



**Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Instituto de Ciências Sociais Aplicadas**  
**Departamento de Ciências Econômicas**



## **Monografia**

# **Formação da Taxa de Câmbio Futuro: Uma análise empírica da microestrutura sob a ótica da especulação**

**Paulo Ricardo Mendes de Azevedo**

**Mariana, MG**  
**2018**

**Paulo Ricardo Mendes de Azevedo**

**Formação da Taxa de Câmbio Futuro: Uma análise empírica da  
microestrutura sob a ótica da especulação**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto, no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

**Áreas de concentração:** Finanças.

**Orientador:** Prof. Dr. Thiago de Sousa Barros

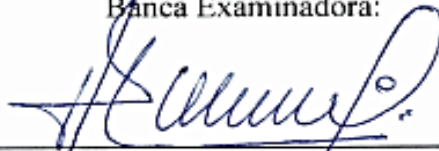
**Mariana, MG  
2018**

Paulo Ricardo Mendes de Azevedo  
Curso de Ciências Econômicas - UFOP

**Formação da Taxa de Câmbio Futuro: Uma análise empírica da microestrutura  
sob a ótica da especulação**

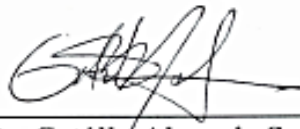
Trabalho apresentado ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Prof. Dr. Thiago de Sousa Barros.

Banca Examinadora:



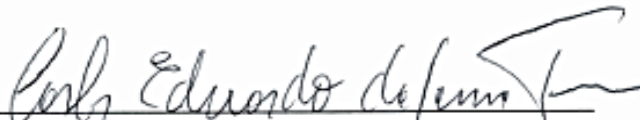
---

Prof. Dr. Thiago de Sousa Barros



---

Prof. Dr. Getúlio Alves de Souza Matos



---

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres

Mariana, 20 de Dezembro de 2018

## **Agradecimentos**

Gostaria primeiramente de deixar um agradecimento a toda a minha família, em especial meus pais Bernadeth e Paulo, por todos os esforços e amor dedicados, possibilitando que eu trilhasse esse capítulo da minha vida que está se encerrando. Ao meu irmão Victor, por toda a parceria, amizade incondicional e todo afeto. Um agradecimento mais que especial ao amor da minha vida, Marina, que ilumina o meu caminho por onde quer que eu vá. Amo todos vocês!

Aos meus amigos de longa data, que estão sempre a me dar forças, em especial André Nervoso, Araki, Christiano, Rodolfo, Xingu e Zé Lobo. Aos amigos com quem tive a oportunidade e o prazer de estar lado a lado durante essa jornada, João Rafael, Rockfeller, Marut, Moutinho, Gabriel, Lidyane, Cota, Amadeu, Marião, Boneco, Guilherme, Fábria, Rebecca, Sheik, e a todos os membros do Centro Acadêmico gestão Somatório e gestão Ação.

Aos meus professores por terem me mostrado as portas e os caminhos que o conhecimento pode nos levar, em especial ao meu orientador Thiago.

Um agradecimento também especial aos fundadores do Black Sabbath: Tony Iommi, Geezer Butler, Ozzy Osbourne e Bill Ward; por me proporcionarem desfrutar as mais belas obras de arte já feitas pela humanidade. E também aos elencos do Palmeiras de 2015, 2016 e 2018 (exceto Felipe Melo) por terem me proporcionado momentos de extrema felicidade.

## Resumo

Este trabalho propõe estudar alguns fatores que levam à formação da cotação diária da taxa de câmbio futuro entre o Real brasileiro e o Dólar americano. Para ter clareza sobre os aspectos de negociação dos contratos futuros, é feito um levantamento acerca dos mercados de derivativos, seguimento onde os contratos futuros são enquadrados. Os fatores de microestrutura de mercado, tal como o fluxo de ordens e informação são elencados. Também são levantadas algumas características dos participantes e da taxa de câmbio. Devido às peculiaridades da economia brasileira, foi utilizado um indicador que mensura a diferença entre os retornos dos títulos da dívida externa entre economias emergentes e títulos semelhantes do Tesouro norte americano, o EMBI+ também mais conhecido como “Risco-Brasil”. O modelo adotado para a análise empírica é uma adaptação do modelo híbrido de Evans & Lyons (2002). Os resultados apontam para uma relação estatisticamente significativa tanto dos diferenciais das taxas de juros quanto do indicador EMBI+, e não significativa do fluxo de ordens.

Palavras chave: Microestrutura; Derivativos, Câmbio; Fluxo de ordens

## Abstract

*This study provides information on factors that determines the daily exchange rates between the Brazilian Real and the US Dollar. In order to be clear about the negotiation aspects of futures contracts, it was pointed out aspects of the derivatives markets, a follow-up where futures contracts are framed. Market microstructure factors, such as order flow and information, are listed. Some characteristics of the participants and the exchange rate are also raised. Due to the peculiarities of the Brazilian economy, an indicator was used to measures the difference between the returns of the external debt securities between emerging economies and similar securities of the North American Treasury, the EMBI + also known as "Brazil-Risk". The model adopted for the empirical analysis is an adaptation of the hybrid model of Evans & Lyons (2002). As a result, a statistically significant relationship between the interest rate differentials and the EMBI + indicator was found, but not between order flow.*

*Key terms: Microstructure; Derivatives; Exchange Rates; Order Flow*

*“O homem tornar-se-á melhor se lhe mostrarem como é que ele é”*

ANTON CHEKHOV (1860-1904), escritor russo.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. DERIVATIVOS: HISTÓRICO E DESDOBRAMENTOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. MERCADO A TERMO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. MERCADO FUTURO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. OPÇÕES .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4. SWAPS .....</b>	<b>17</b>
<b>3. CÂMBIO FUTURO, MICROESTRUTURA E RISCO-BRASIL.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. MICROESTRUTURA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1. FLUXO DE ORDENS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. OS PLAYERS E SUAS MOTIVAÇÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1. O Arbitrador.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2. O Hedger .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.3. O Especulador.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. AJUSTE DIÁRIO E PTAX.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. EMBI+ RISCO-BRASIL.....</b>	<b>24</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. DADOS E MODELO .....</b>	<b>25</b>
<b>5. ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS (REVISAR E PADRONIZAR, TEM COISAS SEM DATA, ETC...) .....</b>	<b>37</b>

## Lista de Ilustrações

<b>ILUSTRAÇÃO 1: DIFERENÇAS ENTRE MERCADO A TERMO E FUTURO.....</b>	<b>15</b>
---	-----------

## Lista de Tabelas

<b>TABELA 1. RESULTADOS DA REGRESSÃO LINEAR POR MQO .....</b>	<b>31</b>
<b>TABELA 2: TESTE DE FATOR DA INFLAÇÃO DA VARIÂNCIA .....</b>	<b>31</b>
<b>TABELA 4. TESTES DE DURBIN-WATSON PARA DETECÇÃO DE AUTOCORRELAÇÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>TABELA 5. MODELO DE CORREÇÃO DE AUTOCORRELAÇÃO DE CORCHRANE-ORCUTT .....</b>	<b>33</b>
<b>TABELA 6. MODELO CORRETIVO DE AUTOCORRELAÇÃO DE PRAIS-WINSTON ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>	

## Lista de Gráficos

<b>GRÁFICO 1: PREÇO DE FECHAMENTO DOLFUT .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>GRÁFICO 2: RETORNOS DIÁRIOS DOLFUT .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>GRÁFICO 3: FLUXO DE ORDENS DA SÉRIE HISTÓRICA DOLFUT .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>GRÁFICO 5: EMBI+ (RISCO-BRASIL).....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>GRÁFICO 4: DIFERENCIAL ENTRE AS TAXAS INTERNA E EXTERNA DE JUROS ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>	
<b>GRÁFICO 6. DISPERSÃO LINEAR DO QUADRADO DOS ERROS.....</b>	<b>32</b>





## 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade é possível encontrar uma ampla gama de derivativos sendo negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) do Brasil. Entre os derivativos mais comuns estão os de *commodities* onde são negociados contratos futuros de milho, soja, café, minério, entre outros, e existem também os derivativos de produtos financeiros, tais como da taxa de juros (DI futuro), câmbio e índice Ibovespa. Os derivativos financeiros tomam ênfase na tratativa deste trabalho, cujo objetivo é analisar empiricamente as flutuações das taxas de câmbio futuro.

Na literatura, é possível encontrar alguns estudos que propõem estudar a taxa de câmbio analisando a microestrutura, através do variável fluxo de ordens (saldo dos contratos comprados menos os contratos vendidos), sendo de Evans e Lyons (2002) o estudo mais relevante acerca deste tema. Os estudos empíricos presentes na literatura em grande parte, abordam modelos econométricos de vetores autorregressivos (VAR); os da família dos autorregressivos de médias móveis (ARMA); e modelos da família dos autorregressivos de heterocedasticidade condicional (ARCH/GARCH); no intuito de conseguir prever a formação do preço do câmbio futuro (MEDEIROS, 2004; ROMÃO, 2018; SAMPAIO, 2018).

É possível também, porém de modo mais escasso, encontrar estudos que abordem os modelos de inteligência computacional, dos quais vale citar os modelos de redes neurais artificiais e o modelo de redes nebulosas. (SANTOS, 2005; COELHO et. al., 2008).

Este estudo objetiva responder uma questão central: Para o mercado futuro de dólar futuro, o modelo aplicado por Evans & Lyons (2002) explica de forma satisfatória os retornos diários do mercado de dólar futuro? Alinhado com este propósito de investigação principal, abordaremos os seguintes objetivos específicos: i) Abordar os principais tipos de derivativos, negociados nas bolsas de valores ao redor do mundo, e suas características; ii) Analisar a relevância dos dados de microestrutura como previsores da taxa de câmbio; iii) Avaliar como os aspectos do risco país influenciam na formação do câmbio futuro; iv) Comparar os resultados obtidos em estudo empírico com os resultados de estudos anteriores.

Para este efeito, hipóteses foram formuladas e guiam esta pesquisa, a saber:

- H1: O modelo aplicado consegue explicar de forma adequada os retornos diários da série analisada
- H2: Os dados de microestrutura são relevantes para a previsão da taxa de câmbio.

- H3: Os aspectos relacionados ao risco país são relevantes na previsão da taxa de câmbio.
- H4: Os resultados encontrados corroboram com estudos anteriores.

O presente estudo é pertinente, tanto para a literatura quanto para os investidores de mercado, por tratar da formação da taxa de câmbio, que é nas palavras de Bresser-Pereira (2012, p.10) “[...] fundamental para o desenvolvimento econômico porque ela funciona como uma espécie de interruptor de luz que “liga” ou “desliga” as empresas tecnológica e administrativamente competentes à demanda mundial”. Dessa forma, o câmbio é uma das variáveis mais relevantes da economia mundial quando se trata de competição. Dessa forma, entender a atuação dos agentes e, portanto, a microestrutura deste mercado é fundamental para a compreensão da formação do câmbio futuro que se transfere para a taxa de câmbio comercial.

A pertinência do tema para a literatura, estende-se para a compreensão da alta volatilidade deste mercado e os riscos inerentes às operações de mercado, além de verificar a capacidade dos modelos, em prever a taxa de câmbio futuro do dólar americano (USD) contra o real brasileiro (BRL). A quantidade de notícias acerca do tema na atualidade é muito expressiva, o que sustenta a relevância do tema para a sociedade.

Este trabalho se divide em seis capítulos. Além da presente introdução, no capítulo 2, será abordado o mercado de derivativos e seus principais tipos de contratos e os *players* que atuam nesse mercado; o capítulo 3 descreve o câmbio e algumas teorias que buscam explicar as flutuações das taxas de câmbio; o capítulo 4 trata dos modelos que serão aplicados; o capítulo 5 é referente às estatísticas descritivas e análises de resultados obtidos por meio das estimações; e, por fim, o capítulo 6 é a conclusão a respeito dos resultados auferidos.

## **2. DERIVATIVOS: HISTÓRICO E DESDOBRAMENTOS**

Os derivativos são acordos firmados entre dois agentes, que tem seus preços atrelados a outro ativo do qual seus preços derivam, sendo esses chamados de ativos subjacentes Farhi (1998). Nas palavras de Fortuna (2008, p. 659) “Um derivativo é um ativo ou instrumento financeiro, cujo preço deriva de um ativo ou instrumento financeiro de referência que justifica a sua existência{...}”. Na BM&F, seguimento da B3 (Brasil Bolsa Balcão), os derivativos são classificados como sendo de três tipos: 1- derivativos agrícolas; 2- derivativos financeiros; e 3- derivativos de energia (BM&F, 2011, *apud Balcevicz, 2015*).

A origem dos instrumentos derivativos é atribuída à negociação de mercadorias básicas (Carvalho,1999). Barth (2009), aponta que o surgimento dos derivativos se deu na Idade Média com a evolução das relações comerciais, enquanto Kerr (2011), aponta para registros ainda mais antigos sobre o uso dos instrumentos derivativos, como na Bíblia cerca de 2000 a.C. no livro Gênesis e na Grécia antiga por volta de 580 a.C., em Aristóteles. Em traço geral, de acordo com Carvalho (1999), os derivativos surgem como facilitadores de negociação, inicialmente para as *commodities* e, posteriormente, ampliando para uma extensa gama de ativos.

Os derivativos mais básicos, cujos ativos-objetos eram produtos agrícolas garantiam, por fundamento, uma maior segurança nas negociações. Tanto para o produtor quanto para o comprador, de forma que para o produtor o contrato significava a venda de sua mercadoria e a certeza da produção, e para o comprador significava a garantia do produto e o preço acordado (CARVALHO, 1999).

O mercado de derivativos como conhecemos hoje tem sua fundação intimamente ligada ao fim dos acordos de Breton Woods. O acordo foi firmado logo ao final da 2ª Guerra Mundial, em 1944, diante de um contexto de caos do sistema financeiro mundial, (BALCEVICZ, 2015). Segundo o autor, no acordo foi estabelecido o padrão ouro em relação ao dólar americano, que já era a principal moeda do mundo, e foi instituída uma taxa fixa de conversibilidade para com as demais moedas.

Os problemas começaram a surgir quando os Estados Unidos passam a demonstrar certa dificuldade em converter a moeda em ouro gerando acúmulo de dólar em diversos países, o que culminou em uma desvalorização da moeda norte-americana. Aliado a uma série de outros fatores o acordo de Breton Woods foi rompido em 1971, sob mandato do presidente norte-americano Nixon que no final do mesmo ano realizou o *Smithsonian Agreement*, no qual foi adotado um sistema de flutuação do preço do ouro em relação ao preço do dólar (BALCEVICZ, 2015).

Outro fator ligado a estruturação do mercado de derivativos financeiros foi a adoção dos regimes de câmbio flutuante por parte dos países capitalistas desenvolvidos (FARHI, 1998). Fato este que só ocorreu com a liberalização do sistema financeiro mundial durante a década de 1970, gerando mudanças drásticas na paridade das moedas (BALCEVICZ,2015). De acordo com os dois autores anteriormente citados, após a ruptura do acordo de Bretton Woods e os choques do petróleo, em 1973 e 1979, vivenciou-se um período de alta volatilidade tanto das

taxas de juros quanto das taxas de câmbio, devido às incertezas que tomaram conta da economia mundial.

Segundo Farhi (1998), esse cenário de fortes incertezas acarretou em uma série de empecilhos e dificuldades para que os agentes pudessem desenvolver suas atividades ordinárias, incluindo atividades de cunho não financeiro. Os bancos internacionais passaram a concorrer por novos negócios em nível global fugindo das regulamentações e dos impostos locais, gerando uma grande mobilidade do capital e, por consequência, acarretando em uma grande oscilação nas cotações das moedas, o que criou uma necessidade de cobertura de riscos (BALCEVICZ, 2015).

De acordo com Farhi (1998), os derivativos financeiros surgem então como uma resposta do mercado financeiro às instabilidades das expectativas e às incertezas de curto prazo, sendo criados como mecanismos de proteção e tiveram um aprofundamento rápido, ao passo que novos mecanismos foram surgindo para atender à crescente demanda. Ela afirma que, a expansão desse mercado é consequência do interesse dos agentes em poder tirar proveito dos mesmos mecanismos de proteção em ativos financeiros, em especial as ações.

A seguir serão abordadas algumas das principais características dos contratos de derivativos mais relevantes dentro das bolsas de futuros, sendo eles: mercado de contratos a termo; o mercado de contratos futuros; o mercado de opções; o mercado de *swaps*.

## **2.1. Mercado a Termo**

Conforme Balcevicz (2015), por volta de 1850, o mercado de arroz no Japão apresentava características semelhantes às características do Mercado a Termo como existe hoje. O Mercado a termo ou *Foward* é, geralmente, acordado diretamente entre os interessados, mas pode também ser encontrado nas bolsas. Nesse tipo de contrato, o produto a ser entregue pelo vendedor é determinado deixando explícitas as informações sobre quantidade, qualidade do produto e o preço do mesmo, além da data e o local de entrega da mercadoria.

De acordo com Carvalho (1999, p. 3) “o vendedor compromete-se com a entrega do bem na forma estipulada. Enquanto que o comprador se compromete a pagar o preço previamente ajustado, independentemente de eventuais variações de preço no mercado daquele produto”.

Nos contratos a termo, podem ser negociados mercadorias, moedas, ações, títulos públicos, entre outros (BALCEVICZ, 2015). O autor afirma que esses contratos não possuem padronização, o que difere esse tipo de contrato dos mercados futuros. Ele complementa dizendo que a liquidação desses contratos a termo ocorre, geralmente, no vencimento, mas que em alguns casos raros, pode ocorrer a antecipação da liquidação dos contratos.

Surgiu, nesse mercado, devido ao risco de crédito existente para ambas as partes envolvidas na negociação, a necessidade de uma instituição que garantisse a liquidação dos contratos estipulados (CARVALHO, 1999). Essas instituições são intituladas de *Clearing-Houses* ou Câmaras de Compensação e, são capitalizadas através de taxas de operação e pelos próprios participantes do mercado. De acordo com Cavalcante (2009), sem essas instituições não seria possível realizar a liquidação por diferença<sup>1</sup> nos mercados. Farhi (1998), discorre a respeito dessas instituições:

As Bolsas de Futuros mais antigas têm sua origem em associações de comerciantes que se organizaram para formular regras e supervisionar os negócios realizados. {...} A criação das câmaras de compensação (*clearing*) no seio dessas Bolsas marca de fato, o nascimento dos mercados futuros e está na raiz de sua ulterior expansão. Este organismo é formado por uma associação de parte dos membros da Bolsa, em geral os mais importantes, que aparta o capital necessário para que a Compensação possa suprir qualquer inadimplência eventualmente não coberta de um participante e registram (compensam) tanto as operações realizadas por eles mesmos quanto as efetuadas por outros membros da Bolsa. (FARHI, 1998, p. 11)

As Câmaras de Compensação, como se pode notar, passaram a exigir dos agentes do mercado um depósito de garantias de tal forma que o risco da não liquidação dos contratos fosse reduzido. No Brasil, a instituição responsável por captar esses depósitos e garantir as liquidações é a Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia (CBLC) (BALCEVICZ, 2015). O autor complementa dizendo que o valor das garantias varia conforme o ativo subjacente do contrato negociado, de tal forma que, cada ação possui um percentual específico sobre o valor do ativo a ser depositado.

## 2.2. Mercado Futuro

Conforme Farhi (1998, p. 7) “os mercados futuros constituem o mecanismo de base dos derivativos financeiros”. Segundo a autora, durante os anos de 1970, os futuros financeiros, como eram chamados, possuíam as mesmas características dos mecanismos já existentes desde

---

<sup>1</sup> A Liquidação por diferença ocorre quando um dos agentes, comprado ou vendido, assume uma posição idêntica, porém no sentido contrário ao da posição vigente (CAVALCANTE, 2009).

o século XIX nos mercados futuros de commodities, e apenas a partir do momento em que foram introduzidos e ampliados os mercados de opções e de *swaps* financeiros é que surge o termo “derivativos financeiros”, termo oriundo do fato que estes instrumentos têm seus preços determinados pela relação com os ativos dos quais derivam. Os primeiros derivativos financeiros bem-sucedidos foram os futuros de câmbio na bolsa de Chicago (*Chicago Mercantile Exchange*), em 1972 (FARHI, 1998).

Em seu estudo, Balcevicz (2015), relata que os futuros já eram negociados desde 1848, como era o caso dos contratos de milho na *Chicago Board Of Trade*, e estes contratos deram origem aos primeiros contratos de mercado futuro organizado. Ele diz que, desde a criação da bolsa de Chicago até a ruptura do acordo de Breton Woods, os derivativos de mercadorias representavam quase todos os contratos futuros negociados em bolsas e, apenas a partir de 1971, é que se intensificam as negociações dos derivativos cambiais.

Os contratos futuros surgem do mercado a termo e ambos os contratos possuem características que se assemelham, já que, nos dois mercados são negociados produtos para liquidação em data futura previamente estabelecida e preço acordado entre as duas partes (BALCEVICZ, 2015). O autor atenta para a atuação das Câmaras de Compensação nos mercados de futuros, que exigem o depósito de uma margem, esta que varia de acordo com a volatilidade do mercado à vista, para assegurar o cumprimento das obrigações assumidas pelos participantes do mercado.

As principais diferenças entre o mercado de futuros e o mercado a termo são basicamente quatro. Assim como ilustra Balcevicz (2015):

<b>Características</b>	<b>Mercado a Termo</b>	<b>Mercado de Futuros</b>
<b>Liquidação</b>	A liquidação financeira é feita somente no final do contrato.	Pode haver antecipação da liquidação, se ambas as partes concordarem.
<b>Ajustes financeiros</b>	Ajustes ocorrem somente no vencimento.	Ajustes realizados diariamente.
<b>Padronização</b>	Não há padronização dos contratos.	Há padronização dos contratos.
<b>Formalização</b>	É particular, realizado diretamente entre as partes.	Realizado através de bolsas de futuros.

Ilustração 1: Diferenças entre Mercado a Termo e Futuro

Fonte: Balcevicz (2015, p. 21).

Os produtos negociados nos mercados futuros também podem ser negociados, mutuamente ou não, no mercado de opções. Balcevicz (2015), afirma que os dois mercados se complementam e possibilitam a realização de operações compostas pelas duas modalidades de negociação. A grande volatilidade que surge a partir da adoção do câmbio flutuante, regime adotado com o fim dos acordos de Bretton Woods, fez com que grande parte das incertezas de curto prazo se concentrassem no câmbio e desencadeassem em uma necessidade por uma cobertura de riscos que as operações a termo, até então realizadas pelas instituições bancárias, não conseguiam mais atender

### 2.3. Opções

Balcevicz (2015), afirma que o mercado de opções surge como uma extensão dos mercados futuros, devido à necessidade de controle do risco ligado às flutuações dos preços nos mercados de produtos agrícolas. Na Holanda, em 1634, foi registrado pela primeira vez na história o uso de instrumentos derivativos de opções, durante o evento que ficou conhecido como a “Febre das Tulipas<sup>2</sup>”.

Segundo Balcevicz (2015), os comerciantes de tulipas adquiriam, junto aos produtores, opções de tulipas, de forma que eles garantiam o direito de comprá-las a um preço pré-determinado após o fim de um período determinado pelo contrato. Na data de vencimento os comerciantes podiam então, garantir junto ao produtor, as tulipas que haviam sido acordadas previamente, de forma que se o preço acordado estivesse abaixo do preço de mercado o comerciante garantia o lucro em suas vendas. No entanto, o mercado holandês de derivativos de tulipas não possuía regulações e não haviam exigências de garantia das margens, de forma que muitos contratos não fossem honrados e levando à quebra do mercado de tulipas em 1636 (KERR, 2011).

Farhi (1998), aponta que devido à flexibilidade dos instrumentos do mercado de opções, o seguimento se tornou um dos principais nas operações em bolsas de valores para operações que visassem a cobertura de riscos e de especulação tanto nos mercados organizados, quanto nos mercados de balcão. Ela aponta que as opções como são negociadas hoje têm como característica serem: “negociáveis, transferíveis e, em boa parte dos casos, passíveis de

---

<sup>2</sup> A febre das tulipas foi uma das primeiras bolhas especulativas que se tem notícia. A onda ocorreu na Holanda durante a década de 1630. Para mais informações ver Kindleberger (2017) em “Manias Pânicos e Crises”.



liquidação antes do vencimento” (FARHI, 1998, p. 47). A autora complementa ao dizer que as opções sobre os ativos financeiros surgem a partir do momento em que emana o interesse dos proprietários de títulos, em tirar proveito de um eventual desnível de preços, sem assumir riscos na posição contrária.

Alguns termos são fundamentais para a compreensão do mercado de opções, tal como pontua Carvalho (1999):

i) Titular - comprador da opção, que adquire o direito vinculado a ela; ii) Lançador - vendedor da opção, que se obriga a cumprir o direito cedido ao titular, se por ele exigido; iii) Prêmio - preço pago pelo titular ao lançador, decorrente do direito cedido; iv) Opção de compra (Call) - opção que fornece ao titular o direito de comprar o ativo objeto da transação, a um preço predeterminado até certa data (no Brasil, só se pode exercer o direito na data de vencimento); v) Opção de venda (Put) - opção que fornece ao titular o direito de vender o ativo, objeto da transação, a um preço predeterminado até uma certa data (no Brasil, só se pode exercer o direito na data de vencimento); vi) Preço de exercício - preço combinado para a compra ou venda do ativo objeto da transação; vii) Vencimento - data até a qual deve ser exercido o direito cedido pela opção; viii) Série de opção - identifica o tipo de opção (compra/venda), o objeto da transação, a data de vencimento e o preço de exercício, significa, portanto, uma padronização, identificando por um nome de série, todas as opções de mesmas características; (CARVALHO, 1999; p. 6)

As opções têm por característica a presença de riscos apenas para o lançador do contrato, já que este assume uma obrigação ao firmar o acordo, sendo obrigado a exercer a operação mesmo que ela se configure como uma perda. Enquanto o único risco sobre o qual incorre o titular é o prêmio pago ao lançador no momento em que adquire o direito sobre a opção.

## 2.4. Swaps

Os contratos de *swap* são uma das inovações financeiras mais relevantes das últimas décadas. Esse tipo de operação surge com o aumento da volatilidade das taxas de câmbio ao fim do acordo de Breton Woods (Farhi, 1998; Balcevicz, 2015). Em suma, os contratos de *swap* são acordos que visam uma troca de riscos. Nessas operações são negociadas trocas de rentabilidades entre dois produtos que podem ser tanto mercadorias, quanto ativos financeiros.

Farhi (1998), define os contratos de *swap*:

Por definição, um *swap* é um contrato de troca entre duas partes que se comprometem a intercambiar entre si ativos ou fluxos financeiros num prazo predeterminado. Existem dois tipos básicos de *swaps* \_ O primeiro é o *swap* de juros que envolve a troca de Juros financeiros expressos na mesma divisa, O segundo é o *swap* de câmbio ou de divisas expresso em moedas diferentes (FARHI, 1998; pag. 68).

De acordo com Balcevicz (2015), a gestão de risco é o principal fator que leva os agentes a negociarem os contratos de *swap*. Dessa feita, “dentro de uma empresa pode ocorrer o descasamento entre contas de ativos e passivos ou uma forte exposição a um único indexador. As operações de *swap* possibilitam compatibilizar os indexadores entre créditos e débitos, casando as operações e minimizando os riscos” (BALCEVICZ, 2015, p. 31).

Segundo Farhi (1998), o tipo mais comum de *swap* envolve a troca de taxas de juros, onde um agente assume uma taxa de juros flutuante enquanto a contraparte assume uma taxa fixa que era de titularidade do primeiro agente, vis a vis, de acordo com as vantagens comparativas que cada agente possui. É importante frisar que nessa operação, os valores são expressos em uma mesma moeda, geralmente o dólar americano.

Já nos *swaps* de câmbio, o que se negocia são compromissos de pagamentos em duas divisas diferentes que cobrem as taxas de juros e o capital total da operação. Farhi (1998), complementa dizendo que o risco de crédito é muito mais elevado nos contratos que envolvem a troca de câmbio do que nos contratos que envolvem a troca das taxas de juros, dado que o capital da operação está envolvido diretamente na negociação.

### **3. CÂMBIO FUTURO, MICROESTRUTURA E RISCO-BRASIL**

Segundo Farhi (1998), os contratos futuros de câmbio foram os primeiros contratos futuros de ativos financeiros a serem lançados, no dia 16 de maio de 1972. No entanto, começaram a ter um volume expressivo, em relação aos outros mercados, apenas a partir de 1978.

A dinâmica do mercado de câmbio brasileiro restringe o acesso à moeda estrangeira à vista apenas para os agentes devidamente cadastrados pelo Banco Central do Brasil. Isso faz com que os agentes não autorizados transfiram suas operações para os mercados futuros e, priorizem os derivativos para operações indexadas às taxas de câmbio.

O que ocorre, é que neste mercado as regulamentações são menos restritivas. Em consequência, os agentes fazem o volume negociado nesse seguimento ser muito expressivo: cinco vezes maior no mercado futuro que no mercado à vista de câmbio no Brasil (GARCIA E URBAN, 2005; VENTURA E GARCIA, 2012). “O mercado futuro é o lócus de formação da cotação, sendo esta então transmitida por arbitragem ao mercado à vista” (VENTURA E GARCIA, 2012, p. 46).

Até a década de 1970, a principal abordagem para a formação das taxas de câmbio era a dos bens de consumo onde a demanda por moeda era determinada principalmente pela compra e venda de bens (LYONS, 2001). No entanto, os balanços comerciais mostravam pouco poder explanatório para com as variações das taxas de câmbio.

Durante a década de 1970 surgiu a abordagem do mercado de ativos (*Asset Market Approach*), que foi construída a partir da abordagem dos bens de consumo. Porém, essa abordagem considera não só o balanço comercial como causa das flutuações do câmbio, adicionando a compra e venda de ativos para tentar explicar as variações do câmbio. De acordo com Lyons (2001) a abordagem do mercado de ativos adiciona ainda a noção de eficiência especulativa, onde o mercado de câmbio é modelado como sendo eficiente, incorporando toda a informação pública disponível. No entanto quando testada empiricamente, esta abordagem também não se sustenta.

Apenas em meados da década de 1990 surge a abordagem da microestrutura de mercado. Essa abordagem aparece como alternativa na previsão das taxas de câmbio, apresentando consideráveis níveis de previsão, não alcançado pelas abordagens anteriores. O estudo de Evans e Lyons (2002), apresenta um modelo híbrido para a previsão da taxa de câmbio entre o dólar americano. O poder de previsão foi mais de 40% para o dólar contra *yen* e mais de 60% para o dólar contra o marco alemão.

A seguir serão elencados os fatores pertinentes no campo deste trabalho a respeito das estruturas que regem as flutuações das taxas de câmbio, bem como quais são os agentes que ali atuam e quais são as motivações que os levam a tal. Em seguida será abordada a microestrutura do mercado de dólar futuro a fim de traçar o cenário e a estruturação dos modelos a serem utilizados na previsão das taxas dos contratos futuros de dólar americano contra o real brasileiro.

### **3.1. Microestrutura**

A microestrutura de mercado abrange, por conceito, os participantes do mercado e a forma com que esses participantes atuam no mercado. Essa abordagem é relativamente nova na literatura e, desde seu surgimento, tornou-se imprescindível para a determinação da taxa de câmbio. Uma das primeiras obras encontradas sobre o tema é a de Lyons (1995), onde ele testa as hipóteses da nova abordagem. Em estudo posterior, Lyons (2001) aponta que a abordagem

da microestrutura de mercado, se diferencia das demais abordagens por relaxar três das hipóteses presentes na abordagem de *asset-markets*, a saber:

i) Informação: O modelo de microestrutura reconhece que nem toda a informação relevante para as taxas de câmbio é divulgada publicamente;

ii) *Players* (Participantes): Os modelos de microestrutura reconhecem que há heterogeneidade entre os participantes do mercado e estes diferem nas maneiras em que afetam os preços;

iii) Instituições: Os modelos de microestrutura reconhecem que os mecanismos de trading diferem nas formas que afetam os preços.

Para a compreensão da microestrutura é preciso entender a variável que é uma das marcas registradas da abordagem, o fluxo de ordens (*Orderflow*), que como é utilizada na microestrutura se assemelha, de acordo com Lyons (2001), a um termo chave na economia, “excesso de demanda”. No entanto o fluxo de ordens se difere do excesso de demanda, já que, em equilíbrio o fluxo de ordens não é, necessariamente, igual a zero, como ocorre com o excesso de demanda.

### 3.1.1. Fluxo de ordens

Assim como aponta Lyons (2001), para entender o fluxo de ordens é necessário distinguir o volume transacionado do fluxo. O volume representa o agregado de ordens transacionadas, enquanto o fluxo leva em consideração o sentido em que a negociação ocorre. Por exemplo, se surge uma ordem a mercado que negociou a venda de 100 contratos de dólar, o volume será 100, mas o fluxo será de -100. Neste caso, o vendedor dos contratos é quem tem a iniciativa, enquanto o comprador dos 100 contratos de dólar está no lado passivo da negociação. O agente que possui a iniciativa do negócio será intitulado de agressor. Dessa forma, o fluxo de ordens representa a soma dos contratos agredidos na compra (sinal positivo) mais os contratos agredidos na venda (sinal negativo).

As ordens limite são o lado passivo das operações. Elas representam a intenção de um agente do mercado em comprar ou vender uma determinada quantidade de contratos quando o preço atingir um nível desejado. As ordens são coletadas e enviadas para um livro eletrônico chamado “livro de ofertas”. As ofertas de compra que tiverem o valor mais alto serão as melhores ofertas de compra (*Bid*) e, as ofertas de venda que tiverem o valor mais baixo serão as melhores ofertas de venda (*Ask*). Assim como explica Lyons (2001):

*Here is an example of a limit order: “buy 10 units for me when the market reaches a price of 50.” Anyone can submit these limit orders. They are collected together in an electronic “book.” The most competitive of the orders in the book define the best available bid and offer prices. For example, the limit order to buy with the highest buying price becomes the best bid in the market. If you entered the market, and wanted to sell 10 units immediately, you could sell at this best bid price, but no higher. (LYONS, 2001, p. 5)*

Uma questão importante que se refere ao fluxo de ordens é a informação. De acordo com Evans & Lyons (2002), existem dois tipos básicos de informação que ele transmite: a primeira de sobre indícios de fluxos futuros (que em moeda estrangeira é medida pelos diferenciais de juros futuro); e a segunda sobre as taxas de desconto de compensação de mercado que os participantes detêm.

Os participantes são divididos em dois grupos: os que se informam pelos fundamentos dos ativos e por outras fontes de informação privada, e os que se informam pelo fluxo de ordens. O fluxo de ordens é o mecanismo de transmissão de toda a informação, inclusive sobre os fundamentos. Sendo expressa através dos *trades* realizados pelos agentes (LYONS, 2001).

### **3.2. Os *players* e suas motivações**

Os participantes do mercado são divididos em três grupos, sendo o primeiro composto por arbitradores de mercado, o segundo pelos *hedgers*, e o terceiro grupo é formado por especuladores (ROSSI, 2011).

#### **3.2.1. O Arbitrador**

As operações de arbitragem buscam tirar lucros das variações nas diferenças entre dois ativos ou mercados cujos ativo-objeto sejam o mesmo. Podem envolver negociações com os futuros e com as opções, além do próprio ativo. Os riscos envolvidos nesse tipo de operação geralmente são inferiores aos da especulação, já que a posição dos investidores está travada nos dois sentidos da operação (CAVALCANTE, 2009)

Segundo Fortuna (2008), para acertarem suas posições de câmbio, os bancos podem comprar ou vender moedas estrangeiras entre si. Assim, o mercado interbancário, funciona para ajustar a liquidez do mercado de câmbio. Quando falta dólar pronto no mercado, as operações migram para o dólar futuro, de forma que os agentes consigam equilibrar suas posições. Os bancos que dispõem de linhas para saques a descoberto, podem comprar dólares no mercado

futuro para vendê-los no mercado pronto com entrega em 48 horas, transformando assim em recursos imediatos.

O arbitrador exerce uma importante função no mercado, já que, quanto mais intensa for sua atividade, mais eficiente se tornará o mercado e mais difícil será encontrar as chamadas janelas de arbitragem (KERR, 2011). O autor exemplifica uma operação de arbitragem:

Imagine que um determinado ativo seja negociado em duas bolsas diferentes que, durante certa parte do dia, estão abertas simultaneamente. Aquele ativo tem de ter o mesmo preço nas duas bolsas. Se isso não acontecer, os arbitradores compram o ativo na bolsa em que ele está mais barato, vendendo imediatamente na bolsa em que ele está mais caro (KERR, 2011, p. 185).

Segundo Garcia (1997), no momento em que surge a possibilidade da arbitragem, os arbitradores de mercado atuam de forma que a oportunidade da arbitragem tenha um período muito curto. E complementa ao dizer que os arbitradores estabelecem uma faixa de variação para o dólar futuro baseado nos valores do dólar pronto, das taxas ativas e passivas estrangeiras e da taxa de juros doméstica, que segundo o autor podem ser representadas por outro mercado futuro, o de DI (depósitos interfinanceiros).

### 3.2.2. O Hedger

O *hedger* é o investidor que deseja cobrir o risco de sua posição no mercado. O *Hedging*, segundo Cavalcante (2009), é a administração do risco, na qual um agente assume uma posição em contratos futuros que seja oposta à sua posição no mercado à vista. As operações básicas do hedger são nos mercados de ativos ou mercadorias. A operação possui o intuito de minimizar risco de perdas financeiras caso ocorra um movimento adverso ao esperado.

Farhi (1998), diz:

O princípio do *hedge* consiste em assumir, no mercado futuro da forma mais concomitante possível, a posição simetricamente oposta àquela que se tem no mercado à vista. A operação de cobertura de riscos do produtor ou de outro agente que tenha uma posição comprada no mercado à vista é denominada de *hedge* de venda enquanto que a do transformador ou de todo agente com posição vendida no mercado à vista é conhecida como *hedge* de compra. (FARHI, 1998, p. 14)

O *Hedger* pode, também, assumir a função de especulador caso o mercado se configure para tal e, conseguir realizar ganhos especulativos. Mas vale ressaltar que não são os ganhos de especulação que motivam esse tipo de operação. A figura do *hedger* está interessada, em um primeiro momento, apenas em cobrir os riscos de suas operações (FAHRI,1998; CAVALCANTE, 2009; KERR 2011).

### 3.2.3. O Especulador

O especulador é “o agente que está buscando auferir lucros com operações de derivativos comprando e vendendo rapidamente, tentando comprar por um preço mais baixo e vender por um mais alto” (KERR, 2011, p. 184). O especulador assume a função de tomar para si, o risco de mercado do qual os *Hedgers* estão tentando dispor. Eles fazem isso na intenção de obter um ganho dado o risco assumido e geralmente não carregam suas posições até o fim do contrato (CAVALCANTE, 2009; KERR, 2011).

Diferente das operações de arbitragem e *hedge*, a especulação tem como característica ser uma operação realizada em apenas um ativo. Não há nesse caso, a intenção de se proteger dos riscos de mercado ou de explorar distorções entre mercados para obter lucros (FARHI, 1999; ROSSI, 2014). No estudo de Farhi (1999), ela diz:

[...] Consideramos como especulação as posições líquidas, compradas ou vendidas, num mercado de ativos financeiros (à vista ou de derivativos) sem cobertura por uma posição oposta no mercado com outra temporalidade no mesmo ativo, ou num ativo efetivamente correlato. [...] após a criação dos mercados de derivativos financeiros e a sua generalização à maioria dos ativos, é o fato de elas serem mantidas líquidas, sem cobertura por uma posição oposta em outra temporalidade e no mesmo ativo ou num ativo correlato, que as caracteriza como especulativas. Não o fato de serem resultantes de uma expectativa concernente aos preços, já que esta permeia todos os tipos de operações realizadas nos mercados financeiros contemporâneos (FARHI, 1999, p. 104).

### 3.3. Ajuste Diário E PTAX

Todos os dias, ao final do pregão, as posições em aberto no mercado de câmbio futuro são ajustadas com base no preço de ajuste diário. Se o preço do ajuste for superior ao preço médio da posição em aberto, o valor será creditado na conta do investidor. Caso o preço médio dos contratos em aberto seja menor que o ajuste o valor é debitado na conta do mesmo (FORTUNA, 2008).

De acordo com Pereira (2011), a taxa de ajuste é calculada com base na diferença entre o valor negociado e o fechamento do dólar Ptax. A taxa Ptax é divulgada diariamente pelo Banco Central do Brasil e sua regulamentação segue a Circular n° 3.506 de 2010<sup>3</sup>. Basicamente é o preço médio de todas as negociações realizadas ponderado pelo volume negociado. Pereira (2011, p10), afirma que “apesar de o contrato apresentar formato padrão, com tamanho e vencimento pré-determinados, o ajuste se dá com base em uma taxa de câmbio determinada em mercado de balcão, cujas informações sobre negociação não são públicas, como no mercado organizado em bolsa” (PEREIRA, 2011, p. 10).

### 3.4. EMBI+ Risco-Brasil

Em 1992, segundo IPEA (2018), o *Emerging Markets Bond Index* (EMBI) foi criado pelo banco JP Morgan para avaliar o desempenho diário dos títulos da dívida externa dos países emergentes. O indicador logo se tornou a principal referência do mercado de títulos da dívida externa. O EMBI sofreu algumas adaptações para se ajustar às mudanças do mercado de títulos de dívida externa e, logo em 1994 o indicador que chegou a reunir títulos de 11 países diferentes foi substituído por uma versão mais ampla do índice, o EMBI+. A estrutura de cálculo original foi mantida e atualmente o EMBI+ reúne cerca de uma centena de títulos distintos de 19 países considerados emergentes.

O Risco-Brasil, como ficou conhecido é, de acordo com o manual disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), uma ferramenta que auxilia os investidores em suas tomadas de decisão. O indicador representa as diferenças entre os retornos diários dos títulos dos países emergentes em comparação com os retornos de títulos semelhantes do Tesouro dos Estados Unidos. Atualmente o peso dos títulos da dívida externa do Brasil representam cerca de 23% do peso do indicador (IPEA, 2018)<sup>4</sup>.

O EMBI+ é denotado em pontos-base, de forma que um aumento de cem pontos representa um acréscimo de 1% entre as diferenças dos retornos. Dessa forma, conforme o próprio IPEA (2018), se os *Bonds* do Tesouro norte-americano apresentam rentabilidade de 2%, e um país emergente possui um EMBI+ de 1000 pontos, a rentabilidade total dos títulos desse país emergente é de 12%. Essa diferença é chamada de *Spread Soberano*, por representar as

---

<sup>3</sup> A Circular 3.506 de 2010 está disponível no site do Banco Central do Brasil através do link: <https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/normativo.asp?tipo=Circular&data=2010&numero=3506> Acesso em: 07/11/2018

<sup>4</sup> A Metodologia EMBI pode ser acessada através do link: <http://www.ipeadata.gov.br/doc/Metodologia%20Embi.doc> (acesso em 17 de dezembro de 2018)



dívidas dos governos. Segundo o manual do EMBI, a imprensa passou a utilizar o índice como uma medida da confiança dos investidores sobre as direções da economia nacional. Quanto maior o valor do índice, maior é a percepção do risco sobre a economia.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Dados e Modelo

O modelo aplicado neste trabalho é uma adaptação do modelo híbrido utilizado por Evans & Lyons (2002). A regressão linear é feita através do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e utiliza dados do fluxo de ordens para tentar explicar a formação da taxa de câmbio. Além das variáveis selecionadas no modelo original para a modelagem do Dólar americano contra o Marco alemão (DM/USD) e contra o Yen (YEN/USD) (fluxo de ordens e diferencial de juros), foi adicionada uma variável que é adotada como um termômetro da confiança do investidor para com a economia do país. A equação geral que guia o modelo aplicado por Evans & Lyons (ANO) está descrita a seguir:

$$\Delta P = \Delta(i_t - i_t^*) \Delta x_t \quad (1)$$

Onde  $\Delta P$  é a variação dos preços;  $\Delta(i_t - i_t^*)$  é a variação dos diferenciais de juros; e  $\Delta x_t$  é a variação do fluxo de ordens. Em face disso, este trabalho utilizará do modelo dos Mínimos Quadrados Ordinários para estimar o preço do dólar no mercado brasileiro de câmbio futuro. Adicionaremos, no entanto uma variável sobre a sensibilidade do risco para com a economia brasileira, o EMBI+.

Após a regressão serão aplicados alguns testes para checar a validade do modelo. Os testes selecionados foram:

- i) Teste VIF (FIV)

O Teste de fator de inflação da variância (FIV ou VIF), testa a presença de multicolinearidade em séries econométricas. Sua interpretação é bem simples, após a regressão as variáveis que apresentarem o teste VIF maior que 10 é tomada como altamente colinear (GUJARATI, 2012)

- ii) Teste de Breusch-Pagan-Godfrey

O teste de Breusch-Pagan-Godfrey é aplicado para detectar heterocedasticidade em modelos econométricos e sua análise consiste em rejeição ou não rejeição da hipótese nula (GUJARATI, 2012).

H0: Homocedasticidade

H1: Heterocedasticidade

iii) Teste de White

O teste de White, assim como o teste de Breusch-Pagan-Godfrey, serve para diagnosticar a presença de heterocedasticidade no modelo aplicado. Sua análise também é semelhante ao teste de Breusch-Pagan-Godfrey (GUJARATI, 2012).

H0: Homocedasticidade

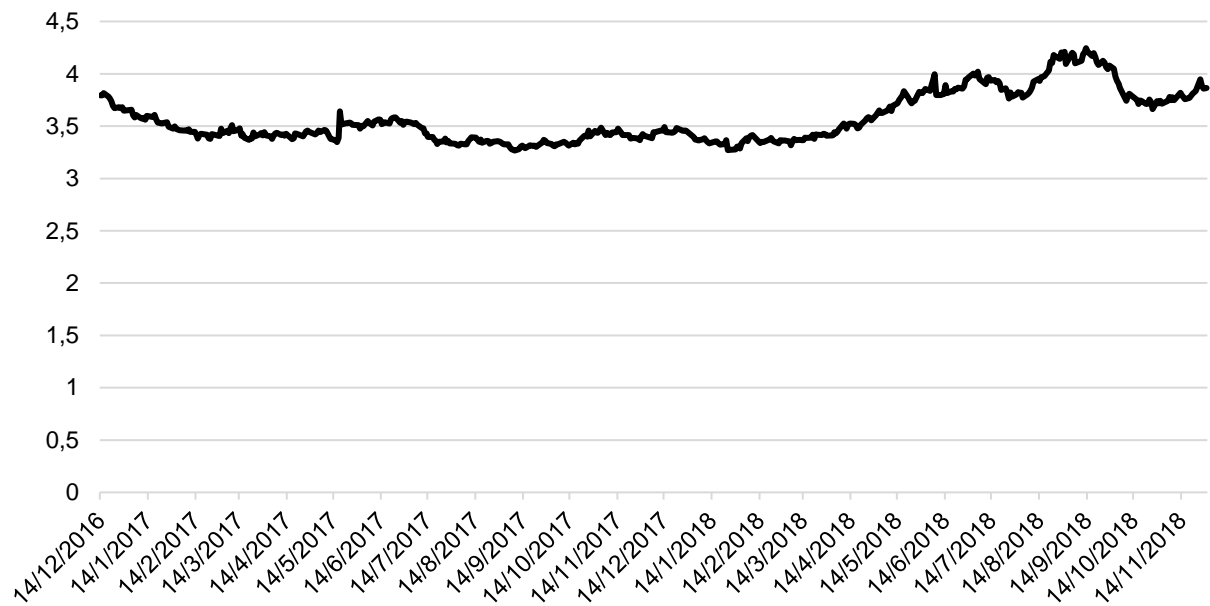
H1: Heterocedasticidade

iv) Teste de Durbin-Watson

O último teste aplicado é o de Durbin-Watson, para averiguar se há presença de autocorrelação no modelo. A análise de resultado deste teste é feita através da tabela D, averiguando se o teste calculado se encontra nas regiões de interesse, nas regiões críticas ou nas zonas de indecisão. De tal forma que, se a estatística calculada estiver não na região de interesse, não existe auto correlação no modelo; se ela estiver nas regiões críticas, há indícios de autocorrelação; e se ela apresentar valores entre os valores da região de indecisão, não é possível obter conclusões a respeito da autocorrelação (GUJARATI, 2012).

Estudos apontam que a taxa de câmbio tem sua formação no mercado futuro e tem o preço transferido para o mercado a vista (câmbio *spot*), pelos agentes devidamente autorizados, através da arbitragem (ROSSI 2011; VENTURA E GARCIA, 2012; BRASIL et al. 2014). Dessa forma, no escopo deste estudo, apenas serão levados em consideração os dados do mercado futuro, onde a taxa de câmbio BRL/USD é formada.

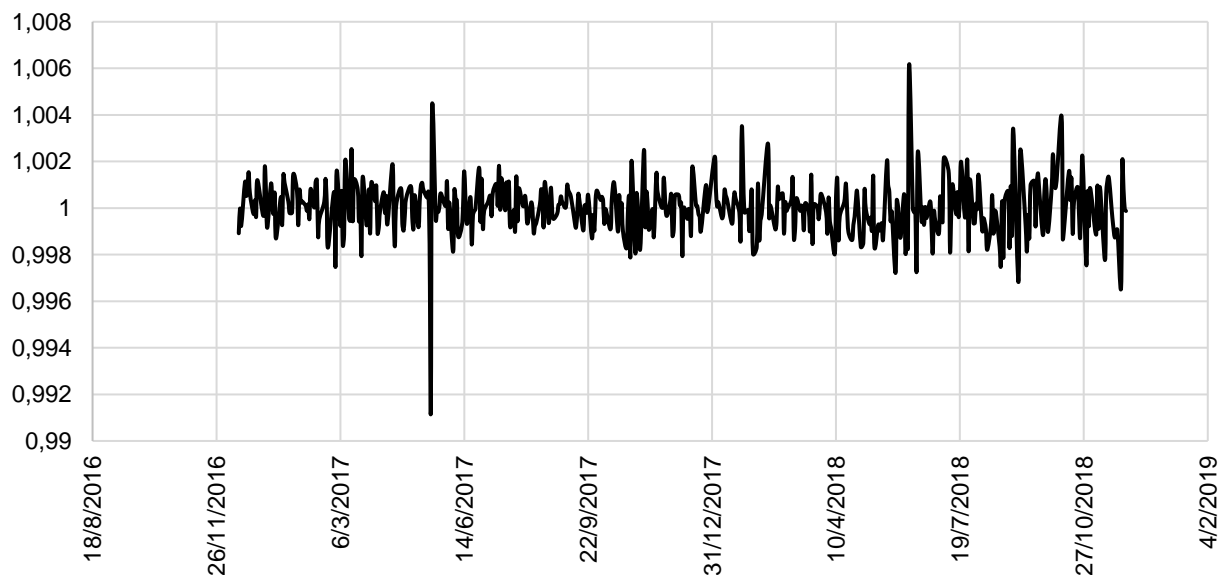
A base de dados utilizada neste trabalho é inédita e, foi obtida junto à plataforma privada ProfitChart Pro da empresa Nelógica. Foram retiradas da plataforma as informações sobre o fechamento diário do mercado de câmbio futuro. A série pode ser observada a seguir:

**Gráfico 1: Peço de Fechamento DOLFUT**

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2018

Para a mensuração dos retornos diários utilizaremos a razão do logaritmo natural do preço atual sobre o logaritmo natural do preço anterior. Algebricamente a equação será:

$$\Delta P = \ln(P_t) / \ln(P_{t-1}) \quad (2)$$

**Gráfico 2: Retornos Diários DOLFUT**

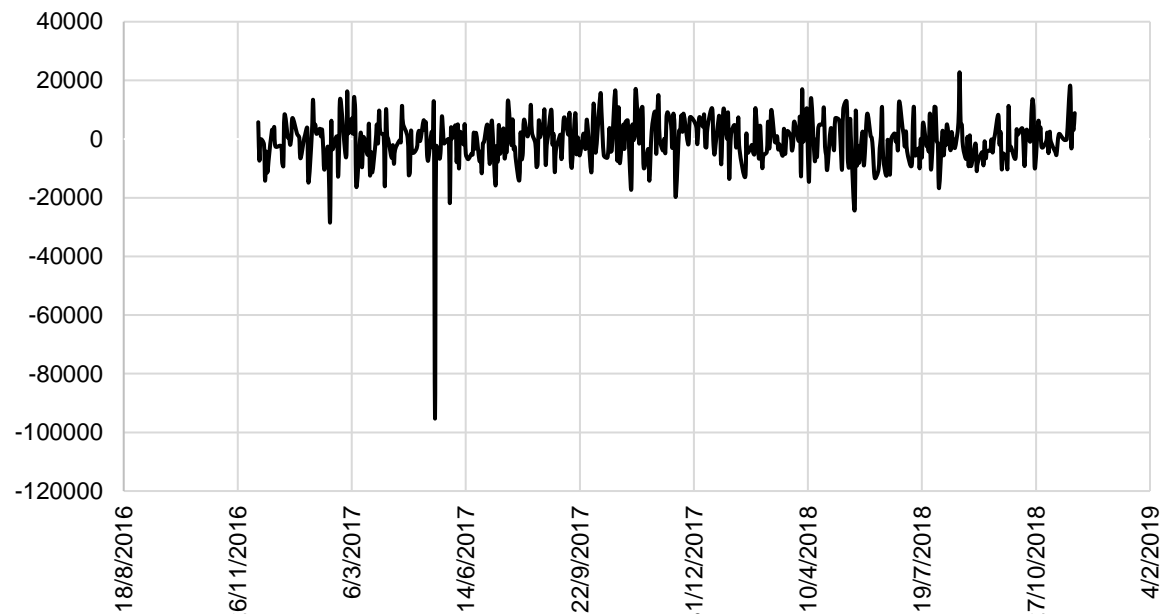
Fonte: Resultados da Pesquisa, 2018.

Após revisão bibliográfica, as variáveis elencadas como relevantes para a predição do preço dos contratos futuros de câmbio estão descritas a seguir: i) Fluxo de ordens ( $\Delta X$ ), que

representa a quantidade de contratos agredidos na compra (C) subtraídos pela quantidade de contratos agredidos na venda (V):

$$\Delta X = C_t - V_t \quad (2),$$

**Gráfico 3: Fluxo de Ordens da Série histórica DOLFUT**

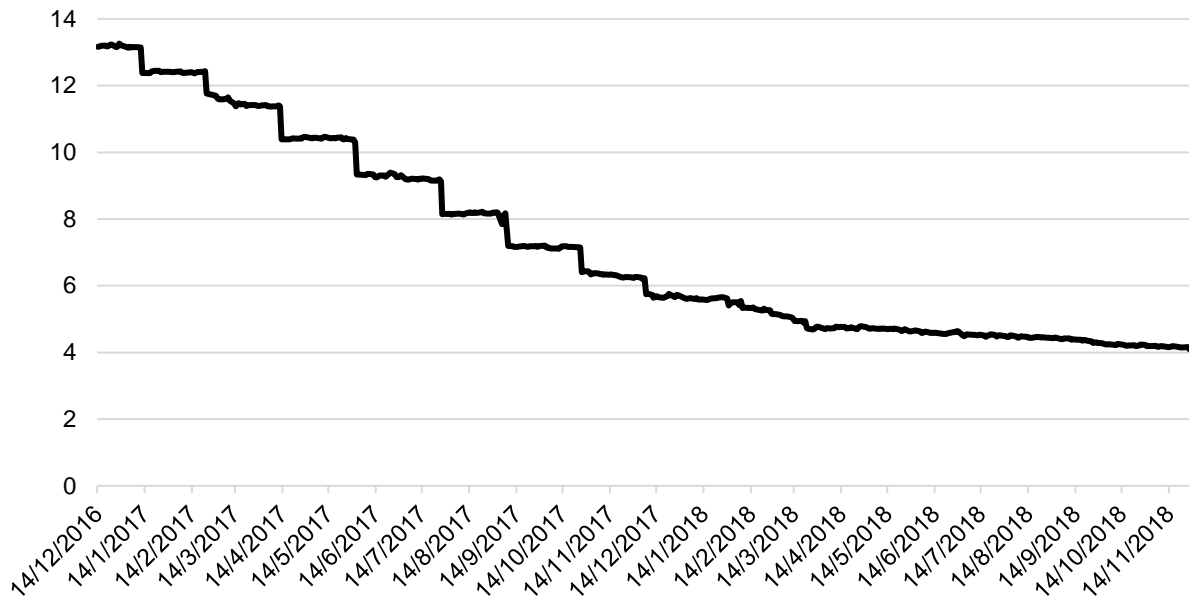


Fonte: Resultados da Pesquisa, 2018.

ii) O diferencial das taxas de juros doméstica e estrangeira, sendo a taxa doméstica representada pela taxa Selic ( $i$ ) disponibilizada pelo Banco Central do Brasil, e a taxa estrangeira pela taxa de juros americana ( $i^*$ ) disponibilizada pelo site do Federal Reserve:

$$\Delta I = (i - i^*) \quad (3)$$

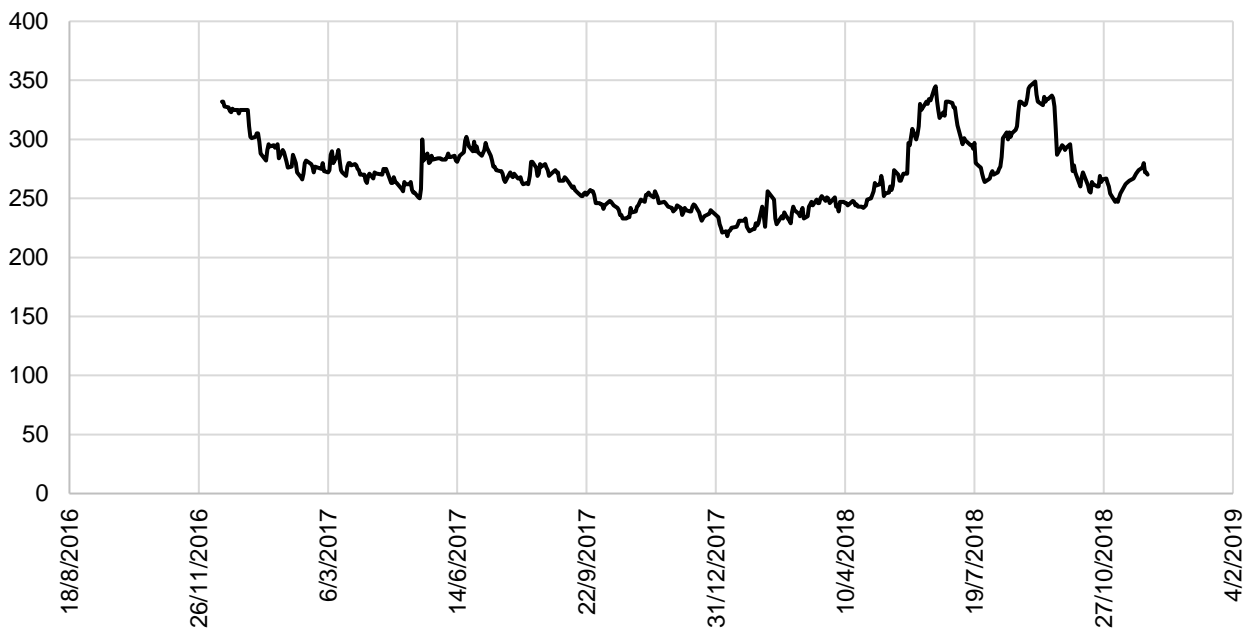
**Gráfico 4: Diferencial Entre as Taxas Interna e Externa de Juros**



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2018.

iii) Para a obtenção de um modelo robusto, levando em conta as peculiaridades da economia brasileira adicionaremos o EMBI+<sup>5</sup> (*Emerging Markets Bond Index*), representada pelo termo R neste estudo.

**Gráfico 5: EMBI+ (Risco-Brasil)**



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2018.

<sup>5</sup> A série histórica do EMBI+ pode ser obtida através do link: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?module=M&serid=40940> (acesso em 17 de dezembro de 2018)

A variável EMBI+, ou Risco-Brasil, que é adotada como um sensor da confiança dos investidores na economia, apresenta significância na formação das taxas de câmbio futuro. É interessante notar que temos a presença de um *outlier* na série observada. Há um deslocamento abrupto em todas as séries estudadas no dia 18 de maio de 2017. Esse deslocamento representa a reação do mercado a um choque exógeno de ordem política. No dia anterior, já com o pregão de negociações encerrado, houve o vazamento de notícias de corrupção envolvendo o então presidente Michel Temer e a JBS. Esse fator mostra como a economia brasileira é frágil e está totalmente suscetível aos fatores ordem política que afetam a confiança dos investidores no mercado.

Dessa forma, equação geral que guia este trabalho é a junção dos parâmetros descritos acima e é expressa da seguinte maneira:

$$\Delta P = \Delta X + \Delta I + R + \varepsilon_t \quad (4)$$

Onde o termo  $\varepsilon_t$  representa o erro estocástico do modelo.

No total a amostra conta com 471 observações, excluindo-se os feriados nacionais e feriados americanos que não possuem pregão eletrônico. O período analisado vai do dia 14 de dezembro de 2016 até o dia 30 de novembro de 2018.

## 5. ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE DE RESULTADOS

Após a regressão, é possível constatar (vide Tabela 1) que de acordo com o teste F o modelo é estatisticamente significativo ao nível de 99% do intervalo de confiança. O  $R^2$  aponta que 80,60% das variações no preço dos contratos de dólar futuro são explicados pelas variações nas variáveis independentes. As variáveis Fluxo de Contratos, Retorno e o termo constante não apresentam significância no modelo aplicado, enquanto as variáveis Risco-Brasil e Diferencial de Juros apresentam significância ao nível de 99% do intervalo de confiança. É possível auferir que a cada acréscimo de 1 ponto-base no Risco-Brasil, há um acréscimo de 0.0066896 pontos na cotação do dólar futuro. Quanto ao Diferencial de Juros, a regressão mostra que a cada acréscimo de 1 ponto percentual, o preço dos contratos futuros ao fim do dia sofre uma redução de 4,616598 pontos.

**Tabela 1. Resultados da Regressão Linear Por MQO**

Regressão Por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)				
Variável	Coefficiente	Teste t	R <sup>2</sup>	Teste F
Fluxo de Contratos	8,84e-07	0,147	0.8060	0.0000
	(6,08e-07)			
Risco-Brasil	0,0066896	0,000		
	(-0,000172)			
Retorno	5100293	0,234		
	(4,27563)			
Diferencial de Juros	-4,616598	0,000		
	(0.170499)			
Constante	-3,014886	0,481		
	(4,274134)			

Fonte: Elaboração própria

Para testar a presença de multicolinearidade foi aplicado o teste VIF que, conforme a Tabela 2, aponta para a ausência de multicolinearidade com valores muito próximos de 1 para todas as variáveis analisadas.

**Tabela 2: Teste de Fator da Inflação da Variância**

Teste VIF		
Variável	VIF	1/ViF
Fluxo de Contratos	1,08	0,929203
Risco-Brasil	1,06	0,944552
Retorno	1,05	0,948775
Diferencial de Juros	1,04	0,961053
Média	1,06	

Fonte: Elaboração própria

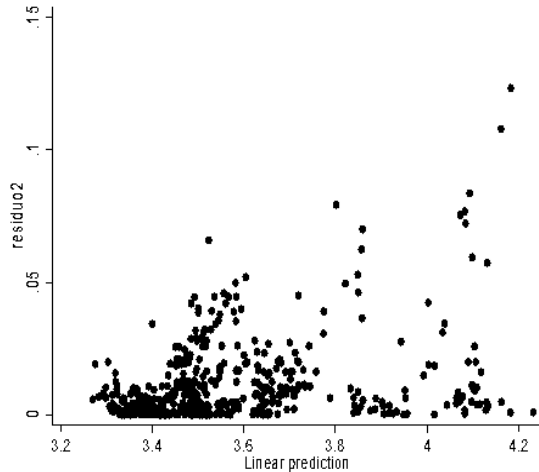
Conforme é possível verificar na Tabela 3, foram aplicados os testes de Breusche-Pagan-Godfrey e o teste de White para detectar a presença de heterocedasticidade no modelo regredido. Ambos os testes rejeitam a hipótese nula de que o modelo é homocedástico. Também pode-se observar a heterocedasticidade da série através dos gráficos 1 e 2.

**Tabela 3. Testes de Heterocedasticidade**

Heterocedasticidade	
Teste Breusche-Pagan-Godfrey	0.0000
Teste de White	4.0e-10

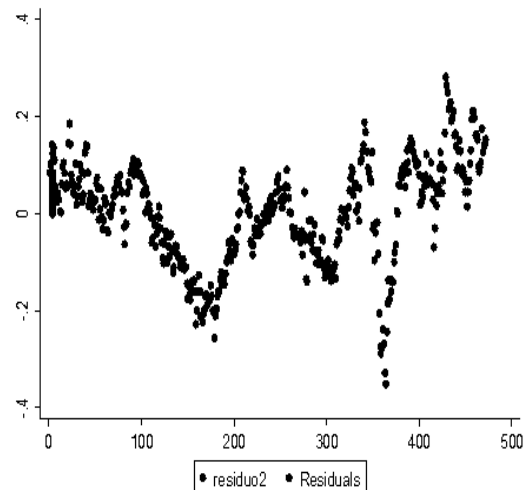
Fonte: Elaboração própria

**Gráfico 6. Dispersão Linear do Quadrado  
Dos Erros**



Fonte: Resultados da Pesquisa 2018

**Gráfico 7. Resíduos**



Fonte: Resultados da Pesquisa 2018

Para a detecção de autocorrelação foi aplicado o teste de Durbin-Watson conforme Tabela 4. Pode-se observar que o teste aponta para a presença de autocorrelação no modelo aplicado, dessa forma foram aplicados os modelos de correção de Corchrane-Orcutt (Tabela 4) e de Prais-Winston (Tabela 5). No entanto, como se pode observar, mesmo com as correções aplicadas ainda existe a presença de autocorrelação na série estudada.

**Tabela 4. Testes de Durbin-Watson Para detecção de Autocorrelação**

Detecção de Autocorrelação			
Teste de Durbin-Watson	Estatística D	Limite Inferior*	Limite Superior*
Original	0,0956875	1,728	1,810
Corchrane-Orcutt	1,427591		
Prais-Winston	1,428857		

\*Estatística D ao nível de 95% do intervalo de confiança

Fonte: Elaboração Própria

Com exceção da variável Diferencial de Juros, que não foi significativa em nenhum dos modelos de correção, as demais variáveis apresentaram significância. As variáveis Risco-Brasil, Retorno e o termo constante foram significativas em ambos os modelos ao nível de 99% do intervalo de confiança. Da mesma forma, tanto no modelo corretivo de Corchrane-Orcutt,



quanto no modelo de Prais-Winston foi significativa ao nível de da 90% do intervalo de confiança, a variável Fluxo de Contrato.

Em ambos os modelos corretivos o  $R^2$  é expressivo, com um poder explanatório de 67,53% no primeiro e 71,70% no segundo. Os termos rho ( $\rho$ ) apresentam significância e seus valores são respectivamente 0,9971 e 0,996949 para o modelo de Corchrane-Orcutt e para o modelo de Prais-Winston. Os termos  $\rho$  indicam, portanto, que há correlação de primeira ordem na série analisada.

**Tabela 5. Modelo de Correção de autocorrelação de Corchrane-Orcutt**

Corchrane-Orcutt				
Variável	Coefficiente	Teste t	R <sup>2</sup>	Teste F
Fluxo de Contratos	1,61e-07 (8,22e-08)	0,051	0,6753	0.0000
Risco-Brasil	0,0019616 (0,0001752)	0,000		
Retorno	12,82082 (0,5635414)	0,000		
Diferencial de Juros	0,105889 (0,8173383)	0,897		
Constante	-9,65333 (0,6188517)	0,000		
Rho	0,9971 (0,0037)	0,000		

Fonte: Elaboração Própria

**Tabela 6. Modelo Corretivo de autocorrelação de Prais-Winston**

Prais-Winston AR(1)				
Variável	Coefficiente	Teste t	R <sup>2</sup>	Teste F
Fluxo de Contratos	1.60e-07 (8,20e-10)	0,051	0,7170	0,0000
Risco-Brasil	0,0019603 (0,0001749)	0,000		
Retorno	12,82107 (0,5628679)	0,000		
Diferencial de Juros	0,0837721 (0,7917906)	0,916		
Constante	-9,678287 (0,5896002)	0,000		
Rho	0,996949			

Fonte: Elaboração Própria

O modelo adaptado não apresenta resultados semelhantes aos do modelo original de Evans & Lyons (ANO). O fluxo de ordens, variável apresentada como significativa para a previsão no modelo original, não foi significativa neste estudo. Uma justificativa para isso pode ser as diferenças que apresentam os mercados estudados. O modelo original leva em conta o mercado de *Forex* (*Foreing Exchange*) com dados negócio a negócio (*tick-by-tick*) e pregão de negociação de 24h por dia. Enquanto no modelo adaptado neste estudo, o pregão ocorre apenas durante uma fração do dia, além de os parâmetros utilizados estarem em base diária.

Os resultados obtidos apontam para a presença de autocorrelação no modelo aplicado. O que indica que os termos de erro do passado influenciam no termo de erro do presente. Este resultado indica a violação de um dos pressupostos do modelo clássico de regressão linear, de que não há autocorrelação entre os termos de erro.

## 6. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho, foi avaliar a capacidade do modelo aplicado por Evans & Lyons (2002) quando aplicado para o mercado futuro de câmbio no Brasil. Para tal, foi feito um levantamento do campo dos derivativos onde se enquadram os mercados futuros. Os aspectos do câmbio, bem como as especificidades da microestrutura de mercado foram levantadas. Foi selecionado um fator de sensibilidade ao risco da economia brasileira como um todo representado pelo Risco-Brasil.

Sobre os mercados de derivativos, foi feito um levantamento histórico sobre o surgimento do segmento e sua posterior ampliação com a globalização das contas financeiras. Os contratos a termo, os contratos futuros, as opções e os *swaps* são os principais tipos de contratos derivativos encontrados nas bolsas de valores do mundo. As especificidades de cada um desses contratos foram levantadas, visto que as taxas de câmbio futuro podem ser negociadas através de cada um desses contratos.

Foram elencados durante a revisão bibliográfica algumas especificidades do mercado de câmbio, bem como os agentes que atuam nesse mercado e o que motiva esses agentes a realizarem suas operações. Também foi abordada a taxa PTAX que é uma taxa diária de ajuste das posições em aberto dos *players* no mercado. O indicador Risco-Brasil foi adotado devido às peculiaridades da economia brasileira e à sensibilidade da economia a choques exógenos.

O modelo aplicado foi uma adaptação do modelo híbrido de Evans & Lyons (2002), no qual os autores analisam os impactos do fluxo de ordens no mercado de *Foreing Exchange*

(FX) do Dólar americano contra o Marco alemão (DM/USD) e contra o Yen (YEN/USD). No entanto os resultados obtidos não corroboram com modelo original, possivelmente pelas diferenças das características dos mercados, ou mesmo por uma diferença na especificação do modelo. Porém foi notado que a sensibilidade do risco do investidor com a economia brasileira tem influência sobre as taxas de câmbio futuras. Também foi auferido que a autocorrelação obtida no modelo demonstra que os participantes de mercado tomam suas decisões baseadas em decisões passadas.

Uma sugestão para trabalhos futuros, é a aplicação de modelos mais avançados para tentar prever as oscilações nas taxas de câmbio através das variáveis de microestrutura. Também seria interessante aplicar um modelo que conseguisse captar o impacto das determinantes políticas nas flutuações dos preços no mercado de câmbio futuro, já que a economia brasileira demonstra uma grande sensibilidade a eventos de ordem política.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALCEVICZ, Giovani Rebinski. **Mercado de derivativos: estrutura, impactos econômicos e gestão de riscos**. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Circular 3.506 de 2010**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/normativo.asp?tipo=Circular&data=2010&numero=3506>>

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Série histórica da taxa Selic**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https:%2F%2Fwww.bcb.gov.br%2Fhtmls%2Fselic%2Fselicdiarios.asp>>

BARTH, Ingrid G. Origens das Bolsas de O Valores. **Economista**. 06, 2009. Disponível em: <<https://www.oeconomista.com.br/origens-das-bolsas-de-valores>>

BRASIL, Mauricio Zeilmann. **A FORMAÇÃO DA TAXA DE CÂMBIO NO BRASIL: Uma abordagem sobre a especulação e arbitragem no mercado de câmbio futuro**. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Departamento de Ciências Econômicas, Centro Sócio Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2014.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **A taxa de câmbio no centro da teoria do desenvolvimento**. Estudos avançados, v. 26, n. 75, p. 7-28, 2012.

CARVALHO, Nelson Marinho de. **Evidenciação de derivativos**. Caderno de Estudos, n. 20, p. 01-16. São Paulo. 1999.

CAVALCANTE, Francisco. **Mercado de capitais**. Elsevier Brasil, 7ª ed. 2009.

MEDEIROS, Otávio Ribeiro de. Microestrutura do mercado de câmbio no Brasil. In: **Convibra – Congresso Virtual Brasileiro de administração**. 2004.

COELHO, Leandro; SANTOS, André Alves Portela; DA COSTA JR, Newton. **Podemos prever a taxa de câmbio brasileira? Evidência empírica utilizando inteligência computacional e modelos econométricos**. Gestão & Produção. v. 15, p. 635-647, 2008.

EVANS, Martin D.D; LYONS, Richard K. Order flow and exchange rate dynamics. **Journal of political economy**, 02, 2002. v. 110, n. 1, p. 170-180, 2002.

FARHI, Maryse. **O futuro no presente: um estudo dos mercados de derivativos financeiros**. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas 1998.

FARHI, Maryse. Derivativos financeiros: hedge, especulação e arbitragem. **Economia e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 13, 1999.

FEDERAL RESERVE. **Taxa de Juros americana**. <<https://www.federalreserve.gov/releases/h15/>> (Acesso em 17/12/2018)

FORTUNA, Eduardo. **Mercado financeiro: produtos e serviços**. Qualitymark. 2008.

GARCIA, Márcio G. P. A macroeconomia do dólar futuro. Resenha BM&f, v. 118, p. 37-45, 1997.

GARCIA, Márcio GP; URBAN, Fabio. **O mercado interbancário de câmbio no Brasil**. Textos para discussão. Departamento de Economia, PUC-Rio. nº 509. 2005.

GUJARATI, Damodar N.; POTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5ª ed. 2012.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Série histórica EMBI+ Risco-Brasil**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?module=M&serid=40940>> (Acesso em 17/12/2018)

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Metodologia EMBI**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/doc/Metodologia%20Embi.doc>> (Acesso em 17/12/2018)

KERR, Roberto Borges. **Mercado financeiro e de capitais**. São Paulo. 2011.

KINDLEBERGER, Charles; ALIBER, Robert Z. **Manias, pânico e crises. Uma história das crises financeiras**. Editora Saraiva, 2017.

LYONS, Richard K. Tests of microstructural hypotheses in the foreign Exchange Market. **Journal of Financial Economics** v. 39, n. 2-3, p. 321-351, 1995.

LYONS, Richard K. **The microstructure approach to Exchange rates**. Cambridge: MIT press. 2001

PEREIRA, Bruno Buscariolli. **A influência das instituições financeiras sobre o mercado futuro de dólar**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

ROMÃO, Lemuel de Lemos. **O câmbio pela ótica da microestrutura: analisando o câmbio através da perspectiva da volatilidade**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018

ROSSI, Pedro. Taxa de câmbio no Brasil: dinâmicas da arbitragem e da especulação. **Observatório da economia global**. nº7. 2011.

ROSSI, Pedro. Especulação e arbitragem no mercado brasileiro de câmbio futuro. **Revista de Economia Contemporânea**. v. 18, no. 1, p. 84-99, 2014.

SAMPAIO, Artur Reis. **Impacto na microestrutura do Ibovespa Futuro com o advento dos algoritmos operacionais**. Monografia (Bacharel em Economia) - Departamento de Ciências Econômicas, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto. 2018.

VENTURA, André; GARCIA, Márcio. Mercados futuro e à vista de câmbio no Brasil: o rabo abana o cachorro. **Revista Brasileira de Economia**, v. 66, n. 1, p. 21-48, 2012.

SANTOS, André Alves Portela. **Previsão não-linear da taxa de câmbio real/dólar utilizando redes neurais e sistemas nebulosos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005.