

Santos, Francisco Eduardo de Luna Almeida; Garcia, Márcio Gomes Pinto;
Medeiros, Marcelo Cunha

Working Paper

Price discovery no mercado de câmbio Brasileiro: O preço é formado no mercado à vista ou futuro?

Texto para Discussão, No. 1976

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Santos, Francisco Eduardo de Luna Almeida; Garcia, Márcio Gomes Pinto; Medeiros, Marcelo Cunha (2014) : Price discovery no mercado de câmbio Brasileiro: O preço é formado no mercado à vista ou futuro?, Texto para Discussão, No. 1976, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121622>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

1976

TEXTO PARA DISCUSSÃO

***PRICE DISCOVERY* NO MERCADO
DE CÂMBIO BRASILEIRO: O PREÇO É
FORMADO NO MERCADO À
VISTA OU FUTURO?**

**Francisco Eduardo de Luna Almeida Santos
Márcio Gomes Pinto Garcia
Marcelo Cunha Medeiros**

The logo for IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) features the word "ipea" in a lowercase, white, sans-serif font. A bright yellow-green swoosh underline is positioned beneath the letters, starting under the 'i' and ending under the 'a'.

PRICE DISCOVERY NO MERCADO DE CÂMBIO BRASILEIRO: O PREÇO É FORMADO NO MERCADO À VISTA OU FUTURO?*

Francisco Eduardo de Luna Almeida Santos**

Márcio Gomes Pinto Garcia***

Marcelo Cunha Medeiros****

* Os autores agradecem a Marcelo Fernandes, Alan De Genaro, Marco Cavalcanti e Tiago Berriel pelos valiosos comentários.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea. *E-mail:* francisco.santos@ipea.gov.br.

*** Professor associado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Cátedra Vinci, no Departamento de Economia. *E-mail:* mgarcia@econ.puc-rio.br.

**** Professor associado da PUC-Rio no Departamento de Economia. *E-mail:* mcm@econ.puc-rio.br.

Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Marcelo Côrtes Neri



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Sergei Suarez Dillon Soares

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais, Substituto

Carlos Henrique Leite Corseuil

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

Chefe de Gabinete

Bernardo Abreu de Medeiros

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2014

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 ESTRUTURA DO MERCADO DE CÂMBIO NO BRASIL..... | 10 |
| 3 BASE DE DADOS..... | 13 |
| 4 METODOLOGIA..... | 17 |
| 5 RESULTADOS..... | 24 |
| 6 MEDIDAS DE <i>PRICE DISCOVERY</i> EM SUBAMOSTRAS..... | 30 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 34 |
| REFERÊNCIAS..... | 36 |
| APÊNDICES..... | 38 |

SINOPSE

Este estudo tem como objetivo analisar a descoberta de preços no mercado cambial brasileiro e indicar qual dos mercados (à vista ou futuro) se ajusta mais rapidamente à chegada de novas informações. Utilizando-se dados em alta frequência entre janeiro de 2008 e junho de 2013, estimaram-se as seguintes medidas de descoberta de preços: *Information Share* (IS), *Component Share* (CS) e *Price Discovery Efficiency Loss* (PDEL). Concluiu-se que o mercado futuro domina a descoberta de preços, uma vez que responde por 66,2% da variação do preço comum e por 97,4% de sua composição. A medida dinâmica indica que o mercado futuro também é o mais eficiente, haja vista que, quando os mercados estão sujeitos a um choque unitário no preço comum, ele atinge o equilíbrio de forma mais rápida. Quando se divide a amostra por semestre, os valores de *price discovery* confirmam a dominância do mercado futuro em todas as subamostras. Desequilíbrios entre oferta e demanda no mercado à vista, intervenções do Banco Central do Brasil (BCB) e pressão de investidores institucionais externos no mercado futuro são potenciais fatores explicativos para as variações das medidas de *price discovery* entre semestres.

Palavras-chave: descoberta de preços; dados em alta frequência; mercado cambial.

ABSTRACT

This study aims to analyze price discovery in the foreign exchange market in Brazil and indicate which market (spot or futures) adjusts more quickly to the arrival of new information. Using high frequency data from January/2008 to June/2013, we estimate the following price discovery metrics: Information Share (IS), Component Share (CS) and Price Discovery Efficiency Loss (PDEL). We find that futures market dominates price discovery since it responds for 66.2% of the variation in the fundamental price shock and for 97.4% of the fundamental price composition. In a dynamic perspective, futures market is also more efficient since, when markets are subjected to a shock in the fundamental price, it is faster to recover to equilibrium. We also investigated whether results are robust to sub-samples. When we break in sub-samples by semester, price discovery figures confirm futures dominance in all sub-samples. Spot market offer-demand disequilibrium, central bank interventions and external institutional investors' pressure in the futures market emerge as potential explanatory factors to the variation in price discovery metrics between semesters.

Keywords: price discovery; high frequency data; foreign exchange market.

1 INTRODUÇÃO

Os mercados financeiros emergentes têm atraído considerável atenção de investidores internacionais, como pode ser inferido pelo crescente fluxo de capital recebido por Brasil, China, Índia e Rússia na última década. Todavia, eles partilham características comuns que tornam crucial a compreensão de sua operação. A não convertibilidade de sua moeda local impõe um risco direto aos investidores no que diz respeito à habilidade de transformar ativos domésticos na moeda pretendida. Igualmente importante é o risco de mercado associado a variações anormais de preço, consequência da importante influência da economia externa e da volatilidade dos fluxos externos de curto prazo.

O Brasil, em particular, tem uma longa história de crises cambiais que causaram diferentes graus de controle de capitais ao longo das últimas décadas. Essas medidas deram suporte a decisões políticas que criaram numerosas restrições nas operações à vista, ensejando o surgimento de estruturas atípicas em seu mercado cambial, em que, contrariamente às práticas usuais, os mercados futuros concentram a maior parte da liquidez. Durante o período compreendido pela base de dados deste estudo (2008 a 2013), ele sofreu vários graus de intervenção e controle de capitais, e sua moeda, o real, viveu períodos de apreciação e depreciação.

A expansão de plataformas de negociação é uma tendência institucional que pode promover eficiência e melhorar a difusão da informação. Ela pode, também, diminuir os custos das transações devido à competição por custos mais baixos, numa tentativa de atrair investidores. Uma pergunta que naturalmente é levantada quando um ativo é transacionado em vários mercados é em qual destes uma nova informação é incorporada mais rapidamente. Quando aplicada ao mercado cambial brasileiro, essa preocupação atrai um interesse singular no qual será possível não somente determinar o mercado dominante (à vista ou futuro), mas também discutir o papel das instituições no processo de descoberta de preços, ou *price discovery*. O objetivo deste estudo é indicar onde ele se ajusta mais rapidamente à chegada de novas informações e fornecer uma medida de eficiência que considere a resposta dinâmica de cada mercado a um novo equilíbrio. Além disso, instabilidades institucionais e de mercado implicam uma análise de subperíodos para verificar possíveis diferenças nos resultados.

A literatura de *price discovery* aproveita-se do fato de que os preços estão ligados por arbitragem para construir um preço comum ou fundamental. A procura por um preço de equilíbrio não é recente e remonta a Schreiber e Schwartz (1986), mas ganhou bastante destaque com a disponibilidade de dados em alta frequência e o desenvolvimento de uma medida direta de *price discovery* em Hasbrouck (1995), o *Information Share* (IS), que mede a contribuição relativa de cada mercado à variância do preço comum. Sob o mesmo arcabouço, observa-se também a proposta do *Component Share* (CS), baseada na decomposição de uma série em componentes transitórios e permanentes, fundamentada em Gonzalo e Granger (1995). Há duas importantes desvantagens nas medidas citadas. Antes de tudo, elas são baseadas em representações na forma reduzida. Além disso, elas são estáticas por natureza. Ambas as preocupações são *mencionadas* no modelo estrutural de Yan e Zivot (2007), que propuseram uma medida dinâmica estrutural que avalia a eficiência relativa de mercado.

O uso de medidas de *price discovery* foi inicialmente conduzido pelo esforço em examinar liderança de formação de preços em mercados fragmentados. Hasbrouck (1995, 2003) comparou valores de IS com ativos negociados domesticamente em mercados americanos, enquanto Grammig, Melvin e Schlag (2005) estudaram três ações alemãs negociadas em mercados dos Estados Unidos e da Alemanha e verificaram que a descoberta de preços acontecia no mercado doméstico. Caporale e Girardi (2013) também demonstraram um papel especial do mercado doméstico num ambiente altamente fragmentado, o de *eurobonds*. Por sua vez, Fernandes e Scherrer (2011) encontraram evidências do domínio do mercado internacional comparando preços da Vale e da Petrobras, as principais companhias brasileiras do mercado de ações.

Embora tenha sido assunto de vários estudos na literatura, a liderança entre mercados cambiais futuro e à vista é, até certo ponto, incerta. Enquanto Cabrera, Wang e Yang (2009) mostraram que o mercado à vista lidera para o euro/dólar e iene/dólar, Rosenberg e Traub (2009) estabeleceram que o mercado à vista não mantém a liderança em todos os períodos no mercado norte-americano. Chen e Gau (2010) compararam medidas de IS em subamostras e concluíram que o mercado futuro ganha importância em torno de anúncios macroeconômicos sobre o euro/dólar e iene/dólar. Com relação aos mercados emergentes, De Boyrie, Pavlova e Parhizgari (2012) analisaram o real brasileiro, o rublo russo e o rand sul-africano usando dados diários. Enquanto na Rússia o mercado à vista domina e no Brasil o domínio é do mercado futuro, os resultados

foram inconclusivos na África do Sul. No Brasil, há evidências adicionais a respeito da supremacia do mercado futuro. Garcia e Urban (2005) explicaram a precedência temporal dos preços no mercado futuro de câmbio por intermédio dos testes de casualidade de Granger. Mais tarde, Ventura e Garcia (2012) chegaram à mesma conclusão comparando o conteúdo informacional dos fluxos de ordem de cada mercado e as respectivas velocidades de ajustamento das séries cointegradas.

Estudos mais recentes também analisaram a relação entre mercados derivativos. Schultz e Swieringa (2013), por exemplo, mostraram que o mercado futuro de gás natural da Inglaterra é a plataforma de negociação que concentra a descoberta de preços quando comparado aos locais de negociação física do produto. Por sua vez, Muravyev, Pearson e Broussard (2013) não encontraram evidência de que o mercado de opções norte-americano contribui para a descoberta de preços para 39 ações norte-americanas entre abril de 2003 e outubro de 2006.

A contribuição deste estudo para a literatura é dupla. Em primeiro lugar, avaliam-se as eventuais mudanças na descoberta de preços em subamostras. Será possível explorar os resultados com respeito a indicadores financeiros e medidas de política cambial. Em segundo, ele aplica também a metodologia a um país emergente com ambiente de mercado de câmbio altamente regulado. Observa-se, também, que uma investigação do mercado cambial brasileiro que aplica a metodologia de *price discovery* combinada com dados de alta frequência ainda não foi feita.

O estudo utiliza duas bases de dados de alta frequência, contendo preços dos mercados à vista e futuro entre janeiro de 2008 e junho de 2013. A base do mercado à vista foi fornecida pela Bloomberg, enquanto a do mercado futuro, pela Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBovespa), sendo que ambos os preços estão disponíveis a cada intervalo de cinco minutos.

Os resultados indicam que o mercado futuro domina a descoberta de preços no mercado de câmbio brasileiro. Ele responde por 66,2% da variação do preço comum e por 97,4% de sua composição. A medida dinâmica aponta que o mercado futuro também é o mais eficiente, haja vista que, quando os mercados estão sujeitos a um choque unitário no preço comum, ele atinge o equilíbrio de forma mais rápida. Liquidez e transparência são fatores que podem explicar os resultados citados. De fato, as restrições às transações

no mercado à vista inibem operações de investidores de alta frequência, aos quais há uma literatura recente que atribui um importante papel na eficiência de mercado (Brogaard, Riordan e Hendershott, 2012; Hasbrouck e Saar, 2013).

Este trabalho é estruturado da seguinte forma. Na seção 2, as principais características do mercado cambial brasileiro são apresentadas. Em seguida, documentam-se as fontes de dados e discutem-se suas potenciais limitações. A seção 4 apresenta o arcabouço empírico e as medidas de *price discovery* que serão usadas no estudo. Nas seções 5 e 6, os resultados para a amostra total e as subamostras são debatidos, respectivamente. Na seção 7, apresentam-se as considerações finais.

2 ESTRUTURA DO MERCADO DE CÂMBIO NO BRASIL

O Banco Central do Brasil (BCB) executa a política cambial estabelecida pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), que é composto pelo presidente do BCB e pelos ministros da Fazenda e do Planejamento. Ele detém total autoridade na determinação das instituições que podem participar diretamente do mercado cambial e desempenha, também, o papel de regulador do mercado. Desde 1999, o Brasil adota um regime de flutuação administrada para o câmbio em que o BCB intervém para evitar excessiva volatilidade e construir reservas internacionais.

O mercado à vista se refere aos contratos de câmbio com período de liquidação financeira até dois dias e é dividido em dois principais segmentos: primário e secundário. Em ambos os casos, as operações devem ser registradas no Sistema de Informações do Banco Central (Sisbacen). É no mercado primário que as transações do balanço de pagamentos ocorrem entre agentes residentes e não residentes, incluindo o setor público, com instituições financeiras autorizadas agindo como intermediárias.

Como as transações no mercado primário naturalmente afetam o saldo de moeda estrangeira das instituições financeiras, recorre-se ao mercado secundário, também chamado mercado interbancário, para restaurar o equilíbrio e reduzir riscos. No mercado interbancário, as transações são, na maioria das vezes, denominadas em dólar como a moeda estrangeira e aproximadamente 95% de suas transações são fechadas com o auxílio da Câmara de Compensação de Câmbio da BM&FBovespa, o que representa

um importante avanço em termos de gerenciamento de risco. Em 2011, existiam 189 instituições autorizadas a operar no mercado de câmbio, sendo 97 destas bancos múltiplos ou comerciais. Aproximadamente vinte bancos concentravam 80% do volume total em ambos os segmentos do mercado à vista.

No mercado interbancário à vista, as transações podem ocorrer entre bancos, através de intermediários ou na Roda de Dólar Pronto, introduzido pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) em fevereiro de 2006, numa tentativa de aumentar a transparência no mercado cambial. Em que pese esses esforços, fica claro, conforme a tabela 1, que a Roda de Dólar Pronto está perdendo sua importância relativa com o tempo, reforçando o caráter descentralizado do mercado interbancário. A fragmentação não é uma fraqueza em si, uma vez que pode ser um importante condutor de ganhos de eficiência através da concorrência entre corretores. Mas a fragmentação não deve acontecer à custa da transparência, como parece ser o caso. Transações eletrônicas desempenham um importante papel, representando aproximadamente 40% do total do mercado interbancário mundial, de acordo com Survey on Foreign Exchanges Market, realizado pelo Banco de Compensações Internacionais (BIS, 2010) em sua pesquisa trienal sobre mercados de câmbio globais. Em países como a Alemanha e a Suíça, sistemas eletrônicos de negociação têm uma participação de 67% e 58%, respectivamente, do total das transações interbancárias.

O mercado de derivativos, no entanto, realiza operações de longo prazo destinadas a transferir risco entre investidores. Se, por um lado, os contratos a termo são negociados no mercado de balcão, por outro, os contratos futuros são altamente padronizados e sujeitos à avaliação instantânea da Câmara de Compensação de Câmbio da BM&FBovespa, plataforma em que são negociados. Os negócios são facilitados pelo uso de contratos idênticos e exigências de margem e riscos de contraparte são reduzidos pela apuração líquida das posições compradas e vendidas.

Como as operações são denominadas em dólar e o pagamento é feito em moeda nacional, elas não são tão limitadas como no mercado à vista, incluindo também instituições não financeiras, investidores estrangeiros e pessoas físicas. O acesso a diferentes participantes reverte em mais liquidez e *spreads* mais baixos, o que faz o impacto das transações menos pronunciado no mercado futuro do que no à vista. O resultado é um maior volume de negócios e liquidez do mercado que potencialmente melhora a

transmissão de informações relevantes para os preços de mercado. De acordo com a tabela 1, de 2007 a 2012, a proporção de negócios no mercado futuro relativa ao mercado interbancário aumentou de cinco para nove.

TABELA 1
Volume total por mercado cambial (2007-2012)
(Em US\$ bilhões)

| | Mercado à vista interbancário | | Mercado futuro |
|------|-------------------------------|-------|----------------|
| | Roda de Dólar Pronto | Total | |
| 2007 | 123.4 (15,0%) | 822.1 | 4.235.2 |
| 2008 | 122.5 (16,8%) | 730.5 | 4.370.0 |
| 2009 | 152.4 (26,1%) | 582.9 | 3.338.8 |
| 2010 | 57.4 (8,6%) | 668.4 | 4.122.7 |
| 2011 | 66.6 (13,0%) | 512.4 | 4.308.4 |
| 2012 | 28.7 (6,1%) | 467.5 | 4.202.5 |

Fonte: BCB e BM&FBovespa.

Obs.: entre parênteses, a parcela da Roda de Dólar Pronto em relação ao total do mercado interbancário.

Entretanto, no Brasil, o mercado futuro assume um papel bem mais amplo, mais do que foi projetado para ele. Devido a restrições regulatórias, algumas operações que deveriam ser feitas no mercado à vista são sinteticamente reproduzidas no mercado futuro, como Garcia e Urban (2005) amplamente descreveram. Os agentes usam o mercado futuro para sintetizar transações típicas do mercado à vista. Portanto, o mercado futuro de câmbio assume uma função muito maior do que teoricamente foi desenhada. A evidência torna-se clara quando se observa que ele concentra acima de 90% de seu volume no primeiro mês de vencimento do contrato. Levando isso em consideração, é justo dizer que o mercado cambial brasileiro tem uma configuração incomum, em oposição aos mercados centrais de moeda estrangeira, nos quais o mercado à vista concentra liquidez e o mercado futuro preserva o seu papel de transações de longo prazo.

O consenso entre os especialistas de mercado aponta que o preço do câmbio é formado no mercado mais líquido (futuro) e transmitido via arbitragem para o mercado à vista ao longo do dia, por meio de uma série de operações, como as descritas por Garcia e Urban (2005). Quando um banco precisa proteger uma posição originada no

mercado primário, ele pode (e geralmente prefere) recorrer ao mercado futuro. Assim sendo, as informações privadas implícitas no fluxo de ordem do mercado primário são direcionadas ao mercado futuro. No entanto, ainda que essa operação seja mais fácil de ser realizada, o investidor incorre em risco de taxa de juros e, por essa razão, a posição é transferida ao longo do dia para o mercado à vista. A demanda constante por esse tipo de operação de transferência motivou a criação de um mercado específico, o *casado*, que é um contrato transacionado no mercado de balcão e cujo objeto de negociação é o prêmio instantâneo entre os contratos futuro e à vista. Outros estudos técnicos, como o de Ventura e Garcia (2012), atestam que há uma relação de precedência temporal e o preço é, de fato, formado no mercado futuro.

3 BASE DE DADOS

A base deste estudo constitui-se de dados igualmente espaçados dos mercados futuro e à vista entre janeiro de 2008 e junho de 2013, totalizando 1.346 dias úteis. Quanto ao mercado futuro, pode-se dizer que todo o mercado é contemplado, uma vez que todas as transações relevantes são necessariamente feitas na BM&FBovespa, fonte de dados deste trabalho, com o apoio de sua câmara de compensação. Entretanto, as transações no mercado à vista fornecidas pela Roda de Dólar Pronto correspondem a não mais do que 10% do total do mercado interbancário no período da amostragem. De fato, a descentralização do mercado à vista de moeda estrangeira é um desafio em termos de coleta de dados, mas Bloomberg fornece uma boa indicação, chamada Bloomberg BGN, calculada como uma média de preços incluindo tanto preços indicativos como os executados originados de várias fontes.

Hasbrouck (1995) propõe usar a mais alta frequência possível de modo a reduzir a correlação entre resíduos do modelo vetorial de correção de erros – vector error correction model (VECM). É razoável, portanto, considerar uma frequência de cinco minutos, que é a mais alta à disposição para o mercado à vista, como referência e, posteriormente, reduzir a frequência para dez e trinta minutos para avaliar a robustez dos resultados.

Esse é o problema que Hasbrouck classificou como *data thinning*,¹ em que um mercado que negocia com maior frequência é forçado a seguir o padrão daqueles que o fazem com menor frequência. Sem dúvida, manipular dados de múltiplas fontes e diferentes

1. Há preços de mercado futuro para cada intervalo de minuto.

frequências de negociação requer suposições que não são inócuas na análise de *price discovery*. Especificamente, foi necessário definir intervalos de preço de acordo com o mercado menos líquido enquanto os preços futuros são mais frequentes. Como Hasbrouck (2002) assinala, para obter séries multivariadas igualmente espaçadas, os preços são ajustados² para garantir sincronia e determinados de forma contemporânea. Isso naturalmente reduz o conjunto de informação disponível como qualquer outro procedimento de censura de dados. Assim, como poderiam as medidas de *price discovery* serem enganosas quando as frequências amostrais diferem? Suponha, por exemplo, que as transações no mercado satélite ocorram somente depois que o mercado dominante se equilibra em reação à chegada de nova informação. Nesse caso, a negociação é endógena ao processo de informação e a liderança desta pode ser minimizada por conta da frequência de dados. Devido às considerações de microestrutura descritas na seção 2, não se pode desconsiderar esse potencial efeito, introduzindo, assim, um elemento de dúvida que somente será elucidado na medida em que as questões referentes à coleta e à frequência dos dados mencionados sejam solucionadas.

O mercado futuro abre às nove horas e permanece em atividade até dezoito horas (hora local) e o contrato mais líquido é sempre aquele com data de vencimento para o primeiro dia do mês seguinte. Dois dias antes do vencimento, a liquidez se move para o contrato de vencimento no mês subsequente e a coleta de dados segue esse padrão. A hora de abertura dos preços do mercado à vista é a mesma, mas o fechamento varia ao longo do período da base de dados. Como tal, a base de dados comum considerará somente os períodos nos quais ambos os mercados estão abertos, totalizando 140.153 observações a cada cinco minutos. Também, as medidas de *price discovery* adotadas aqui não incluem o retorno *overnight* são estimadas somente considerando os preços do pregão diurno.

Considerando as condições de não arbitragem, os preços nos mercados futuro e à vista compartilham uma relação que é função das taxas de juros internas e externas, conhecida como paridade coberta de taxa de juros (PCTJ). Esta condição assume que investir num ativo livre de risco nos Estados Unidos é equivalente a investir o mesmo montante no mercado brasileiro se protegendo de variações cambiais no mercado de futuros. Mas o Brasil tem, além de um histórico de *defaults*, uma moeda não conversível, o que faz com que os investimentos em moedas diferentes diverjam em termos de risco, o que explica as recorrentes violações da PCTJ. O cupom cambial é a taxa de juros em dólares para

2. Para se obterem séries a espaços regulares, supõe-se que os preços sejam iguais entre cada transação.

um investimento no Brasil e é negociado como um contrato futuro na BM&FBovespa. Levando-se em consideração o risco cambial, o cupom cambial permite a relação entre mercado futuro e à vista para tomar a seguinte forma:

$$F_t = S_t \cdot e^{(i_t - i_t^*)(T-t)} \quad (1)$$

onde F_t é o preço futuro, S_t é o preço à vista, i_t^* é o *cupom cambial*, i_t é a taxa de juros doméstica de mesma maturidade do contrato futuro e $(T - t)$, a quantidade de dias até o vencimento.³

Embora o ativo subjacente para o contrato de futuros seja o mercado à vista e, por isso, eles compartilhem um preço comum, sua relação inclui fatores que variam no tempo e são incompatíveis com uma estrutura linear de cointegração, que é o princípio por trás da abordagem “*one security, many markets*” de Hasbrouck. Portanto, antes de calcular medidas de *price discovery*, deve-se corrigir o preço futuro de acordo com a equação (1) para cada observação de cinco minutos. Em virtude da disponibilidade de dados, essa correção será feita com duas aproximações. A primeira é relacionada ao fato de que, por não se possuírem dados intradiários para ambas as taxas de juros, serão utilizados dados diários, pressupondo que o fator de correção é um pouco insensível a pequenas variações nas taxas de juros. Segundo, os valores da taxa de juros deveriam ser coletados de acordo com a estrutura a termo, observando o vencimento dos contratos de futuro. Isso é verdade para os dados futuros do cupom cambial, em que se tem uma correspondência exata com o contrato futuro. No entanto, como as taxas de juros de futuros de curto prazo são pouco líquidas, o *swap* da taxa de juros de trinta dias é a melhor escolha, uma vez que diferenças insignificantes são esperadas em termos de prêmio de risco.

A tabela 2 demonstra que, enquanto os preços futuros são, em média, superiores, a comparação entre desvios-padrão sugere um padrão mais próximo. De fato, preços futuros e à vista são altamente correlacionados em frequência diária, sendo que o primeiro é normalmente superior e converge para o segundo, numa situação descrita na literatura como *contango*. Como muitas vezes relatado em estudos de alta frequência, há alguma evidência de correlação serial negativa para baixas defasagens para ambas as séries intradiárias de retornos, provavelmente devido a efeitos de microestrutura, mas nenhuma correlação significativa foi encontrada para altas defasagens.

3. O cupom cambial é expresso em dias-calendário, enquanto as taxas de juros domésticas, em dias úteis.

TABELA 2

Estatísticas descritivas para os preços futuro e à vista entre janeiro de 2008 e junho de 2013

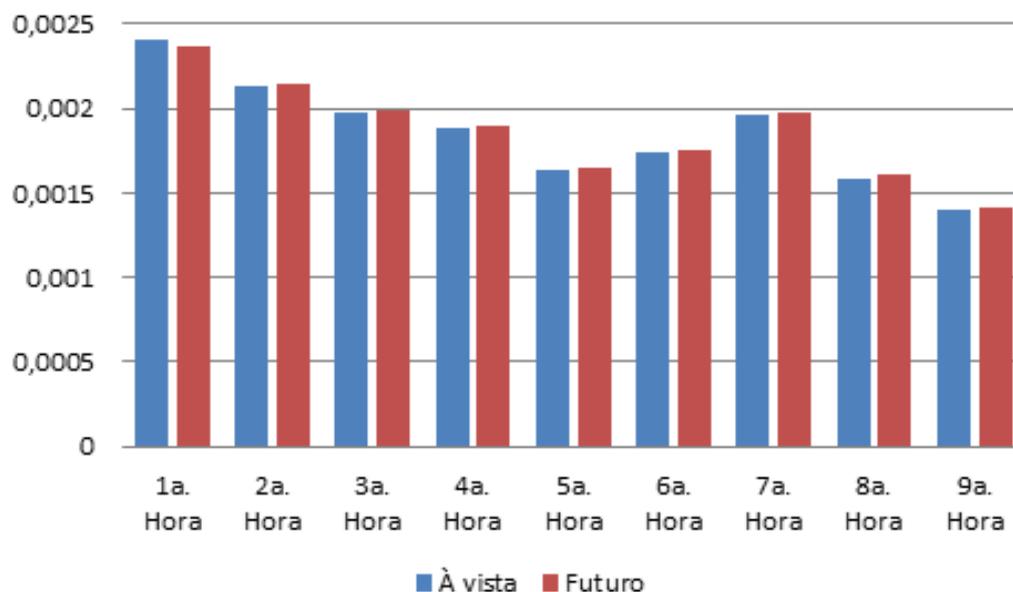
| | À vista | Futuro |
|--|---------|--------|
| Média de preços de cinco minutos | 1.865 | 1.871 |
| Desvio-padrão diário dos preços de cinco minutos | 0.0064 | 0.0065 |
| Correlação de primeira ordem dos retornos de cinco minutos | -0.015 | -0.025 |

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Do gráfico 1, fica claro que ambas as séries de retorno mostram padrões de volatilidade intradiários similares. Na primeira hora de negociação, a volatilidade alcança seu pico e decresce lentamente até a quinta hora de negociação, que corresponde ao fim da hora do almoço no Brasil. Nas duas horas seguintes, ela aumenta possivelmente ligada ao ciclo de atividade do mercado nos centros financeiros dos Estados Unidos e, finalmente, há uma nova redução de volatilidade no final do dia.

GRÁFICO 1

Média diária do desvio-padrão dos preços a cada cinco minutos por hora de negociação

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

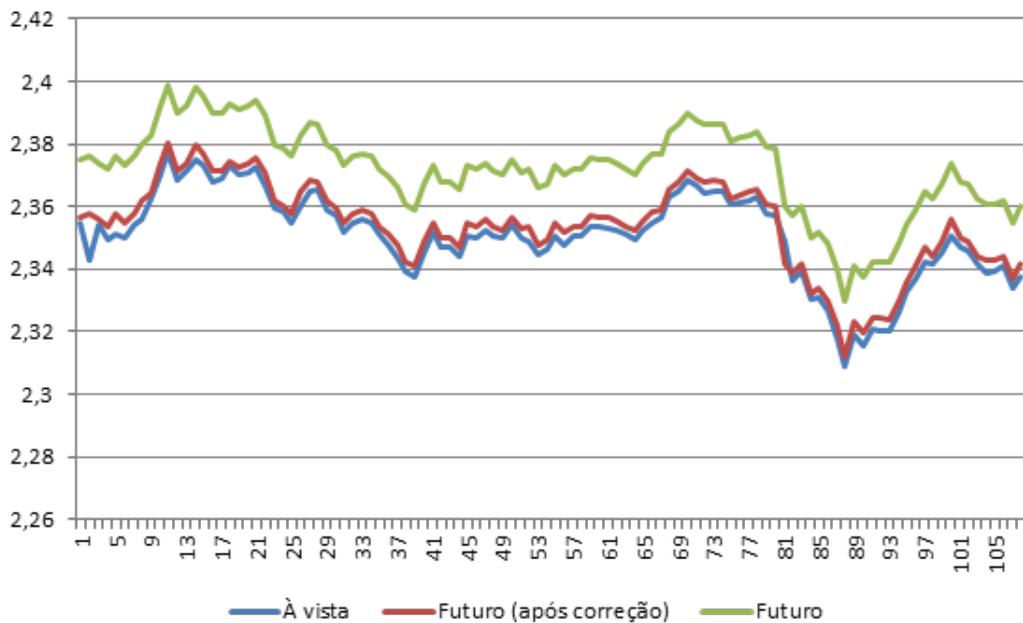
Elaboração dos autores.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

Discutiram-se fatores que afetam a microestrutura de cada mercado, que resultam não só em profundas diferenças em termos de liquidez, mas também podem afetar a relativa eficiência dos mercados. De fato, o movimento conjunto ainda persiste quando se aumenta a frequência de amostragem, mas divergências de preços podem estar presentes em alguns momentos, dependendo da velocidade de ajustamento de cada mercado a novas informações, como demonstra o gráfico 2.

GRÁFICO 2

Preços dos mercados futuro e à vista do dia 1º de dezembro de 2008, na frequência de cinco minutos



Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

4 METODOLOGIA

Toda a literatura relacionada aos modelos de *price discovery* compartilha de um princípio comum: a identificação de um preço eficiente ou fundamental, comum a todos os mercados em que o ativo é transacionado. De acordo com esse princípio, os preços para um mesmo ativo podem divergir no curto prazo devido a fricções de mercado, porém

estão conectados a um valor fundamental para o qual convergirão no longo prazo. Considere um único ativo que é transacionado em dois mercados e os preços dados pelo vetor (p_{1t}, p_{2t}) . Como o ativo-objeto é idêntico, os mercados compartilham de um preço fundamental m_t que, por hipótese, segue um processo de passeio aleatório, como a seguir:

$$\begin{aligned}m_t &= \lim_{\tau \rightarrow \infty} E[p_{i,t+\tau} / I_t] \\ \mu_t &= m_t - m_{t-1} \\ E[\mu_t] &= E[\mu_t \cdot \mu_s] = 0, \forall s \neq t\end{aligned}\tag{2}$$

onde I_t indica o conjunto informacional disponível no tempo t e o índice i se refere a cada mercado.

Assumiu-se que as diferenças de preços são transitórias e covariância-estacionário e se originam dos erros de microestrutura consolidados na variável s_{it} . Portanto, os preços são definidos como a soma de um componente permanente e um transitório, como sugerido por Stock e Watson (1988) em sua representação de processos estocásticos não estacionários:

$$p_t = \begin{pmatrix} p_{1t} \\ p_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_t \\ m_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} s_{1t} \\ s_{2t} \end{pmatrix}\tag{3}$$

$$E\left(\lim_{\tau \rightarrow \infty} (s_{i,t+\tau} / I_t)\right) = 0$$

Partindo-se das hipóteses apresentadas, os preços são $I(1)$ e existe uma representação Vector Moving-Average (VMA), como descrita a seguir:

$$\Delta p_t = \Psi(L)e_t\tag{4}$$

onde $p_t = (p_{1t}, p_{2t})$ é um vetor-coluna 2×1 de preços e Δp_t , sua primeira diferença.

Apesar de os preços serem não estacionários, sua primeira diferença, ou seja, $\beta = (1; -1)$ é um vetor de integração. Definindo $\Psi(1)$ como a soma de todos os coeficientes

VMA ou matriz de impacto de longo prazo, o valor de β implica não só que $\beta' \Psi(1) = 0$, mas também que as linhas de $\Psi(1)$ sejam idênticas. Denotando Ψ como a linha comum, a aplicação da decomposição de Beveridge e Nelson (BN) resulta na seguinte representação dos preços:

$$\Psi(L) = \Psi(1) + (1 - L)\Psi^*(L)$$

$$p_t = p_0 + \psi \left(\sum_{s=1}^t e_s \right) l + \Psi^*(L)e_t \quad (5)$$

O primeiro termo é o vetor de valores iniciais que representam as diferenças não estocásticas entre preços (*spread* médio, por exemplo). O segundo termo é o preço eficiente ou fundamental que se quer estimar e o último termo diz respeito aos resíduos com média zero, equivalentes a m_t e s_{it} na equação (3).

De (5), a linha comum ψ é um vetor 1x2 que pode ser interpretado como a proporção do choque contemporâneo de cada mercado que é incorporada ao preço eficiente. Recuperou-se o valor de ψ utilizando o procedimento de programação dinâmica proposto por Hamilton (1994), com o qual será possível identificar os parâmetros VMA (4) a partir da estimação do modelo VECM a seguir:

$$\Delta p_t = \alpha(p_{1,t-1} - \beta \cdot p_{2,t-1} + c) + \Gamma_1 \Delta p_{t-1} + \Gamma_2 \Delta p_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta p_{t-k+1} + e_t \quad (6)$$

Esse é o conceito básico que orienta as medidas de *price discovery* da forma reduzida e, a partir de agora, serão abordadas as particularidades de cada uma delas. De acordo com Hasbrouck (1995), o termo ψe_t é a inovação do preço eficiente cuja variância é dada por $\psi \Omega \psi'$, onde Ω é a covariância dos resíduos e_t . A partir dessas definições, o autor definiu a medida *IS*, que pode ser escrita da forma a seguir:

$$IS_i = \frac{\psi_i^2 \Omega_{ii}}{\psi \Omega \psi'} \quad (7)$$

IS indica a proporção da variância do preço eficiente que é explicada por cada mercado e, por conseguinte, pode ser utilizada para determinar qual deles se move primeiro no processo de *price discovery*. No entanto, por ser uma medida contemporânea, *IS* não mede o impacto total nos preços. Vale ressaltar, também, que sua interpretação é baseada

no fato de que os resíduos VMA não são correlacionados. Quando essa hipótese falha, Hasbrouck propõe que o sistema seja calculado via decomposição de Choleski sob diferentes hierarquias, cujo efeito é maximizar o conteúdo informacional do mercado que está no topo da hierarquia. No caso particular de dois mercados, podem-se estabelecer limites inferiores e superiores para as medidas de IS ou defini-las como a média dos valores para cada hierarquia, como a seguir:

$$IS_i = \frac{\frac{([\psi F_1]_i)^2}{(\psi \Omega \psi')} + \frac{([\psi F_2]_i)^2}{(\psi \Omega \psi')}}{2} \quad (8)$$

onde F_j é a decomposição de Choleski da matriz de covariância dos resíduos para cada hierarquia j tal que $e_t = F_j z_t$, onde z_t é um vetor com média zero e variância unitária.

A desvantagem desse procedimento é que, quando os resíduos são muito correlacionados, a distância entre os limites inferior e superior pode ser grande, como descrito por Grammig e Peter (2010). Uma medida alternativa foi proposta por Fernandes e Scherrer (2011), baseada na decomposição espectral de Ω que pode ser aplicada quando os resíduos são altamente correlacionados. Como os resíduos são ortogonais no espaço dos autovetores, uma medida única de IS pode ser extraída da equação (9):

$$IS_i = \frac{([\psi S]_i)^2}{(\psi \Omega \psi')} \quad (9)$$

onde $S = V \Lambda^{1/2} V'$, sendo que V é a matriz composta pelos autovetores de Ω em colunas e Λ a matriz diagonal composta por seus autovalores.

A base teórica para a medida de *price discovery* chamada CS tem origem no trabalho de Gonzalo e Granger (1995), que propuseram a decomposição de séries cointegradas em componentes permanentes e transitórios. Segundo os autores, o componente permanente deve ser calculado considerando duas propriedades: *i*) uma combinação linear dos preços contemporâneos de cada mercado; e *ii*) componentes transitórios não Granger causam o componente permanente no longo prazo. Essas hipóteses ajudam a identificar os pesos da combinação linear do componente permanente como uma função das velocidades de ajustamento do modelo VECM. Mais recentemente, Baillie *et al.* (2002) e De Jong (2002)

associaram os pesos com a matriz de impacto de longo prazo $\Psi(1)$. Se for considerado um ativo negociado em dois mercados (i, j) , a medida CS é definida como:

$$CS_i = \frac{\alpha_{\perp,i}}{\alpha_{\perp,i} + \alpha_{\perp,j}}, \text{ ou de forma equivalente, } CS_i = \frac{\Psi_i}{\Psi_j + \Psi_i} \quad (10)$$

onde (Ψ_i, Ψ_j) se refere ao coeficiente de longo prazo de cada mercado derivado da matriz $\Psi(1)$ e o vetor $(\alpha_{\perp,i}, \alpha_{\perp,j})$ é ortogonal ao vetor α , que representa a velocidade de ajuste do VECM de cada mercado.

Para um dado mercado, um valor baixo de α indica que este é pouco sensível aos desvios em relação ao equilíbrio, dados por: $\beta(p_{i,(t-1)} - p_{j,(t-1)})$. Como a quantidade $\frac{\alpha_{\perp,i}}{\alpha_{\perp,i} + \alpha_{\perp,j}}$ é igual ao peso de cada mercado no cálculo do preço permanente, pode-se afirmar que valores baixos de α implicam maior participação na composição o preço permanente. Note-se que a diferença entre as medidas IS e CS reside no uso diferencial da matriz $\Psi(1)$, que é aplicada aos resíduos, no caso do IS, e aplicada aos preços, no caso do CS. Resultados baseados em simulações de diferentes estudos – Hasbrouck (2002), Lehmann (2002) e Baillie *et al.* (2002) – mostram que IS e CS são compatíveis em diversas situações. No entanto, a decomposição de Gonzalo-Granger apresenta duas características indesejadas, que estão por trás das críticas de Hasbrouck (2002) à medida CS e, potencialmente, justificam eventuais divergências em resultados e interpretações. Primeiro, não gera um preço permanente que segue necessariamente um processo não estacionário I(1). Segundo, os componentes transitórios são correlacionados.

Tanto IS quanto CS partem de um modelo descrito na forma reduzida. Baseando-se no modelo VECM (6), Yan e Zivot (2010) descrevem um modelo estrutural chamado Structural Moving Average (SMA) que é capaz de fornecer uma medida de eficiência relativa. Os autores assumem que o vetor de preços em primeira diferença tem uma representação SMA em que os choques estruturais $\eta_t = (\eta_t^p, \eta_t^f)$ não são correlacionados serial e mutuamente.

$$\Delta p_t = D(L)\eta_t \quad (11)$$

onde os índices (p, t) dizem respeito aos choques permanente e transitório. O impacto dos choques estruturais de cada mercado é dado pelos polinômios $d_i(L)$ na forma:

$$\begin{pmatrix} \Delta p_{1,t} \\ \Delta p_{2,t} \end{pmatrix} = (D_p(L) \quad D_t(L)) \begin{pmatrix} \eta_t^p \\ \eta_t^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1^p(L) & d_1^t(L) \\ d_2^p(L) & d_2^t(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_t^p \\ \eta_t^t \end{pmatrix} \quad (12)$$

A inovação permanente será aquela que carrega novas informações e, por construção, imporá um efeito unitário sobre os preços de mercado. O oposto é verdade quando se trata da inovação transitória, ou seja, o efeito no longo prazo será nulo. Então, as características de longo prazo dos choques auxiliam na identificação do sistema estrutural e podem ser formalizadas da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial E_t[p_{t+k}]}{\partial \eta_t^p} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{l=0}^k \frac{\partial E_t[\Delta p_{t+l}]}{\partial \eta_t^p} = \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{l=0}^k D_l^p = D^p(1) = 1 \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial E_t[p_{t+k}]}{\partial \eta_t^t} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{l=0}^k \frac{\partial \Delta E_t[p_{t+l}]}{\partial \eta_t^t} = \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{l=0}^k D_l^t = D^t(1) = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Utilizando-se novamente a decomposição BN, os preços em nível podem ser escritos em termos da nova matriz de impacto de longo prazo:

$$p_t = p_0 + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \sum_{i=1}^t \eta_i + s_t \quad (14)$$

Apesar de (14) ter a mesma interpretação de (5), note-se que, agora, os resíduos de média zero s_t foram definidos em função dos choques estruturais. Para identificar o sistema, os parâmetros SMA precisam ser identificados unicamente a partir da representação VMA (4). Aplicando-se a fatorização de Johansen (1991), a matriz de impacto de longo prazo $\Psi(1)$ pode ser representada em função dos coeficientes VMA:

$$\Psi(1) = \beta_{\perp} (\alpha'_{\perp} \Gamma(1) \beta_{\perp})^{-1} \alpha'_{\perp} = \xi \alpha'_{\perp} \quad (15)$$

Multiplicando-se os resíduos e_t do VECM em cada lado da equação (15), pode-se ver que ξ é a resposta de longo prazo dos preços de mercado a um choque unitário no preço permanente. De (14), deseja-se que o vetor ξ seja igual a 1 para ambos os preços. Isso só é verdade se for feito $\alpha'_{\perp} = \psi$ e ξ um vetor linha 2×1 igual a $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Para identificar os choques estruturais, recorreu-se ao trabalho de Gonzalo e Ng (2001) em que os autores separam as inovações em componentes permanente e transitório (e_t^p, e_t^t), referidos a partir de agora como resíduos $P-T$, como uma função dos resíduos VECM:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_t^p \\ \varepsilon_t^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha'_\perp e_t \\ \beta' e_t \end{pmatrix} = G e_t \quad (16)$$

Como os resíduos $P-T$ podem ser correlacionados, a aplicação da triangularização de Choleski permitirá escrevê-los em função dos choques estruturais.

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = HCH' \quad (17)$$

onde H é uma matriz triangular inferior 2×2 cujos elementos da diagonal têm valor igual a 1 e C é uma matriz diagonal composta por valores somente positivos. Então, usando (16), as inovações estruturais são definidas como:

$$\eta_t = H^{-1} \varepsilon_t = H^{-1} G e_t \quad (18)$$

A representação estrutural é exatamente identificada e seus parâmetros podem ser recuperados a partir dos parâmetros VMA após se aplicarem as seguintes transformações:

$$\Delta p_t = \Psi(L) e_t = \Psi(L) G^{-1} H H^{-1} G e_t = D(L) \eta_t = D_p(L) \eta_t^p + D_t(L) \eta_t^t \quad (19)$$

onde $D_0 = G^{-1} H$, $D(L) = \Psi(L) D_0$ e $(D_p(L), D_t(L))$ são as colunas de $D(L)$ correspondentes a (η_t^p, η_t^t) , respectivamente.

A partir das funções de resposta ao impulso, o modelo estrutural é capaz de produzir uma medida dinâmica de reação de cada mercado em relação ao equilíbrio, ao contrário das medidas IS e CS que calculam tão somente a resposta contemporânea e, por essa razão, possuem uma interpretação estática. Essa medida, chamada *Price Discovery Efficiency Loss* (PDEL), foi proposta por Yan e Zivot (2007). Tomando-se como base as respostas ao impulso da matriz $D_p(L)$ de (19), pode-se resumir a resposta acumulada a um choque unitário no preço permanente, para cada tempo k , da seguinte forma: $f_{i,k} = \sum_{i=0}^k d_{i,k}^p$. Sendo assim, é possível obter uma medida de eficiência consolidando os desvios de cada

mercado, tal qual mostrado a seguir. Mercados com alto PDEL, portanto, apresentam recuperação mais lenta em direção ao equilíbrio após um choque no preço permanente.

$$PDEL_i(K^*) = \sum_{k=0}^{K^*} L(f_{i,k} - 1) \quad (20)$$

onde f é o coeficiente de resposta ao impulso estrutural, i é o índice para cada mercado e K^* é um valor arbitrário tal que f seja próximo de zero. A função L é uma função quadrática, definida arbitrariamente.

5 RESULTADOS

5.1 VECM

A análise inicia-se com os resultados do VECM – equação 6) – para toda a amostra. A partir de agora, este estudo se referirá ao vetor de preços como $p_t = (s_t, f_t)$, onde s_t é o preço do mercado à vista e f_t , do mercado futuro corrigido como em (2). Em estudos de alta frequência, a quantidade de defasagens é maior do que a usual, mas os critérios para a estimação de defasagens divergem sobre os valores recomendados. No entanto, a tabela 3 mostra que os coeficientes são estáveis independentemente do tamanho da defasagem escolhida.

A velocidade de ajuste ao equilíbrio é determinada pela magnitude do parâmetro α e, restringindo o vetor de cointegração ao valor $(1, -1)$, mede os desvios em relação a PCTJ. Rejeitou-se a hipótese nula para o coeficiente α do mercado à vista, o que implica que este reage em relação a desvios da PCTJ. Além disso, o valor negativo significa que, quando sujeito a um desequilíbrio com sinal negativo, ou seja, quando o futuro cresce acima da condição de arbitragem PCTJ, o preço à vista aumenta. O baixo valor de α sugere que, apesar de existente, a correção é lenta e somente 3,2% do desequilíbrio são ajustados no primeiro intervalo de cinco minutos. No entanto, concluiu-se que o mercado futuro não reage a tais desequilíbrios, uma vez que seu valor de α não é significativo, o que, de acordo com Hasbrouck (2006), indica um mercado mais dominante.

TABELA 3

Coefficientes da regressão VECM entre janeiro de 2008 e junho de 2013

$$(\Delta p_t = \alpha(s_{t-1} - f_{t-1} + c) + \Gamma_1 \Delta p_{t-1} + \Gamma_2 \Delta p_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta p_{t-k+1} + e_t)$$

| | Quantidade de defasagens = 5 | | Quantidade de defasagens = 10 | | Quantidade de defasagens = 30 | |
|-------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | À vista | Futuro | À vista | Futuro | À vista | Futuro |
| A | -0,044 (10,6) | 0,001 (0,3) | -0,032 (7,5) | 0,001 (0,1) | -0,022 (5,1) | 0,001 (0,2) |
| B | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 |
| C | | 0,0003 | | 0,0003 | | 0,0003 |
| Correlação dos resíduos | | 0,95 | | 0,95 | | 0,95 |
| R ² | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Número de observações | 140,089 | | 140,084 | | 140,064 | |

Obs.: os coeficientes defasados estão omitidos. Entre parênteses, as estatísticas-t.

5.2 Price discovery para toda a amostra

Nesta subseção, serão investigadas as medidas de *price discovery* descritas na seção 4. O cenário referencial deste estudo considerará um tamanho de defasagem igual a dez e uma frequência amostral de cinco minutos e, nas subseções 5.3 e 5.4, será avaliada a robustez das medidas de *price discovery* considerando cenários alternativos. Lembre-se que as medidas de IS são calculadas a partir de uma representação em forma reduzida. Eventualmente, o sistema VMA pode ser identificado aplicando-se a decomposição de Choleski na matriz de covariância, como proposto por Hasbrouck (1995), o que permitiria a obtenção de limites inferior e superior dependendo da hierarquia adotada na decomposição. No entanto, tal procedimento não é válido neste estudo, uma vez que, devido ao alto grau de correlação (0,90) entre os resíduos, produz uma distância muito grande entre tais limites, como já bem documentado na literatura (Hasbrouck, 2003; Grammig e Peter, 2010). A proposição de Hasbrouck de aumentar a frequência amostral também não é aplicável devido à indisponibilidade de dados. Portanto, as medidas de IS foram calculadas utilizando-se a decomposição espectral descrita na seção 4.

Os resultados da tabela 4 mostram que o mercado futuro é dominante em todas as perspectivas, mesmo considerando os intervalos de confiança. Ele responde por 66,2% da variação no choque permanente e por 97,4% da composição do preço permanente. Por que os valores de CS são maiores que os de IS? Pode-se atribuir esse achado ao fato de que as medidas de CS não dependem de considerações sobre a correlação residual, sugerindo que o procedimento de decomposição gera resultados subestimados para IS.

Os valores mais baixos de PDEL para o mercado futuro também são um indicativo de que este é mais eficiente e possui maior contribuição na descoberta de preços.

TABELA 4
Medidas de *price discovery* entre janeiro de 2008 e junho de 2013
 (Em %)

| Medida | À vista | Futuro |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| IS | 33,8 [33,0; 34,7] | 66,2 [65,3; 67,0] |
| CS | 2,6 | 97,4 |
| PDEL | 0,0120 [0,0095; 0,0137] | 0,0050 [0,0047; 0,0055] |

Obs.: defasagens = 10; frequência = cinco minutos; e intervalos de confiança de 5% entre colchetes.

Uma intuição baseada no tamanho relativo de cada mercado levaria a concluir diretamente que o mercado futuro seria o dominante. Mas a participação de mercado está longe de ser o único fator para determinar tal dominância. Rosenberg e Traub (2009) analisaram o *price discovery* no mercado de câmbio norte-americano em 1996 e 2006. Em 1996, os resultados indicaram a dominância do mercado futuro, confirmada por ambas as medidas (IS e CS) com valores que variavam entre 80% e 90%, dependendo da moeda estrangeira levada em consideração. Em 2006, houve uma reversão completa em que o mercado à vista passou a ocupar o papel dominante. Em ambos os períodos, o mercado à vista apresentava participação de mercado bastante superior. A transparência foi apontada pelos autores como o fator determinante para as variações observadas no processo de descoberta de preços. Em 1996, apesar de apresentar maior volume, o mercado à vista era mais descentralizado e menos transparente. Em 2006, após a adoção de uma série de medidas neste mercado no sentido de promover maior transparência de preços e transações, a associação entre liquidez e descoberta de preços pôde se sobressair, como concluem Rosenberg e Traub (2009). No Brasil, não há dúvida de que o mercado futuro, além de ser o mais líquido, é o mais transparente, que as transações são realizadas exclusivamente em ambiente eletrônico e instantaneamente tornadas públicas para todos os participantes de mercado, em oposição ao padrão marcadamente descentralizado do mercado à vista. Os resultados deste estudo coincidem com os obtidos utilizando a metodologia de fluxo de ordem de Ventura e Garcia (2012).

Estudos mais recentes que tratam da relação entre descoberta de preços e a presença de investidores de alta frequência – *high frequency trading* (HFT) – podem oferecer explicação adicional para o resultado apresentado. De acordo com esse ponto de vista, HFT pode antecipar movimentos subsequentes de preços, auxiliando o processo de descoberta de

preços e a eficiência do mercado. Essa é a conclusão do trabalho de Brogaard, Riordan e Hendershott (2012), que demonstraram que os investidores de alta frequência emitem ordens de compra e venda na direção do preço permanente e na direção oposta ao preço transitório. Hasbrouck e Saar (2013) também encontraram evidências empíricas de que HFT pode aumentar a qualidade do mercado ao reduzir *spreads* e volatilidade e aumentar a profundidade do mercado.⁴ Kirilenko *et al.* (2011) ponderaram, no entanto, que tais benefícios são controversos em condições adversas do mercado. Os autores analisaram o mercado de ações em 6 de maio de 2010, quando, em um pequeno intervalo de tempo, houve uma queda expressiva no preço das ações. A atuação dos investidores de alta frequência nesse evento, denominado *Flash Crash*, levou os autores a concluir que apesar de estes não terem disparado a queda nas ações, contribuíram para isso.

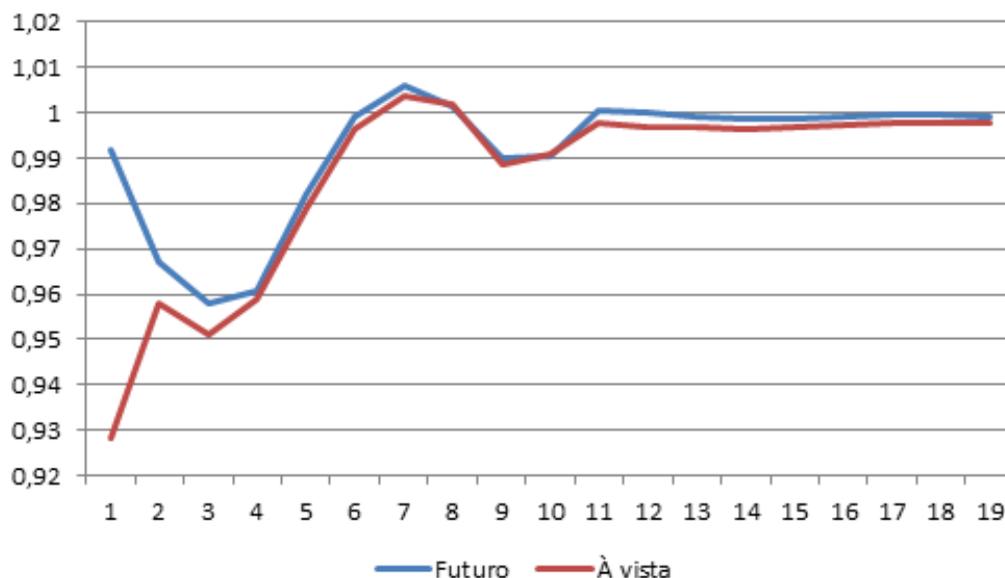
De fato, estimativas apontam para a presença de HFT⁵ no mercado futuro de câmbio brasileiro. É também razoável supor que tal tipo de investidor tenha maior propensão em operar no mercado mais organizado, em que as transações são eletrônicas e menos restritas. Assim, eles podem proteger o anonimato e extrair o maior proveito de suas informações privadas. Levando isso em consideração, não há surpresas em concluir que o mercado futuro é mais eficiente.

No que se refere à representação estrutural, o comportamento dinâmico pode ser analisado por meio das funções de resposta ao impulso do gráfico 3, que mostram a resposta de cada mercado a um choque unitário no preço permanente. Até o intervalo de quinze minutos após o choque, o mercado futuro está sempre mais próximo do preço permanente. A partir desse ponto, os preços convergem e atingem o equilíbrio simultaneamente, em aproximadamente 55 minutos.

4. Esse indicador diz respeito à sensibilidade do mercado a variações no volume de transações. Mercados mais profundos são menos sensíveis a tais variações.

5. Baseado em estimativas da BM&FBovespa, Nakashima (2012) estimou em 16% a contribuição de HFT em relação ao volume total negociado no mercado futuro de câmbio.

GRÁFICO 3

Função resposta ao impulso entre janeiro de 2008 e junho de 2013

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Obs.: defasagens = 10; frequência = cinco minutos.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

5.3 Modificando a quantidade de defasagens

Mantendo-se a frequência de cinco minutos para toda a amostra, será avaliado até que ponto a mudança na quantidade de defasagens altera o resultado. Da tabela 5, pode-se inferir que os resultados são robustos a tais variações. Em geral, a interpretação dos resultados é reforçada e todos apontam para a dominância do mercado futuro, sendo que os valores de IS deste mercado variam entre 62,9% e 67,3% e os de CS entre 86,2% e 98,4%. A medida de eficiência, PDEL, também indica que o futuro é mais eficiente, exceto quando a defasagem é igual a 1, quando não se pode rejeitar a igualdade das medidas para um nível de significância de 5%.

TABELA 5

Medidas de *price discovery* entre janeiro de 2008 e junho de 2013 para diferentes defasagens

(Em %)

| Defasagens | IS | | CS | | PDEL | |
|------------|---------------------|---------------------|---------|--------|------------------------------|------------------------------|
| | À vista | Futuro | À vista | Futuro | À vista | Futuro |
| 1 | 37,1 [36,3;38,0] | 62,9 [62,0;63,7] | 13,8 | 86,2 | 0,00045 [0,00029;0,00067] | 0,00042 [0,00037;0,00049] |
| 5 | 33,6 [32,8;34,3] | 66,4 [65,7;67,2] | 1,6 | 98,4 | 0,0185 [0,0126;0,0243] | 0,0060 [0,0053;0,00070] |
| 30 | 32,7 [31,8;33,4] | 67,3 [66,6;68,2] | 6,4 | 93,6 | 0,0710 [0,0695;0,0722] | 0,0650 [0,0635;0,0683] |

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Obs.: defasagens =10; frequência = cinco minutos; e intervalos de confiança de 5% entre colchetes.

5.4 Modificando a frequência dos dados

Qual deveria ser o impacto esperado da mudança na frequência amostral? Em primeiro lugar, a amostragem em menor frequência deveria, em princípio, minimizar problemas de microestrutura do mercado à vista associados com a menor liquidez e a maior descentralização. É também verdade que diferenças de preços entre os mercados não são sustentáveis por períodos longos de tempo. Dessa maneira, o mercado com menor participação na descoberta de preços deve ser beneficiado com a amostragem com intervalos maiores, eliminando as vantagens informacionais do mercado dominante.

Nesse sentido, fica claro pela tabela 6 que menores frequências tendem a favorecer o mercado à vista, tanto em termos de eficiência (PDEL) quanto da medida contemporânea (IS). Note-se que a perda de eficiência é praticamente nula em frequência diária, o que é um indicativo de que o tempo de ajuste em direção ao equilíbrio é menor do que um dia. Os valores de CS para o mercado à vista são negativos, o que implicaria, numa análise direta da medida, que os preços à vista e permanente se moveriam em direções opostas. Porém, de acordo com Korenok, Mizrach e Radchenko (2011), as medidas de *price discovery* podem levar a interpretações erradas quando os valores de CS são negativos. Os resultados, portanto, confirmam a adequação do intervalo de cinco minutos, que é o cenário referencial deste trabalho.

TABELA 6

Medidas de *price discovery* entre janeiro de 2008 e junho de 2013 para diferentes frequências

(Em %)

| Medidas | Dez minutos | | Trinta minutos | | Diário | |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | À vista | Futuro | À vista | Futuro | À vista | Futuro |
| IS | 29,6 [28,2; 30,9] | 70,4 [69,1; 71,8] | 34,9 [33,0; 36,9] | 65,1 [63,1; 67,0] | 41,9 [40,2;43,1] | 58,1 [56,9;59,3] |
| CS | -33,3 | 133,3 | -41,6 | 141,6 | 103,5 | 203,5 |
| PDEL | 0,032 [0,028; 0,043] | 0,032 [0,030; 0,037] | 0,013 [0,012; 0,017] | 0,014 [0,011; 0,016] | 0,0014 [0,0014;0,0019] | 0,0018 [0,0016;0,0019] |

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Obs.: defasagens = 20 (frequência = dez minutos); defasagens = 5 (frequência = trinta minutos); e defasagens = 1 (frequência = um dia). Intervalos de confiança de 5% entre colchetes.

6 MEDIDAS DE *PRICE DISCOVERY* EM SUBAMOSTRAS

Apesar de os resultados anteriores apontarem para a dominância do mercado futuro, será particularmente interessante investigar a dinâmica de descoberta de preços em subamostras. Como ponto de partida, será visto se a volatilidade dos mercados afeta de alguma maneira as medidas de *price discovery*. Parte-se do pressuposto de que a incerteza potencialmente estimula investidores na busca por um preço de equilíbrio e, supostamente, a ação de investidores de alta frequência leva os preços ao equilíbrio mais rapidamente. É também verdade que, em períodos de maior volatilidade, os mercados estão sujeitos a choques de maior intensidade e em maior frequência e, portanto, o processo de descoberta de preços é mais ativo, e o mercado mais informativo desempenhará o papel de liderança. Como se pode ver no gráfico A.1 do apêndice, do terceiro trimestre de 2008 até o início de 2009, a volatilidade realizada⁶ apresentou valores extremos para ambos os mercados. No restante da amostra, apesar da predominância de períodos de baixa e estável volatilidade, é possível observar picos de volatilidade em períodos de curta duração.

Dessa forma, dividiu-se a base de dados em duas subamostras de acordo com a volatilidade realizada. O período de baixa (alta) volatilidade foi construído com preços a cada cinco minutos relativos aos 160 dias menos (mais) voláteis. As medidas de *price*

6. A volatilidade realizada foi calculada como a soma dos retornos quadráticos de cinco minutos, sem correção para a microestrutura.

discovery, apresentadas na tabela 7, mostram que a dominância do mercado futuro fica mais evidente em períodos de maior volatilidade, o que, de acordo com a hipótese deste estudo, significa que ele é o mais informativo.

TABELA 7
Medidas de *price discovery* entre janeiro de 2008 e junho de 2013
(Em %)

| Medidas | Baixa volatilidade | | Alta volatilidade | |
|---------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | À vista | Futuro | À vista | Futuro |
| IS | 47,4 [45,4; 49,4] | 52,6 [50,6; 54,6] | 37,6 [35,4;39,8] | 62,4 [60,2; 64,6] |
| CS | 31,7 | 69,3 | 0,2 | 98,8 |
| PDEL | 0,000100 [0,000045; 0,000170] | 0,000039 [0,000017; 0,000059] | 0,000260 [0,000071;0,000510] | 0,000070 [0,000049;0,000094] |

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Obs.: defasagens de acordo com o critério de Schwarz; frequência = cinco minutos; e intervalos de confiança de 5% entre colchetes.

Na tabela 8, as medidas de *price discovery* para o mercado futuro, quando calculadas por semestre, estão todas acima de 50% em todos os períodos, resultado esse que dá suporte à conclusão geral que o mercado futuro se move primeiro no processo de descoberta de preços. Apesar das diferenças de nível entre as medidas IS e CS, ambas são compatíveis na medida em que os movimentos de queda e ascensão são conjuntos. É importante ressaltar, porém, que as medidas são mais voláteis que a evolução da participação relativa de cada mercado sugeriria. Embora se observe um volume relativo do mercado futuro cada vez maior, há períodos em que a contribuição do mercado à vista fica bastante próxima de 50%, possivelmente em função de aspectos internacionais e fatores de mercado discutidos nesta seção.

TABELA 8
Medidas de *price discovery* por semestre

(Em %)

| Semestre | IS | | CS | |
|----------|---------------------|---------------------|---------|--------|
| | À vista | Futuro | À vista | Futuro |
| I.2008 | 29,7 [28,6;30,9] | 70,3 [69,1;71,4] | 10,9 | 89,1 |
| II.2008 | 33,7 [32,5;35,0] | 66,3 [65,0;67,5] | 16,8 | 83,2 |
| I.2009 | 36,7 [35,6;37,8] | 63,3 [62,2;64,4] | 20,1 | 79,9 |
| II.2009 | 23,0 [22,0;24,0] | 77,0 [76,0;78,0] | 22,8 | 77,2 |
| I.2010 | 45,7 [44,4;47,1] | 54,3 [52,9;55,6] | 35,9 | 64,1 |
| II.2010 | 39,0 [37,9;40,1] | 61,0 [59,9;62,1] | 36,3 | 63,7 |
| I.2011 | 11,8 [10,9;12,7] | 88,2 [87,3;89,1] | 21,9 | 78,1 |
| II.2011 | 44,6 [43,4;45,9] | 55,4 [54,1;56,6] | 48,5 | 51,5 |
| I.2012 | 40,0 [38,9;41,1] | 60,0 [58,9;61,1] | 25,9 | 74,1 |
| II.2012 | 37,4 [36,5;38,2] | 62,6 [61,8;63,5] | 37,8 | 62,2 |
| I.2013 | 33,3 [32,5;34,1] | 66,7 [65,9;67,5] | 24,6 | 75,4 |

Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

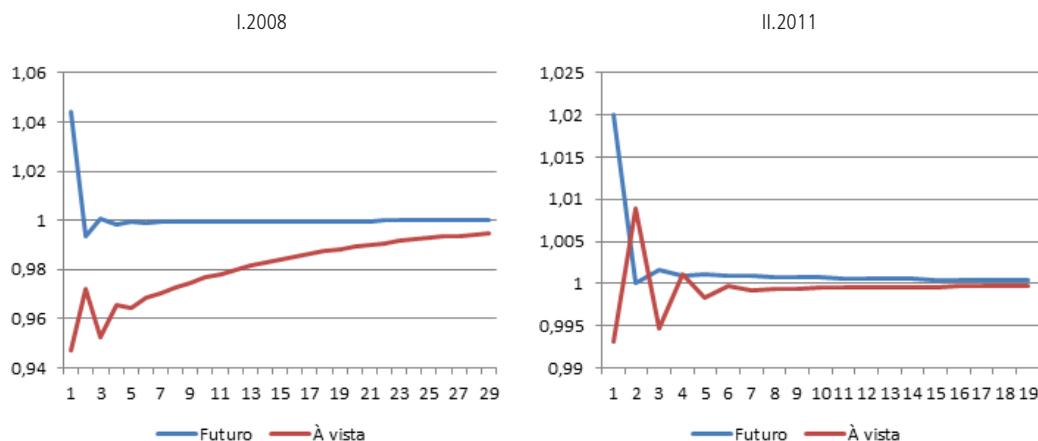
Elaboração dos autores.

Obs.: as defasagens foram calculadas para cada subamostra de acordo com o critério de Schwarz. Intervalos de confiança de 5% entre colchetes.

Em relação à dimensão de eficiência, apresentam-se as funções de resposta ao impulso dos cenários mais extremos no gráfico 4. A primeira se refere ao primeiro semestre de 2008, quando os valores de CS foram os mais altos, enquanto, na segunda, mostra-se o segundo semestre de 2011, aquele em que o CS atingiu o seu ponto mais baixo. Na primeira, se percebe um padrão de resposta em que o mercado futuro claramente converge nos primeiros minutos após a inovação permanente e o mercado à vista demora mais de duas horas para atingir o equilíbrio. Em contraste, a resposta no segundo semestre de 2011 apresenta maior dificuldade de interpretação em linha com o IS e CS divididos.

GRÁFICO 4

Função resposta ao impulso em semestres selecionados



Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Obs.: as defasagens foram calculadas para cada subamostra de acordo com o critério de Schwarz.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

Que fatores poderiam estar por trás das variações nas medidas de *price discovery*? Há situações em que desequilíbrios em um dos mercados podem afetar sua participação relativa na descoberta de preços. Nos primeiros semestres de 2008 e 2011, por exemplo, que são de alto valor de CS futuro, o fluxo cambial do mercado de câmbio primário foi totalmente absorvido pelas intervenções do BCB no mercado à vista. Além disso, o BCB interveio por meio de *swaps* no mercado futuro, impondo pressão adicional. No segundo semestre de 2008, em que o IS e o CS futuros foram altos, ambos os tipos de intervenção foram executados pelo BCB. O volume do segundo, porém, foi dez vezes maior do que o primeiro. Em ambos os semestres de 2010, em que as medidas foram ambíguas, ou seja, próximas de 50%, o BCB não realizou intervenções de *swap*, exceto no mercado à vista. No segundo semestre de 2011, em que o IS e o CS futuros apresentaram os menores valores, houve um brutal desequilíbrio entre intervenções no mercado à vista e fluxo cambial primário.

Dos dados apresentados, percebe-se que dois fatores surgem como potenciais determinantes da descoberta de preços. O primeiro é o desequilíbrio entre intervenções no mercado à vista e fluxo cambial primário, que exerce pressão de demanda sobre o mercado à vista e faz com que sua participação na descoberta de preços aumente.

O segundo é o volume e o tipo de intervenção do BCB. Intervenções de *swap* massivas coincidem com períodos de altos valores de IS e CS. Além das considerações citadas, uma série de medidas de natureza regulatória foi introduzida no período da amostra. Uma delas, em particular, chama a atenção pelo fato de afetar especificamente um dos mercados, no caso, o futuro. Em julho de 2011, o BCB instituiu uma taxa sobre o valor nominal em posições no mercado de derivativos. Com isso, criou-se um alto custo de transação para a montagem de posições direcionais vendidas, gerando assimetrias na formação de preços e, conseqüentemente, redução da eficiência do mercado futuro. É importante a ressalva de que, com subamostras semestrais, é difícil estabelecer de forma inequívoca a associação direta entre os fatores mencionados e as medidas de *price discovery*. No entanto, a coincidência dos períodos permite ao menos especular que tal impacto existiu e deveria ser objeto de estudo específico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo examina onde os preços são determinados no mercado cambial brasileiro. A fim de proceder a essa investigação, aplicou-se a metodologia de *price discovery* baseada em dados de alta frequência, cobrindo o período de janeiro de 2008 a junho de 2013. Através de uma variedade de medidas bem estabelecidas na literatura, forneceram-se evidências robustas de que o mercado futuro domina o processo de descoberta de preços. Como estes estão ligados por condições de arbitragem, os resultados permitiram concluir que os preços são formados no mercado futuro e, então, o mercado à vista se ajusta para restaurar o equilíbrio e eliminar os desvios de curto prazo.

Existem algumas razões pelas quais esse resultado decorra naturalmente de considerações microestruturais. As transações de mercado à vista são altamente descentralizadas, distribuídas entre vários intermediários. Além disso, as regulamentações governamentais limitam seu acesso a um número reduzido de instituições financeiras autorizadas, com impacto direto sobre a liquidez relativa, que é nove vezes maior no mercado futuro. Este, por sua vez, é caracterizado por preços disponíveis de forma pública e amplo acesso a instituições financeiras e não financeiras. Essas características resultam em níveis maiores de transparência e estimulam a presença de investidores de alta frequência, sendo que ambos são apontados como fatores-chave de eficiência do mercado. Sob este pano de fundo, as descobertas deste estudo promovem o casamento da metodologia empírica com o consenso de mercado. A medida IS, por exemplo, assinala

que 66,2% da variação no choque do preço fundamental têm origem no mercado futuro. Quando se trata de composição de preços, o valor CS indica que ele responde por 97,4% do preço fundamental. Ele é também mais eficiente, isto é, mais rápido de recuperar o equilíbrio.

Investigou-se, também, se os resultados são robustos para subamostras. Em primeiro lugar, mostrou-se que o mercado futuro domina em regimes de alta volatilidade, em que supostamente os mercados estão sujeitos a choques mais frequentes e o processo de descoberta de preços é hipoteticamente mais ativo. Quando se dividem em subamostras por semestre, os números de IS e CS mostram variações não triviais. Viu-se que, durante o período da base de dados, o mercado cambial sofreu vários graus de intervenção e controles de capital, e sua moeda, o real, teve períodos de valorização e desvalorização. Identificaram-se os desequilíbrios entre demanda e oferta do mercado à vista e as intervenções do BCB como potenciais fatores explicativos. Um terceiro determinante, uma medida de natureza regulatória que restringiu transações futuras no segundo semestre de 2011, potencialmente explica o fato de o mercado à vista dividir igualmente a descoberta de preços nesse período.

Pesquisas futuras deverão investigar a relação entre intervenções do BCB e descoberta de preços. Este trabalho oferece uma intuição nesta matéria, mas uma análise de preços de alta frequência em torno de intervenções esclarecerá os determinantes dessa relação e sua intensidade e revelará seu mecanismo de transmissão. Condicionado à disponibilidade de dados, o aumento da frequência da amostra pode melhorar a eficiência das estimativas de *price discovery*. Finalmente, existe espaço para melhorar os modelos teóricos e superar problemas de convergência de modo a permitir medidas de *price discovery* em subamostras menores.

REFERÊNCIAS

- BAILLIE, R. T. *et al.* Price discovery and common factor models. **Journal of financial markets**, v. 5, n. 3, p. 309-321, July 2002.
- BIS – BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. **Triennial central bank survey of foreign exchange and derivatives market activity**. Basileia: BIS, 2010.
- BROGAARD, J.; RIORDAN, R.; HENDERSHOTT, T. High frequency trading and price discovery. **Review of financial studies**, conditionally accepted, 2012.
- CABRERA, J. F.; WANG, T.; YANG, J. Do futures lead price discovery in electronic foreign exchange markets? **Journal of futures markets**, v. 29, n. 2, p. 137-156, 2009.
- CAPORALE, G. M.; GIRARDI, A. Price discovery and trade fragmentation in a multi-market environment: evidence from the MTS system. **Journal of banking & finance**, v. 37, n. 2, p. 227-240, 2013.
- CHEN, Y.-L.; GAU, Y.-F. News announcements and price discovery in foreign exchange spot and futures markets. **Journal of banking & finance**, v. 34, issue 7, p. 1.628-1.636, July 2010.
- DE BOYRIE, M. E.; PAVLOVA, I.; PARHIZGARI, A. M. Price discovery in currency markets: evidence from three emerging markets. **International journal of economics and finance**, v. 4, n. 12, 2012.
- DE JONG, F. Measures of contributions to price discovery: a comparison. **Journal of financial markets**, v. 5, n. 3, p. 323-327, July 2002.
- FERNANDES, M.; SCHERRER, C. **Price discovery on common and preferred shares across multiple markets**. Rio de Janeiro: CEQEF/FGV, 2011. (Discussion Paper, n. 344).
- GARCIA, M. G. P.; URBAN, F. **O mercado interbancário de câmbio no Brasil**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005. (Textos para Discussão, n. 509).
- GONZALO, J.; GRANGER, C. W. J. Estimation of common long-memory components in cointegrated systems. **Journal of business & economic statistics**, v. 13, n. 1, p. 27-35, Jan. 1995.
- GONZALO, J.; NG, S. A systematic framework for analyzing the dynamic effects of permanent and transitory shocks. **Journal of economic dynamics and control**, v. 25, n. 10, p. 1.527-1.546, Oct. 2001.
- GRAMMIG, J.; MELVIN, M.; SCHLAG, C. Internationally cross-listed stock prices during overlapping trading hours: price discovery and exchange rate effects. **Journal of empirical finance**, v. 12, n. 1, p. 139-164, Jan. 2005.
- GRAMMIG, J. G.; PETER, F. J. **Tell-tale tails**: a data driven approach to estimate unique market information shares. Renânia do Norte-Vestfália: CFR, 2010. (CFR Working Papers, n. 10-06).

- HAMILTON, J. D. **Time series analysis**. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- HASBROUCK, J. One security, many markets: determining the contributions to price discovery. **Journal of finance**, v. 50, n. 4, p. 1.175-1.199, Sept. 1995.
- _____. Stalking the “efficient price” in market microstructure specifications: an overview. **Journal of financial markets**, v. 5, n. 3, p. 329-339, July 2002.
- _____. Intraday price formation in the market for U.S. equity indexes. **Journal of finance**, v. 58, Issue 6, p. 2.375-2.400 2003.
- _____. **Empirical market microstructure: the institutions, economics, and econometrics of securities trading**. Oxford University Press, 2006.
- HASBROUCK, J.; SAAR, G. Low-latency trading. **Journal of financial markets**, v. 16, Issue 4, p. 646-679, Nov. 2013.
- JOHANSEN, S. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. **Econometrica**, v. 59, n. 6, p. 1.551-1.580, Nov. 1991.
- KIRILENKO, A. A. *et al.* **The flash crash: the impact of high frequency trading on an electronic market**. SSRN, 2011. (Working Paper Series). Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1686004>> ou <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1686004>>.
- KORENOK, O.; MIZRACH, B.; RADCHENKO, S. **A structural approach to information shares**. Rutgers University, Department of Economics, 2011. (Departmental Working Papers, n. 201.130).
- LEHMANN, B. N. Some desiderata for the measurement of price discovery across markets. **Journal of financial markets**, v. 5, n. 3, p. 259-276, 2002.
- MURAVYEV, D.; PEARSON, N. D.; BROUSSARD, J. P. Is there price discovery in equity options? **Journal of financial economics**, v. 107, n. 2, p. 259-283, 2013.
- NAKASHIMA, P. **Análise empírica das intervenções cambiais do Banco Central do Brasil usando dados de alta frequência**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- ROSENBERG, J. V.; TRAUB, L. G. Price discovery in the foreign currency futures and spot market. **The journal of derivatives**, v. 17, n. 2, p. 7-25, Winter 2009.
- SCHREIBER, P. S.; SCHWARTZ, R. A. Price discovery in securities markets. **Journal of portfolio management**, v. 12, n. 4, p. 43-48, Summer 1986.
- SCHULTZ, E.; SWIERINGA, J. Price discovery in European natural gas markets. **Energy policy**, v. 61, p. 628-634, Oct. 2013.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. Testing for common trends. **Journal of the American statistical association**, v. 83, n. 404, p. 1.097-1.107, 1988 .

VENTURA, A.; GARCIA, M. G. P. Mercados futuro e à vista de câmbio no Brasil: o rabo balança o cachorro. **Revista brasileira de economia**, v. 66, n. 1, p. 21-48, jan./mar. 2012.

YAN, B.; ZIVOT, E. **The dynamics of price discovery**. Washington: University of Washington, Department of Economics, 2007. Revised Mar 2007. (Working Papers, UWEC-2005-01-R).

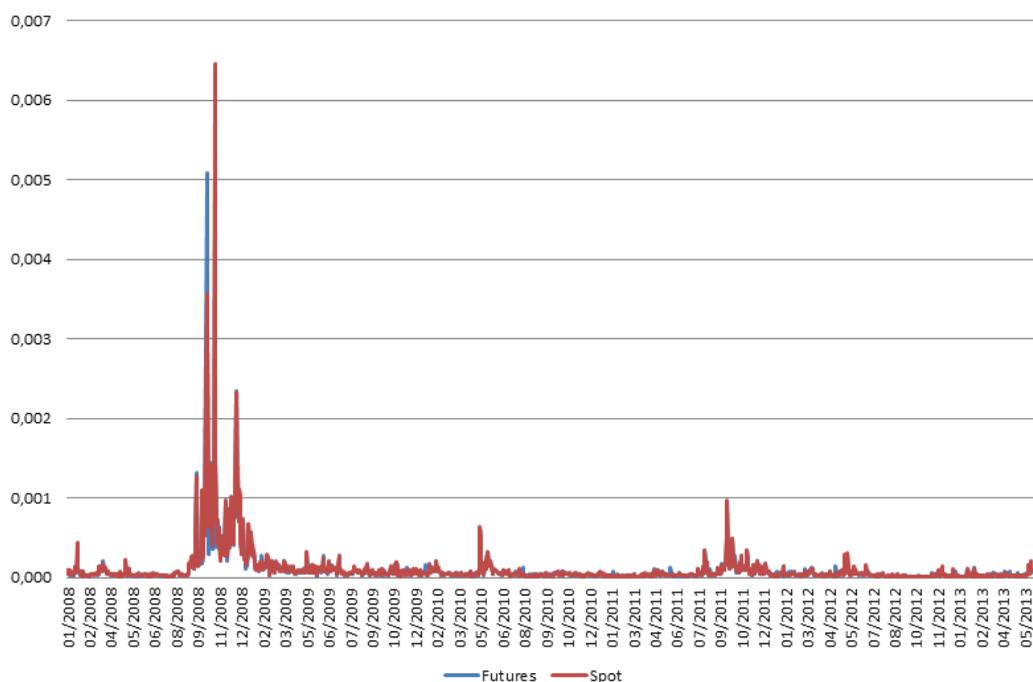
_____. A structural analysis of price discovery measures. **Journal of financial markets**, v. 13, n. 1, p. 1-19, Feb. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A

GRÁFICO A.1

Volatilidade diária realizada para os mercados futuro e à vista entre janeiro de 2008 e maio de 2013



Fonte: BM&FBovespa e Bloomberg.

Elaboração dos autores.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Cristina Celia Alcantara Possidente

Elaine Oliveira Couto

Elisabete de Carvalho Soares

Lucia Duarte Moreira

Luciana Bastos Dias

Luciana Nogueira Duarte

Míriam Nunes da Fonseca

Editoração eletrônica

Roberto das Chagas Campos

Aeromilson Mesquita

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Carlos Henrique Santos Vianna

Nathália de Andrade Dias Gonçalves (estagiária)

Capa

Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than
Portuguese published herein have not been proofread.*

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em Adobe Garamond Pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 Bold Condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em offset 90g/m²
Cartão supremo 250g/m² (capa)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

