro dos obtidos anteriormente. Verifica-se também que, para custos de transação de 0,10% e 0,20%, o índice de Sharpe permanece alto, o que está em linha com o fato de que a mudança de posição indicada pela regra de negociação é relativamente rara, atingindo somente 2,36% dos dias na amostra. A partir de um custo de transação de 0,50% os resultados começam a ser impactados negativamente. Vale notar que apesar de, na média, o coeficiente de risco/retorno ter sido bastante favorável à aplicação da regra de negociação, houve períodos de um ano em que o desempenho da regra foi muito insatisfatório, como se pode observar nos retornos mínimos de -12,89% e -18,40% obtidos.<sup>8</sup>

Outro tipo de custo que pode ser mencionado é a diferença de taxas de juros para se tomar um empréstimo e para se aplicar recursos tanto no mercado doméstico como no mercado externo (*spread*) a fim de viabilizar as operações. Para agentes econômicos de grande porte, tais como bancos e fundos de investimentos, essa diferença de taxas gira em torno de 0,20% ao ano. Essa pequena diferença, aliada

8. Um possível custo de transação poderia ser o *spread* entre a  $P_{tax}$  de compra e venda. O *spread* médio no período é bastante reduzido (cerca de 0,05%), o que não alteraria os resultados encontrados, comprovando que a baixa frequência com que ocorrem as transações dificilmente fará com que um custo dessa magnitude comprometa os resultados.

ao fato de que as transações ocorrem com baixa frequência e à magnitude dos retornos médios anuais expostos na tabela 4, permite concluir que esse custo não é relevante. Mesmo para agentes econômicos de menor porte como, por exemplo, pessoas físicas, esse custo não é tão significativo uma vez que eles podem acessar o mercado futuro onde ele já está embutido.

Os resultados encontrados até aqui mostram que há uma significativa previsibilidade no comportamento da taxa de câmbio R\$/US\$ no período analisado. Essa conclusão decorre do fato de os retornos gerados por uma regra de negociação simples se mostrarem diferentes de zero com um grau de significância estatística elevado. Uma vez que a estratégia gera índices de Sharpe elevados mesmo quando se consideram os custos de transação, pode-se afirmar que os retornos gerados são também economicamente significativos. Vale relembrar que a regra de negociação escolhida para esse estudo foi uma das mais simples existentes e que o número de dias utilizado para calcular a média móvel não altera significativamente os resultados encontrados.

### 3.2 Resultados obtidos com a remoção dos períodos de intervenção

Uma das possíveis explicações para os resultados encontrados até aqui é a presença do BC no mercado de câmbio. Particularmente no caso brasileiro, onde os períodos de intervenção são longos e com frequência quase diária, a atuação da autoridade monetária pode estar causando algum tipo de previsibilidade no comportamento da taxa de câmbio. A tabela 5 mostra os resultados dos mesmos experimentos realizados na tabela 3, porém agora com os dias em que houve intervenções removidas. Os cálculos são feitos utilizando-se a série de retornos diários obtidos a partir da aplicação da regra de negociação entre  $t$  e  $t + 1$  com a condição de que em  $t + 1$  não tenha ocorrido intervenção. Caso uma intervenção tenha ocorrido em  $t + 1$ , esse elemento da amostra é descartado.

TABELA 5

#### Resultado da análise com a remoção dos dias de intervenção

Série	$N$	Média (%)	Desvio-padrão (%)	Valor-p ( $t$ )	Sharpe	Negociação	Valor-p (simulação)
Retorno diário sem ajuste de juros	568	0,0308	0,9702	0,4498	0,5037	0,0352	0,324
Retorno diário com ajuste de juros	568	0,0456	0,9721	0,2645	0,7439	0,0352	0,182

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: Esta tabela mostra o resultado dos testes de significância para os retornos diários condicionais a  $t + 1 = 0$ .  $N$  é o número de observações na amostra, média e desvio-padrão são, respectivamente, sua média e desvio-padrão. Valor-p ( $t$ ) e valor-p (simulação) são os valores-p do teste  $t$  e da simulação de passeios aleatórios e Sharpe é o índice de Sharpe para o período de um ano.

Os resultados apresentados na tabela 5 indicam que há uma queda sensível no retorno diário médio tanto para a série com ajuste de juros como para a sem ajuste, de forma que agora esses valores não são mais estatisticamente diferentes de zero. O índice de Sharpe também foi negativamente afetado, ficando sensivelmente abaixo dos valores inicialmente encontrados.

Os resultados apresentados na tabela 5 sugerem a confirmação da hipótese de que a atuação do BCB no mercado de câmbio introduz algum tipo de previsibilidade que é detectada até mesmo por um tipo bastante simples de regra de negociação. Com a retirada dos dias com intervenção não só a média dos retornos da estratégia utilizada cai como não se pode rejeitar que a média dos retornos seja nula.

Alguns experimentos serão realizados a fim de se testar a robustez dos resultados encontrados. O primeiro teste tenta detectar se há alguma coincidência entre os retornos obtidos pela regra de negociação e a atuação do BC. Utilizando as probabilidades encontradas na tabela 2, um processo de Markov de dois estados para as intervenções foi gerado de maneira a recriar através de simulação uma nova sequência de atuações oficiais no período em estudo. A seguir, a nova sequência de intervenções é alinhada com os retornos originais da regra de negociação. Em seguida é calculada a média dos retornos, excluindo-se os dias em que houve intervenção (dado que agora as datas das intervenções são obtidas a partir de um processo de Markov). Esse procedimento é repetido 500 vezes, tanto para a série com ajuste do diferencial de taxas de juros como para a série sem ajuste, e a média dos 500 retornos diários médios obtidos em cada simulação é então computada.

A tabela 6 mostra um comparativo entre os resultados obtidos com a simulação e os originais. A primeira coluna repete os resultados apresentados na tabela 3 e mostra a média dos retornos diários obtidos com a regra de negociação aplicada em todos os dias da amostra. A segunda coluna resgata os valores apresentados na tabela 5 e traz a média dos retornos diários obtidos a partir da exclusão dos dias em que houve intervenção. A terceira coluna, denominada Média Markov, apresenta os resultados calculados através da simulação, seguidos do desvio-padrão. Por fim, a última coluna traz a fração dos retornos obtidos na simulação que foram menores do que a média de retornos diários sem intervenção.

Os resultados encontrados na tabela 6 indicam que os valores obtidos pela simulação são próximos aos da série original e se distanciam dos da série com intervenções removidas, ou seja, parece improvável que remover elementos da amostra aleatoriamente através de intervenções simuladas gere o mesmo efeito causado quando se removem da série as intervenções reais. Tem-se, portanto, mais um indício de que as intervenções realizadas pelo BC têm, de fato, alguma influência nos movimentos da taxa de câmbio de forma a introduzir alguma previsibilidade em seu comportamento.

TABELA 6

**Resultados de exercício de robustez**

Série	Média	Média sem intervenção	Média Markov	Desvio-padrão Markov	Fração maior
Retorno diário sem ajuste de juros	0,0518	0,0308	0,0526	0,0336	0,2870
Retorno diário com ajuste de juros	0,0724	0,0456	0,0725	0,0336	0,2180

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta a média dos retornos diários da regra de negociação excluindo-se da amostra as datas de intervenção simuladas. Média e Média sem intervenção mostram resultados anteriores obtidos. Média Markov é a média dos retornos diários médios excluindo-se intervenções geradas através de 500 simulações. Desvio-padrão Markov é o desvio-padrão da série e Fração maior é a fração das simulações que apresentou retorno médio menor que a série original com exclusão das intervenções.

Interessante notar que o estudo não propõe que a regra seja utilizada somente nos dias em que o BC intervém, apenas constata que ela funciona nos períodos em que o BC está presente no mercado. Dessa maneira, o mercado poderá utilizar a regra em seu benefício uma vez que atualmente, assim como na imensa maioria dos dias estudados, o BCB divulgou suas atuações, sendo todas elas feitas através de leilões públicos.

A seguir a dinâmica por trás dos resultados encontrados para o retorno da regra de negociação será examinada a fim de se detalhar como eles estão sendo obtidos. A tabela 7 confronta o sinal de compra e venda da regra de negociação ( $s_t$ ) com o sinal da intervenção propriamente dita no período seguinte ( $I_{t+1}$ ) e com a variação da taxa de câmbio entre  $t$  e  $t + 1$ . Vale ressaltar que sinais positivos indicam compra e sinais negativos indicam venda. Todos os resultados apresentados na tabela 7 são condicionais a  $I_{t+1} \neq 0$ , ou seja, foram levados em conta apenas os dias em que houve intervenção do BC em  $t + 1$ .

TABELA 7

**Exercícios de robustez**

Série	$N$	$s_t$ versus $I_{t+1}$	$s_t$ versus $(t/t + 1)$	$I_t$ versus $(t/t + 1)$
US\$ diário	874	0.9405	0.5355	0.5503
$H_0: X = 0.5$		0.0000	0.0359	0.0029

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela realiza a estimativa de probabilidade de o sinal da regra e o sinal da intervenção possuírem sinais opostos (coluna 3), do sinal da regra e do movimento da taxa de câmbio terem sinais iguais (coluna 4) e do sinal da intervenção e do movimento da taxa de câmbio possuírem sinais opostos (coluna 5). Todas as probabilidades são estimadas condicionais a  $I_{t+1} \neq 0$ . A segunda linha traz o valor-p do teste  $t$  cuja hipótese nula é a probabilidade estimada seguir o padrão aleatório de 0,50.

A primeira coluna contida na tabela 7 mostra a probabilidade estimada de sinais opostos entre o que diz a regra de negociação e a intervenção do BC. O valor superior a 94% é elevado e, portanto, distante do padrão aleatório de 50%, reforçando a ideia do BC atuando contra a tendência vigente da taxa de câmbio (*leaning against the wind*), ou seja, em 94% dos dias em que houve intervenção, os

agentes de mercado e a autoridade monetária estiveram em pontas opostas, o que, de certa forma, é consistente com uma tentativa de suavização dos movimentos da taxa de câmbio pelo BC.

A segunda coluna da tabela 7 exhibe a relação entre o sinal de compra ou venda emitido pela regra de negociação e o movimento da taxa de câmbio no período seguinte. Observa-se que, apesar de a probabilidade da regra indicar compra e a taxa de câmbio R\$/US\$ subir no período seguinte ser apenas um pouco superior a 50%, ela é significativa do ponto de vista estatístico, o que indica que os ganhos gerados pela regra de negociação são relativamente bem distribuídos ao longo do tempo, e não concentrados em alguns poucos dias.

Por fim, a terceira coluna na tabela 7 traz a probabilidade estimada de os sinais da intervenção e do movimento da taxa de câmbio serem opostos, ou seja, de o BC intervir comprando dólares e a moeda norte-americana se desvalorizar ou vice-versa. Nota-se que em 55,03% das vezes a taxa de câmbio se move contra o BC, o que também é consistente com a tentativa de suavizar um determinado movimento (*leaning against the wind*).

LeBaron (1999) encontrou valores maiores para  $s_t$  versus  $(t/t + 1)$  e  $I_t$  versus  $(t/t + 1)$  nas intervenções do Fed nos mercados de câmbio de DM/US\$ e JPY/US\$. Os valores menores encontrados para o caso brasileiro provavelmente se devem à alta frequência com que o BCB interveio no mercado aliada ao fato de que 91% das intervenções foram de compra de dólares, o que de certa forma limita valores elevados para as probabilidades mencionadas, uma vez que, para que isso ocorresse, seria necessária uma fração muito elevada de dias em que houvesse apreciação do real em relação aos dias totais da amostra.

Outro experimento foi conduzido visando identificar o possível efeito da magnitude das intervenções na capacidade de previsão da regra de negociação. A tabela 8 mostra o retorno médio diário da regra de negociação, conforme calculado na tabela 3, porém excluindo-se as 10%, 20% e 50% maiores intervenções. Fica claro pela tabela 8 que, conforme as maiores intervenções são removidas da amostra, o retorno cai sensivelmente. A exclusão das 10% maiores intervenções diminui o retorno a ponto de torná-lo estatisticamente não diferente de zero ao nível de significância de 10%, o que pode significar que, ao contrário do que preconiza a teoria do canal de influência através do fluxo de ordens, os maiores ganhos dos operadores ocorrem justamente apostando contra o BC nos momentos em que suas intervenções são mais relevantes. A explicação para esse resultado remete novamente à tentativa do BC de suavizar os movimentos da taxa de câmbio operando contra a tendência e, portanto, tentando ser um contraponto ao fluxo cambial de um determinado dia. O fato de as intervenções serem anunciadas também diminui o poder de influência do canal de fluxo de ordens na taxa de câmbio, uma vez que os

agentes de mercado tendem a reforçar suas apostas contra a autoridade monetária quando sabem que ela está atuando no sentido de tentar conter um movimento cambial em curso, tornando a regra de negociação ainda mais eficaz.

TABELA 8

**Exercícios de robustez**

Série	N	Média	Desvio-padrão	Valor-p (t)
Retorno diário sem ajuste de juros	1.442	0,0518	1,0340	0,0572
Retorno diário sem ajuste de juros (10%)	1.356	0,0439	1,0425	0,1209
Retorno diário sem ajuste de juros (20%)	1.269	0,0371	1,0624	0,2135
Retorno diário sem ajuste de juros (50%)	1.161	0,0218	0,9889	0,4528

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta o cálculo do retorno diário médio da regra de negociação levando em conta toda a amostra (similar à tabela 3) e eliminando-se da amostra as 10%, 20% e 50% maiores intervenções executadas pelo BCB.

### 3.3 Simultaneidade e intervenção

Um problema recorrente em qualquer estudo que trate dos efeitos das intervenções oficiais no mercado de câmbio é a simultaneidade. Ela aparece, por exemplo, quando levamos em conta o fato de que o BC determina o início e o fim da intervenção e, uma vez que fatores exógenos podem atuar no sentido de ajudar a autoridade a alcançar seus objetivos, a intervenção poderá ser interrompida sem ter sido, de fato, a responsável pelo cumprimento da meta em questão. Nesse caso é preciso isolar os fatores exógenos para que se determine qual o real papel da intervenção no cumprimento de um determinado objetivo, seja ele a redução da volatilidade, a suavização de um movimento, a alteração do nível da taxa de câmbio, entre outros.

No estudo aqui apresentado a simultaneidade surge sob a forma de como garantir que fatores comuns não estejam gerando tanto os retornos obtidos pela regra de negociação como a decisão do BC de intervir. Um dos candidatos mais prováveis a ser esse fator comum é a volatilidade. Do ponto de vista da autoridade monetária, pode haver como objetivo de política a suavização de movimentos que de outra forma podem ser entendidos como prejudiciais à economia, como por exemplo, apreciações rápidas que tendem a afetar a competitividade da indústria ou depreciações violentas que podem gerar inflação ou problemas nos balanços das empresas endividadas em dólar.

A alta volatilidade também pode adicionar risco a estratégias dinâmicas como a utilizada neste estudo, implicando um prêmio de risco mais alto e, portanto, maior previsibilidade, o que tenderia a aumentar o retorno da regra de negociação. Essa hipótese é testada na tabela 9, onde a volatilidade é estimada através de um modelo General Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH) (1,2) e os 5%, 10% e 20% de dias com maiores volatilidades estimadas são excluídos da amostra.

TABELA 9

**Exercício de robustez**

Série	<i>N</i>	Média (%)	Desvio-padrão (%)	Valor-p ( <i>t</i> )	Sharpe
Retorno diário sem juros	1.442	0,0518	1,034	0,0572	0,7953
Retorno diário com juros	1.442	0,0724	1,035	0,0080	1,1104
Retorno diário sem juros (5%)	1.370	0,0447	0,835	0,0477	0,8498
Retorno diário com juros (5%)	1.370	0,0687	0,836	0,0024	1,3045
Retorno diário sem juros (10%)	1.298	0,0339	0,742	0,1002	0,7253
Retorno diário com juros (10%)	1.298	0,0600	0,744	0,0037	1,2802
Retorno diário sem juros (20%)	1.154	0,0359	0,680	0,0734	0,8381
Retorno diário com juros (20%)	1.154	0,0647	0,683	0,0013	1,5038

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Esta tabela apresenta o cálculo do retorno diário médio da regra de negociação excluindo-se as 5%, 10% e 20% maiores volatilidades estimadas através de um processo GARCH (1,2). As duas primeiras linhas mostram os resultados originais para comparação. Valor-p (*t*) se refere à probabilidade de o retorno ser igual a zero segundo o teste *t*. A última coluna mostra o Sharpe anualizado conforme calculado anteriormente.

Os resultados encontrados na tabela 9 indicam que a exclusão dos dias com maior volatilidade estimada não é determinante para o retorno da regra de negociação. Com nível de significância estatística de 10% pode-se concluir que em todos os cenários, tanto com ajuste para o diferencial de taxa de juros como sem o referido ajuste, o retorno da regra de negociação se mantém diferente de zero, o que leva à conclusão de que a volatilidade não é um fator comum atuando de forma a gerar simultaneidade entre as intervenções do BC e o retorno da regra de negociação.

#### 4 CONCLUSÃO

Apesar de a eficiência de regras de negociação baseadas em análise técnica ser contestada no meio acadêmico, principalmente após a publicação do estudo de Fama e Blume (1966), trabalhos posteriores realizados para o mercado de câmbio vêm consistentemente encontrando resultados que reforçam a utilidade dessas regras na previsão do comportamento da taxa de câmbio. LeBaron (1999) encontra retornos estatisticamente diferentes de zero para a aplicação de uma regra de negociação simples baseada em médias móveis nos mercados de câmbio de dólar americano, iene e marco alemão entre os anos de 1979 e 1992. Baseando-se na metodologia utilizada por LeBaron (1999), este estudo obteve o mesmo padrão de resultados para o mercado de câmbio brasileiro entre os anos de 2004 e 2009. A hipótese testada é de que a presença do BC no mercado como um agente relevante em termos de volume e informação e que não necessariamente tem como objetivo o ganho financeiro em suas intervenções poderia, de alguma forma, estar relacionada com previsibilidade no comportamento da taxa de câmbio. De fato, quando as intervenções oficiais são removidas da amostra testada, a lucratividade da regra de negociação se torna estatisticamente não diferente de zero. Antes de se

concluir que a atuação do BC está de alguma forma relacionada com os resultados encontrados, alguns testes de robustez foram conduzidos e a conclusão anterior foi mantida.

Como em todo estudo desse tipo, a simultaneidade é um problema presente e que não pode ser totalmente eliminado, uma vez que nunca será possível isolar o efeito de todos os fatores comuns que podem estar causando tanto a lucratividade da regra de negociação como a decisão do BC de intervir. Nesse sentido, esse trabalho procurou tratar a volatilidade, que é um dos potenciais fatores causadores de endogeneidade mais mencionados na literatura. O que se encontrou foi que, mesmo quando se excluem da amostra os dias com volatilidades estimadas mais altas, a lucratividade da regra de negociação se mantém, o que sugere que a volatilidade não é um fator comum por trás dos resultados encontrados.

Ao mesmo tempo em que o objetivo declarado do BCB de acumular reservas como um seguro contra crises certamente foi atingido, a procura das causas que estariam levando a atuação da autoridade monetária a gerar previsibilidade na taxa de câmbio, principalmente levando em conta o fato de que essa não é sua intenção declarada, se torna importante uma vez que esse fenômeno gera lucros para o setor privado. A explicação que parece mais plausível parece estar relacionada à atuação *leaning against the wind* do BC. Ao longo deste trabalho, foram encontrados indícios significativos de que o BCB tende a intervir no mercado contra uma tendência em curso da taxa de câmbio. Se esse é o caso, e essa percepção está suficientemente difundida entre os agentes privados, toda vez que o BC atua, a convicção dos especuladores em uma determinada direção da taxa de câmbio será reforçada, dado que a intervenção oficial por parte de um órgão que possui informações privilegiadas acerca do mercado de câmbio estaria sinalizando mais claramente uma tendência que ele estaria tentando suavizar. A partir da tabela 8 pode-se deduzir que os maiores retornos da regra de negociação coincidem com as maiores intervenções, o que parece ir ao encontro dessa ideia.

As conclusões apresentadas até aqui sugerem que, apesar de possuir o objetivo declarado de apenas acumular reservas sem interferir no nível e na volatilidade da taxa de câmbio, o BCB parece adotar um regime de flutuação suja da taxa de câmbio, ou seja, procura não interferir no nível da taxa de câmbio, porém tenta suavizar seus movimentos. Esse tipo de flutuação é comum na maioria dos países em que o câmbio flutuante é adotado, e a justificativa para isso está ligada ao fato de que movimentos abruptos na taxa de câmbio podem ter efeitos perversos sobre a economia. Uma forte depreciação pode elevar a inflação e prejudicar o balanço de empresas endividadas em dólar, enquanto uma apreciação rápida pode tirar a competitividade do setor exportador antes que ele possa se adequar a um nível de câmbio mais valorizado, além de deteriorar as contas externas do país. Isto posto,

parece estar aí a resposta sobre os motivos que levariam o BC a transferir recursos para o setor privado. Provavelmente em seu entender, esse custo é mais do que justificado pelos benefícios trazidos por um gerenciamento cauteloso do regime cambial e das reservas. A julgar pelos resultados obtidos até aqui em termos de indicadores macroeconômicos, a estratégia parece estar funcionando.

## ABSTRACT

Using the average of the daily returns generated by a simple trading rule, this paper analyzes whether Central Bank foreign exchange interventions introduce any kind of predictability in the foreign exchange market. The results indicate that when periods with foreign exchange intervention are included in the sample the returns of the strategy are positive and statistically significant. Yet, when the days where official interventions took place are removed from the sample, the returns fall and are not statistically different from zero anymore. The results suggest that the official interventions do introduce predictability in the foreign exchange market that can be identified by a simple trading rule.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. D. P. de. **Suavizando movimentos da taxa de câmbio ou adicionando volatilidade? Um estudo empírico sobre intervenções do Banco Central no mercado de câmbio.** Rio de Janeiro, 2004. 67 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), Rio de Janeiro, 2004.

DISYATAT, P.; GALATI, G. The effectiveness of foreign exchange intervention in emerging market countries: evidence from the Czech koruna. **Journal of International Money and Finance**, v. 26, p. 383-402, 2007.

DOOLEY, M.; SHAFER, J. Analysis of short-run exchange rate behavior: march 1973 to november 1981. In: BIGMAN, D.; TAYA, T. (Ed.). **Exchange rate and trade instability: causes, consequences, and remedies.** Cambridge, MA: Ballinger, 1983. p. 43-72.

EDISON, H.; CASHIN, P.; LIANG, H. **Foreign Exchange intervention and the Australian dollar: has it mattered? 2003** (IMF Working Paper, n. 0399). Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp0399.pdf>> Acessado em: 17 mai. 2010.

ÉGERT, B. **Central Bank interventions, communication and interest rate policy in emerging European economies.** 2006 (CESifo Working Paper, n. 1869). Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=956255>> Acessado em: 17 mai. 2010.

FAMA, E.; BLUME, M. Filter rules and stock-market trading. **The Journal of Business**, v. 39, n. 1, p. 226-241, Jan. 1966.

FATUM, R.; HUTCHISON, M. Is sterilized foreign exchange intervention effective after all? An event study approach. **The Economic Journal**, v. 113, n. 487, p. 390-411, Apr. 2003.

\_\_\_\_\_. **Evaluating foreign exchange market intervention: self selection, counterfactuals and average treatment effects.** 2009. Working paper forthcoming in the Journal of International Money and Finance.

GUIMARÃES, R. F.; KARACADAG, C. **The empirics of foreign exchange intervention in emerging market countries**: the cases of Mexico and Turkey. 2004 (IMF Working Paper, n. 04/123). Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04123.pdf>> Acessado em: 17 mai. 2010.

KEARNS, J.; RIGOBON, R. **Identifying the efficacy of Central Bank interventions**: the Australian case. 2002 (NBER Working Paper, n. 9062). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w9062>> Acessado em: 17 mai. 2010.

LEBARON, B. Technical trading rule profitability and foreign exchange intervention. **Journal of International Economics**, v. 49, p. 125-143, 1999.

NOVAES, W.; OLIVEIRA, F. N. de. **Intervenção no mercado cambial**: eficácia de derivativos e de outros instrumentos. 2005. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/eventos/seminarios/pesquisa/intervencao\\_no\\_mercado\\_cambial\\_eficacia\\_de\\_derivativos\\_e\\_de\\_outros\\_instrumentos.pdf](http://www.ie.ufrj.br/eventos/seminarios/pesquisa/intervencao_no_mercado_cambial_eficacia_de_derivativos_e_de_outros_instrumentos.pdf)> Acessado em: 17 mai. 2010.

OLIVEIRA, F.; PLAGA, A. **Uma análise da eficácia das intervenções do Banco Central sobre a volatilidade condicional da taxa de câmbio nominal**. 2008. Disponível em: <<http://virtualbibfgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE08/>> Acessado em: 7 jul. 2010.

PEREIRA, F. C. G. R. **Impacto da intervenção do Banco Central sobre o nível e a volatilidade do câmbio**: um estudo não paramétrico para o caso brasileiro. São Paulo, 2010. 47 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia e Finanças) – Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, 2010.

(Originais submetidos em agosto de 2010. Última versão recebida em dezembro de 2010. Aprovado em dezembro de 2010).