

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO**

JOÃO HENRIQUE NARDINI DE OLIVEIRA MACEDO

**SESSÃO NOTURNA E VOLATILIDADE EM CONTRATOS FUTUROS
DE PALMA NA BOLSA DE VALORES DA MALÁSIA**

**SÃO PAULO
2023**

JOÃO HENRIQUE NARDINI DE OLIVEIRA MACEDO

**SESSÃO NOTURNA E VOLATILIDADE EM CONTRATOS FUTUROS
DE PALMA NA BOLSA DE VALORES DA MALÁSIA**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia.

Orientador: Dr. Prof Marcelo Fernandes.

SÃO PAULO
2023

Macedo, João Henrique Nardini de Oliveira.

Sessão noturna e volatilidade em contratos futuros de palma na Bolsa de Valores da Malásia / João Henrique Nardini de Oliveira Macedo. - 2023.

27 f.

Orientador: Marcelo Fernandes.

Dissertação (mestrado profissional MPE) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo.

1. Mercados financeiros futuros. 2. Volatilidade (Finanças). 3. Derivativos (Finanças) - Preços. I. Fernandes, Marcelo. II. Dissertação (mestrado profissional MPE) – Escola de Economia de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 336.764.2

JOÃO HENRIQUE NARDINI DE OLIVEIRA MACEDO

**SESSÃO NOTURNA E VOLATILIDADE EM CONTRATOS FUTUROS
DE PALMA NA BOLSA DE VALORES DA MALÁSIA**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia.

Data de aprovação: 23/01/2023

Prof. Dr. Marcelo Fernandes (Orientador)
FGV-EESP

Prof. Dr. André Nunes Maranhão
FGV-EESP

Prof. Dr. Alan de Genaro Dario
FGV-EAESP

RESUMO

A bolsa de Bursa abriga o principal contrato futuro de óleo de palma do mercado internacional, o FCPO. Desde o final de 2021, este contrato passou a operar na sessão noturna, evento que trouxe consigo uma expectativa de maior participação de mercados que poderiam estar sendo limitados de atuar neste ativo pelo fuso horário. Neste estudo avaliamos através de modelos de regressão e da contribuição ponderada de preço se a introdução da sessão noturna impactou de forma relevante a volatilidade dos preços deste derivativo. Tomamos como base de dados observações em intervalo de 30 minutos do preço do ativo e do número de contratos operados para 392 sessões. Os testes são acompanhados de uma breve revisão bibliográfica que contextualiza o tema de análise de volatilidade e também de uma avaliação exploratória da base de dados. Os resultados apontam para uma baixa contribuição da sessão noturna na formação de preço e para uma continuidade do comportamento da volatilidade visto antes da introdução da nova sessão.

Palavras-chave: contratos futuros, volatilidade, descoberta de preço.

ABSTRACT

The Bursa exchange holds the main futures contract for palm oil in the international market, the FCPO. Since end of 2021, this contract started trading in the night session, an event that brought with it an expectation of greater participation of markets that could be being limited to operate in this asset by the time zone. In this study, we evaluated, using regression models and weighted price contribution, whether the introduction of the night session had a relevant impact on the price volatility of this derivative. As a basis, we used observations at 30-minute intervals of the price of the asset and the number of traded contracts for 392 sessions. The tests are accompanied by a brief literature review that contextualizes the theme of volatility analysis and by an exploratory analysis of the database. The results point to a low contribution of the night session in price formation and to a continuity of volatility behavior seen before the introduction of the new session.

Keywords: futures contract, volatility, price discovery.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias diárias da base de dados.	19
Tabela 2 – Estimativas de mínimos quadrados ordinários dos efeitos parciais.	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução preços de óleo de soja e de palma em suas respectivas bolsas.	13
Figura 2 - Evolução do consumo global de óleo de palma.	15
Figura 3 - Produção global de óleos vegetais em 2021 por tipo de óleo.	16
Figura 4 - Evolução da participação de países produtores de óleo de palma.	16
Figura 5 - Evolução de preços e número de contratos operados de CPO na BMD.	18
Figura 6 - Comparação de médias de 30 minutos entre períodos.	20
Figura 7 - Série de volatilidade diária do contrato futuro de palma na BMD.	22
Figura 8 - Resíduos do modelo HARX ao longo do tempo.	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO MERCADO GLOBAL DE ÓLEO DE PALMA	15
4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	18
4.1. AVALIAÇÃO DA VOLATILIDADE E CONTRIBUIÇÃO DE PREÇO	21
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Em 6 de dezembro de 2021, a Bolsa de Valores da Malásia (Bursa Malaysia Derivatives, BMD) introduziu um horário de operação adicional após o fechamento do pregão principal. A sessão noturna serve como um atrativo para que outras regiões do globo possam operar na bolsa, apesar de diferenças de fuso horário. No caso da BMD, o objetivo era oferecer uma oportunidade aos participantes de mercado para se protegerem do risco de exposição durante os horários de mercado nos Estados Unidos e na Europa (Bursa Malaysia Derivatives, 2021).

Empiricamente, buscamos contribuir avaliando se a presença de uma sessão noturna contribui para um aumento da volatilidade. Uma resposta positiva seria indicativa que a bolsa de valores realmente se tornou mais acessível para outros mercados, incrementando a velocidade de formação de preços dos contratos futuros. A avaliação do impacto da sessão noturna na BMD é oportuna porque se dá em um contexto de maior integração entre os mercados internacionais. Em contraste, a vasta maioria das demais bolsas implementaram suas sessões noturnas há muito tempo, quando mercados ainda eram bem mais fragmentados. Além do contexto de menor fragmentação de mercados, o estudo diferencia-se pela estratégia empírica de avaliação. Em adição a investigarmos a volatilidade realizada a cada 30 minutos e a contribuição ponderada do preço (WPC) como em Barclay e Hendershott (2003), que avaliam a volatilidade fora do pregão principal da Nasdaq, utilizamos ainda um modelo de regressão linear múltipla para avaliar a participação de cada variável na explicação da volatilidade diária da série.

Apesar da sessão noturna na BMD valer para todos os produtos da bolsa, desde índices de ações até derivativos de *commodities*, avaliamos o impacto de sua introdução apenas no contrato futuro de referência de óleo de palma bruto (FCPO). Por conta da sua relevância na economia local, inclusive como produto de exportação, os preços do FCPO na BMD desempenham um papel relevante no consumo global de óleos vegetais.

Em particular, o FCPO é o principal ativo de proteção disponível para os participantes do mercado que tenham exposição aos preços de óleo vegetal, e Rahman, Nawi e Naziman (2012) identificaram que o derivativo possui a função de descoberta de preço e boa aderência aos fundamentos do mercado, garantindo o funcionamento do FCPO como uma ferramenta para proteção de riscos. Neste trabalho, nosso objetivo principal é utilizar análise da volatilidade realizada e da contribuição ponderada de preço para avaliar a relevância da descoberta de preço, confirmada por Rahman, Nawi e Naziman (2012), de

cada sessão, com interesse especial no período posterior à introdução da sessão noturna.

Identificamos um baixo volume de operações e baixa volatilidade na sessão noturna em concordância com a literatura. No mais, mostramos que a sessão noturna possui baixo impacto na volatilidade diária. A análise da contribuição ponderada de preço também indica que a sessão noturna tem a menor contribuição relativa para a formação de preços, respondendo por apenas 13,8% da variação nos preços contra 35,6% da sessão principal e 50,5% da pré-abertura.

O trabalho estrutura-se da seguinte forma. A seção 2 faz uma breve revisão da literatura. A seção 3 contextualiza o mercado global do óleo de palma e aponta a relevância da BMD como instrumento principal para a *commodity*. A seção 4 conduz a avaliação exploratória dos dados e examina os modelos de regressão linear e o cálculo do WPC. Finalmente, a seção 5 tece algumas considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A investigação sobre a relação entre sessões noturnas e volatilidade não é nova. De fato, diversos estudos analisam as operações realizadas após o fechamento do mercado e a volatilidade dos preços, tanto para índices de ações quanto para derivativos. O consenso da literatura é que a sessão noturna traz algum ganho informacional, porém a descoberta de preço e a liquidez são mais elevadas durante o pregão principal.

Barclay e Hendershott (2003) documentam que, nas 212 sessões da Nasdaq que analisam, o volume de operações sofre uma redução de 80% entre 04:30 e 05:00 da manhã. A descoberta de preços neste horário se dá, portanto, com maior ruído e menor eficiência. O perfil dos operadores nestas sessões também muda. Investidores de varejo recebem avisos sobre o maior risco de operar fora do pregão principal, assim como sobre as maiores exigências para que suas ordens sejam confirmadas, justamente por conta da menor liquidez. Por sua vez, os investidores profissionais se aproveitam das sessões fora do pregão para operar informação privada sobre o ativo (em geral, um pouco antes da abertura) e/ou reequilibrar suas carteiras (em geral, logo após o fechamento).

Barclay e Hendershott (2003) estimam a probabilidade de evento informacional em 34% no pregão principal e em 16% apenas na pré-abertura, apesar de ser o período fora do pregão principal com maior descoberta de preços. Por conta do rebalanceamento de carteiras, o período pós-fechamento ainda revela alguma informação, ao contrário da sessão noturna, que quase não contribui para a descoberta de preços. Isso leva a uma grande assimetria de informação na pré-abertura, com esta sessão registrando uma maior quantidade de informação privada e preços menos eficientes no pós-fechamento. Barclay e Hendershott (2003) concluem que as operações fora do pregão principal podem até gerar uma pequena melhora na descoberta de preços, especialmente logo antes da abertura, porém o horário principal de negociação caracteriza-se por maior volatilidade e simetria de informações.

Zhu et al. (2017) verificam que há ganhos de previsão se incorporarmos a informação da sessão noturna em um modelo padrão de volatilidade, como a especificação autorregressiva heterogênea (HAR) de Corsi (2009), para ativos metálicos não-ferrosos na bolsa chinesa durante o pregão principal. Chen et al. (2009) utilizam um modelo de heterocedasticidade condicional autorregressiva (GARCH) para avaliar se a pré-abertura do mercado e a sessão noturna trazem alguma informação adicional, com base nas operações minuto a minuto das 30 ações mais líquidas da Nasdaq em 2004. Os resultados mostram que as informações de pré-abertura melhoram

significativamente o poder preditivo do modelo em 22 ações. O mesmo vale para as informações da sessão noturna, porém em menor grau. Os autores argumentam que os participantes de mercado operam por motivos informacionais antes da abertura, porém por razões não informacionais na sessão noturna (rebalanceamento de portfólio, por exemplo).

Por fim, há estudos semelhantes que avaliam o comportamento dos participantes de mercado após a introdução da sessão noturna em outras bolsas de *commodities*. Seleccionamos como bolsa e ativo de interesse o contrato de óleo de soja na *Chicago Board of Trade* (CBOT) pela sua alta correlação de 90% com os contratos futuros convertidos em dólar da palma bruta na *Bursa Malaysia Derivatives* (BMD) nos últimos 4 anos. Ao contrário da BMD, a bolsa americana buscou expandir seus horários de operação em 2012 não por uma preocupação com mercados estrangeiros, mas sim devido à concorrência com outras bolsas, em especial, a *Intercontinental Exchange* (Reuters, 2012).

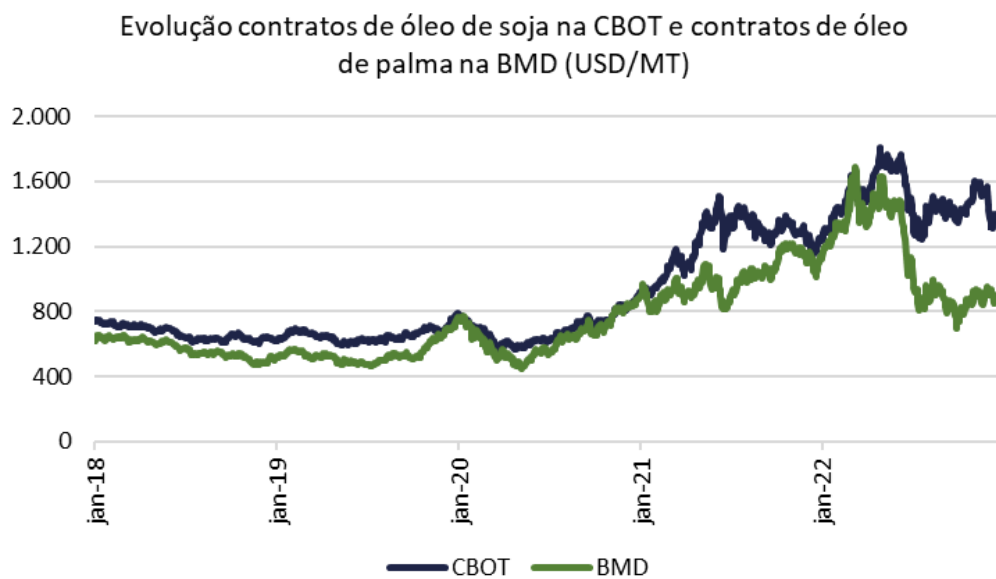


Figura 1 - Evolução preços de óleo de soja e de palma em suas respectivas bolsas.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

Joseph e Garcia (2016) investigam os impactos da divulgação de informações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) durante a sessão principal e durante sessão chamadas de “*non-trading hour*”, que envolvem tanto a sessão noturna quanto a pré-abertura. Verificam que, no momento da divulgação de informações, há um aumento da volatilidade tanto na sessão principal quanto nas “*nontrading hours*”. O pico de volatilidade nos horários não convencionais é mais intenso, porém menos persistente.

Observa-se então uma participação mais concentrada e menos abrangente dos operadores nestes momentos de operação.

Vale notar que Rahman, Nawi e Naziman (2012) mostram que os contratos futuros de palma bruta na BMD contribuem significativamente para a descoberta do preço à vista, entre janeiro de 1998 e dezembro de 2010. Neste trabalho revistamos a análise deles, usando abordagens complementares de descoberta de preço que se centram na volatilidade realizada intradiária e na contribuição ponderada do preço (WPC).

Os esforços deste trabalho buscam contribuir com a literatura ao avaliar se há um incremento na volatilidade dos contratos de palma bruta na bolsa de Bursa após a introdução da sessão noturna através de técnicas de regressão e ao verificar se sua contribuição ponderada de preço (WPC) é significativa quando comparada com a informação incorporada ao preço no total das sessões. Assim como visto nos demais estudos, esperamos concluir que a introdução da sessão noturna traz algum ganho para a bolsa, mas que o maior parte do volume de operações e da liquidez continua ocorrendo nas sessões convencionais.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO MERCADO GLOBAL DE ÓLEO DE PALMA

Escolhemos analisar o contrato de óleo de palma bruto porque, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o consumo de óleo de palma no mundo tem crescido a uma taxa anual composta de 2,9% ao ano nos últimos 10 anos. Entre 2012 e 2021, os números do USDA indicam que o consumo global deste óleo saiu de 55,1 para 73,3 milhões de toneladas, como visto no gráfico 2.

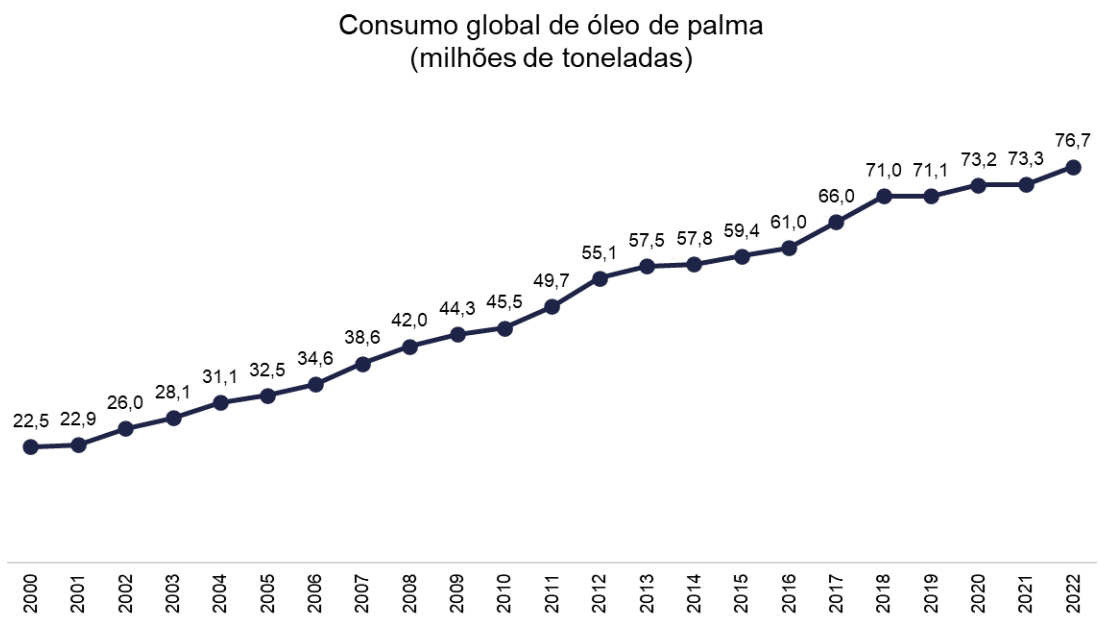


Figura 2 - Evolução do consumo global de óleo de palma.

Fonte: USDA. Elaboração própria.

A participação significativa da palma na produção total de óleos vegetais também motiva maior interesse no comportamento e nas mudanças dos seus ativos financeiros. Considerando a soma da produção global dos óleos de palma, soja, canola, girassol, algodão e coco, verificamos em 2021 um total de 192,7 milhões de toneladas produzidas. Deste total, a palma é responsável por 39%, ou 75,9 milhões de toneladas; volume que a coloca como óleo vegetal mais consumido do mundo.

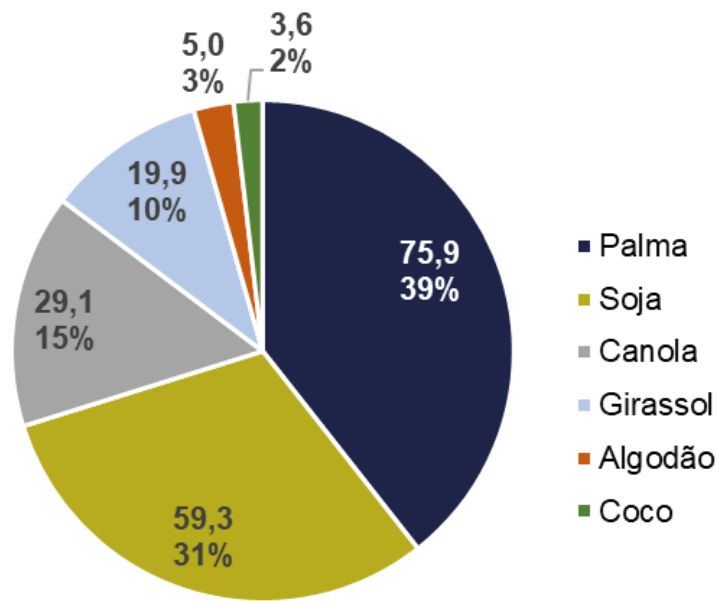


Figura 3 - Produção global de óleos vegetais em 2021 por tipo de óleo.

Fonte: USDA. Elaboração própria.

Neste contexto global, a Malásia é responsável por cerca de 25% da produção mundial de óleo de palma (dados de 2021). A proximidade geográfica do país com outros grandes produtores, como Indonésia (60% da produção mundial) e Tailândia (4% da produção mundial), somente aumenta a relevância da BMD. Isto significa que mudanças nos instrumentos financeiros de Bursa possuem um impacto internacional que extrapola o contexto de empresas asiáticas e se expande para todas as regiões que utilizam o óleo.

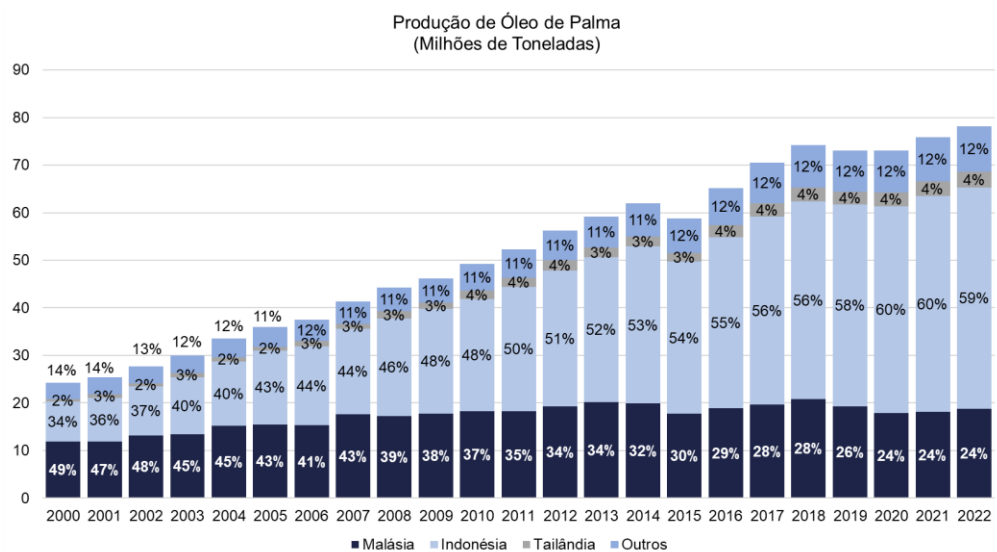


Figura 4 - Evolução da participação de países produtores de óleo de palma.

Fonte: USDA. Elaboração própria.

Apesar de a Malásia ter perdido para a Indonésia o posto de maior produtor de palma do mundo em 2005 (15,49 milhões de toneladas vs 15,56 milhões de toneladas), a Bolsa em Kuala Lumpur continua sendo o principal centro de operação dos contratos de palma no mundo, tendo iniciado suas operações com derivativos do óleo vegetal em outubro de 1980. Estes anos como líder de produção permitiram a Malásia se estabelecer como maior centro de descoberta de preço de óleo de palma do mundo, sendo que os maiores investidores globais utilizam os derivativos da bolsa de Bursa para se protegerem de variações na cotação da *commodity* (Bursa Malaysia Derivatives, 2021).

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Os contratos futuros de palma (FCPO) operam na Bursa Malaysia Exchange desde 6 de dezembro de 2021 em três diferentes pregões: pré-abertura (11:00 às 12:30), pregão principal (15:00 às 18:00) e sessão noturna (21:30 às 23:30). Há sessão noturna em todos os dias, menos sextas-feiras. Todos os horários estão no fuso GMT+8.

Para a análise exploratória da base coletamos os dados de volume operado (em números de contratos) e o preço dos contratos (em ringgit por tonelada métrica) entre 8 de abril de 2021 e 14 de novembro de 2022, totalizando 5.202 observações em intervalos de 30 minutos ao longo de 392 dias.

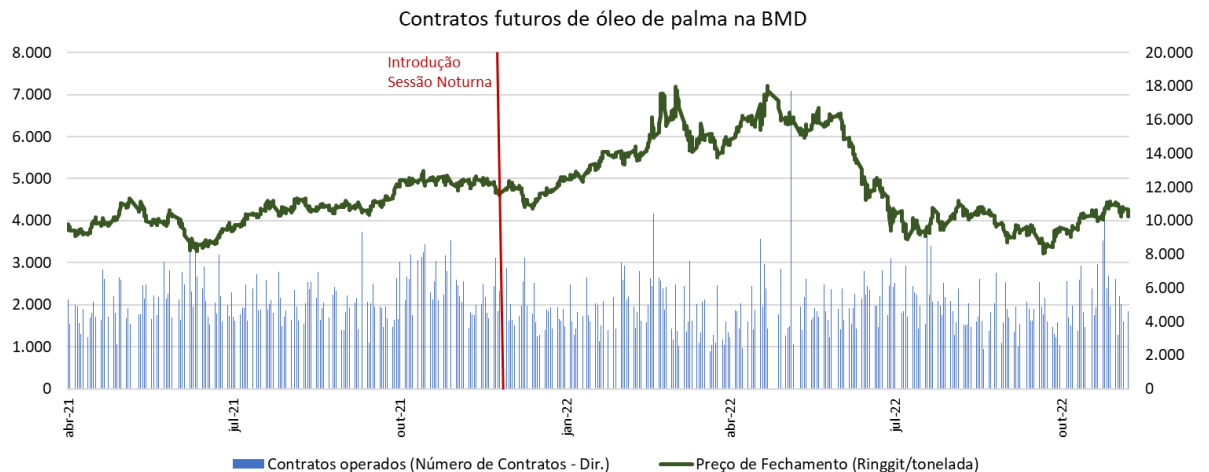


Figura 5 - Evolução de preços e número de contratos operados de CPO na BMD.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

Visando realizar uma primeira análise descritiva da base de dados, segregamos a mesma em dois distintos períodos: o anterior à introdução da sessão noturna e posterior à introdução da sessão noturna, avaliando em cada período métricas específicas para cada sessão (pré-abertura, principal e noturna).

A tabela 1 apresenta algumas métricas diárias relevantes como média de contratos operados e volatilidade média. De forma geral, conforme esperado, a sessão noturna apresenta uma média de contratos operados 65,7% inferior à média total do período pós-introdução, enquanto a sua volatilidade média registrou um patamar 81,8% menor que a média da volatilidade considerando os outros pregões. As sessões de pré-abertura e principal, por sua vez, exibem uma margem pequena de diferença entre as métricas, apontando para uma alta participação dos agentes antes da abertura do pregão principal.

Avaliando as diferenças entre as métricas do período pré-introdução da sessão noturna e pós-introdução, verificamos um grande aumento da volatilidade diária média, mas o mesmo parece não estar correlacionado com a introdução da sessão noturna e sim com fundamentos do mercado de óleo de palma. Um dos fatores que trouxe grande volatilidade aos derivados de palma em 2022 foi o banimento das exportações pela Indonésia entre abril e maio (Reuters, 2022), entre outros.

PERÍODO	Volatilidade Média	Volume Operado Médio
TOTAL PRÉ-INTRODUÇÃO	2,5%	2.535
PRÉ-ABERTURA	2,0%	2.804
PRINCIPAL	1,6%	2.379
TOTAL PÓS-INTRODUÇÃO	7,0%	1.885
PRÉ-ABERTURA	2,4%	2.564
PRINCIPAL	2,1%	2.129
SESSÃO NOTURNA	1,3%	647

Tabela 1 - Médias diárias da base de dados.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

Outra avaliação da base de dados que executamos foi avaliar as médias de contratos operados e de volatilidade a cada 30 minutos da sessão para todo o período. Esta análise também foi segregada entre o período anterior e posterior à introdução da sessão noturna e a mesma está exposta na figura 1 abaixo.

Pelas análises das médias a cada 30 minutos, fica clara uma tendência de um elevado volume de operações e volatilidade logo nos primeiros minutos da pré-abertura, com uma queda acelerada pelo resto da manhã, seguido de uma volatilidade e níveis de contratos estáveis ao longo da maior parte do pregão principal. Nos 30 minutos finais da sessão principal, podemos verificar um aumento considerável de 48% no volume de contratos operados, o que não é seguido de um aumento de mesma magnitude da volatilidade (7%). Isto pode indicar que ao final do pregão principal boa parte das informações já foram incorporadas ao preço e há a liquidação das últimas posições sem grandes divergências nos níveis de preços observados anteriormente.

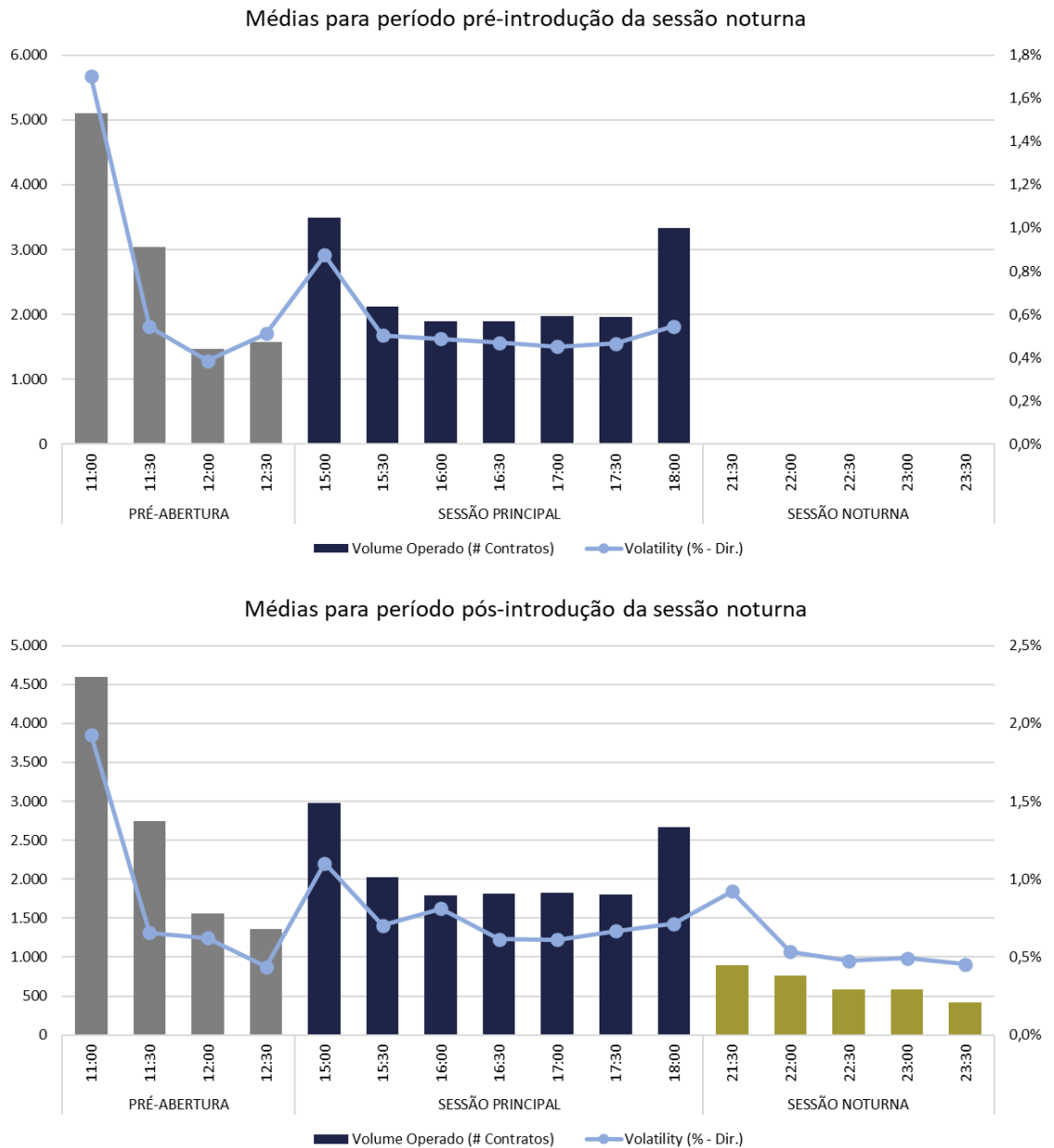


Figura 6 - Comparação de médias de 30 minutos entre períodos.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

Importante notar que o comportamento no antes e no pós-introdução da sessão noturna dos pregões de pré-abertura e pregão principal não apresentou grandes mudanças e, simultaneamente, a sessão noturna registra os menores níveis de contratos operados e volatilidade. Este é um primeiro indicativo de que a sessão noturna, até novembro de 2022, não resultou em grande mudança no comportamento dos agentes e nem em maior volatilidade dos ativos, conclusão preliminar alinhada com a bibliografia de referência e que será avaliada mais a fundo nas próximas seções.

4.1. AVALIAÇÃO DA VOLATILIDADE E CONTRIBUIÇÃO DE PREÇO

Nesta seção, empregamos dois métodos para avaliar o impacto e a contribuição da sessão noturna na volatilidade dos contratos futuros e na descoberta de preço deste ativo. No primeiro, avaliamos os determinantes da volatilidade diária dos contratos a partir de um modelo de regressão. No segundo, avaliamos a contribuição ponderada de preço (WPC) dos contratos futuros, seguindo a abordagem de Barclay e Handershott (2003). Para ambos os métodos, utilizamos a série da volatilidade diária realizada como base, e não mais a série de volatilidade em intervalos de 30 minutos como na seção de análise exploratória.

Análise de Volatilidade

Nossa variável de interesse é a volatilidade realizada dos contratos futuros de palma na bolsa de Bursa a cada dia (vol). A medida realizada refere-se ao desvio padrão dos retornos diários de fechamento a fechamento. O gráfico 6 revela a evolução diária desta volatilidade realizada.

Entre os determinantes da volatilidade realizada, incluímos a volatilidade realizada no dia anterior ($vol-1$), a volatilidade realizada média dos últimos 5 e 22 dias ($vol5$ e $vol22$, respectivamente), o volume diário médio de contratos operados na pré-abertura ($volume_pre$), o volume diário médio de contratos operados na sessão principal ($volume_principal$) e o volume diário médio de contratos operados na sessão noturna ($volume_noturna$). Incorporamos ainda uma variável binária ($noturna$) para distinguir o momento de introdução da sessão noturna, ou seja, igual a zero para sessões que ocorreram antes de 6 de dezembro de 2021 e igual a um para as sessões desde 6 de dezembro de 2021.

A inclusão das volatilidades realizadas passadas considerando não apenas a frequência diária, mas também semanal (média dos últimos cinco dias) e mensal (média dos últimos 22 dias) é um artifício bem consolidado na literatura para capturar a longa memória que volatilidades realizadas costumam apresentar (Corsi, 2009). No mais, também contemplamos medidas de liquidez em cada sessão de negociação já que existe uma ligação íntima entre volatilidade e liquidez (ver, por exemplo, discussão em Bogousslavsky e Collin-Dufresne, 2023). Portanto, a especificação resultante pertence à classe de modelos autorregressivos heterogêneos aumentados com variáveis explicativas exógenas (HARX).

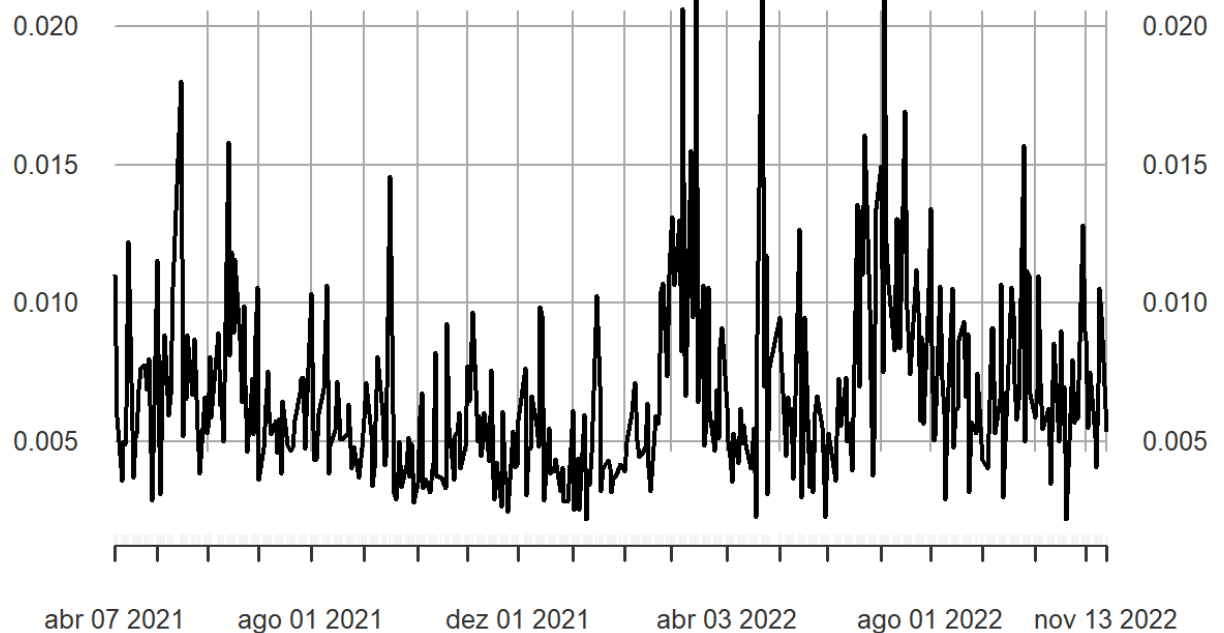


Figura 7 - Série de volatilidade diária do contrato futuro de palma na BMD.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

A tabela 2 reporta as estimativas de mínimos quadrados ordinários (MQO) dos efeitos parciais de cada variável explicativa. Podemos verificar que, a um intervalo de confiança de 99%, apenas três variáveis apresentaram significância estatística: a volatilidade média das cinco sessões anteriores, o volume médio de contratos operados na sessão pré-abertura e o volume médio de contratos operados na sessão principal.

<i>Estatísticas de regressão</i>				
R múltiplo				0,569
R-Quadrado				0,324
R-quadrado ajustado				0,311
Erro padrão				0,003
Observações				370

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro-padrão</i>	<i>Estatística t</i>	<i>p-valor</i>
Intercept	-2,803E-03	9,810E-04	-2,858E+00	0,005
Vol1-1	-5,196E-03	5,732E-02	-9,065E-02	0,928
Vol15	5,192E-01	1,086E-01	4,782E+00	0,000
Vol122	1,012E-01	1,202E-01	8,419E-01	0,400
volume_pre	1,125E-06	2,168E-07	5,187E+00	0,000
volume_principal	8,409E-07	3,012E-07	2,792E+00	0,006
volume_noturna	1,159E-06	5,187E-07	2,234E+00	0,026
noturna	3,339E-04	4,130E-04	8,086E-01	0,419

Tabela 2 – Estimativas de mínimos quadrados ordinários dos efeitos parciais.

Analisando as estimativas a um intervalo de confiança de 95%, o volume médio de contratos operados na sessão noturna passa a ter significância estatística, sendo que o coeficiente estimado para a variável é próximo ao estimado para o volume de contratos operados na pré-abertura. Vale notar, entretanto, que o erro médio desta estimativa foi maior que o erro médio do volume médio de contratos operados das outras sessões. Este fato, somado à circunstância da *dummy* para a sessão noturna não ter significância estatística, indica uma baixa contribuição da sessão noturna na explicação da volatilidade da série.

O coeficiente de determinação R quadrado ajustado mostra que o modelo explica 31% da variação da volatilidade realizada diária. Analisando ainda os resíduos no gráfico 7, concluímos que o modelo tem uma boa aderência.

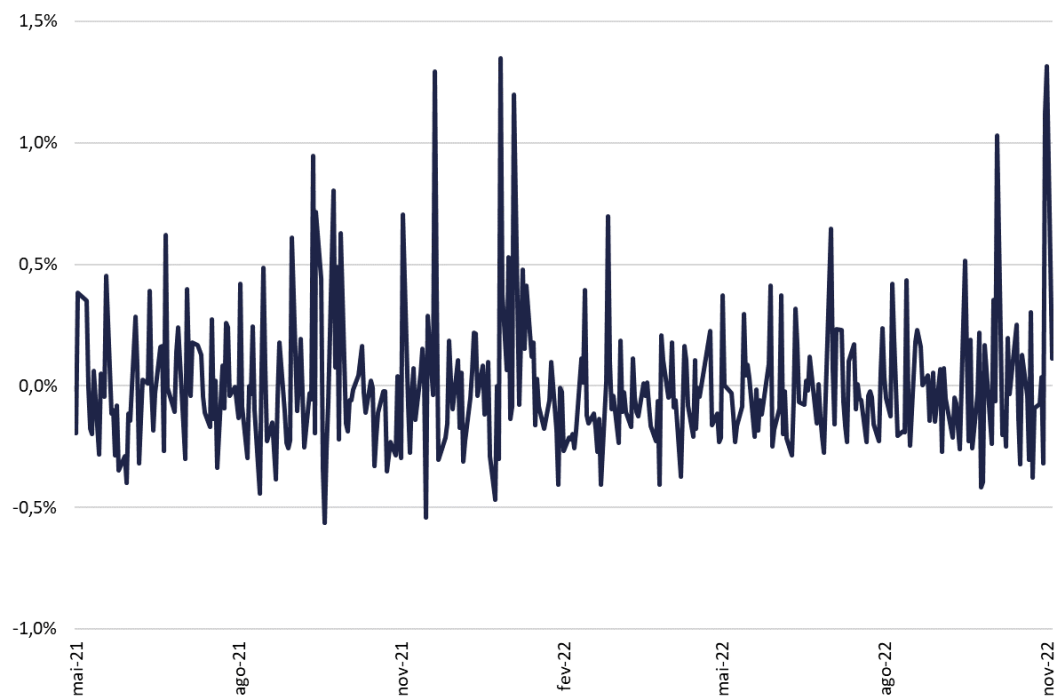


Figura 8 - Resíduos do modelo HARX ao longo do tempo.

Fonte: Refinitiv Reuters. Elaboração própria.

Avaliação de Contribuição Ponderada de Preço

Além de estudar o impacto na volatilidade, é importante verificar o quão duradouro é o impacto de cada sessão de negociação nos níveis de preço. Uma sessão tem baixo volume de operações com elevado WPC apenas se os negócios realizados nela têm um impacto mais significativo na precificação do ativo e, por consequência, na volatilidade

e na descoberta de preço. De fato, há uma conexão íntima entre descoberta de preço e volatilidade, apesar da volatilidade medir apenas a magnitude das mudanças de preço, enquanto o WPC mede o componente permanente da mudança de preço (Barclay e Hendershott, 2003, p. 1058).

Medir a contribuição ponderada do preço (WPC) permite identificar a quantidade de informação incorporada em um ativo financeiro durante um certo intervalo de tempo. De fato, o processo pelo qual novas informações são incorporadas no preço de ativos financeiros é um problema fundamental no estudo da microestrutura dos mercados (Cao et al, 2000). Barclay e Hendershott (2003) definem a contribuição ponderada do preço na i -ésima sessão de negociação como

$$WPC_i = \sum_{t=1}^T \left(\frac{|\Delta P_t|}{\sum_{t=1}^T |\Delta P_t|} \right) \times \left(\frac{\Delta P_{i,t}}{\Delta P_t} \right)$$

em que ΔP_t denota a mudança do preço no dia t e $\Delta P_{i,t}$ reflete a mudança do preço na sessão i de negociação no mesmo dia. Em particular, calculamos o WPC dos contratos futuros de óleo de palma na BMD para as sessões de pré-abertura, principal e noturna, entre 6 de dezembro de 2021 e 14 de novembro de 2022 (total de 231 dias de negociação). Como resultado, obtemos que a sessão de pré-abertura contribui majoritariamente para a formação do preço, sendo responsável por 50,5%, provavelmente por acumular todas as informações acumuladas no período em que a BMD está fechada. A sessão principal tem uma participação levemente superior a um terço na mudança diária dos preços, atingindo 35,7% da contribuição, restando 13,8% da variação diária dos preços em resposta às negociações na sessão noturna.

Assim como na análise anterior, a sessão noturna aparenta ter a menor contribuição para a formação de preços entre todos os pregões. A dominância da sessão de pré-abertura está em linha com o gráfico 6, no qual percebemos em que há um pico de volatilidade e operações logo nos 30 minutos iniciais da pré-abertura.

5. CONCLUSÃO

Há diversos estudos na literatura de microestruturas dos mercados financeiros sobre o impacto da introdução de uma sessão noturna na formação de preços. Destaca-se, em especial, a análise de Barclay e Hendershott (2003), que avaliam a volatilidade fora do pregão principal da Nasdaq. Neste trabalho, investigamos a introdução da sessão noturna, a partir de 6 de dezembro de 2021, na Bolsa de Valores da Malásia (BMD). Em particular, avaliamos seu impacto no contrato futuro de referência de óleo de palma bruto (FCPO) por conta de sua relevância na economia tanto local como global.

Nossos resultados empíricos indicam que a introdução da sessão noturna no final de 2021 teve baixo impacto sobre a volatilidade diária dos preços futuros de óleo de palma. Já a análise de contribuição ponderada de preço mostra que a sessão noturna responde por apenas 13,8% da variação diária dos preços. Em contraste, a sessão principal de negociação explica 35,6% dessa variação, enquanto a sessão de pré-abertura por um pouco mais da metade. Em resumo, em linha com a literatura existente, nossas evidências indicam um papel limitado para a sessão noturna de negociações na BMD.

6. REFERÊNCIAS

- BAI, Jushan; Pierre PERRON. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. **Econometrica**, v. 66, n. 1, 1998, pp. 47–78.
- BARCLAY, Michael J.; HENDERSHOTT, Terrence. Price Discovery and Trading After Hours. **Review of Financial Studies**. v. 16, Issue 4, October 2003.
- BOGOUSSLAVSKY, Vincent; COLLIN-DUFRESNE, Pierre. Liquidity, volume, and order imbalance volatility. **Journal of Finance**, 2023+.
- BURSA MALAYSIA DERIVATIVES. **After-Hours Trading**. [S.I.] [2021]. Disponível em https://www.bursamalaysia.com/trade/our_products_services/derivatives/after-hours_trading>. Acesso em 9 de abril de 2022.
- BURSA MALAYSIA DERIVATIVES. **Crude Palm Oil Futures (FCPO)**. [S.I.] [2021]. Disponível em https://www.bursamalaysia.com/trade/our_products_services/derivatives/commodity_derivatives/crude_palm_oil_futures>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- CAO, Charles; GHYSELS, Eric; HATHEWAY, Frank. Price discovery without trading: Evidence from the NASDAQ pre-opening. **Journal of Finance**. v. 55, Issue 3, June 2000.
- CHEN, Chun-Hung; YU, Wei-Choun; ZIVOT, Eric. Predicting stock volatility using after-hours information: Evidence from the NASDAQ actively traded stocks. **International Journal of Forecasting**. v. 28, Issue 2, 2009.
- CORSI, Fulvio. A simple approximate long-memory model of realized volatility. **Journal of Financial Econometrics**, v. 7, Issue 2, pp. 174–196, 2009.
- GARETH, James; WITTEN, Daniela; HASTIE, Trevor, TIBSHIRANI, Robert. **An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R**. New York, Springer, 2013.
- HARON, Razali; AYOJIMI, Salami Mansurat. Malaysian Crude Palm Oil Market Volatility: A GARCH approach. **International Journal of Economics and Management**. 2015.
- JOSEPH, Kishore; GARCIA, Philip. Intraday market effects in electronic soybean futures market during non-trading and trading hour announcements. **Applied Economics**. v. 50, pp. 1188–1202, 2018.
- RAHMAN, Nik Muhammad Naziman Ab; NAWI, Abdol Samad; NAZIMAN, Yusrina Hayati Nik Muhd. The price discovery of the Malaysian Crude Palm Oil Futures Market. **Journal of Applied Finance e Banking**. v. 2, Issue 4, 2012.

REUTERS, **CME defends turf with expanded grain trading hours**, 2012. Disponível em <https://www.reuters.com/article/markets-cbot-hours-idUSL1E8GL3KL20120521>;>. Acesso em 15 de maio de 2022.

REUTERS, **Indonesia's palm oil export ban leaves global buyers with no plan B**, 25 April 2022. Disponível em <https://www.reuters.com/business/indonesias-palm-oil-export-ban-leaves-global-buyers-with-no-plan-b-2022-04-25/>;>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution Statistics Service**. [S.I.] [2022]. Disponível em <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> >. Acesso em 9 de abril de 2022.

ZHU, Xuehong; ZHANG, Hongwei; ZHONG, Meirui. Volatility forecasting using high frequency data: The role of after-hours information and leverage effects. **Resources Policy**. v. 54, 2017.