



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO ACADÊMICO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL

O Câmbio pela Ótica da Microestrutura: Analisando o Câmbio Através da Perspectiva da Volatilidade

Lemuel de Lemos Romão

Natal-RN
Fevereiro de 2018

Lemuel de Lemos Romão

O Câmbio pela Ótica da Microestrutura: Analisando o Câmbio Através da Perspectiva da Volatilidade

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em cumprimento com as exigências legais para obtenção do título de Mestre.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Centro de Ciências Sociais Aplicadas - CCSA

Programa de Pós-Graduação em Economia - PPECO

Orientador: Fabrício Pitombo Leite

Coorientador: Anderson Luiz Rezende Mól

Natal - RN
Brasil

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências Sociais Aplicadas - CCSA

Romão, Lemuel de Lemos.

O câmbio pela ótica da microestrutura: analisando o câmbio através da perspectiva da volatilidade / Lemuel de Lemos Romão. - 2018.

61f.: il.

Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Mestrado em Economia. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Pitombo Leite.

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Luiz Rezende Mól.

1. Câmbio - Dissertação. 2. Microestrutura -Dissertação. 3. Volatilidade - Dissertação. 4. Canamicina Conditional Correlation - GARCH - Dissertação. I. Leite, Fabrício Pitombo. II. Mól, Anderson Luiz Rezende. III. Título.

RN/UF/Biblioteca Setorial do CCSA

CDU 336.717.6

LEMUEL DE LEMOS ROMÃO

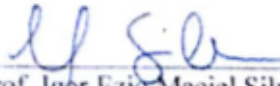
“O Câmbio pela Ótica da Microestrutura: Analisando o Câmbio Através da Perspectiva da Volatilidade”.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

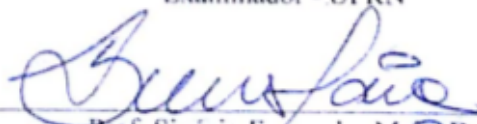
BANCA EXAMINADORA



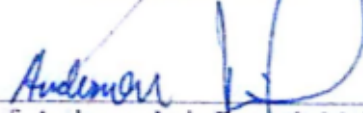
Prof. Fabricio Pitombo Leite, Dr.
Orientador - UFRN



Prof. Igor Ezio Maciel Silva, Dr.
Examinador - UFRN



Prof. Sinézio Fernandes Maia, Dr.
Examinador- UFPB



Prof. Anderson Luiz Resende Mol, Dr.
Coorientador- UFRN

Natal, 06 de Fevereiro de 2018.

*Dedico este trabalho em especial a minha noiva, pelo apoio oferecido em toda essa jornada.
A minha mãe por me permitir realizar está jornada.*

Agradecimentos

Incomensuráveis agradecimentos a todos aqueles que fizeram parte desta jornada acadêmica. Agradeço a Deus pela saúde durante este período em que me permitiu seguir em frente. Agradeço aos familiares, em especial a minha mãe e minha noiva. Minha mãe por permitir que eu me dedique a meus estudos, a pessoa que mais investiu neles. Minha noiva pelo apoio e motivação para enfrentar as dificuldades, e por sempre acreditar que vai dar certo.

Aos professores agradeço ao professor Fabrício, que foi por demais compreensível com minha situação, apoiando em todo momento a realização desta dissertação. Meu coorientador o Anderson Mol, que me forneceu *insights* importantes. Aos servidores da UFRN que nos ajudam em diversos problemas, em especial a Neto que ofereceu importante assistência.

Aos amigos que nos apoiam nas dificuldades encontradas, em especial Raimundo que me forneceu importantes recomendações sobre este trabalho.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,
mas transformai-vos pela renovação da mente,
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*

Resumo

Os modelos de microestrutura ganharam bastante espaço na literatura econômica e surgem como um contraponto àqueles baseados puramente em fundamentos macroeconômicos. Dessa forma, o esforço passou a ser em microfundamentar o mercado de câmbio, partindo de hipóteses comportamentais dos agentes envolvidos neste mercado. Uma nova variável chave é acrescentada nos modelos: o fluxo de ordens. Com a constatação da relevância do fluxo de ordens nas taxas de câmbio, como também já estimado por diversos autores as magnitudes de seus impactos, este trabalho passa a utilizar uma nova abordagem, olhando agora para os impactos na volatilidade. A partir dos modelos de microestrutura, estimou-se como a volatilidade nas variáveis de risco e de fluxos são transmitidas ao câmbio. Com as correlações dinâmicas advindas dos modelos DCC-GARCH, confirma-se a importância das variáveis de risco na formação dos preços, sendo uma importante fonte de volatilidade para o câmbio. Em relação aos fluxos de ordens, constata-se a importância dos estrangeiros na variabilidade das taxas de câmbio, com o setor financeiro geralmente atuando como contraparte das operações cambiais.

Palavras-chave: Câmbio, Microestrutura, Volatilidade, DCC-GARCH.

Abstract

The models of microstructure have gained a lot of space in the economic literature and appear as a counterpoint to those based purely on macroeconomic fundamentals. In this way, the effort began to be in microfundament the exchange market, starting from behavioral hypotheses of the agents involved in this market. A new key variable is added in the models: the order flow. With the confirmation of the importance of the flow of orders in exchange rates, as already estimated by several authors the magnitudes of their impacts, this work uses a new approach, now looking at the impacts on volatility. From the microstructure models, it was estimated how the volatility in the risk variables and flows are transmitted to the exchange. With the dynamic correlations coming from the DCC-GARCH models, the importance of the risk variables in price formation is confirmed, being an important source of exchange volatility. Regarding order flows, the importance of foreigners in the exchange rate variability is verified, with the financial sector generally acting as counterpart of foreign exchange operations.

Keywords: Exchange Rate, Microstructure, Volatility, DCC-GARCH.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre o Dólar <i>Spot</i> e EMBI+ Br	34
Figura 2 – Evolução do EMBI+ Brasil	35
Figura 3 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre o Dólar <i>Spot</i> e CDS5	36
Figura 4 – Participação no Volume de Compra de Contratos de Dólar Futuro por Categoria de Participante	38
Figura 5 – Participação no Volume de Venda de Contratos de Dólar Futuro por Categoria de Participante	38
Figura 6 – Fluxo de Ordens por Participante	39
Figura 7 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens dos Investidores Institucionais e Dólar <i>Spot</i>	40
Figura 8 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens dos Não-Residentes e Dólar <i>Spot</i>	41
Figura 9 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens das Pessoas Jurídicas Financeiras e Dólar <i>Spot</i>	42
Figura 10 – Gráfico da Relação entre as Variações no Fluxo e do Câmbio.	44
Figura 11 – Gráfico dos Critério de Informação Utilizados para Definir o Número de Quebras	59
Figura 12 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens das Pessoas Jurídicas Não Financeiras e o Dólar <i>Spot</i>	62

Lista de tabelas

Tabela 1 – Descrição das Variáveis	32
Tabela 2 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio <i>Spot</i> e EMBI+ Br	34
Tabela 3 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio <i>Spot</i> e CDS5	36
Tabela 4 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio <i>Spot</i> e Fluxo de Ordens dos Investidores Institucionais	40
Tabela 5 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio <i>Spot</i> e Fluxo de Ordens dos Não-Residentes	42
Tabela 6 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio <i>Spot</i> e Fluxo de Ordens dos Não-Residentes	42
Tabela 7 – Regressão entre as Variáveis de Fluxos dos Não-Residentes e Setor Financeiro	61

Lista de abreviaturas e siglas

B3	Bolsa Brasil Balcão
ARCH	Autoregressive conditional Heteroskedasticity
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
DCC-GARCH	Dynamic Conditional Correlation - GARCH

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	O mercado de câmbio no Brasil	19
2.1.1	Descrição e Participantes do Mercado Interbancário	19
2.1.2	Produtos Formais e Informais do Mercado Interbancário	20
2.1.3	Mercado de Derivativos de Câmbio	21
2.2	Fluxo de Ordens e Mercado Brasileiro	22
2.2.1	Literatura sobre Fluxo de Ordens	22
2.2.2	Os Modelos de Microestrutura	24
2.3	A Volatilidade do Câmbio e as Variáveis de Microestrutura	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	Modelos de Heterocedasticidade Condicional	27
3.1.1	Modelo ARCH	27
3.1.2	Modelo GARCH	28
3.1.3	Modelos GARCH Multivariados	29
3.2	Técnica de Detecção de Múltiplas Quebras Estruturais Endógeno	30
3.3	Dados Utilizados	31
3.4	Metodologia Adotada	32
4	RESULTADOS	34
4.1	Relação entre Dólar <i>Spot</i> e as Variáveis de Risco	34
4.2	Relação entre o Dólar <i>Spot</i> e as Variáveis de Fluxo	37
4.2.1	Panorama do Mercado	37
4.2.2	Análise de Transferência de Volatilidade	39
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICES	51
	APÊNDICE A – DERIVAÇÃO DO MODELO DE MICROESTRUTURA	52
	APÊNDICE B – CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO DAS QUEBRAS ESTIMADAS	59

APÊNDICE C – ANÁLISE DE REGRESSÃO	60
APÊNDICE D – CORRELAÇÃO DINÂMICA ENTRE AS PESSOAS JURÍDICAS NÃO FINANCEIRAS E O DÓLAR <i>SPOT</i>	62

1 Introdução

A variabilidade das séries financeiras, mais especificamente sua volatilidade, está relacionada as percepções de incerteza dos agentes econômicos. Ela é entendida como uma medida de incerteza, ocupando um espaço especial na literatura financeira, geralmente utilizada nos modelos de precificação de ativos, sendo a mesma um componente essencial na formação dos preços. Além disso, a volatilidade é mais fácil de prever do que os níveis de preços das séries financeiras, sendo esta uma característica qualitativa importante.

Em termos do câmbio, a volatilidade é uma característica dos regimes de câmbio flexíveis, que, devido ao papel crucial do câmbio sobre a economia, passa a ser um fenômeno indesejado, foco de atuação dos bancos centrais que tentam atenuar seu comportamento, devido aos seus efeitos nocivos.

O câmbio constitui um tema de bastante controvérsia na literatura econômica, e o trabalho de [Meese e Rogoff \(1983\)](#) lança um importante questionamento. Ao testar o poder de previsão dos modelos cambiais tradicionais, os autores chegam à conclusão que um simples passeio aleatório prevê melhor as variações do câmbio, do que os modelos teóricos tradicionais. A partir da falha destes modelos, surgem na literatura abordagens alternativas aos tradicionais modelos para o câmbio, introduzindo um novo conceito conhecido como microestrutura. Dentro desta temática, o trabalho de [Evans e Lyons \(2002\)](#) serve de base para muitos artigos posteriores sobre o tema.

[Evans e Lyons \(2002\)](#) abordam a temática buscando um modelo de melhor eficiência preditiva, adicionando uma nova variável advinda da classe de modelos de microestrutura financeira, o fluxo de ordens. O fluxo de ordens é definido como o resultado da diferença entre ordens de compra e venda de determinado ativo¹, constituindo uma fonte de informação aos agentes envolvidos no mercado. Os fluxos carregam informações sobre as expectativas e crenças dos agentes que negociam câmbio, tornando-se uma variável importante da dinâmica cambial.

Ao negociar com o resto do mundo, as empresas necessitam contratar operações de câmbio a fim de completar suas transações. Como no mercado brasileiro somente agentes autorizados pelo Banco Central Brasileiro (BACEN) podem negociar câmbio (os *Dealers*), as empresas procuram os *dealers* para satisfazer suas necessidades de câmbio. Ao fazer isso, estas demandas constituem informação privada do *dealer*, que em um segundo momento, irá aos mercados à vista ou futuro, para reduzir ou anular, a exposição cambial advinda dos fluxos gerados por seus clientes.

¹ O resultado líquido em um dado período de tempo.

A lógica por trás disso é que ao receber as ordens de seus clientes, geralmente exportadores ou importadores, o fluxo constitui uma fonte de informação sobre a demanda externa, por exemplo, além de constituir um fundamento macroeconômico ao afetar o Balanço de Pagamentos. Os fluxos afetam o conjunto informacional relacionado aos fundamentos macroeconômicos de todos os participantes do mercado, em que as decisões alocativas do *dealers*, são determinadas pelas suas expectativas quanto ao comportamento futuro do câmbio, que é em parte influenciado pelos fluxos gerados ao final do dia pelos demais *dealers*.

No pano de fundo destas concepções se encontram as operações de *carry trade*, que nos últimos anos constituiu um importante meio de transmissão de liquidez. As operações de *carry trade* consistem em formar um passivo em um local de juros baixos, e aplicar estes recursos em títulos que possuam uma remuneração mais elevada, porém, denominado em uma moeda diferente.

Pela teoria econômica tradicional as operações de *carry trade* não deveriam ser lucrativas, pelo pressuposto da paridade descoberta de juros². Um investidor deveria ser indiferente a realizar uma operação com ativos semelhantes, independente de qual moeda ele estiver denominado. O diferencial de juros entre os ativos tem como única explicação a compensação por uma desvalorização cambial futura, ou seja, reflete uma expectativa de desvalorização cambial. A falha da UIP garante a lucratividade destas operações (ROSSI, 2012).

Assim, as variáveis relacionadas aos diferenciais de juros e percepção de risco, tornam-se fatores de impacto no câmbio. Caso a desvalorização cambial seja inferior ao diferencial de juros, uma posição comprada no mercado futuro reflete o mesmo rendimento da chamada forma bancária da operação³. Desta forma, o agente ao explorar esta oportunidade fica descoberto, gerando assim uma posição alavancada na qual um aumento na volatilidade do câmbio, advindo de uma aversão maior ao risco ou a uma diminuição nos diferenciais de juros, pressione os agentes a zerar suas posições, o que acaba por aumentar ainda mais a volatilidade e desvalorização do câmbio (ROSSI, 2012).

O movimento dos fluxos cambiais está diretamente ligado a questão da volatilidade cambial. Garcia e Fernandes (2007) afirmam que a atratividade das operações de *carry trade* não depende somente do diferencial de juros, a volatilidade do câmbio também é um fator importante. Mesmo que exista diferencial de juros, o especulador está exposto a variação cambial, desta forma o aumento da volatilidade diminui a atratividade das operações de *carry trade*. O trabalho de Sicsú (2002) chega a conclusão semelhante, na qual

² Uncovered Interest Parity (UIP)

³ A forma bancária consiste em gerar um passivo no local de menor juros e aplicar em títulos de maior rendimento.

um aumento na volatilidade, interpretado aqui como um aumento na incerteza, ocasionaria um aumento na demanda por dólares por motivos de proteção e, conseqüentemente, reforçando o processo de desvalorização.

Fica caracterizado que o aumento na volatilidade no câmbio tem relação direta com os fluxos financeiros. Porém, qual o relação entre a variação dos fluxos sobre a variação do câmbio? Colocando esta questão em pauta, quais são os fatores que impactam a volatilidade cambial? [Cerqueira \(2011\)](#) ao estudar o que impacta a volatilidade cambial, elenca três fatores, com base no que era citado com mais frequência na literatura internacional: rigidez nos preços, baixo nível de desenvolvimento dos mercados financeiros domésticos e o grau de abertura comercial. A adição do fluxo de ordens para explicar o câmbio ganha relevância nos últimos anos, apesar disso, a literatura da volatilidade no câmbio por uma perspectiva de microestrutura de mercado ainda é escassa. A maioria dos trabalhos de microestrutura fazem uso de modelos de Vetor Auto-Regressivo Estruturais (SVAR), na qual relacionam o impacto do fluxo de ordens sobre as variações no preços. Com o objetivo de preencher esta lacuna, este trabalho abordará a relação da volatilidade a partir dos conceitos de microestrutura do câmbio.

Em um regime de câmbio flutuante, a volatilidade é um fenômeno que possui diversos efeitos adversos. Em países que dependem de exportações, a volatilidade torna bastante imprevisível as receitas dos exportadores, além disso, possuem impactos sobre o bem estar econômico, tendo em vista que as pessoas preferem uma renda mais constante a fim de ter poucas alterações em seus padrões de consumo.

Por fim, a questão norteadora deste trabalho é: Como a volatilidade do câmbio se relaciona com as variáveis de microestrutura? A partir deste questionamento são estabelecidos dois objetivos específicos:

1. Estimar as relações entre a volatilidade do câmbio e as variáveis de microestrutura;
2. Estimar quebras estruturais na relação entre as séries a fim de constatar contágio.

No âmbito internacional o trabalho de [Zhang, Marsh e MacDonald \(2016\)](#), por meio de um modelo GARCH, estima qual o impacto dos fluxos de ordens sobre a volatilidade condicional do câmbio. A partir da suposição que os fluxos constituem um fonte de informação privada, analisam conjuntamente o impacto dos fluxos e das notícias macroeconômicas sobre a volatilidade. Os autores ratificam a importância dos fluxos sobre a volatilidade do câmbio, oferecendo suporte para a suposição de que os fluxos carregam informações privadas. O estudo de [Zhang, Marsh e MacDonald \(2016\)](#), no entanto, se limitou a testar os efeitos sobre a volatilidade, indicando que os fluxos tem impactos positivos.

Dessa forma, este trabalho utilizará uma abordagem dinâmica, estimando não apenas o impacto sobre a volatilidade, mas como se comporta a relação entre a variabilidade dos fluxos e do câmbio ao longo do tempo. Assim, como este trabalho partirá de uma relação dinâmica, permite que se faça uma relação entre os momentos de conjuntura, e como a relação entre as variáveis se alteram ao longo do tempo.

A volatilidade, aqui entendida como uma medida de variabilidade de uma série de tempo, pode incorrer em dependência temporal, e desta forma, estimas-se a chamada variância condicional. Assim os modelos da família ARCH são propostos para este fim, conhecidos como os modelos de heterocedasticidade condicional, que tem como objetivo modelar a variância das séries. Este trabalho utiliza a versão generalizada do mesmo, o modelo GARCH, que permite captar os efeitos de dependência temporal, porém, estimando menos parâmetros. Além disso, os modelos da família ARCH são univariados, o que para cumprir com os objetivos deste trabalho, será utilizado uma derivação multivariada, proposta por [Bollerslev \(1986\)](#), chamada de DCC-GARCH. No modelo DCC-GARCH estima-se, a partir das variâncias condicionais de duas séries, as correlações dinâmicas, demonstrando como a volatilidade de duas séries se relacionam ao longo do tempo.

As correlações dinâmicas estimadas demonstram como ocorre a transferência de volatilidade, no decorrer do tempo, entre as variáveis utilizadas. A ocorrência de estabilidade nas correlações dinâmicas, indicam o nível e direção da transferência. Ao ocorrer choques na volatilidade, caso a transmissão não se disperse ao longo do tempo, chamamos este fenômeno de contágio. O contágio então é identificado por quebras estruturais na relação das volatilidades, sendo este efeito uma medida de integração das séries.

Do ponto de vista do importador/exportador, as correlações podem ser utilizadas como insumo na montagem de suas posições de *hedge*, já que as correlações permitiriam um melhor ajuste em suas relações de *hedge*, ao compreender como a microestruturas do câmbio impacta na volatilidade cambial. Em termos de política monetária, as correlações serviriam como um direcionador das intervenções cambiais, ao indicar quais são os fatores que estão mais relacionados a volatilidade do câmbio, melhorando a eficiência da intervenção. Aos demais participantes do mercado, indicariam como a atuação dos *players* se relaciona com a volatilidade cambial.

A noção de contágio é adicionada como um forma de estudar a integração entre as séries. Normalmente utilizada com o objetivo de estudar a interdependência entre mercados, neste trabalho observaremos este fenômeno com o objetivo de detectar mudanças temporais nas relações entre as séries financeiras, a fim de constatar alterações que fujam do padrão temporal, no caso em questão, regiões onde a relação ocorra em níveis superiores ou inferiores a média. Relacionando ao momento de conjuntura, essas quebras demonstram

como a relação depende do conjunto informacional de cada agente do mercado, em que suas expectativas determinam a dinâmica de formação de preços, assim sua variabilidade.

O trabalho segue com a organização convencional com o capítulo 2 contendo a revisão de literatura e o referencial teórico, o capítulo 3 a descrição das variáveis e da metodologia empregada, o capítulo 4 apresenta os resultados e seus comentários e por último o capítulo 5 com as conclusões do trabalho.

2 Referencial Teórico

2.1 O mercado de câmbio no Brasil

2.1.1 Descrição e Participantes do Mercado Interbancário

O mercado de câmbio possui diversos lócus de negociação, além de uma variedade de títulos indexados, em que se relacionam e se influenciam nos processos de formação de seus preços. Um dos principais trabalhos que se propôs a pormenorizar este mercado foi o de [Garcia e Urban \(2004\)](#), que fundamenta grande parte da descrição do mercado de câmbio brasileiro a frente.

Pode-se dividir o mercado em primário e secundário. O mercado primário é basicamente a relação de nossa economia com o exterior, consistindo nas operações de câmbio contratado baseado nas operações que são registradas no balanço de pagamentos. Por sua vez, o mercado secundário, também chamado de mercado interbancário, é composto pelos bancos autorizados pelo Banco Central Brasileiro (BACEN) a negociar câmbio entre si, na qual possuem três objetivos básicos de operações: *hedge*, arbitragem e especulação.

A regulação e fiscalização é feita pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) e pelo BACEN. Os bancos negociam com ou sem intermediação das corretoras, porém, são obrigados a registrar todas as operações no Sistema de Informações do BACEN (Sisbacen), estando a liquidação das mesmas condicionadas a este registro. A liquidação geralmente é feita transferindo ativos em reais presentes nas contas de reservas junto ao BACEN, a entrega da moeda estrangeira ocorre por transferência em contas dos bancos correspondentes no exterior. Essa negociação no Brasil é realizada essencialmente na relação real/dólar (BRL/USD), com a negociação dos demais pares sendo feitas no exterior, porém, liquidadas em dólar. Este mercado é composto por cinco participantes, que são: Banco Central, Bancos autorizados, Sociedades Corretoras, Bancos Correspondentes no Exterior, e pela *Clearing* de Câmbio B3.

O BACEN possui basicamente duas funções neste mercado. O primeiro a de liquidante, na qual processa, monitora e controla os fluxos de pagamentos em moeda nacional. Além disso, opera no mercado através das atribuições definidas na Lei 4594/64, na qual negocia diretamente com os bancos autorizados.

As relações do Brasil com exterior presentes no balanço de pagamentos, constituem a oferta e demanda de divisas dentro do país, que constitui o mercado primário. No Brasil, os agentes são obrigados a contratar câmbio somente dos bancos autorizados pelo BACEN, possuindo efeitos também sobre o saldo de reservas. Ao receber as demandas e ofertas dos

agentes primários (importadores e exportadores, por exemplo), os bancos tem que equalizar suas posições a fim de evitar exposição cambial, utilizando assim o mercado secundário para satisfazer suas necessidades, sejam elas de *hedge*, arbitragem ou especulação.

As sociedades corretoras atuam como centros de negociação, sendo proibidas de manter posições. Os bancos não são obrigados a utilizar as mesmas em sua negociação de câmbio, porém, elas adquirem o papel de agir como prepostos buscando as contrapartes necessárias para o fechamento do negócio, criando uma espécie de pregão próprio entre elas. Conseguem organizar até certo ponto as cotações do mercado, o que agiliza as negociações.

Os bancos correspondentes atuam no exterior (essencialmente no Estados Unidos), atuando como liquidantes em moeda estrangeira das operações fechadas nos mercados de câmbio tanto primário como secundário. As transferências ocorrem entre contas (se o banco correspondente for o mesmo para as duas pontas), pela câmara de pagamentos norte-americana (*chips*), ou pelo sistema de transferências de reservas também norte-americano (*Fedwire*).

A *Clearing* da B3 possui como função agir como contraparte principal das operações. A mesma garante a liquidação das operações, exigindo dos bancos margens de garantia a fim de mitigar o risco de *default* pela contraparte.

2.1.2 Produtos Formais e Informais do Mercado Interbancário

Ainda de acordo com o texto de [Garcia e Urban \(2004\)](#), o mercado de câmbio é caracterizado pelos mercados formais e informais. As modalidades formais existentes são: câmbio pronto e câmbio futuro. Os mercados informais são compostos por operações sintéticas, ou seja, a combinação de duas modalidades diferentes de operações, muitas vezes utilizadas a fim de driblar exigências legais.

O câmbio pronto consiste na compra e venda de divisas, isto é, consiste no mercado de câmbio "físico", local onde os agentes econômicos contratam câmbio a fim de atender a suas necessidades de moeda estrangeira. O câmbio futuro⁴ constitui o mercado a "termo" do dólar, em que as contrapartes negociam a liquidação da operação a prazos superiores a 3 dias. O mercado de câmbio dito por informal é composto por cinco operações, que são: Ptax. Linha, DI Casado, Diferencial e Barriga de Aluguel.

Apesar de serem elencadas acima, essas operações não serão detalhadas neste trabalho, porém faremos uma breve descrição das mesmas⁵. As operações de Linha DI e DI casado consistem em uma operação de crédito, combinando duas operações de compra

⁴ Este mercado não é o derivativo do dólar negociado na B3.

⁵ Para detalhes consultar o trabalho de [Garcia e Urban \(2004\)](#).

e venda de câmbio pronto (que são liquidadas em dias diferentes) aplicando uma taxa de juros sobre as taxas de câmbio compactuadas. Como no Brasil os bancos, dentro do território brasileiro, só podem realizar empréstimos em moeda nacional, eles utilizam estas duas modalidades como forma de obter empréstimos em moeda estrangeira. As operações de Ptax consistem em formalizar um contrato de câmbio baseado no cálculo da Ptax⁶ prévia, no que ao final do dia, caso ocorra diferenças entre as taxa compactuada e a oficial, os ajustes serão feitos no dia seguinte. A operação de diferencial é basicamente o casamento de duas operações, em sentidos opostos, entre o dólar futuro e o câmbio pronto. O diferencial corresponde a diferença de preço entre os dois mercados. Por último a operação conhecida como Barriga de Aluguel, busca driblar a limitação de negociação diária imposta pelo BACEN. O banco combina operações de compra e venda para liquidação em dias diferentes, assim mantém em suas carteiras sempre valores inferiores aos limites legais.

Desta feita, descrevemos assim as operações exclusivas do mercado interbancário. Como as operações informais não são registradas, não se sabe o volume e tamanho das mesmas. O mercado brasileiro é caracterizado como sendo um mercado de múltiplos *dealers* descentralizados, ou seja, não existe um único local onde estas negociações são realizadas, como vimos, podem ser feitas diretamente entre os bancos, via corretoras ou até por sistemas eletrônicos. Por fim, Garcia e Didier (2003) concluem que este formato de operacionalização aumenta consideravelmente os riscos das contrapartes envolvidas, além de ser de difícil fiscalização pelas autoridades.

2.1.3 Mercado de Derivativos de Câmbio

O Mercado de derivativos é composto por quatro modalidades diferentes negociados em bolsa e balcão, quais são: Contrato Futuro, *Swap*, Opções e Contrato a Termo. O Contrato Futuro é um ativo padronizado negociado no pregão eletrônico da B3. Ao contrário do mercado interbancário, o mercado de futuro de dólar não é exclusivo dos bancos autorizados pelo BACEN, nele encontramos inclusive pessoas físicas operando por sociedades corretoras. Os contratos futuros, maneira pela qual são denominados, são divididos em duas classes conhecidas como Futuro de Taxa de Câmbio de Reais por Dólar Comercial e Futuro Mini de Taxa de Câmbio de Reais por Dólar Comercial. O contrato futuro de dólar possui o valor de cinquenta mil dólares, seu preço de negociação é dado pelo valor de reais por mil dólares, ou seja, se o câmbio está sendo negociada a R\$ 3,00 o seu preço será de R\$ 3000,00. A diferença pro mini é a alteração do valor do contrato que sai de cinquenta mil dólares para dez mil dólares.

⁶ A Ptax é divulgada pelo BACEN por volta das 18h00, desta forma, operações durante do dia se baseiam num cálculo da prévia.

Os *Swaps* são contratos negociados em balcão com os termos do contrato sendo definidos entre as partes. Este contrato consiste em uma operação de *hedge* na qual os partes trocam rentabilidades de ativos ou indexadores, sem que ocorra a troca do principal. No Brasil o contrato de *Swap* mais comum é o "dólar x DI", em que uma das partes assume o pagamento dos juros DI e a outra assume o risco cambial.

O mercado a termo é bastante semelhante ao mercado futuro, porém com uma característica comum ao mercado de *Swaps* - ambos são negociados entre as partes. Há dois tipos de contrato a termo, um onde ocorre a entrega física das divisas, operação já descrita acima no mercado interbancário, onde só os agentes do mercado primário podem fazê-lo; E o que não existe entrega física, conhecidos como NDF (*non-deliverable forwards*), que são negociados nos mercados ditos *offshore*.

A B3 oferece ainda a possibilidade de negociar opções sobre o dólar comercial. As opções são do tipo europeu, ou seja, só podem ser exercidas no seu vencimento. A característica do contrato a semelhante a do mercado futuro, cada contrato vale cinquenta mil dólares, com o prêmio da opção sendo dado em reais por mil dólares. As opções se configuram como mais uma alternativa de *hedge*, embora também possam ser utilizadas para fins especulativos⁷.

O mercado *offshore* consiste nas operações com base na moeda brasileira negociados entre não-residentes e em jurisdição estrangeira e desta forma são liquidados em moeda estrangeira, desta forma não exercem influência direta sobre a formação de preço no mercado a vista brasileiro (ROSSI, 2012).

2.2 Fluxo de Ordens e Mercado Brasileiro

2.2.1 Literatura sobre Fluxo de Ordens

A partir da crítica levantada por Meese e Rogoff (1983) aos modelos macroeconômicos à época, surge na literatura modelos alternativos aos testados pelos autores. Lyons (1991) introduz uma abordagem diferente para explicar a falha dos fundamentos como variáveis explicativas das variações no câmbio. Em seu trabalho, afirma que os agentes presentes nos mercados de câmbio possuem diferentes motivações para operar, em que cada um é ao mesmo tempo um especulador e, nas palavras do autor, uma *information clearinghouse*, na qual processa e interpreta as informações advindas dos contratos de câmbio firmados por seus clientes. Os negócios realizados com o exterior carregam consigo informações sobre a atividade econômica; um exportador, por exemplo, que aumenta suas contratações de câmbio pode indicar um aumento da demanda externa e, com isso, as

⁷ Detalhamentos sobre cada contrato podem ser encontrados no site da B3: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/>

vendas de moeda estrangeira causa uma pressão vendedora no câmbio, levando-a uma apreciação cambial.

Os fluxos recebidos pelos *dealers* constituem uma fonte de informação privada, e a partir deles, formam suas posições, o que no conjunto do mercado, é a causa a heterogeneidade entre os agentes. Estes fluxos, considerados aqui como uma fonte de informações, modificam as crenças dos *dealers*, consistindo em um processo de aprendizagem contínua.

O trabalho de [Evans e Lyons \(2002\)](#) faz a relação direta entre o fluxo de ordens e a taxa de câmbio. Os autores utilizam dois pares de moedas distintas, o marco alemão e o *yen*, ambos relacionados ao dólar americano. Em sua estimação, utilizaram 3 variáveis: fluxo de ordens, variação da diferença entre juros interno e externo e o próprio diferencial de juros. Nos dois casos, o fluxo de ordens foi significativo, concluindo os autores que o mesmo é uma importante variável de explicação das variações do câmbio.

Em relação ao Brasil um dos primeiros trabalhos a lidar com a questão da microestrutura de mercado é o de [Garcia e Urban \(2004\)](#), que buscou descrever em pormenores a estrutura do mercado de câmbio brasileiro. Neste trabalho, e no posterior de [Ventura e Garcia \(2012\)](#), cabe destaque a um importante resultado encontrado, que a partir de um teste de cointegração: a taxa de câmbio é formada no mercado futuro e depois transferida via arbitragem para a taxa à vista. O trabalho de [Fernandes \(2011\)](#) chega a conclusão semelhante utilizando dados de alta frequência.

O trabalho de [Laurini, Furlani e Portugal \(2007\)](#) utiliza uma metodologia em que testa a propriedade Markoviana na formação dos *spreads*, em que a hipótese nula de seu modelo consiste em um processo Markoviano de primeira ordem na formação dos *spreads* no mercado de câmbio. Em seu trabalho, a hipótese nula é rejeitada, concluindo assim que os preços não seguem a propriedade Markoviana, rejeitando a hipótese de eficiência na formação dos preços neste mercado. A essa não eficiência é atribuída a existência de informações privadas, característica da assimetria de informação entre os agentes.

Utilizando os conceitos de fluxo de ordens introduzidos pelo trabalho de [Evans e Lyons \(2002\)](#), [Wu \(2012\)](#) testa econometricamente, para o Brasil, o impacto e a significância dos fluxos de ordem para a formação da taxa de câmbio. Através de um Vetor Autorregressivo Estrutural (SVAR), encontra evidências de que o fluxo de ordens possui relação com a formação da taxa de câmbio, estimando que uma apreciação de 1% da taxa de câmbio, aumenta a demanda dos agentes financeiros em 68 bilhões de dólares. A partir da suposição de que os fluxos carregam informações sobre os fundamentos macroeconômicos, [Collussi \(2009\)](#) acrescenta a metodologia proposta por [Wu \(2012\)](#) dezesseis variáveis

macroeconômicas, estimando se os fluxos também contribuem para melhorar as previsões das mesmas. Os resultados demonstraram que a adição dos fluxos de ordens não resultou em melhora preditiva dos fundamentos.

Fica evidenciada a importância do fluxo de ordens para os movimentos do câmbio. A partir deste ponto, se faz necessário explicar como as variáveis de fluxo se relacionam a volatilidade do câmbio. Na próxima seção será demonstrada, a partir dos modelos de microestrutura, a fundamentação teórica.

2.2.2 Os Modelos de Microestrutura

Em Wu (2012), o fluxo de ordens gerado pelos clientes dos *dealers* X_t , está em função do próprio preço s_t , e dos fundamentos F_t macroeconômicos, assumindo que F_t seja um vetor constituído pelo diferencial de juros e o prêmio de risco soberano. O fluxo então é descrito pela equação abaixo:

$$X_t = \kappa_0 + \kappa_1 s_t + \kappa_2 F_t \quad (2.1)$$

em que $\kappa_1 < 0$, indica que a demanda cai com o aumento do preço do câmbio.

Supondo que no mercado de câmbio as negociações se deem em duas rodadas, o fluxo dos clientes dos *Dealers* ocorrem na primeira rodada de negociação. O fluxo da primeira rodada constitui uma fonte de informação privada, porém, somente utilizada na segunda rodada, em que as negociações só ocorre entre os *Dealers*. Após a primeira rodada, os *Dealers* negociam no mercado interbancário o resultado da variação em seus portfólios $Q_{t,1}^i$, que é dada por $Q_{t,1}^i - X_t$ (consiste na variação em seus portfólios depois da negociação com seus clientes). Ao receber os fluxos na primeira rodada, este toma sua decisão alocativa que consiste em duas alternativas: negociar os saldos indesejados na segunda rodada com os outros *dealers*, ou manter o saldo para o período seguinte. Cabe ao *dealer* maximizar a seguinte função de lucro:

$$\Pi_t^i = Q_{t,1}^i(s_{t,2} - s_{t,1}) + Q_{t,2}^i(s_{t+1,1} - s_{t,2}) \quad (2.2)$$

As decisões alocativas (a decisão das quantidades $Q_{t,1}^i$ e $Q_{t,2}^i$) dependem da expectativa de retorno no período seguinte. Ao final da primeira rodada, caso o fluxo dos clientes agreguem valor informacional aos fundamentos macroeconômicos, as expectativas sobre a taxa de câmbio também serão adaptadas. Porém, os *dealers* só realizariam estas operações caso excesso de retorno compense o risco da operação. Esse cálculo é demonstrado no

trabalho de [Garcia e Fernandes \(2007\)](#), em que o diferencial de juros é descontado pelo componente de risco país, definido na ótica de microestrutura pela relação abaixo:

$$\mathbb{E}_t^D \Delta s_{t+1} + \hat{r}_t - r_t = \psi \quad (2.3)$$

onde \hat{r}_t são os juros externos, r_t os juros internos e ψ o componente de risco.

A derivação detalhada da equação 1.3 é dada no apêndice A. Os *dealers* ao cotar os preços negociados no mercado de câmbio, precificam de acordo com a percepção de risco. A variação dos preços, dessa forma, sofre influência direta da própria variação da percepção de risco, em que períodos de maior estresse econômico, são transmitidos ao câmbio. Supõe-se que exista relação entre a variabilidade das variáveis de risco e taxa de câmbio. Ao tratar das decisões alocativas, [Wu \(2012\)](#) propõe uma solução ótima em seu modelo, definida nas equações abaixo:

$$Q_{t,1}^i = \frac{E_{t,1}(s_{t,2}) - s_{t,1}}{\theta \text{Var}_{t,1}(s_{t+1,2})} \quad (2.4)$$

$$Q_{t,2}^i = \frac{E_{t,2}(s_{t+1,1}) - s_{t,2}}{\theta \text{Var}_{t,2}(s_{t+1,1})} \quad (2.5)$$

As decisões alocativas passam a depender do grau de incerteza dos agentes. A partir das equações 2.4 e 2.5, a volatilidade desestimularia a manutenção de portfólios de câmbio, assim, a volatilidade do câmbio amplia a volatilidade dos fluxos. Existe uma relação de endogeneidade neste processo, em que as volatilidades se ampliam, como foi estimado no trabalho de [Zhang, Marsh e MacDonald \(2016\)](#), resultando em um efeito direto entre as duas.

As decisões alocativas dependem das expectativas dos agentes, que dependem do conjunto informacional de cada um. Dessa forma, caso algum cliente, na primeira rodada, possua alguma informação superior sobre algum fundamento macroeconômico em detrimento dos *dealers*, estas informações são incorporadas ao conjunto informacional somente na segunda rodada. A expectativa do preço do câmbio no período seguinte está relacionada ao conjunto informacional revisto a partir dos fluxos de ordens gerados na segunda rodada do período anterior.

2.3 A Volatilidade do Câmbio e as Variáveis de Microestrutura

O artigo de [Cerqueira \(2011\)](#) modela a volatilidade do câmbio a partir dos modelos propostos pela *New open-economy macroeconomics* (NOEM). Os modelos desta classe

tratam da questão da volatilidade cambial relacionando-a a condução da política monetária. Assim, o autor testa empiricamente os impactos da política monetária sobre a variabilidade do câmbio, modelando a volatilidade condicional, rejeitando a hipótese de independência entre os juros nominais/reais e a volatilidade cambial. Ao tratar as operações de *carry trade* anteriormente, o diferencial de juros e a volatilidade cambial representam a atratividade desta operação, dessa forma, a entrada e saída de fluxos advindos destas operações impactam no preço e volatilidade.

O trabalho de Opschoor et al. (2014) utiliza o mercado de títulos de renda fixa para estimar para este fim. Os autores confirmam que o fluxo de ordens impactam positivamente a volatilidade dos *treasuries* americanos. Os fluxos de ordens tendem a agir como amplificadores dos movimentos de volatilidade, quanto maior o volume das ordens, maior a volatilidade. A perspectiva é que os fluxos são variáveis de agregação informacional, estando correlacionadas também aos eventos macroeconômicos.

O trabalho de Zhang, Marsh e MacDonald (2016) segue na mesma linha aplicando ao mercado de câmbio. Os autores testam diferentes especificações com o objetivo de testar como o fluxo de ordens impacta na volatilidade do câmbio, em que testam a relação dos fluxos em conjunto com as notícias sobre a volatilidade do câmbio. Concluem que os fluxos de ordens tem efeitos amplificadores sobre a volatilidade, sendo estes um segundo canal de transmissão, após o impacto das notícias.

Para contribuir com o estudo da volatilidade cambial, a análise deste trabalho utilizará as premissas dos modelos de microestrutura. Os fluxos continuam sendo *proxies* de agregação informacional, o que ao agregar novas informações ao conjunto informacional do período presente, impactam nas decisões alocativas e de preço. A amplitude destes movimentos que ocasionam os impactos sobre a volatilidade do câmbio.

3 Metodologia

3.1 Modelos de Heterocedasticidade Condicional

Nos últimos anos, os bancos centrais tem atuado para conter o aumento na volatilidade, intervindo nos mercado de câmbio por diversos instrumentos (OLIVEIRA; PLAGA, 2011). A volatilidade passa a ser então uma questão de política econômica, em parte devido aos seus efeitos inflacionários, ou em alguns casos, como parte de uma política comercial (SARNO; TAYLOR, 2001). A partir da relevância do tema, surgem estudos que tratam sobre a volatilidade cambial. O trabalho de Celik (2012), utilizando um modelo correlação dinâmica DCC-GARCH, observou a interindependência entre diversos mercados de câmbio, testando o contágio da crise do *subprime* de 2008. O autor encontrou evidências da existência do contágio, principalmente dos países em desenvolvimento.

A partir da literatura de microestrutura do câmbio, definimos na equação 2.3 a relação entre as variáveis de risco e a taxa de câmbio, condicionando as expectativas em torno da taxa de câmbio futura ao comportamento das variáveis de risco. Dessa forma, este trabalho testará se existe um padrão de transferência de volatilidade entre as variáveis de percepção de risco e taxa de câmbio, com metodologia semelhante a utilizada por Celik (2012).

Nas equações 2.4 e 2.5, está demonstrado a situação de equilíbrio definida por Wu (2012), na qual demonstra a relação entre os fluxos e a volatilidade, em que os portfólios ótimos dependem da mesma. A partir desta premissa, os fluxos são impactados pela volatilidade cambial, fato que será testado neste trabalho através dos modelos de heterocedasticidade condicional multivariados.

Como o objetivo da análise se dá pela ótica da volatilidade, a abordagem econométrica indicada para tratar do tema são os modelos de heterocedasticidade condicional da família ARCH e seus derivados. Este trabalho utiliza uma variação do ARCH, conhecida como *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*(GARCH). Para a análise de transferência de volatilidade, utilizaremos a versão multivariada do mesmo, o modelo chamado de DCC-GARCH, que estima correlações condicionais variáveis no tempo. A relação entre as volatilidades e o teste da hipótese de contágio, será feita através das correlações estimadas.

3.1.1 Modelo ARCH

O modelo ARCH foi proposto inicialmente por Engle (1982) com o objetivo inicial de estimar a variância da inflação. O modelo pressupõe que apesar dos retornos serem não

correlacionados, a variância dos mesmos depende dos retornos passados em uma relação funcional quadrática. Desta forma, os modelos ARCH expressam a variância condicional como uma defasagem distribuída dos quadrados dos retornos. Assim, um modelo ARCH pode ser definido como:

$$\begin{aligned} r_t &= \sqrt{h_t} \epsilon_t \\ h_t &= a_0 + a_1 r_{t-1}^2 + \dots + a_m r_{t-m}^2 \end{aligned} \quad (3.1)$$

Onde ϵ_t é *i.i.d* com média zero, $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $i = 1, \dots, m-1$, $a_m > 0$.

A depender da série utilizada para estimação do modelo, caso ocorra persistência na dependência temporal da variância, o modelo pode acabar por gerar muitos parâmetros, limitando os graus de liberdade do modelo. Essa característica não desejada deste modelos, fez com que o mesmo fosse modificado a fim de lidar com o problema dos múltiplos parâmetros, resultando na modelagem GARCH, que será descrita abaixo.

3.1.2 Modelo GARCH

Como já referido no texto, os modelos ARCH possuem características não desejadas. As séries de volatilidade geralmente apresentam persistência na dependência temporal, desta forma os modelos ARCH tendem a estimar um elevado número de parâmetros, fato que choca com o principio da parcimônia em modelos paramétricos. Assim, os modelos GARCH surgem como uma alternativa em que sua modelagem permite capturar a persistência das séries, e além disto, contornar o problema do elevado número de parâmetros. [Bollerslev \(1986\)](#) propõe o modelo generalizado da família ARCH, os GARCH.

O modelo GARCH pode assim ser definido por:

$$\begin{aligned} r_t &= \sqrt{h_t} \epsilon_t \\ h_t &= a_0 + \sum_{i=1}^m a_i r_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^n \beta_j h_{t-j} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Onde ϵ_t é *i.i.d* com média zero, $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $i = 1, \dots, m-1$, $\beta_j > 0$, $j = 1, \dots, n-1$, $a_m > 0$, $\beta_n > 0$, $\sum_{i=1}^q (a_i + \beta_m) < 1$, $q = \max(m, n)$.

O modelo GARCH possui desta forma uma especificação mais parcimoniosa, permitindo que a variância condicional seja estimada similarmente aos modelos ARMA. Desta forma, o modelo GARCH possui apenas dois parâmetros, com um captando a relação temporal da volatilidade e o outro a persistência.

3.1.3 Modelos GARCH Multivariados

Com o objetivo de analisar a transferência e contágio de volatilidade entre as séries, se faz necessário o uso de modelos de heterocedasticidade condicional multivariados, com o objetivo de obter as relações de volatilidade entre as variáveis. Os modelos da família GARCH multivariados são divididos em quatro classes: Modelos de matriz de covariância condicional, Modelos fatoriais, Modelos de variâncias e correlações condicionais e Modelos não paramétricos e semi-paramétricos. O modelo utilizado pertencente a terceira classe citada, os Modelos de variâncias e correlações condicionais, que são estimados utilizando matrizes de variância e correlação condicionais, proposto por [Engle e Sheppard \(2001\)](#). O modelo é definido por:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + a_t \\ a_t &= H_t^{1/2} z_t \\ H_t &= D_t R_t D_t' \end{aligned} \tag{3.3}$$

Em que:

r_t vetor $n \times 1$ dos log retornos.

a_t vetor $n \times 1$ dos desvios da média. $E[a_t] = 0$. $Cov[a_t] = H_t$.

μ_t vetor $n \times 1$ do valor esperado de r_t .

$H_t^{1/2}$ Matriz obtida através da decomposição de Cholesky de H_t .

D_t matriz diagonal $n \times n$ dos desvios padrões de a_t no tempo t .

R_t matriz de correlação condicional de a_t no tempo t .

z_t vetor $n \times 1$ dos erros com $E[z_t] = 0$ e $E[z_t z_t'] = I$.

[Celik \(2012\)](#) afirma que os modelos DCC-GARCH permitem detectar mudanças nas correlações condicionais ao longo do tempo, gerando uma análise dinâmica de como os mercados se comportam no tempo. Outra vantagem citada pelo autor, é a de que o modelo é estimado a partir de resíduos padronizados, que já levam em conta a heterocedasticidade presente nos resíduos, além de eliminar possíveis vieses advindos das séries de volatilidade. Por último, o autor também afirma que o DCC-GARCH estima as correlações continuamente, captando assim comportamentos variáveis no tempo das séries de volatilidade, além de gerar uma estimação mais robusta para a correlação.

3.2 Técnica de Detecção de Múltiplas Quebras Estruturais Endógeno

A técnica usada nesta dissertação para detecção múltiplas quebras estruturais foi a desenvolvida por [Bai e Perron \(1998\)](#) seguindo o algoritmo apresentado em [Bai e Perron \(2003\)](#). A técnica consiste em estimar regressões lineares em janelas temporais consecutivas, calculando o quadrado dos resíduos, na qual são atualizados recursivamente seguindo a relação abaixo:

$$SSR(i, j) = SSR(i, j - 1) + v(i, j)^2 \quad (3.4)$$

em que os subscritos i indica o início da janela e o j fim, e SSR indica a soma do quadrado dos resíduos..

Ao realizar o procedimento acima, o próximo passo então consiste em minimizar a soma dos quadrados dos resíduos adicionando quebras estruturais a cada janela, minimizando a seguinte função objetivo:

$$SSR(\{T_{m,T}\}) = \min_{mh \leq j \leq T-h} [SSR(T_{m-1,j}) + SSR(j+1, T)] \quad (3.5)$$

onde o subscrito m indica o índice da janela, h o tamanho, T o tamanho da série e o j é um índice para o tempo.

O modelo então detecta múltiplas quebras estruturais sem a necessidade de adicionar datas prévia, ou seja, é uma técnica de detecção endógena. Ao tratar das variâncias, as séries utilizadas estão em formato de retorno, com isso o nosso interesse será em detectar mudanças em termos de média nos retornos. Ao estimar as correlações condicionais dinâmicas do modelo DCC-GARCH, a relação entre as volatilidades se dá pela simples existência de uma correlação diferente de zero. Caso a série das correlações possua estabilidade em torno de uma média, é possível afirmar que ocorre a transferência de volatilidade.

Quando então é detectada uma quebra, ou seja, a série sofre um choque na relação de volatilidade, não há um retorno a média antiga. Esse fenômeno é conhecido como contágio, quando um evento específico ocasionou uma alteração no padrão de relação entre as séries. A utilização da metodologia de detecção de múltiplas quebras, tem como objetivo captar mudanças de média, ou seja, estimaremos um modelo de regressão contra as quebras encontradas, o que mostrará mudanças de intercepto.

A escolha do número de quebras se dará pelo número de quebras que gerou o menor critério de informação, no caso será o utilizado o critério Bayesiano (BIC), que

é o indicado pelo artigo de [Bai e Perron \(2003\)](#). Além do critério de informação, ao estimar um modelo de quebras puro, utilizaremos somente valores de quebras em que todos os coeficientes sejam significativos. A rotina consistirá em estimar primeiramente as quebras, após escolher o número pelo critério de informação, regrediremos contra as séries de correlação em um modelo de quebras puro, e como último passo, verificar se todos os valores das quebras foram significativos. Caso esta situação não ocorra, estima-se novamente as quebras, desta vez diminuindo a quantidade de quebras em uma unidade, posteriormente testando novamente a significância das quebras em cada série.

3.3 Dados Utilizados

Para testar a hipótese levantada na equação 1.3, será utilizado duas variáveis de percepção de risco soberano, comumente utilizadas como *proxies* da percepção de risco, o EMBI e o CDS. O EMBI é um índice elaborado e publicado pelo JP Morgan⁸, que tem como premissa captar o diferencial de juros entre os títulos de dívida soberanos dos países em desenvolvimento em relação aos países desenvolvidos.

A sigla vem de Emerging Markets Bond Index (Índice de Títulos da Dívida de Mercados Emergentes), índice que inclui títulos de 19 países em desenvolvimento. O cálculo do EMBI representa a diferença de juros entre uma carteira, composta por títulos de países emergentes, e os títulos de dívida americanos que são considerados de risco zero. A interpretação do EMBI é dada como uma medida de desconfiança dos agentes de mercado, em que quanto maior o seu valor (ou quanto maior o diferencial de juros), indica que o mercado exige um prêmio maior para comprar títulos de dívida soberanos. Este trabalho utiliza uma derivação do EMBI, conhecido como EMBI+ Brasil. O EMBI+ Brasil utiliza somente títulos brasileiros, num total de 15, representando a diferença de remuneração dos títulos brasileiros contra os americanos.

Outro instrumento de percepção de risco são os chamados *Credit Default Swaps*(CDS). Os CDS são como um termômetro para a percepção de risco soberano, e o seu valor constitui um prêmio de risco contra calotes dos governos emissores, ou seja, é uma espécie de seguro. Assim, quanto maior o valor do CDS, significa uma maior percepção de risco de calote, constituindo uma importante medida de risco soberano.

Seguindo a lógica de [Garcia e Urban \(2004\)](#) e [Ventura e Garcia \(2012\)](#), de que a formação das taxas de câmbio se formam no mercado futuro e depois são transmitidas ao mercado à vista, via arbitragem, utilizamos como variáveis de fluxo de ordens os fluxos do mercado futuro de câmbio negociados na B3. A razão disto se dá pela não existência de uma série contínua de preços futuros, já que, os contratos negociados em bolsa vencem a

⁸ Importante Banco de Investimento Americano.

cada dois meses, e desta forma não possuem uma série contínua. A alternativa utilizada consiste em utilizar a série de dólar a vista (*Spot*). Outro argumento é que o dólar futuro possui a maior parte das negociações no mercado de câmbio, como o dólar *Spot* representa o valor do câmbio oficial, o exercício passa a ser o de estimar como ocorre a transferência de volatilidade entre os dois mercados.

A tabela 1 descreve a forma em que as variáveis foram transformadas e utilizadas nas estimações, com as abreviações utilizadas para cada variáveis, além das fontes de onde foram retirados os dados.

Tabela 1 – Descrição das Variáveis

Variável	Forma Utilizada no Modelo	Abreviação	Fonte
Dólar <i>Spot</i>	Série em log e utilizada em primeira diferença	DS	<i>Bloomberg</i>
EMBI+ Brasil	Série em log e utilizada em primeira diferença	EMBI+ Br	Ipeadata
CDS Venc. 5 Anos	Série em log e utilizada em primeira diferença	CDS5	<i>Bloomberg</i>
Fluxo Investidores Institucionais	Série representa o saldo dos fluxos em log, utilizados em primeira diferença	II	B3
Fluxo Pessoas Jurídica não Financeira	Série representa o saldo dos fluxos em log, utilizados em primeira diferença	PJNF	B3
Fluxo Não-Residentes	Série representa o saldo dos fluxos em log, utilizados em primeira diferença	NR	B3
Fluxo Pessoa Jurídica Financeira	Série representa o saldo dos fluxos em log, utilizados em primeira diferença	PJF	B3

3.4 Metodologia Adotada

Nossa análise consistirá em estimar as correlações dinâmicas através dos modelo DCC-GARCH entre o Dólar *Spot* e as demais variáveis, utilizando como princípio as relações propostas nas equações 2.3, 2.4 e 2.5. A relação 2.3 demonstra que a expectativa de variação do câmbio, variável que determina as decisões alocativas, depende do valor do prêmio de risco, ou seja, o retorno deve compensar o risco carregar posições. Desta forma, a volatilidade do câmbio e a percepção de risco tem relação direta, fato que será testado através da estimação das correlações dinâmicas. O exercício consistirá em observar como ocorre a relação entre as volatilidades, bem como detectar a existência de possíveis contágios, ou seja, efeitos que se mostram não transitórios nos regimes de transferência.⁹

⁹ Utiliza-se a terminologia de transferência representando a relação entre a volatilidade entre as séries.

de volatilidade.

As equações 2.4 e 2.5, mostram que os portfólios ótimos são definidos em função da própria volatilidade do câmbio, assim a volatilidade do câmbio e dos fluxos de ordens se relacionam. A partir desta suposição, este trabalho testará a existência de transferência de volatilidade entre os fluxos dos agentes envolvidos nas negociações de câmbio e a taxa de câmbio, buscando também estimar possíveis quebras, ou seja, contágio.

O teste de contágio será feito através da técnica de detecção de múltiplas quebras estruturais endógenas proposto por Bai (1997) na qual o algoritmo utilizado foi o proposto por Bai e Perron (1998). Para realizar nossas estimações utilizamos os *software* livre R Core Team (2017), onde os pacote utilizando para testar as quebras estruturais foi criado por Zeileis et al. (2002) utilizando a função Zeileis et al. (2003).

Para a estimação dos modelos GARCH utilizamos o pacote *rmgarch* proposto por Ghalanos (2015). Nas estimações não modelamos a média das séries, as mesmas foram log diferenciadas e desta forma estimados os modelos DCC-GARCH. O modelo GARCH utilizado na primeira etapa de estimação foi o GARCH(1,1), repetindo a mesma ordem para o modelo DCC¹⁰.

¹⁰ As rotinas utilizadas, bem como os dados, estão disponíveis no endereço eletrônico: <https://github.com/lemuelemos/dissertacao-mestrado>.

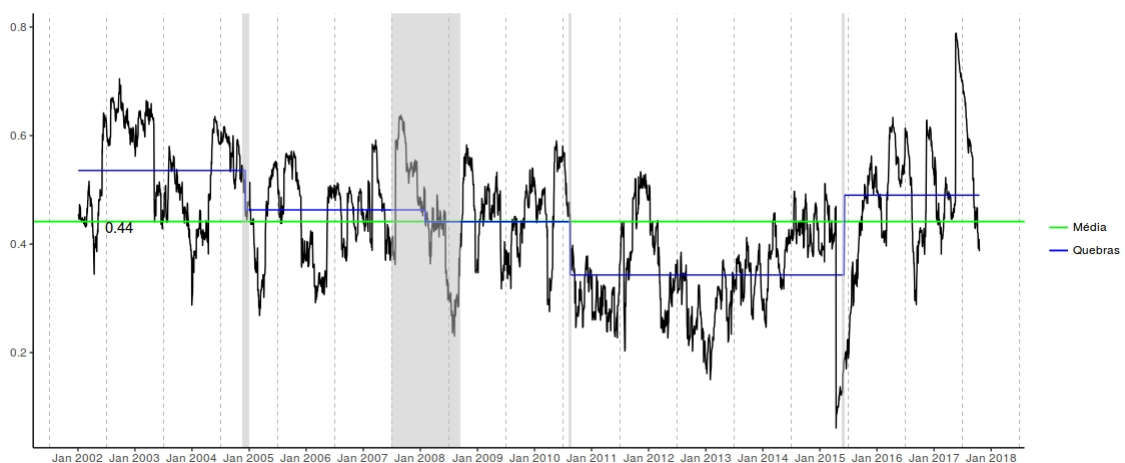
4 Resultados

Os resultados serão primeiro apresentados relacionando as variáveis de risco e o dólar, posteriormente apresentando a relação entre a volatilidade do câmbio e a variação dos fluxos.

4.1 Relação entre Dólar *Spot* e as Variáveis de Risco

O EMBI+ Br não representa uma medida de risco em si, porém, o diferencial de juros representa quanto o mercado está cobrando para assumir a dívida soberana, representando seu prêmio de risco. Dado que os momentos de maior percepção de risco são caracterizados por períodos de maior incerteza, espera-se que nos momentos em que o EMBI+ Br esteja em patamares mais elevados, corresponda aos momentos de maior transferência de volatilidade.

Figura 1 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre o Dólar *Spot* e EMBI+ Br



Fonte: Elaboração própria com base nas correlações dinâmicas

Tabela 2 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio *Spot* e EMBI+ Br

Datas das Quebras			
07/12/2004	31/01/2008	17/08/2010	05/06/2015

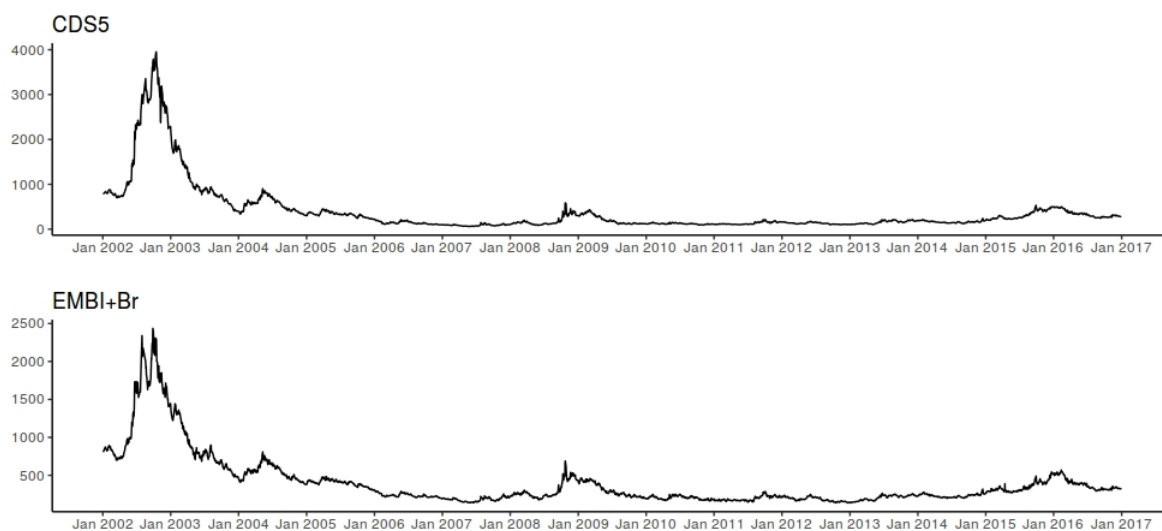
Ao comparar as figuras 1 e 2, é perceptível a ocorrência deste comportamento. Os períodos em que os EMBI+ Br foi mais baixo, a transferência de volatilidade entre as variáveis também é menor, o que se repete em situação inversa. As quebras são descendentes até o ano de 2015, coincidindo com a queda gradativa do EMBI+ Br. Baseado na suposição feita no parágrafo anterior, os momentos de maior percepção de risco correspondem com os de maior transferência de volatilidade, determinando também o movimento das quebras, caracterizando assim o contágio entre as séries. Nos períodos finais, ocorre uma nova

quebra, e uma divergência quanto aos níveis de transferência de volatilidade e do EMBI+ Br.

O ano de 2016 é marcado por uma tendência de queda no EMBI+ Br, porém, a transferência de volatilidade não acompanha. Apesar de níveis mais baixos de percepção de risco, a transferência de volatilidade demonstra ser, neste momento, de maior estresse para o câmbio, coincidindo com o período da deterioração da economia brasileira. No ano de 2015 confirma-se o déficit primário, além de ser um ano de elevada instabilidade política, o choque inflacionário ocorre neste mesmo ano. Todos estes eventos também são acompanhados pela elevação, em 2015, pelo Banco Central Brasileiro (BACEN), da taxa SELIC a seu maior patamar desde 2006.

O diferencial de juros, mais precisamente sua volatilidade, se relaciona de forma mais incisiva com o câmbio, de maneira que não somente o comportamento do EMBI+ Br baste para explicar relação de volatilidade, mas também a situação da conjuntura. A queda no diferencial de juros, neste período, está ligada ao aumento na transferência de volatilidade, quebrando a relação existente em períodos anteriores.

Figura 2 – Evolução do EMBI+ Brasil



Fonte: Elaboração própria, dados extraídos do IPEADATA.

Ao constatar as quebras na série, a tese de contágio fica evidenciada. Os choques ocorridos, por exemplo, no EMBI+ Br, são transmitidos e seus efeitos são persistentes, ou seja, as séries não voltam ao seu patamar inicial. A crise do *subprime*, no ano de 2008, é marcada por uma quebra, porém, a magnitude da quebra não é tão elevada. A despeito de não ser tão elevada, a área cinza destacada no gráfico, que representa o intervalo de confiança desta quebra, demonstra um elevado grau de incerteza quanto ao momento da

quebra. É possível então afirmar que o impacto foi sentido, mas dispersado, tendo em vista que, apesar do grau de incerteza a crise no país ainda não havia se instaurado, o crescimento da economia ainda era positivo.

O título de CDS possui uma lógica mais direta. Basicamente o título representa um seguro contra calotes (*defaults*), seu valor reflete o prêmio exigido para que se assegure seu detentor de sofrer um *default*. Portanto quanto maior for o risco de ocorrência de insolvência, maior é o preço do título, refletindo também a percepção de risco do mercado. Desta forma, é de se esperar que a situação fiscal do país impacte os valores do CDS.

Figura 3 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre o Dólar *Spot* e CDS5



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio *Spot* e CDS5

Datas das Quebras		
25/05/2005	23/08/2010	19/06/2013

Ao comparar o comportamento do CDS5 com as correlações dinâmicas, não fica claro a existência de uma relação estreita entre as séries. Os valores das correlações variam em períodos acima da média, períodos abaixo. Foi detectada a existência de quebras, porém, não são tão elevadas. Desta forma, a transferência de volatilidade varia em termos médios, com os choques não sendo tão relevantes a ponto de mudanças significativas.

Observando a conjuntura do período analisado, também não há uma relação clara com os movimentos de quebras estimados, inclusive com os choques advindos da crise de 2008 se dispersando ao longo do tempo. O CDS demonstra uma relação dúbia com a situação fiscal brasileira, no período de 2002 a 2010 reage de forma inversa, coincidindo o aumento na transmissão de volatilidade com os superávits primários. A transferência de volatilidade aparentemente reage a condição da economia externa, dado que a quebra

ocorrida em 2005 coincide com o ciclo de alta dos juros americanos, bem como da tendência de alta do petróleo.

No ano de 2014 registra-se déficit primário, elevação da SELIC iniciando ainda em 2013, além da elevação inflacionária que ocorre de 2013 a 2015. Estes fatos correspondem ao período da última quebra, onde ocorre o aumento da correlação. Nesta última quebra, no ano de 2013, ocorre a deterioração das contas públicas, com 2014 registrando seu primeiro déficit. O gráfico também demonstra um aumento na variação da correlação ao longo desta última quebra, aparentemente relacionada a situação da economia brasileira neste período. Nota-se que apesar da queda dos valores do CDS5 em 2016, a despeito da deterioração fiscal brasileira, a volatilidade não acompanha tal movimento, um comportamento semelhante ao ocorrido com o EMBI+ Br.

Quando observa-se a figura 2, os movimentos das duas séries aparentam ter alta correlação. Entretanto, as correlações dinâmicas estimadas tem comportamentos distintos. Ao calcular a volatilidade histórica¹¹ entre as duas séries, obtemos os valores de 59,42% para o CDS5 e de 48,76% para o EMBI+Br. Percebe-se que a série de CDS5 possui uma volatilidade histórica mais elevada, em trono de 21% superior, o que ao comparar com as correlações dinâmicas médias, a média do CDS5 também é maior. Assim, apesar dos comportamentos semelhantes, as relações entre as séries diferem entre si, já que o comportamento da volatilidade não é o mesmo para as duas séries.

4.2 Relação entre o Dólar *Spot* e as Variáveis de Fluxo

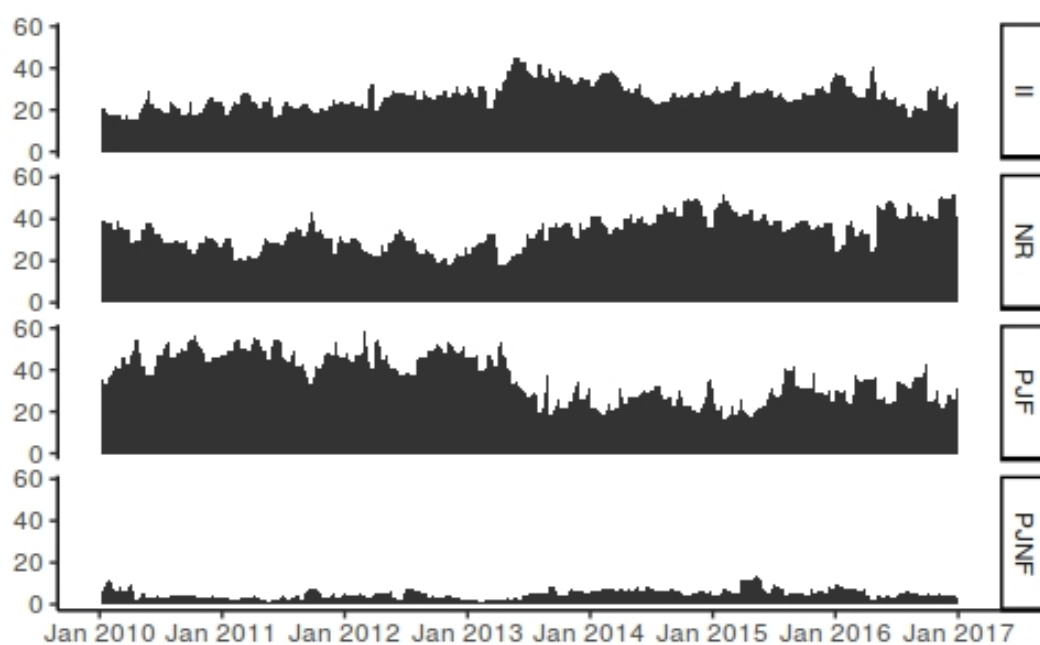
4.2.1 Panorama do Mercado

Antes de partir para a análise dos gráficos de correlação dinâmica, vale destacar alguns aspectos descritivos das variáveis de fluxo de ordem. Ao observar a posição relativa quanto a número de contratos negociados, os investidores institucionais, os não-residentes e as pessoas jurídicas financeiras, representam a maior parte do volume.

A literatura sobre microestrutura do câmbio brasileiro enfatiza bastante o papel dos não-residentes e do setor financeiro quanto a formação do câmbio, porém, é perceptível que a participação dos institucionais não é desprezível. Ao comparar a figura 7, que representa o fluxo de ordens, os institucionais não são um fluxo importante. Este contraste indica que os institucionais mantêm posições no mercado por tempos mais curtos, além de as variações em seus fluxos aparentemente está relacionado a movimentos mais curtos no preço.

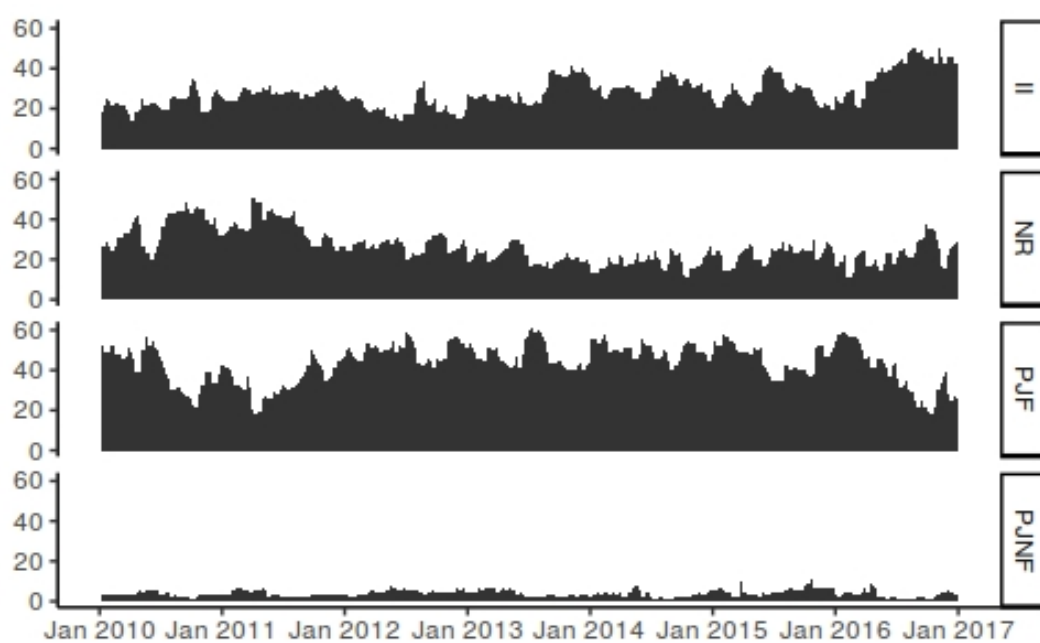
¹¹ A fórmula utilizada no cálculo da volatilidade histórica foi: $(\sigma_{R_t} \times \sqrt{252}) \cdot 100$, em que σ_{R_t} corresponde ao desvio padrão dos *log* retornos.

Figura 4 – Participação no Volume de Compra de Contratos de Dólar Futuro por Categoria de Participante



Fonte: Elaboração própria.

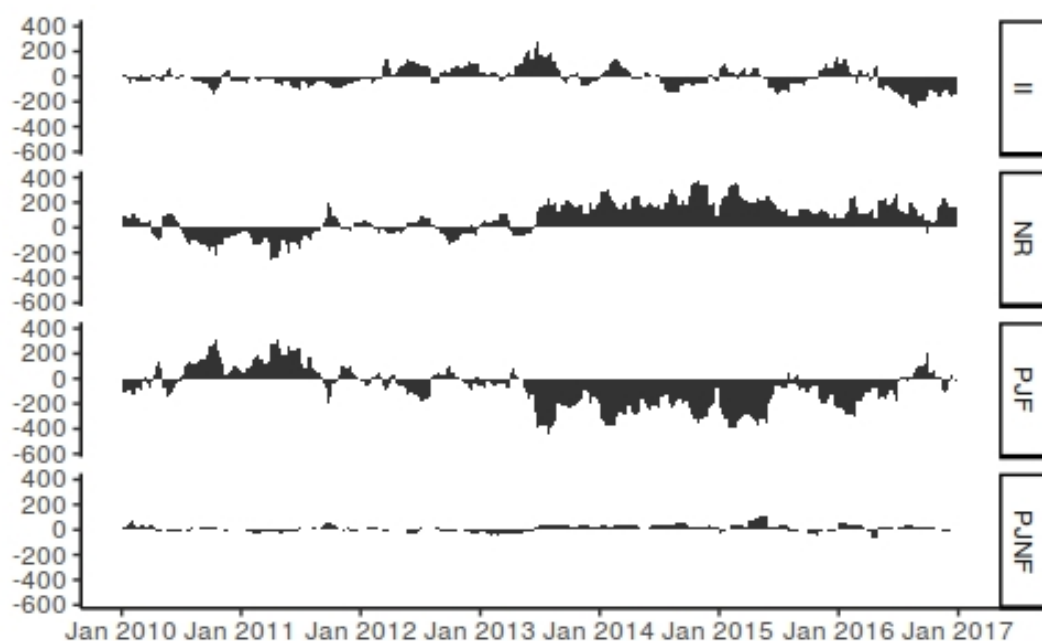
Figura 5 – Participação no Volume de Venda de Contratos de Dólar Futuro por Categoria de Participante



Fonte: Elaboração própria.

Quando observamos os saldos dos não-residentes e pessoas jurídicas financeiras, os mesmos carregam posições por tempos maiores, e comparando com o movimento depreciativo no período analisado, os não-residentes estão na ponta "correta", como destacado por Rossi (2012) em seu trabalho. Os seus fluxos estão relacionados aos movimentos mais longo do câmbio. Em contrapartida, o setor financeiro estaria na ponta "errada", em posição oposta aos dos estrangeiros. Esta situação é levantada tanto por Rossi (2012), como por Collussi (2009), em que os não-residentes determinam a direção do câmbio e o setor financeiro age como contraparte, sendo ele o responsável por repassar os preços, via arbitragem, ao mercado a vista.

Figura 6 – Fluxo de Ordens por Participante



Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 Análise de Transferência de Volatilidade

Feita as observações acima, a transferência de volatilidade do fluxo dos institucionais não é tão relevante assim, se observamos a média. Apesar de existirem quebras, a relação não é estável ao longo do tempo, além de não existir movimentos mais relevantes que ultrapassem a marca dos 0,2. O ponto mais relevante passa a ser a mudança de sinal, indicando uma mudança de comportamento. A correlação passar a cair sistematicamente em meados de 2014, representando uma importante quebra, coincidindo também com o período de deterioração da economia brasileira.

Relacionando este movimento ao gráfico do saldo, a correlação negativa se torna

mais proeminente em 2016, que coincide com o período em que os institucionais mantêm um saldo negativo e em consonância com o movimento de apreciação do câmbio em 2016. Assim, a relação contrária pode ter haver com a realização de lucros, ou seja, os institucionais compram na desvalorização e vendem na apreciação, de acordo com os saldos mantidos neste período.

Figura 7 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens dos Investidores Institucionais e Dólar *Spot*.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio *Spot* e Fluxo de Ordens dos Investidores Institucionais

Datas das Quebras		
24/01/2011	05/05/2012	04/05/2015

Dado que a participação das pessoas físicas não-financeiras ser relativamente baixa, a estimação da sua relação com o câmbio se demonstrou igualmente fraca. O seu gráfico está representado no apêndice D.

Assim como na maior parte dos trabalhos sobre microestrutura do câmbio, os não-residentes são mais relevantes na questão da determinação do câmbio (ROSSI, 2012). Pela ótica de volatilidade a relação se repete, com o fluxo dos mesmos sendo de relevância para explicar a volatilidade do câmbio. O fluxo dos não-residentes demonstram a existência de ciclos, saindo dos valores de 0,5 ao 0. Nos períodos iniciais, a transferência de volatilidade é bastante elevada e vem perdendo força ao longo do tempo, com 2014 que marcando o ano do início da crise brasileira, a relação volta a subir.

Ao observar as quebras no período de crise, o contágio para a ser mais relevante, com os choques transmitidos e possuindo persistência. Explicar os movimentos de fluxo externo é uma tarefa complicada de se fazer, porém, o mais óbvio está em observar

o comportamento dos juros. Partindo dos juros reais, o movimento das quebras e da própria correlação, guardam semelhanças. Em uma realidade de baixa inflação nos países desenvolvidos, acompanhados por baixas taxas de juros, maiores juros reais tornam o mercado brasileiro atrativo.

Na figura 7, o saldo dos não-residentes, na janela que vai da metade de 2011 até a metade de 2013, diminui em volume, que também coincide com o período de maior queda na transferência de volatilidade. A posição no mercado de câmbio dos não-residentes é um fator de volatilidade, confirmando que os fluxos de ordens advindos dos estrangeiros, mais especificamente a variação dos fluxos, afetam a volatilidade de câmbio implicando em contágio de volatilidade entre as séries. Fica claro também, que a posição dos mesmos, de acordo com a decisão de portfólio descrita na equação 2.4 e 2.5, possui efeitos sobre o regime de transferência de volatilidade, ou seja, o fluxo dos não-residentes é um fator de impacto que deve ser observado.

Ao considerar os trabalhos já citados sobre microestrutura, temos que os fluxos de ordens advindos dos estrangeiros dirige o movimento do câmbio. Desta forma, suas expectativas cambiais direcionam suas decisões alocativas, além de impactar no conjunto informacional do mercado de câmbio. Neste cenário, ao manter posições compradas ou vendidas, quanto maiores forem as posições, maior será a defesa das mesmas. Assim, a defesa de posição neste cenário pode ser um fator de adição de volatilidade ao mercado.

Figura 8 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens dos Não-Residentes e Dólar *Spot*.



Fonte: Elaboração própria.

Partindo para o fluxo do setor financeiro, é visível que a relação é oposta aos não-residentes. Rossi (2012) e Collussi (2009) afirmam que o setor financeiro atua na contraparte dos não-residentes. A média das duas correlações são praticamente iguais,

Tabela 5 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio *Spot* e Fluxo de Ordens dos Não-Residentes

Datas das Quebras				
24/01/2011	29/02/2012	15/04/2013	02/06/2014	03/11/2015

porém, possuem sinal trocado. Ao atuar como contraparte, o setor financeiro para diminuir sua exposição nos mercados futuros, atuam no mercado à vista (*spot*), se tornando o canal de transmissão dos movimentos no câmbio futuro ao à vista.

Figura 9 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens das Pessoas Jurídicas Financeiras e Dólar *Spot*.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 – Data das Quebras da Correlação Dinâmica entre o Câmbio *Spot* e Fluxo de Ordens dos Não-Residentes

Datas das Quebras		
02/07/2012	15/05/2014	03/11/2015

O impacto dos fluxos de ordens na volatilidade já foi constatados nos trabalhos de Opschoor et al. (2014) e Zhang, Marsh e MacDonald (2016), resultado semelhante ao encontrado nas relações acima. O gráfico presente na figura 9 mostra que os fluxos dos não-residentes tem relação positiva com o dólar. Assim, a volatilidade dos fluxos se alteram em conjunto com a do câmbio.

Ao analisarmos a transferência das variáveis de risco, fica evidente, que apesar da relação positiva da variabilidade dos fluxos com a do câmbio, são os componentes de risco que possui efeitos maiores. A partir das relações traçadas dos modelos de microestrutura, são as decisões de preço que impactam a volatilidade do câmbio. Dado que o EMBI+ Br capta os efeitos de diferencial de juros, Sicsú (2002) levanta a questão de que a volatilidade cambial e o comportamento dos juros possuem uma relação estreita. o que para Sicsú

(2002), a condução de política monetária reagiu basicamente para conter as desvalorizações cambiais.

Outro fator importante é que no período analisado o Brasil experimenta uma situação de conforto em seu balanço de pagamentos. Assim, dada que o BACEN tem conseguido manter um estável nível de reservas, os fluxos tenderiam a causar menor impacto no câmbio. Se cruzarmos as duas análises pode-se observar que os choques ocorridos, nos fluxos dos não-residentes e das variáveis de risco, ocorrem em períodos semelhantes e estão próximos dos períodos de agravamento da crise.

Outro ponto de destaque está em observar a relação que os trabalhos de Rossi (2012) e Collussi (2009), em que o setor financeiro atua como contraparte das operações no mercado de câmbio. Essa relação fica evidenciada ao observar a relação quase que simétrica nas figuras 9 e 10. A partir dessa observação, na tabela 7 do apêndice C, estimou-se uma regressão entre os fluxos dos não-residentes e do setor financeiro. Além de utilizar as duas variáveis, as quebras estimadas para a correlação dinâmica na figura 9 foram adicionadas para estimar se ocorre alteração na relação ao longo do tempo¹². A relação é próxima de 1, sendo superior em alguns momentos. Existe forte evidência que o setor financeiro transmite estes fluxos para o mercado *Spot*, já que não faz sentido manter saldos na ponta contrária ao movimento do câmbio (VENTURA; GARCIA, 2012).

O ano de 2016 se demonstra atípico. A despeitos do déficits primários, o CDS5 e o EMBI+ Br estão em tendência de queda. A transferência de volatilidade por parte dos fluxos cai, porém, este comportamento não se repete em relação as variáveis de risco. O ano 2016 é marcado pelo início da subida da taxa de juros básica americana e o início da queda na SELIC, o que explica em parte a queda do EMBI+ Br. Estes movimentos geram incertezas aos mercados, o que coincide com o aumento da transferência de volatilidade para as duas variáveis de risco.

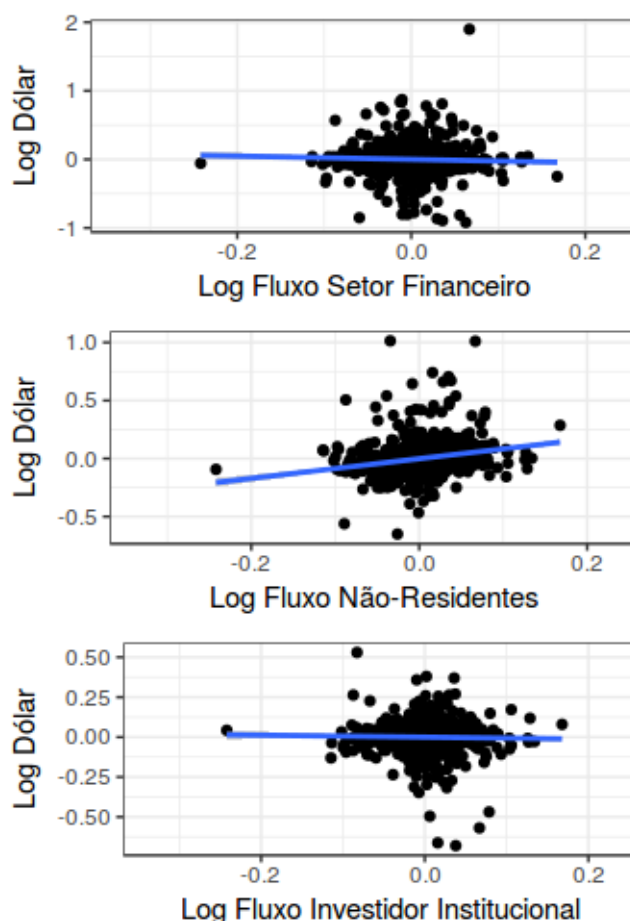
Em 2016 a relação simétrica entre os fluxos dos não-residentes e o setor financeiro se reduz. Isto é notado a partir da estimação da tabela 7 (O parâmetro de relação da quebra com o fluxo altera o valor do mesmo substancialmente). Os fluxos dos institucionais ganham relevância, operando na ponta correta (Estão na ponta vendida com o câmbio em movimento de queda). O ano de 2016 é bem atípico, os investidores institucionais começam a manter fluxos maiores, operando na ponta correta, os fluxos do setor financeiro diminuem, dessa vez a relação aparentemente simétrica estando entre os institucionais e os não-residentes. Ao olhar para o gráfico 8, a correlação dos institucionais em 2016 passa a ser negativa, semelhante ao do setor financeiro. Percebe-se assim que os saldos médios impactam na transferência de volatilidade, determinando inclusive o comportamento dos

¹² O modelo de regressão é dado por: $FluxoNR = FluxoPJF + QuebrasNR + FluxoPJF \times QuebrasNR$

agentes.

Por fim, listamos a relação da variação dos fluxos com a variação cambial. Observando inclinação da reta de regressão, na figura 11, entre as duas variáveis, percebe-se a relação positiva dos não-residentes com as variações do câmbio, o que ratifica seu efeito ampliador da volatilidade cambial. Além da relação positiva, os valores estão mais dispersos no eixo y, em relação aos demais, indicando que os fluxos dos não-residentes estão correlacionados com variações maiores da taxa de câmbio. Seguindo a lógica dos modelos de microestrutura, os fluxos gerados por eles agregam maior valor informacional ao mercado, desta forma ocasionam maiores variações no câmbio. Os institucionais possuem relação quase neutra, com exceção de alguns *outliers*, estão bem concentrados. Ao observar o setor financeiro, a relação é levemente negativa, com a distribuição de seus valores aparentemente simétrica ao setor financeiro.

Figura 10 – Gráfico da Relação entre as Variações no Fluxo e do Câmbio.



Fonte: Elaboração própria.

5 Conclusão

A ineficiência dos modelos tradicionais motivou a busca por formulações alternativas para explicação das variações do câmbio. Assim, a vertente dos modelos microfundamentados cresceu bastante nos últimos anos, indicando ter os resultados mais satisfatórios. Porém, a grande contribuição destes modelos se dá pela suposição de heterogeneidade dos participantes deste mercado, onde cada um opera por motivos diferentes e possui crenças e informações privadas que definem esta característica aleatória da taxa de câmbio.

Desta forma, o fluxo de ordens ganhou espaço como uma variável que carrega consigo um conteúdo informacional, afetando, além do próprio preço do câmbio a expectativas dos agentes referentes ao comportamento dos fundamentos macroeconômicos, inclusive nas previsões que cada um faz sobre estas variáveis. Essa nova abordagem segue a tendência atual de procurar ganhar poder de previsão, ao invés de explicar a formação da taxa de câmbio em si. Isso acaba por limitar alguns destes modelos quanto a sua capacidade de oferecer explicações da própria estrutura, porém preveem bem os valores.

Vários trabalhos então buscaram estimar, em sua grande maioria, modelos VAR estruturais com o objetivo de captar os efeitos das variações nos fluxos de ordem nas variações do câmbio, captando também a endogeneidade entre o fluxo e a taxa de câmbio. A partir daí este trabalho buscou uma abordagem diferente, analisando desta vez como as volatilidades se relacionam ao longo do tempo.

Ao relacionar a variação no câmbio às variáveis de risco, constata-se a existência de transmissão de volatilidade, possuindo as correlações estimadas sinal positivo, de acordo com a relação proposta na equação 1.3. A percepção de risco, mais especificamente a suas variações, transmitem volatilidade ao câmbio, ficando claro também que existe diferenciais na transmissão de acordo com o período analisado. A existência das quebras comprovam que além dos choques serem transmitidos, os efeitos são persistentes alterando o regime de transferência no decorrer do tempo em diferentes patamares.

Em termos de média, o CDS5 demonstrou ter um regime de transmissão de volatilidade maior, porém, suas quebras foram mais suaves e suas quebras estiveram períodos acima e abaixo da média, dentro do mesmo intervalo. Para o EMBI+ Br a variação foi maior, com quebras maiores. Desta forma, os choques advindos dos diferenciais de juros contagiam em maior magnitude o câmbio, apesar de na média o efeito do EMBI+ Brasil ser menor que o do CDS.

Ao observar os regimes das quebras na correlação do EMBI+ Brasil com o câmbio, percebe-se que nos períodos em que os valores do mesmo foi maior, ou seja, maior diferencial

de juros, coincide com os períodos de maior transferência de volatilidade. Dado que o diferencial de juros aumenta a lucratividade das operações de *carry trade*, estes momentos tendem a atrair capital externo. O fato de coincidir com os períodos de maior transmissão de volatilidade, pode ser uma característica dos capitais que advém destas operações, com o estresse causado sendo dado pelo aumento de operações caráter especulativo.

O CDS apresentou certa divergência com a situação fiscal, a despeito do que é esperado de seu comportamento, em que no período de 2005 a 2010, um período em que a transferência de volatilidade está a cima da média, coincide também com superávits fiscais, o que na quebra que ocorre em 2013 a situação é inversa, déficit fiscal coincide com um aumento na transferência de volatilidade. Desta forma o CDS aparenta captar um nervosismo de mercado, no primeiro período, de 2005 a 2010, coincide com os período de maior volatilidade no petróleo e o período da crise de 2008, já no segundo, corresponde a período de crise brasileira. Vale notar que, mesmo em momentos em que o CDS está em níveis mais baixos, não significou numa menor transferência de volatilidade, apesar de ter entrado em uma tendência de alta a partir de 2014, de 2015 a 2016 entra em uma tendência de baixa, não representando diminuição na transferência de volatilidade.

Ao analisar os impactos dos fluxos na volatilidade do câmbio, somente os fluxos dos não-residentes e do setor financeiro tem uma relação de transmissão de volatilidade mais relevante. Vale destacar que os saldos dos agentes em questão alteram o regime de transferência de volatilidade, isso se dá ao fato de que ao carregar posições no mercado de câmbio os agentes tendam a ajustar seus portfólios a depender das suas expectativas quanto a variações futuras no câmbio. Além disso, os institucionais, apesar de na maior parte do tempo não carregarem posições(geralmente não mantém saldos), participam ativamente das operações de compra e venada, representando uma importante fonte de liquidez.

Por fim podemos elencar os fatores determinantes. Primeiro, a percepção de risco possui uma relação maior com a volatilidade do câmbio do que o próprio fluxo de ordens. Os efeitos sobre a volatilidade dos fluxos haviam sido comprovadas, fato reiterado neste trabalho, porém, vimos que em comparação com as variáveis de risco, não exercem em níveis tão elevados. Segundo, existe contágio nos choques nas variáveis em questão. A depender da conjuntura os regimes de transferência de volatilidade se alteram, comprovando que as relações são dinâmicas. Terceiro, a transferência de volatilidade a partir dos fluxos de ordens, ao analisar desagregadamente por participante, depende dos saldos médios mantidos por cada um.

Se destacarmos a volatilidade como uma medida de incerteza, o estudo dos condicionantes da volatilidade do câmbio é de suma importância para aqueles que formulam

as políticas econômicas. Além da análise de transferência de volatilidade ao câmbio, fica como sugestão de análise os impactos sobre outras variáveis econômicas, como inflação e até dos impactos em termos de reação da política monetária por parte do Banco Central.

Referências

- BAI, J. Estimation of a change point in multiple regression models. *The review of economics and statistics*, MIT Press, v. 79, n. 4, p. 551–563, 1997. Citado na página 33.
- BAI, J.; PERRON, P. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, JSTOR, p. 47–78, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 33.
- BAI, J.; PERRON, P. Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of applied econometrics*, Wiley Online Library, v. 18, n. 1, p. 1–22, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 31, n. 3, p. 307–327, 1986. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 28.
- CELIK, S. The more contagion effect on emerging markets: The evidence of DCC-GARCH model. *Economic Modelling*, Elsevier, v. 29, n. 5, p. 1946–1959, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.
- CERQUEIRA, V. dos S. *Volatilidade da taxa de câmbio real e taxa de juros no Brasil: Evidências de um modelo VAR-GARCH-M para o período 1999-2010*. [S.l.], 2011. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 25.
- COLLUSSI, P. B. *O mercado de câmbio brasileiro pela ótica da microestrutura*. Dissertação (Mestrado), 2009. Citado 4 vezes nas páginas 23, 39, 41 e 43.
- ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of united kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 987–1007, 1982. Citado na página 27.
- ENGLE, R. F.; SHEPPARD, K. *Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH*. [S.l.], 2001. Citado na página 29.
- EVANS, M.; LYONS, R. K. *Exchange rate fundamentals and order flow*. [S.l.]: National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 57.
- EVANS, M. D.; LYONS, R. K. Order flow and exchange rate dynamics. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 110, n. 1, p. 170–180, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 23.
- FERNANDES, A. V. *Microestrutura do Mercado Cambial Brasileiro: Comparação do mercado à vista e futuro*. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Economia, Pontifícia Universidade Católica, 2011. Citado na página 23.
- GARCIA, M. G.; DIDIER, T. Taxa de juros, risco cambial e risco Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2003. Citado na página 21.
- GARCIA, M. G.; FERNANDES, A. V. Diferencial de juros e carry-trade. *Jornal Valor Econômico*, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 25.
- GARCIA, M. G.; URBAN, F. O mercado interbancário de câmbio no Brasil. *Disponível em www.econ.puc-rio.br*, 2004. Citado 4 vezes nas páginas 19, 20, 23 e 31.

- GHALANOS, A. *rmgarch: Multivariate GARCH models*. [S.l.], 2015. R package version 1.3-0. Citado na página 33.
- LAURINI, M.; FURLANI, L. G. C.; PORTUGAL, M. S. *Microestrutura Empírica e Mercado-Uma Análise para a Taxa de Câmbio Brl/Us\$ Usando Dados de Alta Freqüência*. [S.l.], 2007. Citado na página 23.
- LYONS, R. K. *Private beliefs and information externalities in the foreign exchange market*. [S.l.], 1991. Citado na página 22.
- LYONS, R. K. A simultaneous trade model of the foreign exchange hot potato. *Journal of international Economics*, Elsevier, v. 42, n. 3, p. 275–298, 1997. Citado na página 56.
- MEESE, R. A.; ROGOFF, K. Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample? *Journal of international economics*, Elsevier, v. 14, n. 1-2, p. 3–24, 1983. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 22.
- OLIVEIRA, F. N. d.; PLAGA, A. Eficácia das intervenções do Banco Central do Brasil sobre a volatilidade condicional da taxa de câmbio nominal. *Revista brasileira de economia*, SciELO Brasil, v. 65, n. 1, p. 71–92, 2011. Citado na página 27.
- OPSCHOOR, A. et al. Order flow and volatility: An empirical investigation. *Journal of Empirical Finance*, Elsevier, v. 28, p. 185–201, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 42.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Citado na página 33.
- ROSSI, P. L. *Taxa de câmbio no Brasil: dinâmicas da especulação e da arbitragem*. Tese (Doutorado) — Instituto de Economia da Unicamp, 2012. Citado 6 vezes nas páginas 15, 22, 39, 40, 41 e 43.
- SARNO, L.; TAYLOR, M. P. Official intervention in the foreign exchange market: is it effective and, if so, how does it work? *Journal of Economic Literature*, JSTOR, v. 39, n. 3, p. 839–868, 2001. Citado na página 27.
- SICSÚ, J. Flutuação cambial e taxa de juros no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 22, n. 3, p. 132–137, 2002. Citado 3 vezes nas páginas 15, 42 e 43.
- VENTURA, A.; GARCIA, M. Mercados futuro e à vista de câmbio no Brasil: o rabo abana o cachorro. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 66, n. 1, p. 21–48, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 23, 31 e 43.
- WU, T. Order flow in the South: Anatomy of the Brazilian FX market. *The North American Journal of Economics and Finance*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 310–324, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 23, 24, 25 e 27.
- ZEILEIS, A. et al. Testing and dating of structural changes in practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, v. 44, p. 109–123, 2003. Citado na página 33.
- ZEILEIS, A. et al. strucchange: An r package for testing for structural change in linear regression models. *Journal of Statistical Software*, v. 7, n. 2, p. 1–38, 2002. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v07/i02/>>. Citado na página 33.

ZHANG, G.; MARSH, I.; MACDONALD, R. A hybrid approach to exchange rates: How do macro news and order flow affect exchange rate volatility? *Studies in Economics and Finance*, Emerald Group Publishing Limited, v. 33, n. 1, p. 50–68, 2016. Citado 4 vezes nas páginas [16](#), [25](#), [26](#) e [42](#).

Apêndices

APÊNDICE A – Derivação do Modelo de Microestrutura

Esta demonstração encontra-se fortemente fundamentada por [Evans e Lyons \(2007\)](#), servindo de base para descrição do modelo abaixo. O modelo consiste em um equilíbrio geral dinâmico, incorporando as hipóteses de microfundamentos dos mercados de câmbio. As características básicas do modelo são que existem dois países, em que suas populações constituem um contínuo de zero a um, em que o intervalo de $h \in [0, 1/2)$ representa as famílias US e intervalo $h \in [1/2, 1]$ as famílias EU¹³. As preferências das famílias são dadas então por:

$$U_t^h = \mathbb{E}_t^h \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i \left\{ \frac{1}{1-\gamma} C_{h,t+i}^{1-\gamma} + \frac{\chi}{1-\gamma} \left(\frac{M_{h,t+i}}{P_{t+i}} \right)^{1-\gamma} \right\} \quad (\text{A.1})$$

onde $0 < \delta < 1$ é o fator de desconto, $\chi > 0$ e $\gamma \geq 1$. A expressão \mathbb{E}_t^h expressa as expectativas dos agentes condicionadas ao conjunto de informações $\Omega_{h,t}$, $M_{h,t}$ o montante de dólares detidos pelas famílias h , P_t o índice de preços local e $C_{h,t}$ consiste em uma função de consumo CES que possui apenas dois bens descrita abaixo.

$$C_{h,t} \equiv \left(C_{h,t}(US)^{(\theta-1)/\theta} + C_{h,t}(EU)^{(\theta-1)/\theta} \right)^{\theta/(\theta-1)} \quad (\text{A.2})$$

A função de consumo é definida $C_{h,t}(i)$ e representa o consumo do bem i em cada país, θ representa a elasticidade de substituição, na qual se assume ser maior do que um. O índice de preço associado a (1.2) é descrito como $P_t \equiv (P_t^{US(\theta-1)} + P_t^{EU(\theta-1)})^{1/(\theta-1)}$ em que P_t^i é o preço do bem i . As preferências das famílias europeias são definidas da mesma maneira com a diferença que denotaremos suas variáveis utilizando o acento circunflexo sobre elas ($\hat{C}_{h,t}$, $\hat{M}_{h,t}/\hat{P}_t$).

Assumiremos também que as famílias podem manter em seu poder sua moeda doméstica, títulos em dólar (B), títulos em euros (\hat{B}), ações emitidas por empresas americanas e europeias (A e \hat{A} respectivamente). Definiremos também R e \hat{R}_t como sendo os juros nominais americanos e europeus, respectivamente, S_t a taxa de câmbio nominal, com as

¹³ Nomenclatura de variáveis segue as descritas por [Evans e Lyons \(2007\)](#)

famílias americanas sujeitas a restrição abaixo:

$$\begin{aligned} B_{h,t} + Q_t A_{h,t} + S_t \hat{B}_{h,t} + S_t \hat{Q}_t \hat{A}_{h,t} + M_{h,t} + P_t C_{h,t} = \\ (Q_t + D_t) A_{h,t-1} + S_t (\hat{Q}_t + \hat{D}_t) \hat{A}_{h,t-1} + R_{t-1} B_{h,t-1} + S_t \hat{R}_{t-1} \hat{B}_{h,t-1} + M_{h,t-1} \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

em que Q_t e \hat{Q}_t são os preços em moeda local das ações americanas e europeias, com D_t e \hat{D}_t os valores dos dividendos por ações das mesmas.

O problema de maximização das famílias americanas é definido então como a escolha das quantidades $B_{h,t}, \hat{B}_{h,t}, \hat{A}_{h,t}, A_{h,t}, M_{h,t}$ e $C_{h,t}(i), i = [US, EU]$ dados os preços $Q_t, \hat{Q}_t, P_t^{US} e P_t^{EU}$, os valores dos dividendos D_T, \hat{D}_t e as taxas de juros $R_T e \hat{D}_t$, além da taxa de câmbio S_t que maximizem (1.1) sujeito a (1.3).

O modelo supõe ainda que existam apenas duas firmas representativas produzindo bens americanos Y_t e bens europeus \hat{Y}_t , com as duas sendo monopolistas. Além disso as firmas decidem o quanto produzir e os preços na moeda local antes de possuir informação completa sobre a demanda corrente, assumindo assim certa rigidez nos preços. Os produtos podem ser transportados sem custos, em que somente os preços relativos são o fator de decisão de consumo entre as famílias americanas e europeias. Os preços assim são definidos a partir da função de maximização do valor real da firma descrita abaixo:

$$\mathbb{Q}_t^{US} = \max_{P_t^{US}, P_t^{EU}} \mathbb{E}^{US} \sum_{i=0}^{\infty} \Lambda_{t+i,t} (D_{t+i}/P_{t+i}) \quad (\text{A.4})$$

$$D_t/P_t = (P_t^{US}/P_t)^{1-\theta} C_t + (S_T/P_t) (\hat{P}_t^{US}/\hat{P}_t)^{1-\theta} \hat{C}_t \quad (\text{A.5})$$

em que \mathbb{E}_t^{US} representa as expectativas das empresas condicionadas ao tempo t , $\Lambda_{t+i,t}$ é o fator de desconto utilizando para avaliar os fluxos de caixa, restringindo as empresas a condição de não possuir suas próprias ações ou qualquer direito de remuneração de dividendos, D_t/P_t igualam a soma das vendas agrupadas nos dois países mensurados em termos de consumo agregado americano demonstrado em (1.4). As variáveis de consumo agregado (C_T, \hat{C}_t), níveis de preços (P_T, \hat{P}_t) e o câmbio (S_t) são as variáveis de incerteza em que as firmas americanas se deparam.

O papel dos bancos centrais (tanto o americano como o europeu) se limita a definir as taxas de juros nominais a fim de alcançar suas metas de oferta de moeda. As taxas de juros R_t e \hat{R}_t são definidas no início do período t de tal forma que segue as seguintes regras:

$$\begin{aligned} m_t^* &= \mathbb{E}_t^{FED} m_t \\ \hat{m}_t^* &= \mathbb{E}_t^{ECB} \hat{m}_t \end{aligned}$$

de forma que m_t, \hat{m}_t são as *log* demandas por dólares e euros definidas abaixo:

$$\begin{aligned} m_t &\equiv \int_0^{1/2} \ln M_{h,t} dh \\ \hat{m}_t &\equiv \int_{1/2}^1 \ln \hat{M}_{h,t} dh \end{aligned}$$

Perceba que os bancos centrais definem suas taxas de juros baseados nas suas expectativas sobre a demanda de moeda, desta forma, o mesmo tenta prever qual será a demanda por moeda em que os erros de previsão são corrigidos por alteração nas taxas de juros (R_t, \hat{R}_t).

Até agora determinamos o comportamento das famílias, descreveremos daqui em diante o comportamento dos *dealers*. Assume-se que os *dealers* atuam como *market makers*, ou seja, eles são responsáveis por apregoar as taxas de câmbio e fornecer a liquidez necessária aos agentes da economia. Partimos então da suposição de que todos os *market makers* estão dentro do território americano, e as preferências do *dealer d* é dada por:

$$\mathbb{U}_t^d \equiv \mathbb{E}_t^d \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i \frac{1}{1-\gamma} C_{d,t+i}^{1-\gamma} \quad (\text{A.6})$$

em que a variável \mathbb{E}_t^d representas as expectativas condicionadas nas informações presentes no período t , $\Omega_{d,t}$ e $C_{d,t}$ representa o consumo agregado definido em (1.2). Os *dealers* possuem as mesmas preferências que as famílias, exceto pelo fato de que os saldos reais monetário não possuem utilidade para os mesmos. Desta forma os *dealers* não carregam posições monetárias, nem qualquer ativo pertencentes as empresas.

As negociações são feitas em dois períodos, no primeiro período os *dealers* apregoam o valor da taxa de câmbio em que estão dispostos a realizar transações com as famílias. No segundo período os mesmos operam no mercado *inter-dealer* onde apregoam a taxa de câmbio em que estão dispostos a negociar com os demais *dealers*. Todas as cotações apregoadas são públicas e válidas para qualquer quantidade, cada *dealer* ordens de negócios de um grupo específico de famílias em que denominaremos as ordens líquidas recebidas pelo *dealers d* por Υ_t^d . As ordens das famílias recebidas pelos *dealers* constituem informação privada, impactando em suas decisões posteriormente.

As cotações e negociações são simultâneas, não havendo diferenças nas cotações entre os *dealers*. Denominamos assim a quantidade de euros que o *dealer d* deseja comprar ou vender por $T_{d,t}$ e o saldo de compras do *dealer d* como resultado dos negócios realizados

pelos outros *dealers* por $\Upsilon_{d,t}^{II}$. Após a primeira rodada, a quantidade de títulos¹⁴ americanos e europeus detidos pelos *dealers* é dado pela relação abaixo:

$$\begin{aligned} B_{d,t}^{II} &= B_{d,t}^I + S_{d,t}^i \Upsilon_{d,t}^I \\ \hat{B}_{d,t}^{II} &= B_{d,t}^I - \Upsilon_{d,t}^I \end{aligned} \quad (\text{A.7})$$

onde S_t^I é o preço cotado pelo *dealer* d e Υ_t^I o saldo de negócios das famílias. No segundo período cada *dealer* d cota um preço S_t^{II} e recebe ondes de euros com saldo Υ_t^{II} e realiza compras(ou vendas) no montante $T_{d,t}$ pelo preço S_t^{II} .

Por fim, para financiar o consumo agregado, o *dealer* d vende seus títulos americanos no valor de $P_t C_{d,t}$. No período então $t + 1$ o total de títulos detidos pelos *dealers* é dado por:

$$\begin{aligned} \hat{B}_{d,t+1}^I &= \hat{R}_t(\hat{B}_{d,t}^{II} + T_{d,t} - \Upsilon_{d,t}^{II}) \\ B_{d,t+1}^I &= R_t(B_{d,t}^{II} + S_{d,t}^{II} \Upsilon_{d,t}^{II} - S_t^{II} T_{d,t} - P_t C_{d,t}) \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

Desta forma os *dealers* buscam maximizar suas funções de utilidades \mathbb{U}_t^d nas duas rodadas ao escolher os preços S_t^I e S_t^{II} sujeitos as restrições (1.8) e (1.9), na qual na primeira rodada o conjunto de informações disponíveis é dado por Ω_t^I e na segunda rodada por Ω_t^{II} . Após os preços terem sidos cotados na segunda rodada, só resta decidir qual será o volume contratado de câmbio $T_{d,t}$ que maximize sua função de utilidade \mathbb{U}_t^d . Após o termino da segunda rodada, o *dealer* d realizam a compra dos bens que maximizam¹⁵ sua utilidade \mathbb{U}_t^d .

Algumas suposições precisam ser feitas acerca do comportamento dos agentes antes de deduzirmos o equilíbrio que são:

1. As famílias possuem as mesmas informações em cada país;
2. As famílias não podem possuir ações emitidas por empresas estrangeiras.

Ao supor no modelo que existe um agente representativo das famílias em cada país, podemos assim afirmar que o conjunto de informações que os agentes representativos($\Omega_t^H, \hat{\Omega}_t^{II}$) no período t , ao realizar suas demandas no mercado de câmbio, podemos descrever a

¹⁴ Os títulos aqui são o que o autor chama de *Bonds*, que consiste em títulos indexados a taxa de juro nominal determinada pelos bancos centrais(R_t, \hat{R}_t).

¹⁵ Como a função de utilidade das famílias é mesma dos *dealers*, podemos assumir que após o fim da rodada II as famílias maximizam suas utilidades

maneira pela qual essas informações captadas pelos *dealers* contém informações macroeconômicas. Em conjunto com a suposição de que os agentes podem possuir apenas ações emitidas em seu país de origem¹⁶, o preço das ações refletirão os fluxos futuros financeiros, descontados do fator estocástico Λ .

Seguindo a lógica proposta por Lyons (1997), utiliza-se a metodologia da estratégia de Equilíbrio Bayesiano Perfeito (EBP), supondo que os *dealers* participam de um jogo de duas rodadas em cada período que serão denominadas pelo sobrescrito I, II , resultando na seguinte relação:

$$S_{d,t}^I = S_{d,t}^{II} = S_t = \mathcal{F}(\Omega_t^D) \quad (\text{A.9})$$

em que $\Omega_t^D = \cap_d \Omega_{d,t}^I$, ou seja, é o conjunto de informação comum a todos os *dealers* no início da primeira rodada.

Desta formas essa relação nos permite tirar três conclusões:

- (i) Todo *dealer* apregoa os mesmos preços nas duas rodadas;
- (ii) As cotações são iguais para todos os *dealers*;
- (iii) Todas as cotações são funções de $\mathcal{F}(\cdot)$, ou seja, da informação comum a todos no período t .

Dado que existem múltiplos *dealers*, caso hajam preços cotados diferentes dos preços cotados pelos demais, isto cria oportunidades de arbitragem podendo o mesmo incorrer em prejuízo. A mesma lógica serve para a definição dos preços entre as duas rodadas, isso dado que todas as cotações sejam públicas e que as famílias possam realizar negócio com múltiplos *dealers*, além de que todas as cotações tem de ser apregoadas simultaneamente. Dito isto, o modelo através da lógica do EBP gera a seguinte implicação:

$$s_t = \left(\frac{1}{1 + \eta} \right) \mathbb{E}_t^D \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{\eta}{1 + \eta} \right)^i f_{t+i} \quad (\text{A.10})$$

onde o η é uma constante e \mathbb{E}_t^D corresponde as expectativas comum a todos os *dealers* no período t condicionado as informações Ω_t^D e o f_t corresponde aos fundamentos

¹⁶ O autor admite a falta de realidade desta suposição dado o grau de integração dos mercados dos tempos atuais, porém, justifica para garantir a simplicidade na determinação da dinâmica do mercado na formação dos preços das firmas.

macroeconômicos da taxa de câmbio, em que é definido seguindo a especificação abaixo:

$$f \equiv \hat{c}_t - c_t + m_t^* - \hat{m}_t^* + \epsilon_t - \eta\psi \quad (\text{A.11})$$

onde $\epsilon_t \equiv \ln(S_t \hat{P}_t / P_t)$ é o logaritmo da taxa de câmbio e o ψ corresponde ao prêmio de risco¹⁷.

Desta forma descrevemos assim a maneira pela qual os *dealers* definem o valor S_t , da maneira que os *dealers* devem escolher um valor para S_t de forma que o excesso de retorno em $t + 1$ compense o risco de carregar posições entre os períodos, de forma que a expectativa de retorno satisfaça a seguinte condição:

$$\mathbb{E}_t^D \Delta s_{t+1} + \hat{r}_t - r_t = \psi \quad (\text{A.12})$$

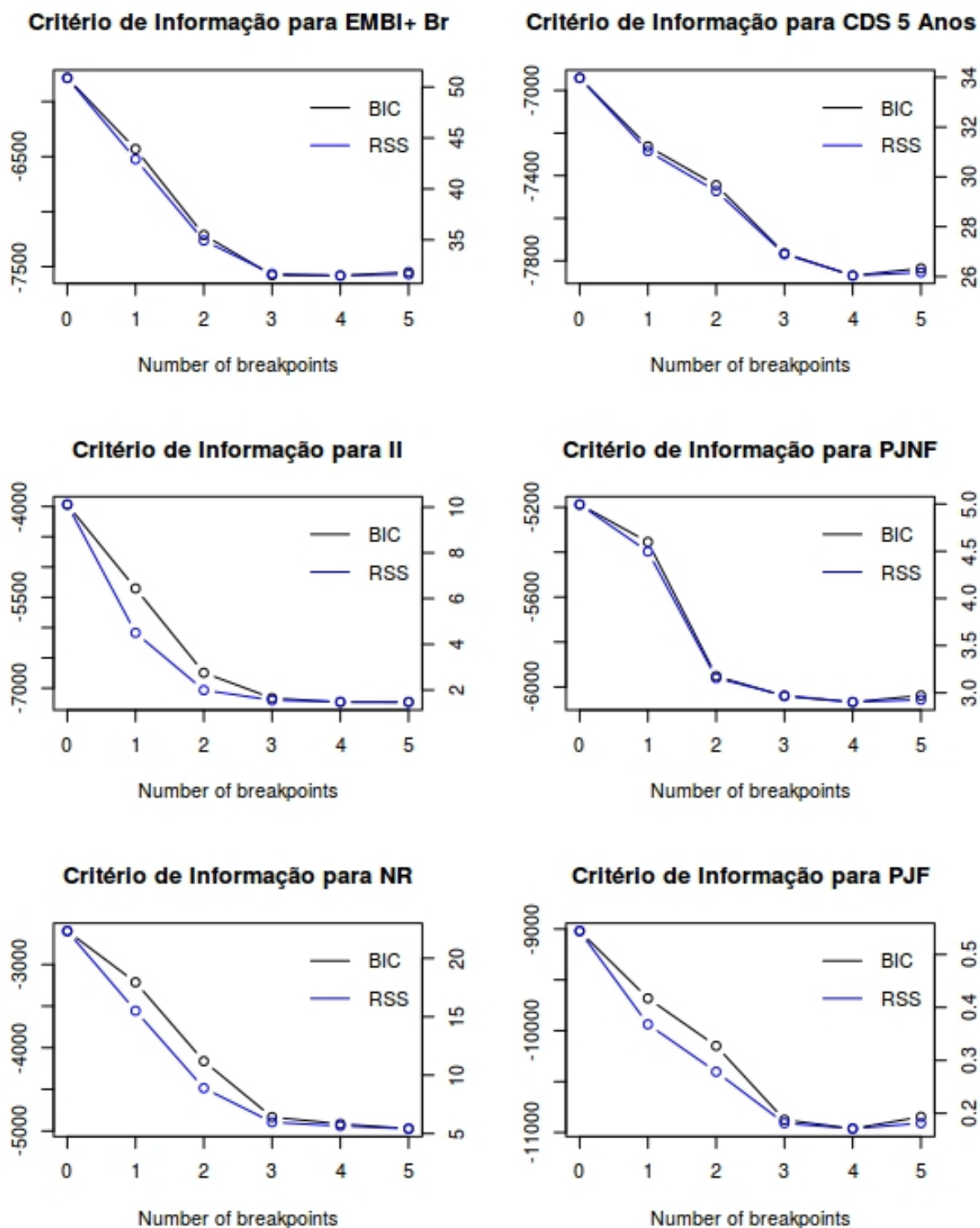
Ao receber as ordens na primeira rodada, cada *dealers* obtém para si informação privada em que utiliza em suas decisões de negócios a serem feitas na segunda rodada, desta forma temos assim a explicação para a heterogeneidade dos *dealers*. Evans e Lyons (2007) afirmam ainda que seu modelo difere dos tradicionais ao definir as características dos fundamentos ele diferencia a demanda por moeda das famílias nos diferentes países pela sua função consumo ao invés da renda. Além disso os fundamentos macroeconômicos só afetam a taxa de câmbio através das expectativas dos *dealers*, tendo como consequência que a dinâmica da taxa de câmbio advém da evolução das informações comuns aos *dealers* na primeira rodada.

A equação (1.12) representa, assim, a base de nossa análise, na medida em que ao definir a taxa de câmbio pela qual os *dealers* realizarão seus negócios, o fator de risco compõe as decisões de portfólio, bem como o diferencial de juros. Desta forma podemos assim dizer que a dinâmica de volatilidade presente no prêmio de risco deve ser transmitida às taxas de depreciação(apreciação) do câmbio, havendo também contágio entre as séries. A partir dessa hipótese, testaremos se há transferência de volatilidade tanto nas taxas de câmbios como nos fluxos de ordens no mercado de câmbio.

¹⁷ Todas as variáveis da equação (1.11) foram logaritmizadas.

APÊNDICE B – Critérios de Informação das Quebras Estimadas

Figura 11 – Gráfico dos Critério de Informação Utilizados para Definir o Número de Quebras



Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE C – Análise de Regressão

Tabela 7 – Regressão entre as Variáveis de Fluxos dos Não-Residentes e Setor Financeiro

	NR
PJF	-0.927*** (0.027)
QuebrasNR1	0.063*** (0.012)
QuebrasNR2	-0.145*** (0.017)
QuebrasNR3	-0.164*** (0.039)
QuebrasNR4	0.269*** (0.016)
QuebrasNR5	0.452*** (0.018)
PJF:QuebrasNR1	-0.018 (0.032)
PJF:QuebrasNR2	-0.172*** (0.062)
PJF:QuebrasNR3	-0.146** (0.057)
PJF:QuebrasNR4	0.232*** (0.042)
PJF:QuebrasNR5	0.460*** (0.049)
Constant	0.034*** (0.009)
Observations	1,729
R ²	0.824
Adjusted R ²	0.823
Residual Std. Error	0.211 (df = 1717)
F Statistic	732.004*** (df = 11; 1717)

Notes:

***Significant at the 1 percent level.

**Significant at the 5 percent level.

*Significant at the 10 percent level.

APÊNDICE D – Correlação Dinâmica entre as Pessoas Jurídicas não Financeiras e o Dólar *Spot*

Figura 12 – Gráfico da Correlação Dinâmica entre Fluxo de Ordens das Pessoas Jurídicas Não Financeiras e o Dólar *Spot*.



Fonte: Elaboração própria.