Insper

Instituto de Ensino e Pesquisa

Faculdade de Ciências Econômicas e Administração

Leonardo Dias Ribeiro

TESTE DE EFICIÊNCIA NO MERCADO DE DERIVATIVOS DO BRASIL

São Paulo

2018

Leonardo Dias Ribeiro

Teste de eficiência no mercado de derivativos do Brasil

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Adalto Barbaceia Gonçalves – Insper

São Paulo

2018

Ribeiro, Leonardo Dias

Teste de eficiência no mercado de derivativos do Brasil / Leonardo Dias Ribeiro – São Paulo: Insper, 2018.

31 p.

Trabalho de conclusão de curso: Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Adalto Barbaceia Gonçalves

1.Eficiência de mercado. 2.Mercado de derivativos. 3.Passeio aleatório. 4.Brasil

Leonardo Dias Ribeiro

Teste de eficiência no mercado de derivativos do Brasil

Trabalho de conclusão de curso ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Adalto Barbaceia Gonçalves – Inpser

Banca Examinadora

Prof. Dr. Adalto Barbaceia Gonçalves
Orientador
Instituto de Ensino e Pesquisa

Prof. Sérgio Ricardo Martins
Examinador
Instituto de Ensino e Pesquisa

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que estiveram envolvidas, direta ou indiretamente, em toda a minha trajetória de graduação do curso de economia. Dedico esse trabalho de conclusão de curso, primeiramente, à minha família que sempre apoiou minhas decisões. Também, dedico esse projeto aos meus amigos e colegas de graduação, que sempre me incentivaram para que eu conseguisse obter o melhor desempenho nas atividades curriculares e extracurriculares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, aos meus pais, que são minha fonte de inspiração, e sempre se esforçaram para proporcionar o melhor para mim e para meu irmão.

Ao meu irmão, do qual tenho muito orgulho e esperança de ser uma pessoa de sucesso.

Ao professor orientador Adalto Barbaceia Gonçalves, por ter colaborado na escolha do tema, e por estar sempre disposto em me ajudar com o desenvolvimento do trabalho.

Ao Insper, que proporcionou uma estrutura incrível e um ambiente favorável para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos meus amigos, que colaboraram para a realização desse estudo.

“Não importa o quão sereno o dia pode ser, o amanhã é sempre incerto. Não deixe esta realidade assustar você. “– Warren Buffett

RESUMO

Ribeiro, Leonardo Dias. Teste de eficiência no mercado de derivativos do Brasil. São Paulo, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

A globalização estimulou a adoção de diversos mecanismos financeiros, em prol do auxílio na tomada de decisão dos indivíduos. Nesse contexto, o mercado de derivativos surgiu como forma de proteção ao risco que agentes econômicos e investidores enfrentam, ao tomarem decisões baseadas em eventos futuros. Esses mecanismos serão efetivos e assertivos caso o mercado em que estão inseridos seja eficiente. Este estudo tem como objetivo analisar a teoria de eficiência de mercado em derivativos do Brasil. Para tal, foram observados os preços diários de abertura e de fechamento de futuros e de futuros à vista relacionados a três contratos futuros: DI de um dia (DI1), dólar comercial (DOL) e milho (commodity agrícola) (CCM). Para identificar a presença de eficiência de mercado nas séries temporais é importante verificar a hipótese de passeio aleatório. Assim, dois testes de raiz unitária foram conduzidos: ADF e KPSS. A presença de passeio aleatório nas séries temporais valida a teoria de eficiência de mercado. Ademais, testes de correlação serial e de razão da variância (não captada pelo ADF e KPSS) foram utilizados para garantir a adequação dos modelos, em prol da obtenção de resultados eficientes e consistentes. Este estudo apresenta evidências favoráveis em prol da confirmação da teoria de eficiência de mercado nos contratos futuros DI1, CCM e DOL tanto para “Open-to-open” quanto para “Close-to-close”.

Palavras-chave: Eficiência de mercado. Mercado de derivativos. Passeio aleatório. Brasil.

ABSTRACT

Ribeiro, Leonardo Dias. “Efficiency tests in the Brazilian derivatives market”. São Paulo, 2018. Monograph – University of Economics and Administration. Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa.

Globalization has stimulated the adoption of financial mechanisms, in favor of assisting in the decision-making of individuals. In this context, the derivatives market has emerged as a form of risk protection that economic agents and investors face in making decisions based on future events. These mechanisms will be effective and assertive if the market in which they are inserted is efficient. This study aims to analyze the theory of market efficiency in Brazilian derivatives. To do so, the daily opening and closing prices of futures and spot futures related to three futures contracts were observed: DI of one day (DI1), commercial dollar (DOL) and corn (agricultural commodity) (CCM). In order to identify the presence of market efficiency in the time series, it is important to verify the random walk hypothesis. Thus, two unit root tests were conducted: ADF and KPSS. The presence of a random walk in time series validates the theory of market efficiency. In addition, tests for the serial correlation and for the volatility of the random walk (not captured by the ADF and KPSS) were used to guarantee the adequacy of the models, to obtain consistent and efficient results. So, the results of this study confirm that DI1, DOL and CCM contracts follow the theory of market efficiency.

Keyword: Market efficiency. Derivatives market. Random walk. Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Volume de transações diário de contratos futuros no Brasil **15**

Figura 2 – Rotatividade por ano de derivativos em países emergentes **16**

Figura 3 – Participação por tipo de investidor nos contratos futuros **25**

Figura 4 – Série temporal do preço de abertura do DI1 .....**30**

Figura 5 – Série temporal do preço de fechamento do DI1 .....**30**

Figura 6 – Série temporal do preço de abertura do CCM **30**

Figura 7 – Série temporal do preço de fechamento do CCM **31**

Figura 8 – Série temporal do preço de abertura do DOL **31**

Figura 9 – Série temporal do preço de fechamento do DOL **31**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas básicas dos retornos **32**

Tabela 2 – Correlação serial dos retornos **33**

Tabela 3 – Teste ADF **34**

Tabela 4 – Teste KPSS **34**

Tabela 5 – Teste da razão da variância **35**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMSP – Bolsa de Mercadorias de São Paulo

BM&FBOVESPA – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros

CETIP – Central DE Custódia e Liquidação Financeira de Títulos

NCDEX – National Commodity & Derivatives Exchange Limited

ADF – Aumentado Dickey-Fuller

KPSS – Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Schin

MATIF - Marché à Terme International de France (Mercado de derivativos de Paris)

KSE – Korean Stock Exchange

DI1 – Contrato futuro DI de um dia

DOL – Contrato futuro de dólar

CCM – Contrato futuro de milho

ARIMA – Modelo autorregressivo integrado de médias móveis

O-O – “Open-to-open”

C-C – “Close-to-close”

CME – Chicago Mercantile Exchange

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

2. REVISÃO DE LITERATURA 18

3. METODOLOGIA 22

3.1. HIPÓTESE DE PASSEIO ALEATÓRIO E EFICIÊNCIA DE MERCADO 22

3.2. BASE DE DADOS 24

3.3. MODELO ECONOMÉTRICO 26

3.3.1. TESTE DE CORRELAÇÃO SERIAL 26

3.3.2. TESTE DE RAIZ UNITÁRIA 26

3.3.3. TESTE DA RAZÃO DA VARIÂNCIA 28

4. RESULTADOS DA PESQUISA 29

4.1. ANÁLISE DESCRITIVA 29

4.2. RESULTADOS EMPÍRICOS 32

5. CONCLUSÃO 36

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 38

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX e início do século XXI houve grandes mudanças no âmbito econômico e comercial. A intensificação da globalização permitiu o surgimento de mecanismos de mercado a fim de facilitar e diversificar as transações financeiras. Nesse contexto é que surgiu o mercado de derivativos, importante ferramenta de proteção contra incertezas relacionadas ao preço futuro de ativos. Esse estudo tem como objetivo verificar a hipótese de eficiência de mercado relacionado aos derivativos negociados no Brasil, a fim de diminuir as incertezas que envolvem esses ativos.

Os derivativos originam-se a partir do preço de ativos negociados no mercado. Assim, a efetividade desses mecanismos em prol da diminuição das incertezas dos investidores, será confirmada caso o mercado seja eficiente. A hipótese de eficiência de mercado sustenta a ideia de que os preços de ativos incorporam inteiramente todas as informações disponíveis sobre o mesmo. A presença de racionalidade dos indivíduos, desvios da racionalidade independentes (diferentes reações em relação aos acontecimentos futuros) ou ainda de arbitragem (lucro obtido com ações mal precificadas) podem levar à eficiência (SCHLEIFER, 2000). No mercado futuro eficiente, preços futuros, gerados por contratos de derivativos, podem resultar em estimadores não-viesados de preços à vista futuros de um determinado produto, para que agentes possam usufruir dos benefícios desse mercado (NEWBOLD, RAYNER, *et al.*, 1999b).

As vantagens ao negociar derivativos podem ser expressivas para um investidor. A maioria dos agentes econômicos tomam decisões baseadas nos seus conhecimentos de mercado, eventos históricos e eventos futuros. As incertezas dos preços futuros de ativos é um dos principais fatores que são levados em conta para a realização de um investimento. Contudo, as incertezas podem ser mitigadas pela utilização de derivativos, que possuem valor derivado dos preços de ativos do mercado (operação de proteção - “hedge”). A aplicação de contratos futuros, por exemplo, permite fixar antecipadamente preços de compra de insumos, importante para ajustar estratégias e melhorar a organização operacional de uma empresa. Ademais, esses contratos permitem diminuir a exposição de uma empresa frente às variações cambiais e de taxas de juros, evitando perdas significativas. Por último, com o uso desse instrumento financeiro, um investidor consegue adquirir um ativo com

menos recursos, investindo em opções (ROSS, 2013). Essas são algumas possibilidades que o mercado de derivativos oferece no âmbito de proteção dos investimentos, resultando em uma demanda cada vez maior por esta ferramenta.

No Brasil, os contratos de derivativos eram fornecidos pela Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP), que se limitava ao mercado de commodities à vista, ainda no início do século XX. Com o tempo, outras instituições passaram a ofertar contratos a termo, futuro e de opções. Hoje em dia, a B3 (fusão entre BM&FBOVESPA e Cetip) é o principal órgão de controle, não só das ações e títulos em negociação, mas também dos contratos de derivativos sobre um vasto portfólio de opções: commodities, ativos, taxas e moedas (ROSS, 2013). A diversificação de contratos como a termo, futuro e opções, indica a complexidade do mecanismo em questão. O volume de transações e a quantidade de dinheiro advindas do mercado de derivativos, estão aumentando a cada ano em escala global. Isso se deve pelo fato dessa ferramenta de investimento estar presente nos mais diversos bens produzidos e serviços prestados.

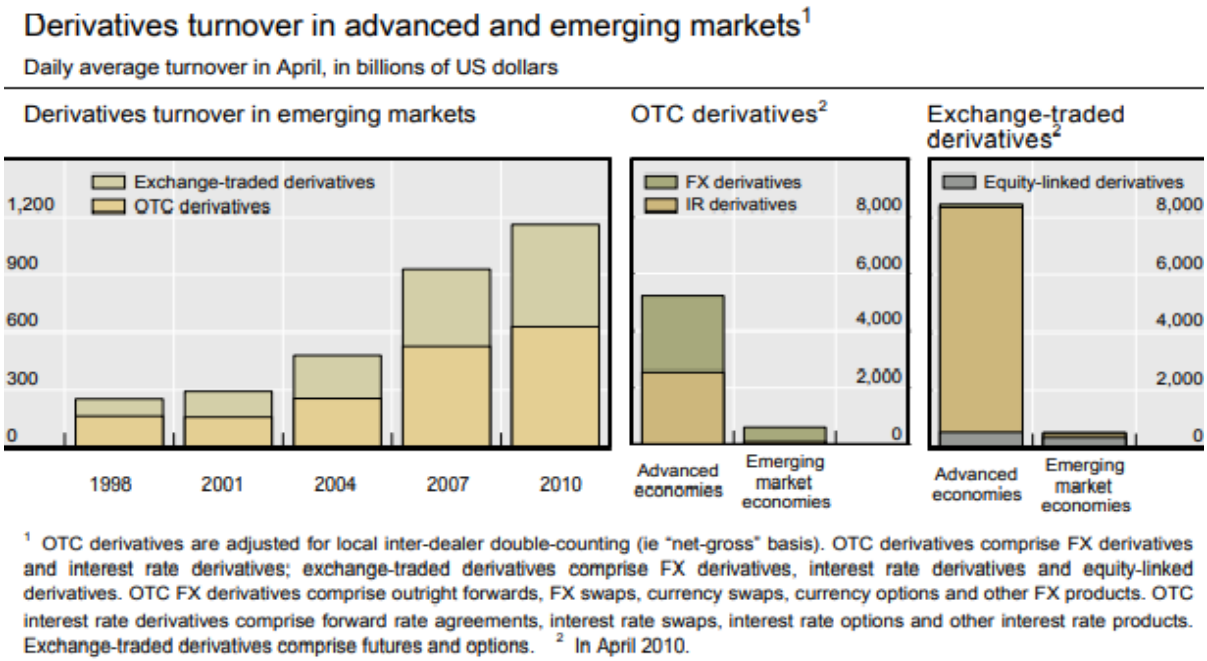
Fonte: Bloomberg (dados do IBOVESPA)

Figura 1 - Volume de transações diário de contratos futuros no Brasil

O volume de transações envolvendo contratos de derivativos cresceu muito ao longo da última década no território nacional. Com isso, alguns desses mecanismos financeiros tiveram mais destaque. No geral, há uma procura maior por derivativos de maior liquidez, possibilitando maior flexibilidade para investir em outras

oportunidades. Os contratos futuros DI de um dia relacionados ao mercado de juros são os mais negociados. Contratos futuros de dólar comercial e de índices Bovespa também são bastante procurados. Na Figura 1, é possível observar o crescimento diário de volume de transações com contratos futuros ao longo do último ano (de março de 2017 a março de 2018). Nesse período, o aumento do volume negociado foi de aproximadamente 21%, ratificando a relevância de contratos de derivativos no mercado financeiro brasileiro.

O mercado de derivativos também apresentou grande crescimento no bloco de países emergentes (que inclui o Brasil). Um estudo realizado por Mihaljek e Packer (2010) analisa o rápido crescimento do volume negociado de derivativos no mercado emergente (gráfico à esquerda, na Figura 2). A média diária de rotatividade aumentou em 300% ao longo da primeira década do século XXI, e em 25% de 2007 até 2010



Fonte: Mihaljek e Packer (2010)

Figura 2 – Volume negociado, por ano, de derivativos em países emergentes; comparação com volume de derivativos em países avançados ("OTC" e "exchange-traded derivatives")

(mesmo com a crise mundial de 2008). Esse crescimento foi maior do que o ocorrido em países desenvolvidos, que apresentou no mesmo período aumento de 250% da rotatividade de derivativos (Triennial Central Bank Survey). Apesar disso, comparando a média diária de rotatividade de derivativos em países emergentes com a média em países avançados, é perceptível que economias avançadas apresentam um volume

de transações muito maior do que o observado em economias ainda em desenvolvimento: $13,8 trilhões comparado a $1,2 trilhões, em abril de 2010. Os dois gráficos à direita na Figura 1 mostram essa diferença de tamanho do mercado de derivativos em países avançados e emergentes, separando por derivativos negociados em balcão ("OTC derivatives") e negociados em bolsa ("Exchange-traded derivatives"). No caso do Brasil, a grande maioria dos derivativos são adquiridos em bolsa (MIHALJEK, 2010). Isso aumenta ainda mais a necessidade de eficiência de mercado, devido ao volume de contratos de derivativos padronizados em bolsa, que servem como uma proxy do valor futuro à vista de ativos.

Como é um mecanismo relevante em escala global e que está se tornando cada vez mais presente no mercado financeiro brasileiro, é importante verificar a eficiência do mercado de derivativos no Brasil, para comprovar a eficácia desses instrumentos financeiros. Para tal, já foram realizados diversos estudos para analisar a eficiência de mercados futuros em países avançadas. Lee, Gleason e Mathur (2000) elaborou um teste de eficiência de mercado para quatro contratos financeiros de derivativos da França, obtendo resultados favoráveis à eficiência do mercado (não rejeitando a hipótese nula - presença de raiz unitária). Por outro lado, a literatura nacional relacionada à testes de eficiência do mercado de derivativos é escassa. A complexidade e funcionamento desse mercado afasta alguns agentes econômicos e investidores de participarem nesse negócio. Ademais, o baixo nível de informação sobre a eficácia e os benefícios dos derivativos colaboram para explicar a falta de estudos relacionados ao tema.

Devido à importância que o mercado de derivativos vem apresentando nos últimos anos no Brasil e, também, em países emergentes, a importância do teste de eficiência e a escassa literatura nacional sobre o tema demandam um estudo específico para detalhar e verificar a eficiência de mercado nos contratos de derivativos do Brasil. Para isso, serão conduzidos testes para analisar a presença de raiz unitária em séries temporais de preços de três contratos de derivativos: futuros DI de um dia, futuros de dólar comercial e futuros de commodity (representados pelos contratos de milho). Os dados serão obtidos pela BM&FBOVESPA, e será analisado a variação de preços no horizonte de três anos desses três contratos (2015, 2016 e 2017). A fim de verificar a presença de eficiência de mercado, serão realizados testes de raiz unitária, como o ADF e o KPSS. A presença de raiz unitária confirma a hipótese de passeio aleatório, implicando em eficiência de mercado. Testes de correlação

serial, de razão da variância e de comparação entre a volatilidade de períodos comerciais e não comerciais (“open-to-open” e “close-to-close”) serão realizados para complementar o estudo. A sequência do trabalho está organizada em quatro seções. Na primeira, serão apresentados artigos que fundamentam o objeto de estudo. Na seção seguinte serão expostos a metodologia e os dados que foram utilizados para verificar a hipótese inicial do estudo. Depois, serão detalhados os resultados obtidos. Por fim, o artigo será finalizado com uma conclusão baseada nas evidências encontradas. Baseado nas metodologias utilizadas, os testes estatísticos trouxeram evidências que confirmam a presença de eficiência de mercado nas séries de retornos dos contratos DI1, CCM e DOL, tanto para “Open-to-open” quanto para “Close-to-close”. Ainda, as limitações do trabalho serão especificadas, junto de algumas sugestões que poderão ser adotadas para os próximos estudos referentes ao tema de eficiência mercadológica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A teoria de eficiência de mercado surgiu com Fama (1970). O mercado eficiente tem como premissa de que os preços refletem inteiramente as informações disponíveis. Assim, o autor aponta que no contexto de mercado eficiente não existe a possibilidade de obter lucros econômicos sem riscos com preços de ativos, sendo que as expectativas dos agentes sobre os preços futuros são iguais às previsões dos mesmos.

Ainda sobre o mercado eficiente, Schleifer (2000) descreve as condições para que essa teoria seja garantida: racionalidade, desvios da racionalidade independentes entre si e arbitragem. O primeiro estaria relacionado ao fato dos agentes ajustarem as expectativas de preço de algum ativo, na presença de uma nova informação. O segundo, por sua vez, diz que poderiam ocorrer reações mais intensas às novas informações, tanto mais pessimistas como mais otimistas. Porém, para validar a eficiência de mercado, caso houvesse o mesmo número de pessoas irracionalmente pessimistas e irracionalmente otimistas, os preços mudariam de acordo com um mercado equilibrado. Por último, o autor aponta que o mercado seria eficiente no caso

em que há arbitragem de profissionais racionais (lucro ao investir em ações mal precificadas), de forma a compensar a irracionalidade das decisões de amadores.

Em prol da verificação da teoria de eficiência de mercado em derivativos, Lee, Gleason e Mathur (2000) utilizaram quatro contratos financeiros negociados no MATIF[1] (Marché à Terme International de France): “MATIF-CAC40 Index Futures”, “ECU Bond Futures”, “National Bond Futures” e “PIBOR 3-Month Futures”. Os autores realizaram os testes ADF e KPSS, além de testes para garantir a qualidade do modelo, e os resultados mostram evidências a favor da eficiência de mercado. Isto é, houve a validação da hipótese de presença de raiz unitária nas séries temporais do preço de abertura e fechamento dos quatro contratos analisados. O artigo concluiu que a teoria de eficiência de mercado persiste nos derivativos estudados, servindo como uma boa proxy para os preços à vista.

Outros estudos buscaram examinar o poder de previsão dos preços de futuros para os preços de futuros à vista. Bernoth e von Hagen (2004) utilizou uma abordagem de painel, para avaliar o contrato de “Euribor future” (um dos principais derivativos de taxa de juros de curto prazo), com diferentes vencimentos. Para tal, o estudo parte da análise de uma regressão de série temporal, na qual a variável resposta seria o preço futuro à vista, enquanto que a variável explicativa de interesse seria o preço futuro. A pesquisa conclui que a habilidade de previsão desse contrato diminui à medida em que o tempo de expiração das taxas futuras aumentam. Dessa forma, para encontrar estimadores não-viesados e garantir a teoria de eficiência deve ser levado em consideração a duração do período de previsão.

Em Newbold (1999) é incorporado uma nova analise em prol da validação da eficiência de mercado em derivativos. O objetivo era de analisar transações de futuros relacionados a commodities amplamente negociadas no mercado financeiro americano. O autor adotou uma nova estrutura de estimação, que leva em consideração o fato de que os contratos de commodities são desigualmente espaçados, devido à natureza sazonal da produção e dos aspectos institucionais vigentes no mercado. Portanto, a pesquisa é embasada em dois regimes: o primeiro incorpora todas as observações que possuem contratos separados por dois meses, o segundo consiste em analisar as demais observações. No mercado de milho, por exemplo, o autor observou eficiência de mercado, considerado a informação de

[1] Mercado de derivativos de Paris, um dos maiores e mais complexos do mundo.

diferença temporal entre dois contratos, mas foi considerado ineficiente quando essa característica foi ignorada. Ademais, além de verificar a ineficiência, também foram feitos testes para obter o nível de ineficiência dos mercados, baseados na variação do erro de previsão. Os mercados de cacau e café apresentaram 75% e 40% de ineficiência, respectivamente, apurando ambos os regimes.

Observa-se atualmente um amplo portfólio de literatura empírica, relacionado à eficiência de mercado, que apresentam resultados muito distintos. As diferentes conclusões podem ser explicadas pelas diferentes metodologias, alteração das restrições da base de dados ou ainda por simplesmente tratar de diferentes mercados. Lee e Marthur (1999) mostram que mercados de futuros da Espanha são eficientes, ao não rejeitar a hipótese de passeio aleatório. Por outro lado, Fujihara e Mougoue (1997) fornece evidências de dependência em contratos futuros de petróleo. Ainda, Becker et al. (1996) não verifica eficiência de mercado na reação de títulos de futuros negociados nos EUA e UK às novas informações disponíveis no sistema financeiro.

A ineficiência de mercado também é comentada por Schleifer (2000). Segundo ele, as condições que garantem a eficiência de mercado podem não se manter na realidade. A irracionalidade pode estar presente no comportamento dos indivíduos, através da compra de ações perdedoras quando elas deveriam estar sendo vendidas, por exemplo. Na questão da arbitragem, mesmo sendo quase inexistente, alguns poderiam se apropriar de ativos mal precificados. O comportamento dos investidores financeiros é adverso em algumas situações, prejudicando a validação da teoria de eficiência. Max Gunther, em seu livro “Os Axiomas de Zurique”, relata uma situação de distintas recomendações feitas por dois pesquisadores financeiros. L. Owen (“How Wall Street Doubled My Money Every Three Years”) diz que devemos comprar ações cujos preços estejam em alta há um ano, porém, S. Greenfield (“The Low-High Theory of Investment”) acredita que as ações de um ativo financeiro devem ser compradas quando o preço está em baixa há um ano. O exemplo de “ilusão de ordem” citado, comprova as diferentes ações dos agentes econômicos. Há de incluir nesse contexto, a ação de especulação adotada por agentes e até países que dificultam a adoção de estudos e abalam a credibilidade do teste de eficiência.

Houve um crescente aumento de transações de derivativos, na última década, principalmente em países emergentes. Em paralelo, países em desenvolvimento também estão cada vez mais buscando interpretar as reais funções que contratos futuros desempenham. Kaur e Gao (2010) testaram a eficiência de mercado em uma

seleção de derivativos de commodities na Índia. Para avaliar a hipótese de passeio aleatório, foram construídos dois testes: de autocorrelação e “Run test” (teste para independência estatística, que requere normalidade distributiva). O estudo utilizou o período de julho de 2008 a julho de 2009, para analisar quatro contratos de commodities, que juntas representam dois-terços do volume e valor dos contratos comercializados na NCDEX (principal índice indiano relacionado a commodities): pimenta Malabar, óleo de soja refinado, semente de Guar e Chana. Os resultados do teste autoregressivo sugerem que Chana, semente de Guar e pimenta Malabar apresentaram correlação entre preço futuro e à vista significante. Desse modo, afirmou-se que a forma fraca de eficiência não pode ser atribuída a esses contratos. No entanto, óleo de soja refinado apresentou resultados contrários, adotando esse mesmo modelo estatístico. Em contrapartida, o “Run test” concluiu que todos os derivativos das commodities agrícolas observadas apresentam resultados favoráveis à validação da forma fraca de eficiência de mercado. Essa pesquisa na Índia também remete à ideia de que diferentes métodos estatísticos podem colaborar para diferentes conclusões. Verificou-se, ainda, que há presença de eficiência de mercado em países emergentes, mesmo esses tendo mecanismos “primitivos” comparado às grandes nações.

No Brasil, apesar da literatura sobre o tema ser ainda escassa, alguns autores buscaram estudar a hipótese de eficiência de mercado e o poder de previsão de contratos futuros sobre o preço do ativo. Moraes, Lima e Melo (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a eficiência de mercado futuro brasileiro de boi gordo (BM&FBOVESPA) na presença de prêmio de risco. Os autores conduziram o estudo com a incorporação de co-integração, porque consideram que há relação de longo prazo entre preço futuro e preço futuro à vista. A aplicação dessa técnica, aliado ao implemento do teste ADF, não permitiu rejeitar a hipótese nula de presença de raiz unitária. Independente da presença de prêmio de risco, o mercado futuro de boi gordo brasileiro apresenta evidências de ser eficiente e não-viesado no longo prazo.

Outro artigo brasileiro buscou avaliar contratos futuros de boi gordo, soja e café em períodos próximos ao vencimento. O intuito de Bressan (2004) era de testar a qualidade de modelos de previsão de séries temporais na tomada de decisão de agentes econômicos, ao investirem no mercado financeiro. O autor calculou os retornos médios desses ativos futuros em diversos modelos e comparou ao índice Sharpe. A análise concluiu que as previsões dos modelos lineares dinâmicos e ARIMA

apresentaram retornos positivos. O que comprova o potencial que alguns modelos possuem para se tornarem mecanismos de decisão do indivíduo em relação a compra ou venda de uma ação. Esse estudo ratifica a ideia de que mesmo apresentando complexidade em sua estrutura, contratos futuros brasileiros podem ser ferramentas financeiras úteis para auxiliar nas decisões de investimento.

A revisão da literatura permite concluir que a eficiência de mercado é um assunto que engloba interpretações complexas, com diferentes situações que evidenciam/ refutam a teoria (SCHLEIFER, 2000), além de possuir uma subjetividade para verificar a presença da eficiência em um determinado mercado. Alguns fatores são determinantes para diferenciar resultados obtidos de pesquisa relacionada à eficiência de mercado, como a metodologia utilizada, o país/ região que será avaliado, o período observado, o contrato de determinado produto e se há comparação ou não entre contratos diferentes e/ ou países diferentes.

3. METODOLOGIA

3.1. HIPÓTESE DE PASSEIO ALEATÓRIO E EFICIÊCIA DE MERCADO

Considerando que este artigo tem como objetivo analisar o comportamento dos preços de contratos futuros, e verificar a presença da teoria de eficiência de mercado, seria interessante pontuar que o conceito de eficiência de mercado foi inicialmente desenvolvido por Bachelier (1900) e estudado empiricamente por Cowles (1937). A partir dessa base teórica e empírica, alguns autores como Kendall (1953), Fama (1965) e Samuelson (1965) foram pioneiros em utilizar coeficientes de correlação serial para estudar as sucessivas variações de preços de algum ativo. Desse modo, o intuito era de testar se estes coeficientes eram estatisticamente não correlacionados, o que evidenciaria a independência dos preços de um ativo financeiro para cada período, em prol de uma especificação adequada para estudar o passeio aleatório em uma série temporal.

O avanço dos estudos possibilitou a incorporação de novas formas para verificar a presença do passeio aleatório, junto da dinâmica de correlação serial. O teste de raiz unitária desenvolvido por Dickey e Fuller (1979, 1981) é muito utilizado

por pesquisadores para verificar se o processo de uma série temporal é gerado por uma raiz unitária. Diba e Grossman (1988), por exemplo, utilizam o teste de raiz unitária para analisar o comportamento do preço de ações da bolsa, para tentar explicar a racionalidade de uma “bolha” especulativa. O teste aumentado de Dickey-Fuller (ADF) gera um valor estatística para averiguar a persistência da hipótese nula de que a série temporal em questão possui raiz unitária, ou seja, a série é não-estacionária e gerida por um passeio aleatório.

Teste de raiz unitária por si só não detecta desvios de um passeio aleatório presente em uma serie temporal. Por esse motivo, Lo e Mackinlay (1988) realizaram um teste para a razão de variância do passeio aleatório, e a vantagem de utilizá-lo é em relação ao fato desse método não depender da suposição de normalidade dos preços de ativos. Ademais, foi desenvolvido por Chow e Denning (1993) uma extensão do teste anterior, que utilizada uma abordagem de configuração multivariada para estudar a variância do passeio aleatório. Através do teste de razão de variância, Ayadi e Pyun (1994) obtiveram evidências para não rejeitar a hipótese de presença de passeio aleatório para a bolsa de valores coreana (KSE). Um estudo brasileiro utilizou tanto o teste da razão da variância convencional quanto o teste da razão da variância múltipla. Os resultados obtidos indicaram presença de passeio aleatório para dados diários do índice Bovespa, do câmbio Real/US$ e do índice de commodity. Por outro lado, o índice Dow-Jones se mostrou estacionário, com a rejeição da hipótese nula de existência de passeio aleatório.

Enquanto que os últimos artigos apoiam a persistência da eficiência de mercado, não se pode generalizar tal resultado para todos os casos de ativos financeiros da economia. Como Newbold (1999) e Schleifer (2000) já destacavam através da teoria e de evidências empíricas, pessoas tomam decisões de forma diferente, o que impacta na aleatoriedade da variação de preços de um produto. Nesse estudo, os testes de correlação serial, de raiz unitária e de razão da variância serão realizados para fornecer informações referente à presença de eficiência de mercado, assim como foi adotado por Lee, Gleason e Mathur (2000). A pesquisa observará a variação dos preços de derivativos brasileiros, a partir da segunda década do século XXI.

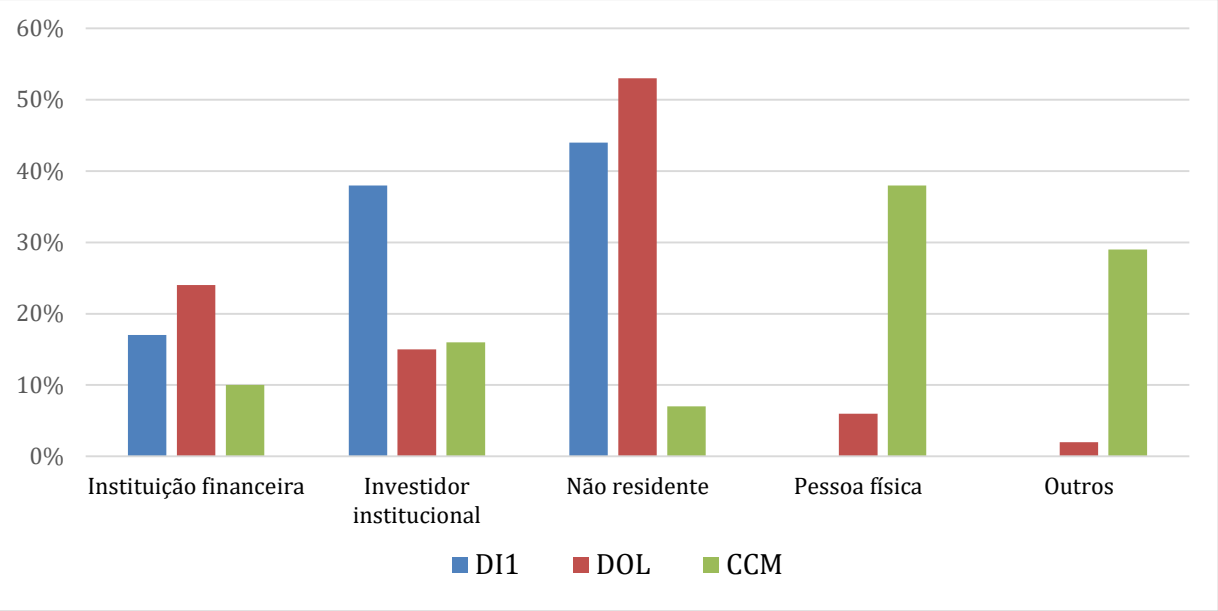
3.2. BASE DE DADOS

Esse trabalho busca fornecer informações fundamentais para investidores, em relação ao comportamento do preço de contratos futuros do Brasil como forma de previsão dos preços futuros à vista. Para tal, foram selecionados contratos de grande liquidez e que possuem um volume significativo de transações realizadas. Assim, serão observados os seguintes contratos futuros: DI de um dia, dólar comercial e commodity agrícola (representada pelo milho), ao longo dos anos 2015, 2016 e 2017.

O contrato futuro DI de um dia atua sobre a taxa de juro efetiva (252 dias úteis) até o vencimento do contrato, que é definida pela acumulação das taxas diárias ao longo do período estabelecido. DI1 é o código utilizado para negociação desse ativo financeiro. O objetivo desse contrato é de proteger o investidor do risco de oscilações na taxa de juro de ativos/passivos presentes em Depósitos Interfinanceiros. O valor de contrato é igual a 100.000 pontos, sendo que cada ponto equivale R$1,00 (BM&FBOVESPA). O contrato futuro de taxa de câmbio de reais por dólar comercial possui código de negociação igual a DOL. O tamanho do contrato pode chegar a USD50.000,00 (dólares dos Estados Unidos) (BM&FBOVESPA). No caso do derivativo relacionado ao milho, o objeto de negociação é o milho em grão a granel, com odor e aspectos normais. Esse contrato recebe a sigla CCM, e o tamanho do mesmo atinge até 450 sacas de 60kg líquidos. É importante ressaltar que a cotação desse contrato futuro é em reais por saca, com duas casas decimais e que a produção desse produto depende dos períodos de safra e entressafra (BM&FBOVESPA).

A análise referente ao tipo de agente econômico que participa desses contratos citados, pode ser interessante para identificar o nicho que se beneficia do respectivo derivativo. A Figura 3 mostra a participação por tipo de investidor nos contratos DI1, DOL e CCM. O contrato DI1 possui um perfil de investidores mais voltado para instituições e empresas, além de possuir uma parcela bastante significante de investidores externos, que não residem no território brasileiro. Mais de 50% das transações envolvendo DOL é representado por pessoas físicas e/ou jurídicas do exterior. Isso é esperado, devido ao fato de que esses agentes estão mais expostos às informações relacionadas ao câmbio do que informações específicas da economia brasileira (como por exemplo as commodities brasileiras). O CCM, por sua vez, é mais atrativo para pessoas físicas do que para pessoas jurídicas. Uma característica interessante desses três derivativos se refere ao lote padrão das negociações

ocorridas: DI1 e DOL possuem a quantidade média de contratos igual a cinco, enquanto que CCM dispõem de apenas um. Isso mostra o maior volume transacionado em DI1 e DOL. O CCM talvez obtenha menor número de contratos na média devido às limitações de vencimento dos contratos (commodities possuem safras e entressafra).



Fonte: Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA)

Figura 3- Participação por tipo de investidor nos contratos futuros – 02/2018

Para a realização do estudo empírico, foram analisados os preços diários de abertura e de fechamento dos contratos DI1, DOL e CCM. Além disso, o preço futuro à vista de cada derivativo também foi observado, em prol da avaliação do poder de previsão dos preços futuros. Os dados foram coletados pela Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA), que é o principal mercado de derivativos do Brasil. Os anos 2015, 2016 e 2017 serviram de base para a realização desse estudo. Desse modo, as observações são referentes ao primeiro dia útil de 2015 (1 de janeiro) até o último dia útil de 2017 (29 de dezembro). Como se trata de valores diários, o horizonte de três anos será suficiente para obter as conclusões necessárias referentes ao objetivo do artigo.

Em adicional, é importante que os preços diários de cada contrato sejam equivalentes, no sentido de possuírem mesmo vencimento. Desse modo, o critério para a escolha dos vencimentos foi baseado em estudos anteriores (LEE, 2000), em que foram observados contração de maior liquidez, com menor vencimento. Assim, serão analisados o contrato futuro DI de um dia de vencimento, o CCM com 1 mês de

vencimento e o DOL com o mesmo prazo de liquidação do anterior. Em paralelo, esses contratos de maior liquidez são também os mais recorrentes em negociações do mercado, o que torna a análise melhor fundamentada.

3.3. MODELO ECONOMÉTRICO

O objetivo da pesquisa é verificar se a hipótese de eficiência de mercado se enquadra nas séries temporais de preços futuros dos contratos DI1, DOL e CCM. O raciocínio econométrico engloba os testes de correlação serial, de raiz unitária e da razão da variância do passeio aleatório (LEE, 2000). Apesar de possuírem diferentes finalidades, os três testes são complementares, de modo a gerar conclusões adequadas para os objetivos estabelecidos. O preço futuro dos três contratos será avaliado no nível, e a série temporal do CCM será dessazonalizada para que a sazonalidade não interfira nos resultados referentes ao comportamento da série de preço futuro de commodity (milho).

Em adicional, os resultados empíricos também utilizarão uma abordagem dos retornos de preço de abertura e de preço de fechamento, para observar a volatilidade dos preços futuros durante períodos de negociação e período em que o mercado de derivativos está fechado. Os retornos “close-to-close” (R_{C-C_t}) e “open-to-open” (R_{O-O_t}) são expressos, respectivamente, por:

$$R_{C-C_t} = Ln\left(\frac{P_{C_t}}{P_{C_{t-1}}}\right)$$

$$R_{O-O_t} = Ln\left(\frac{P_{O_t}}{P_{O_{t-1}}}\right)$$

3.3.1. TESTE DE CORRELAÇÃO SERIAL

A independência dos resíduos é uma suposição que deve ser validada nas séries temporais de interesse para que a hipótese de passeio aleatório possa ser verificada. Dessa forma, os resíduos não devem ter nenhuma relação com os resíduos de períodos passados, garantindo a ausência de autocorrelação:

$$Cov\ (\varepsilon_t, \varepsilon_{t-h}) = 0\ para\ todo\ t\ e\ h > 0$$

3.3.2. TESTE DE RAIZ UNITÁRIA

Como já foi apontado anteriormente, um método muito utilizado para analisar a persistência da eficiência de mercado é através de testes para identificar presença

de passeio aleatório (LEE, 2000). O teste aumentado de Dickey-Fuller (ADF) (DICKEY, 1979) (DICKEY, 1981) é o principal recurso utilizado para detectar a presença de raiz unitária em uma série temporal. Com a hipótese nula de que o processo é gerido por uma raiz unitária ($I(1)$), será estimada a seguinte equação auxiliar da diferença do logaritmo natural do preço:

$$\Delta p_t = \alpha + \beta t + \gamma p_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \delta_i \Delta p_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

em que Δp_t é a variação do preço, α é o intercepto, t é um termo associado à tendência, e a somatória dos preços defasados seria um componente para garantir que o erro é um ruído branco (engloba o retorno dos preços defasados, de $t-1$ até $k-1$). O teste ADF é conduzido com base nas seguintes hipóteses:

$$H_0: \gamma = 0 \ (p_t \ tem \ raiz \ unitária \ e \ é \ um \ passeio \ aleatório)$$

$$H_A: \gamma < 0 \ (p_t \ não \ tem \ raiz \ unitária \ e \ não \ é \ um \ passeio \ aleatório)$$

sendo que a estatística do teste t, deve estar fora da região crítica (construída pela tabela τ_τ) para que a hipótese de passeio aleatório não seja rejeitada.

Em contrapartida, o modo como a hipótese nula do teste ADF foi realizado dificulta a validação da hipótese alternativa, possivelmente relevante. Por isso, seria interessante adotar também o teste KPSS (KWIATKOWSKI, 1992), para eliminar o benefício da dúvida de uma possível não rejeição à hipótese nula no teste ADF. A metodologia apresentada por Kwiatkowski et al. (1992) tem o objetivo de verificar a presença de raiz unitária, mas com uma hipótese nula de que a série em questão não possui raiz unitária ($I(0)$). A estatística do teste é calculada por:

$$\eta_t = \mathrm{T}^{-2} \sum_{t=1}^{\mathrm{T}} S_t^2 / S^2(L), \quad (2)$$

sendo $S_t = \sum \epsilon_t \, , em \ que \ t = 1,2, \dots, \mathrm{T}$

O componente L é o “lag” do parâmetro, T é o número de observações, S_t seria a somatória dos resíduos de uma regressão de série temporal que possui constante e termo de tendência. Por último:

$$S^2(L) = \mathrm{T}^{-1} \sum_{t=1}^{\mathrm{T}} \epsilon_t^2 + 2\mathrm{T}^{-1} \sum_{S=1}^{L} (1 - \frac{S}{L+1}) \sum_{t=S+1}^{\mathrm{T}} \epsilon_t \epsilon_{t-S}. \quad (3)$$

Caso o cálculo estatístico do teste supere os valores críticos calculados por Kwiatkowski et al. (1992, Tabela 1, p. 166), então haveriam evidências para rejeitar a hipótese nula de que a séria é estacionária.

3.3.3. TESTE DA RAZÃO DA VARIÂNCIA

A teoria de eficiência de mercado se confirmaria caso a presença de passeio aleatório nos preços futuros de derivativos brasileiros fosse verificada. Por outro lado, testes de raiz unitária não são capazes de detectar a variabilidade de um passeio aleatório. Portanto, há a necessidade de realizar teste da razão da variância do passeio aleatório (LEE, 2000). Um diagnóstico alternativo para avaliar presença de passeio aleatório parte do teste da variância construído por Lo e Mackinlay (1988), que seria mais poderoso contra hipóteses alternativas considerando diversos modelos ARIMA de regressão.

O teste de variância tem o objetivo de verifica se a razão da variância de diferentes intervalos de tempo é igual a um. Para tal, é levado em consideração a premissa de que, em uma amostra finita, a variância do passeio aleatório aumenta linearmente ao longo do intervalo amostral (LO, 1988). A fórmula do logaritmo natural da série de preços p_t, caso a hipótese de passeio aleatório se verifique, pode ser identificada por:

$$p_t = \alpha + p_{t-1} + \varepsilon_t. \tag{4}$$

A variância entre o preço no período t e o preço defasado em q períodos ($p_t - p_{t-q}$) deve ser igual à variância da primeira diferença do preço ($p_t - p_{t-1}$) multiplicada por q, para que a hipótese de passeio aleatório seja confirmada na série temporal. A razão da variância da série defasada em q vezes pode ser expressa por:

$$VR(q) = \frac{\sum \sigma_C^2(q)}{\sum \sigma_a^2(q)}, \tag{5}$$

em que $\sum \sigma_C^2(q)$ é um estimador não-viesado de $1/q$ da variância da série defasada em q vezes e $\sum \sigma_a^2(q)$ é um estimador não-viesado da variância da primeira diferença da série.

O padrão do teste estatístico Z é:

$$Z(q) = \frac{VR(q)-1}{[\varphi\varphi(q)]^{1/2}}, \tag{6}$$

onde $\varphi(q) = \frac{[2(2q-1)(q-1)]}{[(3q(nq)]}$.

O teste $Z^*(q)$ foi construído para ajustar o possível problema de heterocedasticidade (LO, 1988):

$$Z^*(q) = \frac{VR(q)-1}{[\varphi^*(q)]^{1/2}}, \tag{7}$$

onde

$$\varphi^*(q) = \sum_{j=1}^{q-1}[\frac{2(q-j)}{q}]\delta(j),$$

e

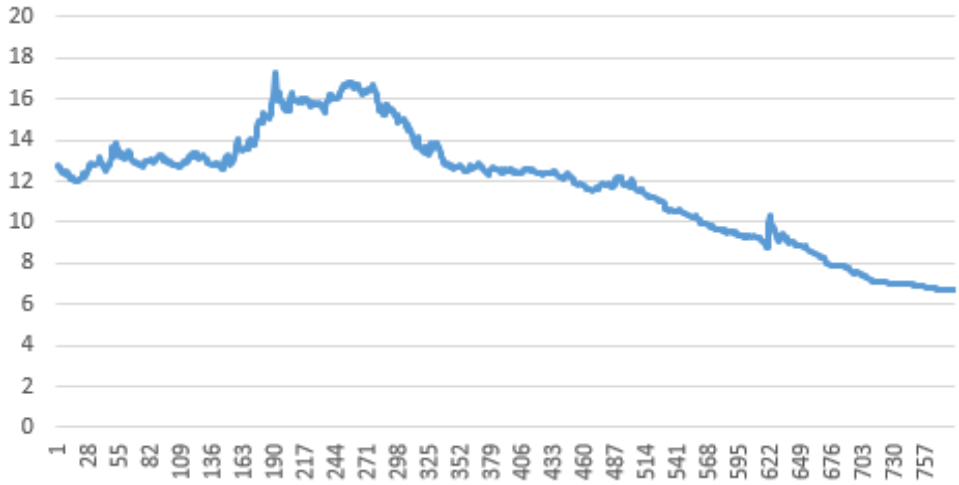
$$\delta(j) = \frac{\sum_{t=j+2}^{nq+1}(p_t-p_{t-1}-\mu)^2(p_{t-j}-p_{t-j-1}-\mu)^2}{[\sum_{t=2}^{nq+1}[(p_t-p_{t-1}-\mu)^2]^2}.$$

Ambos os testes $Z(q)$ e $Z^*(q)$ são normalmente distribuídos, com média zero e uma unidade de desvio padrão. Os testes $Z(q)$ e $Z^*(q)$ são importantes para analisar estatisticamente a hipótese nula de que a razão da variância ($VR(q)s$) é igual a um. Caso houvessem evidências para não rejeitar a hipótese nula, então a hipótese de passeio aleatório seria verificada para tal preço observado (LO, 1988).

4. RESULTADOS DA PESQUISA

4.1. ANÁLISE DESCRITIVA

A análise e verificação do teste de eficiência de mercado foram realizados através de séries temporais dos preços de abertura e de fechamento dos contratos futuros DI1, CCM e DOL. Cada ativo financeiro terá uma quantidade diferente de observações (preços analisados). Isso não se caracteriza um problema, tendo em vista que cada contrato será estudado separadamente e individualmente. Os contratos futuros de DI1 (Figura 4 e 5) foram analisados desde janeiro de 2015, até dezembro de 2017. O período observado para os contratos de CCM (Figura 6 e 7), por sua vez, se inicia em julho de 2017 e se encerra em dezembro do mesmo ano. E por último, para os contratos de DOL (Figura 8 e 9), os dados foram obtidos a partir de setembro de 2016, até dezembro de 2017.

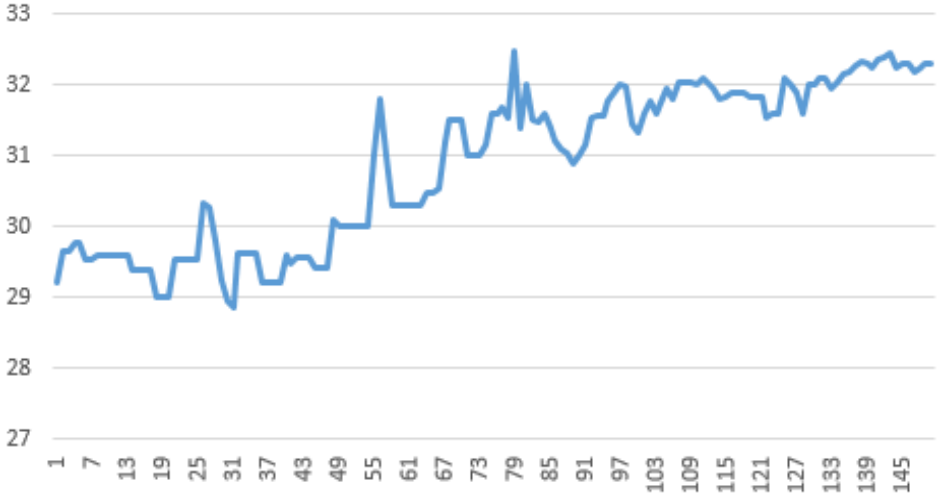


Fonte: Autor

Figura 4 – Série temporal do preço de abertura do DI1

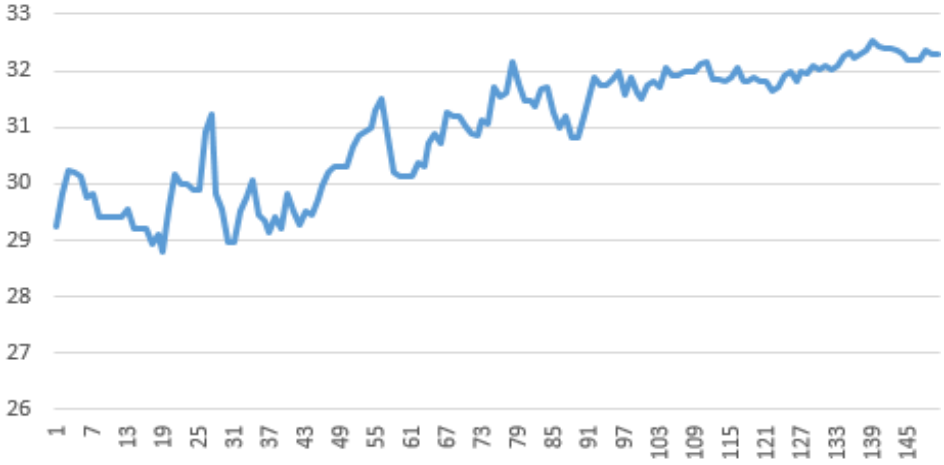
Fonte: Autor

Figura 5 – Série temporal do preço de fechamento do DI1



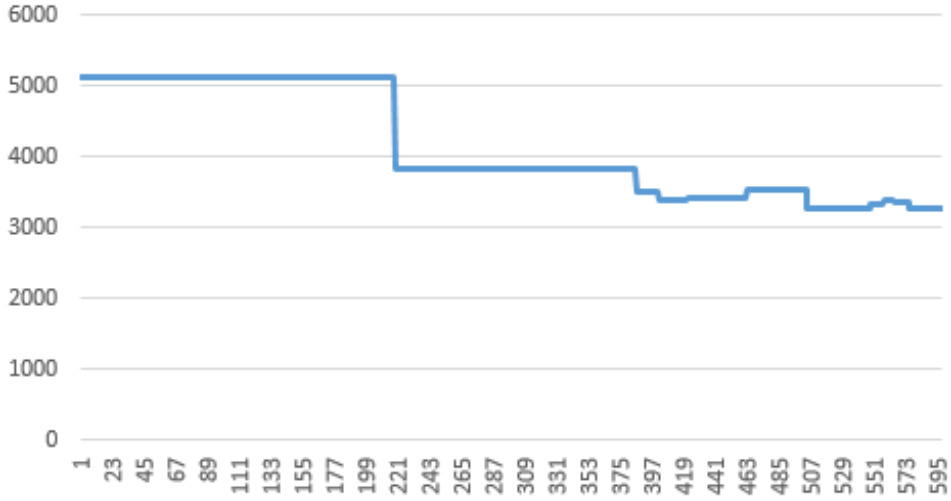
Fonte: Autor

Figura 6 – Série temporal do preço de abertura do CCM



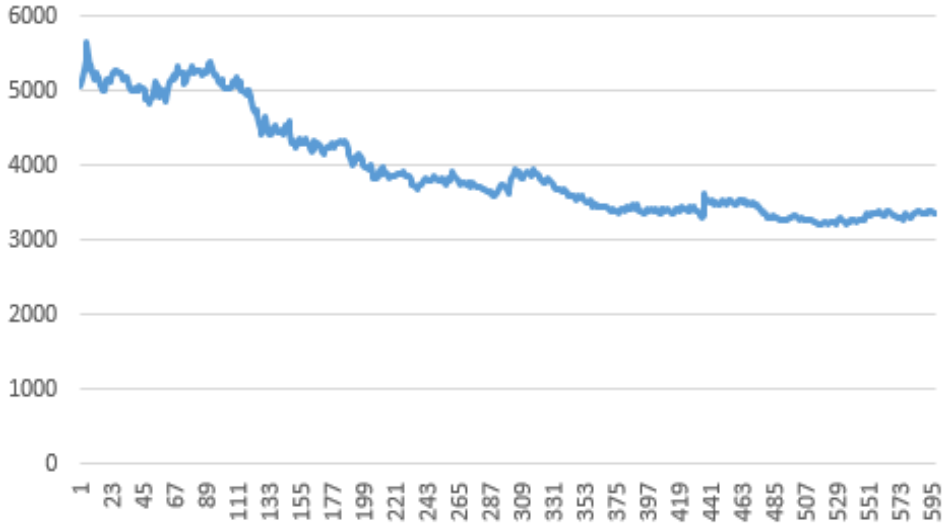
Fonte: Autor

Figura 7 – Série temporal do preço de fechamento do CCM



Fonte: Autor

Figura 8 – Série temporal do preço de abertura do DOL



Fonte: Autor

Figura 9 – Série temporal do preço de fechamento do DOL

A Tabela 1 apresenta as estatísticas básicas dos retornos dos contratos futuros que serão estudados. Como já foi relatado anteriormente, DI1, CCM e DOL possuem

	DI1		CCM		DOL	
	O-O*	C-C*	O-O	C-C	O-O	C-C
Observações	782	782	150	150	597	597
Média **	11,83	11,82	30,89	28,99	4157,68	4007,75
Erro Padrão **	2,74	2,71	1,11	2,32	766,34	623,92
Assimetria	-0,24	-0,25	-0,26	-0,29	0,38	0,71
Curtose	2,26	2,25	1,5	1,89	1,37	2,36

Fonte: Autor
* O-O é o preço de abertura (open-to-open), C-C é o preço de fechamento (close-to-close).
** Expresso em pontos base.

Tabela 1 – Estatísticas básicas dos retornos

amostras diferentes. DI1 é o ativo financeiro que engloba uma maior quantidade de informações sobre os preços negociados e, portanto, através dele os resultados seriam mais precisos. Ademais, a Tabela 1 indica que o erro padrão é maior para os retornos “open-to-open” (período referente ao preço de abertura), em relação aos retornos dos contratos “close-to-close” (relacionado ao preço de fechamento), com exceção do contrato CCM. Isso sugere que o período em que ocorrem negociações do mercado é mais volátil comparado ao período em que o mercado está fechado para atuação (SCHWERT, 1989). No caso do CCM, esse comportamento da volatilidade não se confere talvez pelo fato desse contrato representar uma commodity (milho), sendo razoável a ocorrência de uma maior padronização dos preços desses ativos no mercado futuro.

4.2. RESULTADOS EMPÍRICOS

A verificação da presença de autocorrelação nas séries temporais dos três contratos, nos dois cenários utilizados (O-O e C-C), é detalhada na Tabela 2. O intuito do teste de correlação serial é de averiguar se uma determinada variável possui

dependência dos seus valores passados (defasados) de um determinado ativo possui dependência dos preços passados. A Tabela 2 informa que a correlação serial não é significante para todos os três contratos futuros, considerando oito “lags” (número de defasagens). Em outras palavras, há evidências econométricas que apontam a ausência de correlação serial nas séries temporais em destaque.

Lag	DI1		CCM		DOL	
	O-O	C-C	O-O	C-C	O-O	C-C
1	-0,0239	-0,0422	-0,1367	0,0168	0,0003	0,0491
	(0,0365) [a]	(0,0361)	(0,0867)	(0,0566)	(0,0415)	(0,0360)
2	0,0582	-0,0028	-0,1047	0,0088	-0,0001	-0,0439
	(0,0363)	(0,0361)	(0,0873)	(0,0563)	(0,0415)	(0,0361)
3	-0,0481	0,0342	-0,2915	-0,0664	0,0001	0,0151
	(0,0364)	(0,0361)	(0,0877)	(0,0557)	(0,0415)	(0,0360)
4	-0,0511	-0,0424	-0,1574	-0,1069	-0,0009	-0,0234
	(0,0364)	(0,0360)	(0,0911)	(0,05583)	(0,0415)	(0,0357)
5	-0,0051	-0,0635	-0,0591	-0,0563	-0,0001	-0,1298
	(0,0363)	(0,0360)	(0,0909)	(0,0557)	(0,0415)	(0,0357)
6	-0,0414	0,0194	-0,0440	0,1488	0,0002	0,0722
	(0,0364)	(0,0360)	(0,0874)	(0,0557)	(0,0415)	(0,0360)
7	0,0305	-0,0174	-0,0619	-0,0955	-0,0006	0,0214
	(0,0364)	(0,0360)	(0,0873)	(0,0560)	(0,0415)	(0,0360)
8	-0,0431	0,0082	-0,0131	-0,0601	0,0009	0,0417
	(0,0363)	(0,0360)	(0,0859)	(0,0561)	(0,0415)	(0,0360)

Fonte: Autor

[a] O-O é o preço de abertura (open-to-open), C-C é o preço de fechamento (close-to-close).

* Significante no nível de 5%.

Tabela 2 – Correlação serial dos retornos

A Tabela 3 e a Tabela 4 apresentam os resultados dos testes de raiz unitária para as séries temporais em questão. Os resultados do teste ADF, expressos na Tabela 3, apontaram que, com 95% de confiança, não há evidências para rejeitar a hipótese nula de presença de raiz unitária para todos os contratos. No teste KPSS (Tabela 4), as evidências sugerem que a hipótese nula, de que não há raiz unitária, é significativamente rejeitada. Desse modo, ambos os testes realizados sustentam a

teoria de eficiência de mercado para os três contratos negociados na BM&FBOVESPA.

TESTE ADF			
Estatísticas de teste	DI1	CCM	DOL
O-O	0,6255	-1,6484	-0,9934
C-C	-0,9097	-0,9747	-0,9094

Fonte: Autor
* Significante no nível de 5%.

Tabela 3 – Teste ADF

TESTE KPSS			
Estatísticas de teste	DI1	CCM	DOL
O-O	2,6351*	1,3686*	2,9045*
C-C	2,6413*	1,2826*	1,9707*

Fonte: Autor
* Significante no nível de 5%.

Tabela 4 – Teste KPSS

Para obter uma análise mais completa e robusta em relação à validação da hipótese de passeio aleatório nas séries temporais de contratos futuros brasileiros, o teste da razão da variância foi realizado e detalhado na Tabela 5. A razão da variância ($VR(q)$) foi estimada para os lags de 1 a 16. Contudo, com o intuito de deixar a apresentação mais objetiva, apenas os lags 2, 4, 8, e 16 foram reportados na Tabela 5. Baseado na premissa de homocedasticidade ($Z(q)$), a maioria dos lags dos retornos “open-to-open” do contrato DI1 e, também, o lag 8 do contrato CCM (“O-O”), rejeitando a hipótese nula de que a razão da variância é igual a um. Em contrapartida, os retornos “close-to-close” não apresentaram evidências para rejeitar a hipótese nula, considerando a mesma premissa.

	O-O				C-C			
	2	4	8	16	2	4	8	16
DI1								
VR(q)	0,86	0,81	0,73	0,76	0,95	0,94	0,87	0,92
Z(q)	-3,86**	-2,78**	-2,55*	-1,51	-1,29	-0,83	-1,18	-0,47
Z*(q)	-1,29	-1,06	-1,15	-0,78	-0,53	-0,37	-0,61	-0,27
CCM								
VR(q)	0,92	0,72	0,44	0,31	1,00	0,99	0,87	0,68
Z(q)	-0,91	-1,81	-2,28*	-1,93	0,14	-0,11	-0,77	-1,28
Z*(q)	-0,48	-1,04	-1,53	-1,52	0,15	-0,09	-0,72	-1,12
DOL								
VR(q)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,03	0,95	1,01
Z(q)	0,01	0,01	0,02	0,04	1,23	0,48	-0,46	0,06
Z*(q)	0,21	0,24	0,25	0,58	0,81	0,31	-0,31	0,04

Fonte: Autor
* Significante no nível de 5%.
** Significante no nível de 1%.

Tabela 5 – Teste da razão da variância

Por outro lado, ao efetuar o teste $Z^*(q)$, que incorpora a heterocedasticidade, observa-se que os valores estimados das estatísticas Z indicam que a razão da variância não difere de um para todos os ativos financeiros. Desse modo, teria sido um erro confiar apenas nos resultados obtidos na condição de homocedasticidade, pois havia viés heterocedástico no retorno das séries temporais. Portanto, o teste ajustado fornece evidências a favor da hipótese nula de que a razão da variância é igual a um. Isso é mais um indicador de que a eficiência de mercado é verificada nos três contratos futuros brasileiros: DI1, CCM e DOL.

5. CONCLUSÃO

O mercado de derivativos do Brasil está ganhando cada vez mais relevância na carteira de investimentos de agentes financeiros. Contratos futuros tornam-se bastante atrativos para investidores pela sua funcionalidade e benefícios. Entretanto, muitos indivíduos não possuem informações suficientes ou até confiáveis a respeito de contratos de preços futuros, e optam por não preencher seus portfólios com derivativos. Um aspecto que ratifica essa ideia está relacionado a escassez de literatura e de estudos sobre o tema. Desse modo, o estudo teve como objetivo averiguar se contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA seguem o princípio de eficiência de mercado.

Os testes de correlação serial, de passeio aleatório e da razão da variância (LO, 1988) trouxeram evidências favoráveis em prol da adequação das séries de retornos dos contratos DI1, CCM e DOL na teoria de eficiência de mercado, tanto para “Open-to-open” quanto para “Close-to-close”. Conforme exposto pela literatura, a eficiência de mercado é suficiente para ratificar a assertividade da previsão de preços futuros sobre preços futuros à vista (FAMA, 1970). Dessa forma, os preços dos contratos futuros analisados incorporam toda a informação disponível no mercado. Em outras palavras, o comportamento dos preços futuros desses ativos é aleatório, e uma variação dos preços seria explicada apenas pela presença de novas informações sobre tais ativos financeiros (SCHLEIFER, 2000).

Através dessa conclusão de pesquisa, investidores agora possuem evidências empíricas referente à eficiência dos produtos do mercado de derivativos brasileiro (BM&FBOVESPA) a respeito de seus funcionamentos e objetivos. Assim, espera-se que a efetividade desses mecanismos financeiros possa colaborar para com um maior aquecimento do mercado de derivativos do Brasil. A expansão desse negócio pode beneficiar sua estrutura, dinâmica e disponibilidade de ativos, tanto para pessoas físicas quanto para instituições e organizações financeiras.

Contudo, os resultados obtidos não garantem que todos os contratos negociados na BM&FBOVESPA são eficientes. Ao analisar períodos distintos ou diferentes tamanhos de amostra, os resultados podem sofrer alguma alteração. Ainda, a metodologia utilizada é suficiente para influenciar nas evidências obtidas. O estudo de Sergio Lazzarini e Pedro de Mello (2001) é um exemplo que mostra que o método utilizado pode resultar em conclusões adversas. Os autores observaram que mesmo

que o mercado de derivativos brasileiros seja autorregulado, ações governamentais nesse negócio prejudicam a eficiência de mercado.

Assim, sugere-se para estudos futuros a implementação de metodologias alternativas para analisar a eficiência dos preços futuros de contratos brasileiros em prever os preços futuros à vista. Uma opção seria comparar os contratos vigentes na BM&FBOVESPA com ativos de outros mercados de derivativos, como CME (Chicago Mercantile Exchange) e MATIF. Ademais, a análise de diferentes períodos de tempo pode ser enriquecedora, a fim de analisar a evolução dos contratos futuros no âmbito da eficiência de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELIER, L. Théorie de la Speculation. **Annales scientifiques de l'École Normale Supérieure**, Paris, v. Sér. 3, p. 21-86, 1900.

BECKER, K. G. . F. J. E. . K. K. J. Macroeconomic news and the efficiency of international bonf futures markets. **Journal of Futures Markets 16**, p. 131-145, 1996.

BEHZAD DIBA, H. G. Explosive Rational Bubbles in Stock Prices? **The American Economic Review**, v. 78, n. 3, p. 520-530, Junho 1988.

BERNOTH, K. V. H. J. The Euribor Futures Market: Efficiency and the Impact of ECB Policy Announcements. **International Finance 7**, p. 1-24, 2004.

BRESSAN, A. A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE-eletrônica Art. 9**, 2004.

COWLES, J. Some posteriori probabilities in stock market action. **Econometrica**, n. 5, p. 280-294.

DICKEY, D. A. . F. W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of American Statistical Association 74**, p. 427-431, 1979.

DICKEY, D. A. . F. W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica 49**, p. 1057-1072, 1981.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. **Journal of Finance**, p. 383-417, 1970.

FUJIHARA, R. A. . M. M. Linear dependence, nonlinear dependence, and petroleum market efficiency. **Journal of Futures Markets 17**, p. 75-99, 1997.

GUNTHER, M. **Os Axiomas de Zurique**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2004.

KAUR, G. R. D. N. Efficiency of Indian Commodities Market: A Study of Agricultural Commodity Derivatives Traded on NCDEX, 2010.

KENDALL, M. The analysis of economic time series, Part I: Prices. **Journal of the Royal Statistical Society**, n. 96, p. 11-25, 1953.

KWIATKOWSKI, P. S. S. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? **Journal of Econometrics 54**, p. 159-178, 1992.

LAZZARINI, S. Governmental versus self-regulation of derivative markets: examining the U.S. and Brazilian experience. **Journal of Economics and Business**, v. 53, p. 185-207, 2001.

LEE, C. Efficiency tests in the French derivatives market. **Journal of Banking and Finance**, v. 24, p. 787-807, 2000.

LEE, C. I. . M. I. Efficiency test in the Spanish futures markets. **Journal of Futures Markets 19**, p. 57-79, 1999.

LO, M. Stock markets prices do not follow random walks: Evidence from specification test. **In The Review of Financial Studies**, v. 1, n. Oxford University Press, p. 41-66, 1988.

MIHALJEK, D. P. F. Derivatives in emerging markets. **BIS Quarterly Review**, 2010.

MORAES, A. S. L. R. C. M. A. D. S. Análise da eficiência do mercado futuro brasileiro de boi gordo usando co-integração. **Revista de Economia e Sociologia Rural 47**, 2009.

NEWBOLD, P. et al. Futures markets efficiency: evidence from unevenly spaced contracts. **School of Economics Discussion Paper**, 1999b.

ROSS, S. A. . W. R. W. . J. J. L. R. **Corporate Finance**. New York: The McGraw-Hill Companies, 2013.

SAMUELSON. Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. **In Industrial Management Review**, p. 41-49, 1965.

SCHLEIFER, A. **Inefficient markets: an introduction to Behavioral Finance**. Oxford. 2000.

SCHWERT, W. Why does stock market volatility changes over time? **The Journal of Finance**, v. 44, n. 5, p. 1115-1153, Dezembro 1989.