

5 Estratégia empírica

Como mencionamos anteriormente, a estratégia empírica a ser utilizada para investigar a existência de retornos ‘anormais’ decorrentes da realização dos leilões de câmbio pelo BC será a utilização do arcabouço de estudos de eventos. Baseado na necessidade de se escolher um modelo que seria um bom previsor dos retornos ‘normais’ do contrato de câmbio, assim como na hipótese inicial da importância do papel informacional no momento de realização dos leilões, combinou-se com a abordagem de microestrutura.

Em primeiro lugar, contudo, devemos identificar quais são os eventos relevantes no contexto dos leilões de câmbio do BC. Isso será feito na seção 5.1. Na seção 5.2 apresentaremos as definições das variáveis que serão utilizadas nas estimações e que tradicionalmente são utilizadas na literatura que se utiliza dos arcabouços de Estudos de Eventos e Microestrutura de Mercado de Câmbio. Nessa seção também realizaremos a agregação no tempo dessas variáveis.

Na escolha do tamanho temporal das agregações, tomaremos como critério alguns resultados já encontrados na literatura no que se refere ao tempo de reação das variáveis de interesse a determinados eventos. Além disso, essa escolha será de suma importância não somente para avaliar velocidades de reação como também influenciará na magnitude e significância dos coeficientes. A variação desse efeito está relacionada ao grau de endogeneidade do fluxo de ordem que, como mostram vários trabalhos existentes na literatura¹, varia de acordo com o tamanho de agregação das variáveis que utilizam dados de negócios.

¹ Exemplo: Daníelsson e Love (2006).

5.1 Definição de evento no contexto dos leilões

A forma como os leilões de câmbio do BC estão organizados permite que o objeto de estudo dessa dissertação, as intervenções cambiais do BC, seja dividido, para efeitos de análise, em dois eventos: a abertura do leilão e o ‘corte’ do leilão (ação do Diretor de Política Monetária do BC em definir a taxa de corte e divulgá-la para os *dealers*, em determinado leilão).

Tradicionalmente, na literatura de estudos de eventos a variável relevante para indicar um evento está relacionada ao conceito de surpresa. Nessa literatura, porém, os eventos normalmente ocorrem em dias predeterminados, de forma que a medida de surpresa seria a diferença da variável anunciada com o que o mercado previamente esperava para ela. No contexto dessa dissertação, por outro lado, não é trivial encontrarmos medidas de expectativas para os leilões, seja para ocorrência dos leilões, seja para quantidade a ser comprada ou vendida.

Com relação à abertura de um leilão, a única surpresa é a própria existência desse leilão. Isso porque esse evento é não anunciado e, além disso, nesse momento não ocorre a realização de nenhuma ação que impacte na oferta líquida de dólares. Em favor disso está o fato de que no momento de abertura ainda não foram feitos os lances e nem se sabe nada a respeito da quantidade a ser leiloada. Dados os lances, a formação das expectativas só ocorre no momento em que é estabelecida a taxa de corte. Essas expectativas se dão tanto por lances estratégicos de *dealers* com o objetivo de testar a disposição do BC em defender determinada cotação, quanto pela inferência, baseada na observância da taxa de corte, da quantidade comprada ou vendida nesse leilão – e, portanto, do impacto na oferta líquida de dólares disponível no mercado.

Para o momento em que é estabelecida a taxa de corte, uma medida de surpresa poderia ser a diferença entre a taxa de corte e a cotação nesse momento. Essa diferença, de fato, fornece informação aos agentes que operam no mercado de câmbio sobre a quantidade comprada ou vendida pelo BC. Porém, a única forma de conseguirmos tal medida, seria subtrairmos duas variáveis extraídas de contratos

cujos vencimentos são diferentes e, principalmente, cujas liquidezs são muito diferentes. Com relação a esse último fato, dada insuficiência de dados no spot, o controle por essa variável das regressões de estudos de eventos implicaria em perda de observações. Com relação à diferença nas maturidades, por um lado, a taxa de corte é definida em termos do preço em Real de uma unidade de Dólar à vista. Por outro, a cotação do momento do leilão é obtida em termos do preço em Real de mil Dólares a serem liquidados no primeiro dia útil de algum mês subsequente².

Se essa medida de diferença não tivesse esse problema de obtenção, poderíamos captar uma estimativa comumente utilizada pelos participantes do mercado para as compras do Banco Central, segundo entrevistas que realizamos com *dealers* de câmbio. Pensemos em um exemplo. Suponha que um determinado leilão seja do tipo ‘compra’, como acontece em todas as observações de nossa amostra. Suponha também que a taxa de câmbio no spot em um determinado momento seja de 1,70 R\$/US\$. Nesse contexto, se os preços dos lances de cinco *dealers* forem de 1,70, 1,71, 1,72, 1,73, 1,75, a quantidades positivas, e o BC corta em 1,71, só serão aceitas as duas primeiras ofertas. Por outro lado, se o BC corta em 1,73, serão aceitas as quatro primeiras ofertas. Ou seja, existe uma probabilidade de que o BC tenha comprado mais dólares na segunda situação do que na primeira, dado que a probabilidade de que o BC tenha aceitado mais lances também é maior no segundo caso. As variáveis de diferenças no primeiro e segundo casos valeriam, respectivamente, 0,01 e 0,03. Consequentemente, tudo o mais constante, esperaríamos uma pressão de alta na cotação do dólar maior no segundo caso do que o primeiro, pois a probabilidade de que BC tenha comprado ou vendido mais se move na mesma direção que o módulo de tal diferença. Assim, esperaríamos também um coeficiente positivo da regressão dos retornos nessa variável de diferença.

Do ponto de vista informacional e sua relação com arcabouço de estudos de eventos, no entanto, a abertura do leilão, por ter a característica de ser não-anunciada, é uma surpresa. Essa afirmação não seria verdadeira para uma análise diária, dado que, uma uma vez que o BC interveio no mercado determinado dia, ele o faz

² Pelas razões explicadas na Seção 3, nesta dissertação utilizamos cotações de negócios de contratos de dólar futuro de primeiro vencimento.

diariamente³, fazendo assim com que se criem expectativas de intervenção para um determinado dia (embora o *timing* da intervenção, em si, seja uma surpresa). Por outro lado, dado que as regras de cada leilão já estão previamente definidas, e isso inclui o tempo em que os participantes possuem para enviarem seus lances, o fechamento do leilão não é, em si, uma surpresa. O que poderia ser uma surpresa, porém, e como mencionado anteriormente, seria a observação (após o fechamento do leilão) de uma taxa de corte ‘muito diferente’ do que é observado na cotação que vigora no momento no mercado de dólar spot.

5.2

Agregação temporal

O momento relevante para a resolução (de parte) da incerteza se dá instantes após o fechamento de um leilão, ou seja, o momento em que é definida e divulgada a taxa de corte. Por ser o momento de definição da taxa de corte muito próximo ao momento do fechamento dos leilões e por não termos dados dos horários do corte, usaremos o *timing* do fechamento como *proxy* do *timing* do corte. Dessa forma, as variáveis que serão utilizadas nas estimações que seguem serão agregadas a partir dos momentos de abertura e de fechamento dos leilões, ao invés do momento do corte.

O procedimento a ser adotado para a agregação no tempo das variáveis se baseará inicialmente na definição de variáveis de tempo que assumirão valores positivos e negativos em torno dos momentos de referência citados no parágrafo anterior. Cada unidade dessas variáveis definirá uma ‘unidade de agregação’, que por sua vez indexará negócios cujos contratos ‘cederão’ preços e quantidades para as variáveis Retorno e Fluxo de Ordem.

É importante lembrar que no dia 20 de setembro de 2010⁴ a janela de realização de um leilão, que antes era de 10 minutos, passou a ser de 5 minutos. Dessa forma, o domínio das unidades de agregação mencionadas no parágrafo

³ Conforme ilustrado na Seção 2, Figura 2, no período amostral o Banco Central do Brasil realiza leilões em um número de dias superior a 95% dos dias úteis.

⁴ Ver Seção 3.

anterior será diferente para períodos anteriores e posteriores a 20 de setembro de 2010.

Para o período anterior a 20 de setembro de 2010, inicialmente definiremos uma variável τ que representará intervalos de 1 minuto em torno dos leilões. Os τ 's representarão momentos próximos aos momentos de abertura e de fechamento dos leilões. Para momentos próximos dos momentos de abertura dos leilões, esses intervalos cobrirão todo o espaço de tempo entre 30 minutos antes e 10 minutos depois desse momento de referência. Por outro lado, para momentos próximos aos momentos de fechamento dos leilões, esses intervalos cobrirão todo o espaço de tempo compreendido entre 40 minutos antes e 10 minutos depois do momento de referência.

O intervalo base, 0, se inicia no momento do leilão e termina 1 minuto depois. Quando falarmos de efeito imediato dos leilões nos retornos percentuais, ou em efeito na primeira unidade de agregação, estamos nos referindo a ele. A partir daí, τ crescerá para intervalos associados a momentos subsequentes ao leilão e reduzirá para momentos anteriores ao leilão. Ou seja, para o período anterior a 20 de setembro de 2010 τ é um número inteiro que varia de -30 a +9, se agregação é feita a partir da abertura, ou de -40 a +9, se a agregação é realizada a partir do fechamento de um leilão.

Formalmente, seja t o tempo horário. Definiremos τ_i como sendo uma variável que representa cada um dos 40 intervalos de tempo, cada um medindo 1 minuto, para o caso da agregação de 1 minuto a partir da abertura do leilão. Nesse caso, 30 minutos serão correspondentes aos momentos anteriores e 10 minutos a momentos posteriores à abertura de um leilão i . Dessa forma, temos que $\tau_i \in [-30,10]$, sendo τ_i número inteiro. Assim, para determinado leilão i que aconteceu no momento t_i , quando realizamos a agregação de 1 minuto a partir da abertura dos leilões anteriores a 20 de setembro de 2010, teremos:

$$\tau_i = \begin{cases} -30, & \text{se } t \in [t_i - 30, t_i - 29) \\ -29, & \text{se } t \in [t_i - 29, t_i - 28) \\ \vdots & \vdots \\ -3, & \text{se } t \in [t_i - 3, t_i - 2) \\ -2, & \text{se } t \in [t_i - 2, t_i - 1) \\ -1, & \text{se } t \in [t_i - 1, t_i) \\ 0, & \text{se } t \in [t_i, t_i + 1) \\ 1, & \text{se } t \in [t_i + 1, t_i + 2) \\ 2, & \text{se } t \in [t_i + 2, t_i + 3) \\ \vdots & \vdots \\ 8, & \text{se } t \in [t_i + 8, t_i + 9) \\ 9, & \text{se } t \in [t_i + 9, t_i + 10) \end{cases} \quad (1)$$

Em cada dia, para cada leilão i , τ_i também será definido com base no momento de fechamento de um leilão. Nesse caso, τ_i será um inteiro que variará no intervalo $[-40,10]$, como mencionado anteriormente. Fica evidente daí que utilizaremos uma quantidade maior de observações nesse caso. Isso porque ao buscarmos avaliar retornos anormais pré-fechamento, acabamos por introduzir *dummies* que ‘cobrem’ o outro evento (a abertura do leilão). Dessa forma, também ampliamos o tamanho amostral.

Quando olhamos para agregação de 1 minuto a partir do fechamento, é verdade que dentro do intervalo $[-40,10]$ haverá o evento “abertura do leilão”. Para evitar que isso acontecesse, poderíamos usar nas estimações o intervalo $[-10,10]$. Porém, a eficiência dos nossos estimadores de OLS seria drasticamente reduzida. Com a utilização de muitas observações contidas no intervalo $[-40,10]$, esperamos, todavia, que a influência dos retornos decorrentes do evento abertura do leilão seja reduzida, apesar de existente.

Como visto, todos os negócios próximos a algum momento de referência receberão um valor de τ_i . Suponha, por exemplo, que o BC realizou um leilão no dia 23 de junho de 2010 e que a abertura desse leilão ocorreu às 14 horas e o fechamento, às 14:10. Suponha também que estejamos agregando na frequência de 1 minuto. Se a agregação se der a partir da abertura do leilão, um negócio que ocorreu às 14 horas, 0 minutos e 45 segundos terá $\tau_i = 0$. Outro que aconteceu às 14 horas, 3 minutos e 10

segundos terá $\tau_i = 3$. Se a agregação se dá a partir do fechamento do leilão, o primeiro negócio receberá $\tau_i = -10$ e o segundo negócio receberá $\tau_i = -7$.

De forma a realizarmos as estimações de estudos de eventos (explicadas na próxima subseção) construiremos, com base nos τ_i 's, três tipos de variáveis: um conjunto de variáveis *dummies* que indicarão τ_i 's específicos, o fluxo de ordem e o retorno⁵.

Para a agregação em 1 minuto, em ambos os casos⁶, definiremos dez variáveis *dummies*, d_j , da seguinte forma:

$$D^j = \begin{cases} 1, & \text{se } \tau_i = j \\ 0, & \text{c. c.} \end{cases} \quad (2)$$

Assim, para cada negócio, D^j valerá 0 ou 1 dependendo do valor de seu τ_i .

O próximo passo é a construção da variável de fluxo de ordem através de dados de dados de negócios e ordens do contrato de dólar futuro de primeiro vencimento. As ordens servirão para tentar inferir a parte iniciante de determinado negócio, o comprador ou o vendedor⁷.

Em primeiro lugar, definiremos (para cada τ_i) a variável de fluxo de ordem como sendo o fluxo acumulado (somatório) 'com sinal' dos valores contratos de dólar futuro com primeiro vencimento em um determinado momento de tempo. O sinal identificará a parte iniciante ("parte agressora") do negócio e valerá +1 se for o comprador e -1 se for o vendedor. Formalmente:

⁵ Da compra de contrato de dólar futuro de primeiro vencimento para a venda em 1 minuto ou 20 segundos depois. Esse retorno representará a variação cambial.

⁶ Agregação a partir dos momentos de abertura e fechamento dos leilões, na análise realizada com dados até 20 de setembro de 2010.

⁷ Como será detalhado no apêndice, após a ordenação das 'mensagens' (dados de negócios e ordens de contratos realizados na BM&FBovespa) dos registros do *FIX protocol*, observações de negócios foram 'tachadas' como iniciadas pelo vendedor ou comprador seguindo o procedimento adotado por Evans e Lyons (2002).

$$OF_{\tau} = \sum_{j=1}^J S_{\tau j} \quad (3)$$

Onde J é o número de negócios de uma determinada janela de um minuto, τ_i .

$S_{\tau j}$ será determinado com base na seguinte regra:

$$S_{\tau j} = \begin{cases} Q_{\tau} \times (+1), & \text{se a transação é iniciada pelo comprador} \\ Q_{\tau} \times (-1), & \text{se a transação é iniciada pelo vendedor} \end{cases} \quad (4)$$

Q_{τ} é o valor do contrato. Na BM&FBovespa, o tamanho de um contrato futuro é de US\$50.000 e a cotação é apresentada em Reais por mil Dólares. Sendo assim, Q_{τ} é igual ao número de contratos negociados vezes US\$50.000.

Uma transação é iniciada pelo comprador se já existe uma ordem limite de venda ativa no livro de ofertas e um comprador, após observá-la, lança uma ordem de compra do mesmo número de contratos e ao mesmo preço. Este tipo de ordem é comumente chamado de ordem de mercado. Uma transação é iniciada pelo vendedor se, ao contrário, já existe uma ordem de compra ativa e um vendedor, após observá-la, lança uma ordem de venda do mesmo número de contratos ao mesmo preço.

Do ponto de vista prático, não existe sinalização na base de dados a respeito de se uma determinada transação foi iniciada pelo comprador ou vendedor. O que se faz é, para cada transação, uma busca em momentos anteriores para a primeira ordem com preços e quantidades iguais. Dessa forma, fazemos a marcação dos sinais de acordo com o explicado anteriormente.(colocar no apêndice)

O fluxo de ordem é uma variável gerada por negócios e pode transmitir informação sobre o estado corrente dos fundamentos macroeconômicos e financeiros, que por sua vez possuem influência na determinação dos ativos ligados ao dólar. Assim, indiretamente, a informação contida no fluxo de ordem possui influência sobre as cotações da moeda americana.

Três pontos relevantes merecem comentários acerca da natureza da variável Fluxo de Ordem. O primeiro, inerente da definição, é que sem negócios não há fluxo

de ordem. O segundo, é que o volume financeiro é o limite superior do fluxo de ordem: as duas variáveis só seriam iguais numa situação altamente improvável em que todas as transações, em uma dada unidade de agregação, terem sido iniciadas pelo comprador. Outra situação (comum) se dá em momentos de alta liquidez (com muitos negócios) em que ocorre de o volume financeiro ser muito alto e o fluxo de ordem ser muito próximo de zero. Nessa situação, aproximadamente o mesmo número de negócios é iniciado pelos compradores e pelos vendedores e costuma-se dizer que nesse momento “não há pressão de compra ou de venda”. A pressão de compra ocorreria em momentos de fluxo de ordem positivo e, a de venda, em momentos de fluxo de ordem negativo. No primeiro caso, há pressão para valorização da moeda estrangeira relativamente à moeda nacional, como mostrado por Evans e Lyons (2002)⁸. A recíproca é verdadeira para o segundo caso.

O terceiro ponto relevante é que o fluxo de ordem é uma variável associada à assimetria de informação privada entre os agentes. Sendo assim, em momentos de maior assimetria informacional o fluxo de ordem tende a ser maior, assim como seus efeitos sobre os retornos do ativo de interesse – no nosso caso, o contrato de dólar futuro.

Por fim, para cada τ_i , também será definido um retorno R_{τ_i} . Ele será o logaritmo da razão do primeiro e últimos preços transacionados na janela τ_i , isto é,

$$R_{\tau_i} = \log \left(\frac{p_{ult}}{p_{prim}} \right) \quad (5)$$

Para melhorar a apresentação dos resultados das estimações, usaremos nas mesmas os retornos percentuais, que será a variável acima multiplicada por 100. Retornos percentuais positivos estão associados à valorização do contrato de dólar futuro de primeiro vencimento (valorização do Dólar). Retornos negativos, por outro lado, estão associados à desvalorização do Dólar.

Os passos descritos até agora mostraram o procedimento seguido para agregação na frequência de 1 minuto. Para a agregação de 20 segundos, que será

⁸ Evans e Lyons (2002) se referem ao Fluxo de ordem como uma medida de pressão de compra líquida.

realizada para estimações que busquem captar o comportamento dos retornos no minuto seguinte e anterior aos leilões, o procedimento é análogo. Por exemplo, na equação (1), os τ_i 's representarão intervalos de 20 segundos: $\tau_i = 0$ representa os primeiros 20 segundos, $\tau_i = 1$, entre 20 e 40 segundos depois, etc. Da mesma forma, outras variáveis tais como retornos, fluxo de ordem, volume financeiro etc, serão também calculadas com base nos τ_i 's.

5.2.1 Frequência de agregação

Em entrevistas realizadas com participantes do mercado, obtivemos a informação de que a disseminação da notícia de realização de leilão ocorre de forma muito rápida. Em canais de difusão da informação tradicionalmente utilizados pelo mercado financeiro, tais como o da Bloomberg, algoritmos computacionais continuamente “varrem” o sistema de comunicação e realização dos leilões do BC, o SISBACEN, e informam quase que instantaneamente a seus clientes.

Muitos resultados encontrados na literatura⁹ de estudos de eventos apontam para respostas muito rápidas dos retornos a anúncios, de aproximadamente 1 minuto, quando se faz uma análise *intraday*. Assim, buscaremos realizar inicialmente essa agregação. Na ocasião de observação de retornos ‘anormais’ decorrentes da realização dos leilões na frequência anterior, buscaremos avaliar o quão rápido ocorrem essas respostas. Assim, agregaremos as variáveis numa frequência ainda maior, de 20 segundos. Buscaremos nesse último caso, então, focar nossas atenções para o minuto que segue à abertura ao leilão.

5.3 Arcabouço de Estudos de eventos

Na seção 5.3.1 realizamos uma descrição geral do arcabouço de Estudos de Eventos. Na seção 5.3.2 apresentamos as regressões por *dummies*.

⁹ Exemplo: Love e Payne (2008).

5.3.1

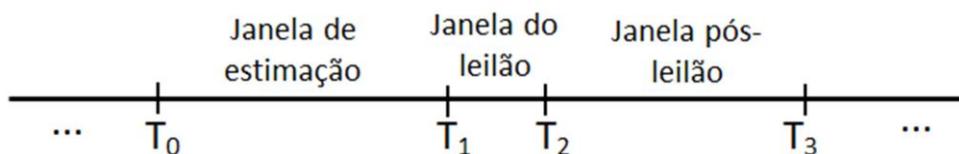
Descrição do método

O método de estudos de eventos tem como base, após a definição do que é um evento, na definição de janelas nas quais a análise dos dados ficará restrita. É desejável que essa janela capture os movimentos da taxa de câmbio em momentos próximos aos leilões. Dessa forma, é desejável que ela não seja muito grande.

Como menciona Rigobon e Sack (2006), a ideia de se usar uma janela de estimação tão curta quanto possível, assim como de se excluir observações que não estejam suficientemente próximas aos eventos (no sentido temporal), permite analisar os efeitos dos mesmos nas variáveis de interesse e ao mesmo tempo reduzir os efeitos de outros eventos que possam acontecer ao longo do dia. Dessa forma estamos reduzindo o potencial viés da variável omitida dos estimadores de OLS, fato importante, dado que não existem muitos controles em frequência intradiária.

Seguindo a delimitação das observações no tempo que tradicionalmente é realizada na literatura, referente às finalidades das janelas – resumida em Campbell, Lo e Mackinlay (1997) – montaremos uma linha do tempo em torno dos leilões da seguinte forma:

Figura 4: Linha do tempo de estudos de eventos



O que decidirá a qual intervalo pertencerá cada observação serão os τ_i 's que foram definidos na seção 5.2. Para a agregação em 1 minuto, as observações tais que $\tau_i \in [-30, -11]$ comporão a janela de estimação. Utilizaremos essas observações para estimar os parâmetros que serão utilizados para calcular os retornos normais, que serão os retornos que seriam esperados caso não houvesse o leilão.

As observações tais que $\tau_i \in [-10,10]$ comporão a janela do evento. Em um primeiro momento, o interesse principal poderia ser observações tais que $\tau_i = 0$, de tal forma que o objetivo, nesse caso, seria saber se há alteração dos retornos no momento inicial do leilão (primeiro minuto). Porém, temos interesse também em saber se existe alguma forma de previsão da realização dos leilões por parte dos *traders* ou se existem efeitos defasados. Por isso, ampliamos a janela do evento para 10 minutos antes e 10 minutos depois através da utilização de τ_i 's positivos e negativos.

Por outro lado, na agregação de 20 segundos, a janela de evento conterà observações tais que $\tau_i \in [-30, -4]$, ao passo que a janela do evento será composta por observações tais que $\tau_i \in [-3,2]$. Para essa frequência, como estamos interessados em avaliar os efeitos dos leilões nos retornos no minuto que antecede e no minuto segue a um determinado leilão, dessa vez não expandiremos essas janelas.

O próximo passo é definir um modelo que seja um previsor suficientemente bom do que seria o comportamento normal dos retornos no momento do evento. Para cada momento da janela do evento, naturalmente, haverá um retorno observado. Buscaremos então, através desse modelo, avaliar qual proporção desse retorno será atribuído à ocorrência do leilão. Mesmo que os retornos estejam absurdamente altos em um determinado momento da janela do evento, por exemplo, em média 5%, pode ser que a maior parte desses retornos já ocorreria naturalmente por decorrência de condições de mercado incorporadas ao modelo, mesmo na ausência do leilão.

Nas últimas duas décadas, desenvolveu-se a literatura de microestrutura do mercado de câmbio, particularmente devido a três grandes puzzles, apontados por Lyons (2001), que estão relacionados à 1) Aparente desconexão da taxa de câmbio com os fundamentos; 2) Excessiva volatilidade das taxas de câmbio relativamente às melhores medidas dos fundamentos, e 3) Existência de excesso de retornos para especulação com moeda estrangeira, que são previsíveis e inexplicáveis.

Lyons (2001) também aponta a riqueza dos modelos de microestrutura: 1) Estrutura informacional – quais participantes sabem o quê; 2) Heterogeneidade – quais participantes estavam ativos e quais eram seus motivos para negociar; 3)

Instituições: qual papel cada participante desempenhou no processo de negociação e quais informações relativas ao negócio cada participante tinha disponível.

A forma como estão desenhados os leilões junta bem esses ingredientes. O primeiro componente de assimetria está relacionado ao fato de que um grupo restrito de participantes do mercado está habilitado a participar dos leilões, apenas catorze. O segundo componente é que cada participante não sabe o quanto os demais compram ou vendem de moeda estrangeira ao BC. Por último, e mais importante, está o fato de que o BC possui informação privada que o mercado não possui – não aquela no sentido de Lyons (2001), que não é possuída por todas as pessoas e que produz melhores previsões do que a informação pública utilizada sozinha – mas a relacionada à própria natureza institucional de *policy maker* da autoridade monetária. Quanto a esse último ponto, não estamos arguindo que o BC queira sinalizar alguma política com a realização das intervenções. Porém, é perfeitamente possível que agentes privados formem expectativas com relação a, por exemplo, o conjunto de estratégias do BC – e, assim, haja alguma influência sobre os retornos.

Assim, o comportamento da taxa de câmbio nos ‘arredores dos leilões’ (visto através dos movimentos dos retornos percentuais) possivelmente refletirá como essas assimetrias se comportam nesses momentos. Se isso ocorrer, os retornos sofrerão influência de um maior ou menor conteúdo informacional das transações, isto sendo visto através do comportamento do fluxo de ordem.

Muitos trabalhos mostraram o poder preditivo do fluxo de ordem para com a taxa de câmbio no curtíssimo prazo¹⁰. Trabalhos mais recentes também mostraram a desconexão dos fundamentos macroeconômicos e da taxa de câmbio (no curtíssimo prazo) no nível teórico e empírico, além do papel do fluxo de ordem na solução desse puzzle¹¹.

Sendo assim, utilizaremos como benchmark o modelo de mercado cuja variável dependente, o retorno da taxa de câmbio, varia com o fluxo de ordem:

$$R_{\tau_i} = \beta_{of} OF_{\tau_i} + \varepsilon_{\tau_i}, \quad \tau_i \in [-30, +10] \quad (6)$$

¹⁰ Ver (EVANS e LYONS, 2002). Isso também poderá ser visto nas estimações que se seguem.

¹¹ Por exemplo, (EVANS, 2010).

Esse seria o que Campbell Lo e Mackinlay (1997) chamam de “Modelo de mercado”. Se em decorrência de um leilão houver comportamento diferenciado dos retornos R_{τ_i} num determinado τ_i , então o termo de erro ε_{τ_i} aumentará nesse τ_i . Nesse caso, o valor esperado do erro em τ_i , $E[\varepsilon_{\tau_i}]$, será diferente de zero. Assim, a adição de *dummies* temporais associadas a momentos próximos a esse leilão captará esse comportamento ‘anormal’ dos retornos na janela do evento.

Por exemplo, se há apenas influência do leilão no minuto que se segue ao mesmo:

$$R_{\tau_i} = \beta_{of} OF_{\tau_i} + \beta_{D_i^0} D_i^0 + \varepsilon_{\tau_i}, \quad \tau_i \in [-30, +10] \quad i \in [1, 474], \quad \tau_i, i \in \mathbb{N} \quad (7)$$

Onde $D^0 = 1$ se $\tau_i = 0$ e $D^0 = 0$ caso contrário. β_{D^0} captaria o que Campbell, Lo e Mackinlay (1997) chamam de “Retornos anormais” decorrentes do evento, AR_{τ_i} .

$$AR_{\tau_i} = R_{\tau_i} - E[R_{\tau_i}] , \quad \tau_i = 0, \quad i \in [1, 474], \quad \tau_i, i \in \mathbb{N} \quad (8)$$

R_{τ_i} é o retorno percentual observado na primeira janela de agregação que segue ao momento do evento (a abertura ou o fechamento de um leilão). Para o nosso caso, $E[R_{\tau_i}]$ é dado pela esperança da equação (7).

Procedendo como em Campbell, Lo e Mackinlay (1997), estimaríamos os parâmetros da primeira equação utilizando observações ‘suficientemente anteriores’ à abertura do leilão, de forma que não se capture a influência do mesmo e também que não sejam tão ‘distantes’ dos leilões, de forma que os retornos tenham influência limitada de outros fatores que não possamos controlar em base intradiária. Especificamente, poderíamos estimar o modelo da primeira equação com observações associadas a τ_i 's pertencentes ao intervalo $[-30, -10]$. O retorno esperado em $\tau_i = 0$ com base na estimação anterior e também usando os retornos observados em $\tau_i = 0$

seria o contrafactual, ou seja, o retorno que seria observado na ausência do leilão em $\tau_i = 0$, ou, o ‘Retorno Anormal’ AR_{τ_i} .

No entanto, deve ser claro que podemos proceder de forma muito mais simples ao estimar a os retornos anormais por equações com *dummies* (equação (7)). Nesse sentido, o coeficiente estimado da *dummy* D^0 , $\widehat{\beta}_{D^0}$, captará o efeito de AR_{τ_i} ao estimar o quanto a mais os retornos percentuais são em $\tau_i = 0$.

5.3.2

Regressão por *dummies*

Recentemente, regressões por *dummies* têm sido bastante utilizadas no arcabouço de estudos de eventos, por razões que serão detalhadas na próxima seção. Exemplos recentes encontram-se em Andersen, Bollerslev, *et al.* (2007) e Dominguez (2003).

É importante salientar que, por se tratar de estimação via OLS, é necessário que se cumpram uma série de hipóteses referentes à ausência de viés e eficiência dos estimadores. Cabe destacar, nesse contexto, duas características desejáveis: ausência de correlação do termo de erro com as variáveis independentes e homocedasticidade.

Com relação à última¹², muitos trabalhos, entre eles Andersen, Bollerslev, *et al.* (2007), chamam atenção para o fato de que existe um padrão intraday na volatilidade dos retornos. Isso potencialmente criaria problemas de heterocedasticidade dos resíduos que, por sua vez, tornariam os erros-padrão dos estimadores de OLS inválidos e, assim, também os testes de hipóteses sobre os mesmos. Nem mesmo a grande quantidade de observações que possuímos para o mercado futuro de dólar tornaria os estimadores de OLS como os de variância mínima dentre a classe dos estimadores lineares.

Uma saída seria estimarmos os coeficientes por WLS. Porém, embora grande número de leilões esteja concentrado em determinadas faixas de horário, os

¹² Avaliaremos questões referentes a viés de variável omitida na seção 8.1, onde compararemos os resultados obtidos nessa dissertação com outros encontrados na literatura que trata de Intervenções cambiais dos bancos centrais.

momentos exatos de ocorrência dos mesmos – quando pensamos na precisão de minutos e segundos – estão distribuídos de forma dispersa. Assim, como realizaremos estimações com base em frequências muito inferiores a uma hora, não sabemos ao certo como é o padrão de variância dos retornos na janela de estimação. Por isso, optamos por realizar todas as estimações por OLS, porém utilizando erros-padrão robustos à heterocedasticidade para os cálculos das estatísticas t, F e intervalos de confiança dos estimadores.

Uma vantagem de proceder com a regressão por *dummies* é que podemos captar o efeito diferenciado do fluxo de ordem em determinados momentos, via introdução de interações do fluxo de ordem com as *dummies* temporais. Uma segunda vantagem é que podemos proceder de forma mais simples com testes de hipótese de significância individual e conjunta além de testar outras restrições tais como de soma de coeficientes, que visam captar eventuais efeitos persistentes nos retornos percentuais decorrentes da realização de um leilão.

Nesse sentido, por exemplo, se estendermos a janela do evento para 3 minutos depois¹³ do momento de referência do leilão, testar¹⁴ a hipótese nula (de soma dos coeficientes das *dummies* igual a zero) aplicada aos modelos estimados com *dummies*,

$$H_0: \beta_{D0} + \beta_{D1} + \beta_{D2} = 0 \quad (9)$$

seria o equivalente a testar, segundo a abordagem utilizada em Campbell, Lo e Mackinlay (1997), a hipótese nula

$$H_0: CAR_{\tau H} = \sum_{h=0}^H AR_{\tau h} = 0 \quad (10)$$

onde

¹³ Na agregação de 1 minuto.

¹⁴ Teste bicaudal.

$$CAR_{\tau H} = \sum_{h=0}^H AR_{\tau h}, \quad H \in [0,2], \quad , i \in [1,474] \quad \tau_i, i, H \in \mathbb{N} \quad (11)$$

é o ‘Retorno Anormal Acumulado’ (*Cumulative Abnormal Return*), que igual a soma dos H primeiros retornos anormais da janela do evento. É claro que ambos os testes testam a hipótese nula de que não há persistência (de três minutos) de um eventual retorno ‘anormal’ que tenha ocorrido em decorrência do surgimento de um leilão.