

O MERCADO FUTURO DE CAFÉ E SUA INFLUÊNCIA SOBRE OS PREÇOS FÍSICOS

*Marcos Vinicius Onika Nastri **
*Prof. Marcos Antonio Canhada ***

* Bacharelado em Ciências Econômicas pela Universidade de Sorocaba (Uniso).
E-mail: 00112005@uniso.br.

** Orientador do trabalho: Professor do Curso de Ciências Econômicas da (Uniso).
E-mail: marco.canhada@prof.uniso.br.

Recebido em: 27 de outubro de 2025. Avaliado em: novembro de 2025

RESUMO

Este estudo investigou como as negociações do mercado futuro da *commodity* café influenciaram a volatilidade dos preços físicos no período de 2020 a 2024. O objetivo geral foi estudar o mercado futuro do café e compreender as variáveis que influenciam a formação de preços. Os objetivos específicos buscaram analisar a relação entre preços futuros e sua influência na volatilidade dos preços físicos, além de verificar se a liquidez do mercado futuro afeta as flutuações de preços. A metodologia empregou o Teste de Causalidade de Granger e modelos ARCH/GARCH aplicados aos dados diários do Indicador do Café Arábica do Cepea/Esalq e do contrato *Coffee "C" Futures* da *ICE Futures U.S.*. O estudo utilizou dados de 2020 a 2024. Os resultados confirmaram as hipóteses da pesquisa, evidenciando causalidade unidirecional dos preços futuros para os preços físicos, demonstrando que o mercado futuro possui capacidade preditiva sobre o mercado físico. A hipótese sobre liquidez também foi confirmada, pois não foi identificada relação significativa entre volume de negociação e preços, corroborando que o efeito estabilizante da especulação ocorre independentemente da liquidez. Os modelos GARCH revelaram coeficientes de persistência para o mercado físico e para o mercado futuro, indicando maior persistência de volatilidade no mercado doméstico. O estudo contribui para o entendimento das dinâmicas entre mercados futuros e físicos no setor cafeeiro brasileiro.

Palavras-chave: café; mercado futuro; preço; especulação; causalidade; volatilidade.

THE COFFEE FUTURE MARKET AND ITS INFLUENCE ON SPOT PRICES

ABSTRACT

This study investigated how coffee futures market trading influenced spot price volatility from 2020 to 2024. The general objective was to study the coffee futures market and understand the variables that influence price formation. The specific objectives sought to analyze the relationship between futures prices and their influence on spot price volatility, as well as to verify whether futures market liquidity affects price fluctuations. The methodology employed the Granger Causality Test and ARCH/GARCH models applied to daily data from the Arabica Coffee Indicator by Cepea/Esalq and the Coffee "C" Futures contract from ICE Futures U.S.. The study used data from 2020 to 2024. The results confirmed the research hypotheses, evidencing unidirectional causality from futures prices to spot prices, demonstrating that the futures market has predictive capacity over the spot market. The hypothesis about liquidity was also confirmed, as no significant relationship was identified between trading volume and prices, corroborating that the stabilizing effect of speculation occurs regardless of liquidity. GARCH models revealed persistence coefficients for the spot market and for the futures market, indicating greater volatility persistence in the domestic market. The study contributes to understanding the dynamics between futures and spot markets in the Brazilian coffee sector.

Keywords: coffee; future market; price; speculation; causality; volatility.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo aborda tematicamente o mercado financeiro de capitais, com foco na especulação e na formação dos preços do café. O problema abordado neste artigo é: como as negociações do mercado futuro da *commodity* café influenciaram a volatilidade dos preços físicos, no período de 2020 a 2024.

Este artigo tem como objetivo geral estudar o mercado futuro da *commodity* do café e entender as variáveis que influenciaram o preço do mercado futuro. Em relação aos objetivos específicos, visa analisar a relação entre o preço do mercado futuro e seu impacto na volatilidade do preço físico do café e verificar se a liquidez do mercado futuro tem efeitos na flutuação do preço.

Em consonância com essa perspectiva, analisa-se a hipótese de Bohl; Sulewski (2019), em que a especulação financeira tem um efeito estabilizante nos preços das *commodities*, contribuindo para a diminuição da volatilidade. Esse efeito estabilizante ocorre independentemente da liquidez do mercado. Dessa forma, a especulação financeira atua suavizando as flutuações dos preços, auxiliando na absorção dos choques externos e proporcionando maior estabilidade no mercado.

Quanto à delimitação do estudo, a pesquisa apresenta limitações na análise dos preços do café, delimitando-se à análise dos preços do café arábica nos anos de 2020 a 2024. A análise do mercado futuro do café considera exclusivamente o contrato *Coffee "C" Futures* da bolsa de futuros *ICE Futures U.S.*, enquanto os preços do café físico serão coletados da base de dados disponibilizada pela Cepea/Esalq.

Essa pesquisa contribui para a ampliação dos estudos sobre o comportamento dos preços do café, uma *commodity* que possui alta demanda nacional e internacional. A análise da relação entre o mercado futuro e os preços físicos do café pode contribuir para o aprimoramento das estratégias de comercialização adotadas por produtores brasileiros. O trabalho também é relevante para a análise e formação dos preços no mercado futuro por parte dos especuladores. De forma indireta, esse trabalho traz relevância para todos os consumidores de café.

Para esse trabalho, foi utilizado o método técnico de pesquisa documental, no qual trabalhamos com dados coletados em bancos de dados e tabelas estatísticas de fontes primárias. A população deste projeto compreende os dados diários dos preços do café físico no Brasil e do mercado futuro internacional no período de 2020 a 2024, sem

utilização de amostra, pois foi analisada a totalidade destes dados. Ademais, a análise dos dados foi conduzida por meio do método hipotético-dedutivo, que busca formular e testar hipóteses para explicação dos fenômenos observados, associado a métodos estatísticos para realização de testes econométricos, tais como o Teste de Causalidade de Granger para avaliar a capacidade preditiva entre variáveis, além dos testes ARCH e GARCH para análise da volatilidade.

Por fim, este artigo está dividido em sete seções, a contar a introdução como sendo a primeira; a segunda contém o arcabouço teórico, no qual se descrevem os principais conceitos sobre o mercado financeiro e de capitais, o mercado futuro, a *commodity* do café e os métodos econométricos a serem trabalhados; a terceira seção apresenta a coleta de dados; a quarta seção aborda a metodologia econométrica utilizada; a quinta seção, a análise dos resultados obtidos dos testes econométricos; a sexta seção aborda as conclusões obtidas a partir da pesquisa; por último, a sétima seção apresenta as referências utilizadas ao longo do estudo.

2 ARCABOUÇO TEÓRICO

Para Assaf Neto (2014), a volatilidade é uma medida estatística de dispersão, ela é visualizada na frequência e na intensidade em que os preços sofrem variações. Um mercado tem sua volatilidade determinada com base na variação dos seus preços. Um ativo volátil apresenta grandes oscilações em seus preços, tanto para altas quanto para quedas, em curtos períodos.

No aspecto que tange à liquidez, de acordo com Assaf Neto (2014), a liquidez é a velocidade e a facilidade com que determinado ativo consegue se tornar dinheiro, ou caixa, sem que exista perda de valor nessa transformação.

Para caracterizar o que é *commodity*, Romeu (2014) determina a *commodity* como toda mercadoria que, independentemente de quem a produziu ou do seu local de origem, tem as mesmas características e especificações. O preço dessas mercadorias é determinado pelo mercado, sendo influenciado pelas variações de oferta e demanda, conforme os princípios da economia clássica.

No âmbito nacional, o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), que faz parte do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), unidade da Universidade de

São Paulo (USP), na cidade de Piracicaba, é responsável por fazer a coleta, análises e disseminação de diversos indicadores econômicos voltados para o agronegócio brasileiro, como a produção e divulgação dos preços da *commodity* do café. Tem a missão de gerar conhecimento científico que contribua para o desenvolvimento da sociedade brasileira em geral, com foco especial nos agentes das cadeias produtivas de alimentos. (Cepea, 2025b).

Em âmbito internacional, a *ICE Futures U.S. (Intercontinental Exchange Futures U.S.)* é uma bolsa de valores norte-americana especializada na negociação de contratos futuros e de opções de *commodities*, como café, cacau, algodão e suco de laranja. Reconhecida globalmente, a *ICE* oferece infraestrutura para a formação de preços e gerenciamento de risco no comércio internacional de *commodities* agrícolas e financeiras. (ICE, 2025a).

Em relação ao mercado financeiro, para Assaf Neto (2014), tem a finalidade de promover o encontro dos poupadores de recursos e os tomadores desses recursos, permitindo a transferência de capital com taxas e custos mínimos e com o menor nível de risco possível.

Acerca de mercados futuros, Bodie; Kane; Marcus (2015) descrevem que mercados futuros são contratos de compra e venda de uma *commodity* a um preço já determinado entre as partes, chamado de preço futuro. O contrato futuro determina a entrega do bem negociado na data de vencimento, mas, na maioria das vezes, as partes fazem a liquidação do contrato antes da data de vencimento, ficando com o lucro ou prejuízo da operação. O indivíduo que assume uma posição comprada (*long*) compromete-se a adquirir a *commodity* na data de vencimento do contrato, em contrapartida, o indivíduo que assume a posição de venda (*short*) compromete-se a vender a *commodity* na data de vencimento do contrato. Toda a negociação é padronizada por uma bolsa de futuros centralizada, que determina o tamanho do contrato, a data de vencimento, as características da *commodity* e a possibilidade de liquidação financeira, fatores que contribuem para a maior liquidez desse mercado.

Sob a perspectiva do mercado futuro, o preço de um ativo nele negociado tem seu preço atrelado ao prêmio de risco ao se assumir uma posição no contrato, seja ela de compra ou de venda. O especulador vai escolher sua posição se for recompensado por esse risco. Dessa forma, se uma *commodity* apresenta um risco sistêmico negativo, é

esperado que os preços futuros desse ativo sejam superiores ao preço do mercado físico; se o risco sistêmico for positivo, o inverso é esperado. (Bodie; Kane; Marcus, 2015).

No que se refere aos agentes do mercado futuro, segundo Hull (2016), é possível fazer a caracterização de três diferentes tipos de investidores: *hedgers*, especuladores e arbitradores.

Ainda de acordo com Hull (2016), os *hedgers* buscam, por meio do mercado futuro, se proteger de possíveis variações dos preços da *commodity* quando assumem uma posição no mercado futuro, seja ela de compra ou venda. O *hedge* de venda é usado quando o investidor em questão possui o produto negociado e decide se proteger de uma possível queda nos preços do ativo, assumindo o risco de uma possível alta nos preços e, conseqüentemente, uma diminuição dos seus lucros. O *hedge* também pode ser usado na posição comprada, ele é usado quando o *hedger* tem a intenção de possuir o produto na data de vencimento, sendo utilizado para se proteger de uma alta nos preços, dessa forma, ele assume os riscos de uma queda dos preços. Em resumo, o *hedge* é usado para evitar surpresas na variação dos preços.

Em relação ao especulador, segundo Assaf Neto (2014), trata-se de um participante do mercado futuro que faz operações de curto prazo visando somente a obtenção de lucro pela diferença entre o preço de compra e de venda, sem interesse comercial do bem negociado. O especulador possui importância no mercado, pois aumenta a liquidez e assume os riscos de contratos futuros, de certa forma ajuda os *hedgers* que buscam, por meio do mercado futuro, diminuir os riscos de perda pela variação dos preços.

Os arbitradores são o terceiro grupo participante dos mercados futuros; são investidores que fazem uso da arbitragem, que envolve garantir o lucro a risco zero, fazendo acesso simultâneo ao fechamento de dois ou mais mercados. De forma resumida, o arbitrador compra um ativo X em uma bolsa e vende esse mesmo ativo X em outra bolsa, ficando com o lucro obtido na diferença dos valores negociados. Na prática, não existem muitas oportunidades para esse tipo de operação, uma vez que elas são ajustadas pela lei da oferta e demanda. (Hull, 2016).

No tocante à especulação financeira, Assaf Neto (2014) determina como especulação financeira as operações financeiras de compra e venda de ativos no curto prazo, aproveitando as oportunidades geradas pelo mercado. Essas oportunidades são atreladas às expectativas e previsões do mercado, sejam essas operações a favor ou contra

as tendências do mercado. O investidor que utiliza a especulação financeira aceita assumir um risco maior que os investidores tradicionais.

Para Friedman (1953), a especulação financeira traz um aspecto estabilizante nos preços, uma vez que os especuladores, ao fazerem as previsões dos fatos futuros, poderiam antecipar os movimentos do mercado, dessa forma suavizando o mercado. Além do fato de que, se a especulação fosse perpetuamente desestabilizadora, os especuladores, na sua média, perderiam dinheiro, o que, para Friedman, é improvável.

Para avaliar a relação entre as variáveis, a análise será realizada com base nos conceitos e testes estatísticos abordados a seguir.

O teste de causalidade de Granger consiste em analisar se uma variável antecipa movimentos de outra, utilizada em séries temporais. De forma que uma variável X Granger-cause a variável Y, os valores passados de X ajudam a prever os valores futuros de Y, além das informações já contidas nos próprios valores passados de Y. (Gujarati; Porter, 2011).

A heterocedasticidade, para Gujarati; Porter (2011), ocorre quando a variância dos erros em uma série temporal não é constante ao longo das observações. Em vez de apresentar uma dispersão homogênea (homocedasticidade), os resíduos variam em intensidade dependendo do nível de determinada variável ou ao longo do tempo. Esse problema é especialmente comum em séries temporais financeiras, nas quais períodos de grande instabilidade apresentam erros mais dispersos, enquanto períodos estáveis exibem erros menos dispersos. Do ponto de vista econométrico, a presença de heterocedasticidade não torna os estimadores viesados, mas os torna ineficientes, afetando os testes de hipóteses e intervalos de confiança, já que as variâncias estimadas dos coeficientes deixam de ser confiáveis. Por isso, em situações em que a heterocedasticidade é sistemática, recorre-se a modelos específicos, como os ARCH (heterocedasticidade condicional autorregressiva) e GARCH (heterocedasticidade condicional autorregressiva generalizada), que permitem modelar e prever a variância condicional, em vez de tratá-la como constante.

O modelo ARCH descreve a variância condicional como função dos erros passados. Esse modelo é aplicado para capturar o comportamento de heterocedasticidade condicional em séries financeiras, refletindo o impacto de choques anteriores sobre a volatilidade atual. Sua principal aplicação está na previsão de volatilidade e na análise de riscos, servindo de base para a formulação do modelo GARCH. (Gujarati; Porter, 2011).

O modelo GARCH é aplicado na análise de séries temporais financeiras para modelar a volatilidade condicional. Sua utilidade está em permitir que a variância no período atual dependa de choques passados e da própria volatilidade anterior, captando o fenômeno de agrupamento de volatilidade. Por essa razão, é amplamente utilizado na mensuração de risco, previsão de variabilidade de preços e avaliação de impactos de eventos externos sobre os mercados. (Gujarati; Porter, 2011).

3 COLETA DE DADOS

Os dados referentes ao preço físico do café arábica foram obtidos por meio do Indicador do Café Arábica do Cepea/Esalq, amplamente utilizado como referência para o mercado brasileiro e internacional. O indicador considera o café arábica tipo 6, bebida dura para melhor, bem-preparado, com até 86 defeitos por amostra de 300 gramas, e reflete negócios realizados no mercado de lotes. (Cepea, 2025a).

A unidade de medida utilizada é a saca de 60 kg, sendo os preços originalmente cotados em reais e posteriormente convertidos para dólar com base na taxa de câmbio comercial de venda, registrada diariamente às 16h30. (Cepea, 2025a).

O indicador é calculado considerando operações no posto de São Paulo (capital), com a inclusão do custo do frete a partir das regiões produtoras. As principais regiões de referência são: Cerrado Mineiro, Sul de Minas Gerais, Mogiana (SP), Garça (SP) e noroeste do Paraná, todas ponderadas de acordo com a relevância de sua produção, medida pelo volume informado pelo IBGE, atualizado no primeiro dia útil de cada safra. (Cepea, 2025a).

Quanto ao tratamento estatístico, o Cepea aplica um critério de consistência que exclui do cálculo da média os valores situados fora do intervalo de dois desvios-padrão em relação à média da amostra. Para negócios a prazo, adota-se a taxa CDI como referência para desconto (anteriormente, utilizava-se a NPR). O indicador considera ainda os preços efetivamente praticados. (Cepea, 2025a).

A coleta dos preços é realizada por meio de consultas diárias a cooperativas, corretores, torrefadores e exportadores, o que garante representatividade e confiabilidade ao indicador. Os dados são disponibilizados com periodicidade diária e apresentam histórico contínuo desde setembro de 1996, o que reforça sua relevância como fonte consolidada de informação de mercado. (Cepea, 2025a).

Os dados referentes ao preço futuro do café foram obtidos a partir do contrato *Coffee “C” Futures*, negociado na *ICE Futures U.S.*, reconhecido como o principal *benchmark* internacional para o café arábica. Esse contrato foi escolhido por sua elevada liquidez e pela ampla participação de agentes internacionais, o que o torna referência tanto para operações de *hedge* quanto para a formação de preços no mercado físico global. Além disso, por se tratar de um contrato amplamente utilizado por exportadores, importadores, torrefadores e investidores institucionais, sua dinâmica de preços reflete de forma consistente as condições do mercado internacional de café. (ICE, 2025b).

O contrato *Coffee “C” Futures* estabelece a negociação de 37.500 libras-peso de café arábica verde, o que equivale aproximadamente a 285 sacas de 60 kg. A cotação é realizada em centavos de dólar por libra-peso, com variações mínimas de 5/100 de centavo por libra, equivalentes a US\$ 18,75 por contrato. Os vencimentos ocorrem nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro, com liquidação mediante entrega física em armazéns licenciados pela bolsa, situados em portos estratégicos dos Estados Unidos e da Europa. O contrato também define critérios rígidos de qualidade, incluindo padrões de classificação e prova de xícara, que permitem a atribuição de prêmios ou descontos conforme a origem e as características do café entregue. (ICE, 2025b).

Além da padronização do produto, a ICE estabelece uma lista de países cujas produções são aceitas para entrega, entre eles México, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Nicarágua, Quênia, Honduras, Peru e Brasil, entre outros. Cada origem pode receber prêmios ou descontos em relação ao preço de referência, refletindo diferenças de qualidade percebidas pelo mercado. Da mesma forma, os locais de entrega, como os portos de Nova Iorque, Virgínia, Nova Orleans, Houston, Miami, Bremen/Hamburgo, Antuérpia e Barcelona, também apresentam diferenciais de preço conforme sua localização. (ICE, 2025b).

Para esta pesquisa, foram coletados os dados de preço de fechamento diário do contrato, bem como o volume de contratos negociados, variável que reflete o nível de liquidez do mercado e auxilia na análise da dinâmica de negociação. A escolha do contrato futuro com vencimento mais próximo (*nearby*) segue a prática usual de análise financeira, visto que esse contrato concentra maior número de negociações e apresenta maior liquidez, representando com maior precisão o comportamento de curto prazo do mercado. A troca para o próximo vencimento foi realizada de acordo com a metodologia empregada pela própria ICE em suas divulgações oficiais.

Ambas as séries apresentam frequência diária. Entretanto, por estarem associadas a mercados localizados em países distintos, verifica-se um pequeno desencontro de datas, ocasionado principalmente por feriados locais. Para contornar essa limitação, foi realizado um ajuste de calendário, de modo que ambas as séries compartilhem os mesmos dias de negociação, garantindo a consistência dos dados e a validade dos testes e análises econométricas.

Para que os resultados da análise sejam consistentes e comparáveis, torna-se necessário realizar ajustes metodológicos nos dados utilizados. No caso do mercado de café, observa-se uma diferença relevante entre as fontes de informação: enquanto a cotação do contrato *Coffee C Futures*, negociado na ICE, é expressa em centavos de dólar por libra-peso ($\text{\$/lb}$), as cotações do Cepea já se encontram em dólares por saca de 60 kg. Essa discrepância de unidades de medida inviabiliza uma comparação direta entre as séries, exigindo a padronização para uma mesma base. (Gujarati, 2003).

A padronização é fundamental porque evita distorções nos testes econométricos e garante que os preços representem a mesma unidade física. Sem essa conversão, análises de cointegração, causalidade ou volatilidade poderiam refletir apenas a diferença de escala entre as séries, e não as dinâmicas econômicas subjacentes. (Gujarati, 2003).

O processo de ajuste segue três etapas principais:

- A. Conversão de centavos de dólar por libra-peso para dólares por libra-peso: divide-se a cotação do contrato C por 100. Por exemplo, uma cotação de 127,10 $\text{\$/lb}$ equivale a 1,271 US $\$/lb$.
- B. Conversão de dólares por libra-peso para dólares por saca de 60 kg: considera-se que 1 libra equivale a 0,45359 kg. Dessa forma, uma saca de 60 kg corresponde aproximadamente a 132,277 libras-peso. Multiplica-se, então, o valor em US $\$/lb$ por esse fator de conversão, obtendo-se o valor em US $\$/saca$. Seguindo o exemplo, 1,271 US $\$/lb$ resulta em aproximadamente 168,07 US $\$/saca$.
- C. Cálculo do valor financeiro do contrato: cada contrato futuro de café corresponde a 37.500 libras-peso. Assim, para fins de contextualização ou análise de liquidez, pode-se multiplicar o preço em US $\$/lb$ por 37.500, resultando no valor nominal do contrato. No exemplo, o valor seria de cerca de 47.662,50 dólares.

Esse procedimento garante que as cotações internacionais e domésticas estejam expressas em uma mesma unidade de referência, viabilizando a comparação direta, bem como a aplicação de técnicas econométricas.

4 METODOLOGIA

4.1 Teste de Causalidade de Granger

O Teste de Causalidade de Granger testa se os valores passados de uma variável acrescentam poder preditivo sobre outra, além da informação contida nos próprios defasados desta última. A hipótese nula estabelece que os coeficientes das defasagens da variável explicativa são conjuntamente iguais a zero na equação da variável dependente, isto é, os passados de X não ajudam a prever Y; a rejeição dessa hipótese indica que X “Granger-causa” Y. (Gujarati, 2003).

Ainda de acordo com Gujarati (2003), o teste pode apresentar quatro casos distintos: o primeiro caso é uma causalidade unidirecional de X para Y, em que X Granger-causa Y e Y não Granger-causa X. O segundo caso é a causalidade unidirecional inversa do primeiro caso em que Y Granger-causa X e X não Granger-causa Y. Como terceiro caso, a causalidade bilateral, em que X Granger-causa Y e Y Granger-causa X. E o quarto caso é a independência, nenhuma das variáveis Granger-causa a outra.

O procedimento metodológico segue as seguintes etapas:

- A. Verificação de estacionariedade: inicialmente, aplica-se o teste de raiz unitária (como o teste de Dickey-Fuller aumentado) para cada série temporal, pois o Teste de Causalidade de Granger tradicional pressupõe que as séries sejam estacionárias. Caso as séries apresentem raiz unitária, realiza-se a diferenciação até que se atinja a estacionariedade. (Gujarati, 2003).
- B. Seleção do número de defasagens: O número ótimo de defasagens do modelo VAR é determinado por critérios de informação do modelo Akaike (AIC). (Gujarati, 2003).
- C. Estimação do modelo: com as séries estacionárias e o número de defasagens definido, estima-se um modelo de Vetores Autorregressivos (VAR), no qual todas as variáveis são tratadas como endógenas. O VAR permite capturar as inter-relações dinâmicas entre as séries, modelando cada variável como

função linear de seus próprios valores passados e dos valores passados das demais variáveis do sistema. (Gujarati, 2003).

- D. O Teste de Causalidade de Granger: o teste consiste em avaliar, por meio de testes F, se os coeficientes das defasagens de uma variável explicativa são conjuntamente nulos na equação da variável dependente. A rejeição da hipótese nula indica que a variável explicativa Granger-causa a variável dependente. O teste pode ser realizado para cada direção de causalidade entre as variáveis do sistema. (Gujarati, 2003).

4.2 ARCH E GARCH

Conforme descrito por Gujarati (2003), as séries temporais financeiras frequentemente apresentam o fenômeno conhecido como *volatility clustering* (agrupamento de volatilidade), no qual períodos de alta volatilidade são seguidos por outros períodos de alta volatilidade, e períodos de baixa volatilidade são seguidos por períodos de baixa volatilidade. Este padrão sugere que a variância condicional dos retornos não é constante, violando assim o pressuposto de homocedasticidade dos modelos de regressão tradicionais.

Continua Gujarati (2003) detalhando o modelo ARCH, que modela a variância condicional como uma função dos quadrados dos erros passados, sendo especificado como:

Equação média:

$$r_t = \mu + \varepsilon_t$$

Sendo: r_t o retorno do ativo no tempo t , μ a média do retorno e ε_t os erros em tempo t .

Volatilidade condicional:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2$$

Sendo: σ_t^2 representa a variância condicional no período t ; ω é a constante que reflete a volatilidade de longo prazo; α é o coeficiente que mede a resposta da volatilidade em choques passados; ε_{t-1}^2 é o termo de erro dos retornos defasados.

O modelo GARCH(p,q) constitui uma generalização do modelo ARCH, incluindo termos da própria variância condicional defasada:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Sendo: σ_t^2 representa a volatilidade no período t; ω é a constante associada à volatilidade de longo prazo; α é o coeficiente de resposta; ε_{t-1}^2 é o termo do erro heterocedástico defasado em um período; β é o coeficiente de persistência da volatilidade; σ_{t-1}^2 indica a volatilidade defasada em um período.

O coeficiente α mede o impacto que um choque passado exerce sobre a volatilidade atual, enquanto β captura a resposta da volatilidade condicional aos próprios valores passados dessa volatilidade. Assim, quanto maior for o valor em β , maior é a influência da volatilidade passada sobre a atual. Esse coeficiente é responsável por refletir o efeito de persistência da volatilidade, isto é, a tendência de que períodos de alta ou baixa volatilidade se prologuem ao longo do tempo. (Gujarati, 2003).

5 RESULTADOS

5.1 Teste de Causalidade de Granger

As três variáveis da amostragem chegaram à estacionariedade com a primeira defasagem, estacionariedade verificada pelo Teste Aumentado de Dickey-Fuller, todas chegando a um p-valor assintótico $< 0,005$, confirmando a sua estacionariedade. O número ótimo verificado para a série de dados pelo critério de Akaike é de 3 defasagens.

Os resultados alcançados pelo Teste de Causalidade de Granger estão demonstrados na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultado do Teste de Causalidade de Granger.

Direção testada	Hipótese nula (H0)	Estatística F	Decisão
Futuro → Físicos	Futuro não explica físico	7,9926	Rejeita H0
Futuro → Volume	Futuro não explica volume	0,9054	Não rejeita H0
Físicos → Futuro	Físico não explica futuro	0,8106	Não rejeita H0
Físicos → Volume	Físico não explica volume	1,3314	Não rejeita H0
Volume → Físicos	Volume não explica físico	0,1772	Não rejeita H0
Volume → Futuro	Volume não explica futuro	0,9691	Não rejeita H0

Fonte: ICE (2025b); Cepea (2025a), elaborado pelo autor.

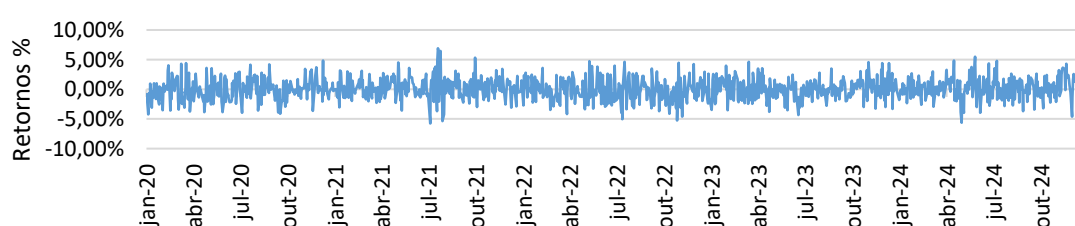
Observa-se na Tabela 1 que somente os preços futuros Granger-causa os preços físicos do café, de forma que é verificada uma causalidade unidirecional de preços futuros para preços físicos. As demais variáveis apresentaram a independência, em que nenhuma variável Granger-causa a outra.

Adicionalmente, o diagnóstico de autocorrelação conjunta dos resíduos pelo teste Portmanteau¹ indicou rejeição da hipótese nula de “resíduos sem autocorrelação” ao nível de 5% (p-valor < 0,05), evidenciando dependência serial remanescente. Esse resultado não invalida a evidência de causalidade unidirecional Futuro → Físicos, mas recomenda cautela na inferência e motiva ajustes de especificação, como a verificação específica de heterocedasticidade condicional do tipo ARCH e GARCH, a fim de capturar a dinâmica de volatilidade.

5.2 ARCH e GARCH

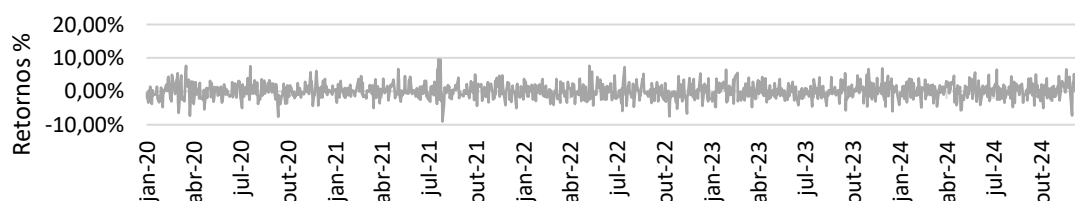
Por meio das Figuras 1 e 2 nota-se, que ambos os retornos logarítmicos dos preços do café físico e futuro apresentam *volatility clustering*, com esse efeito verificado pelos períodos de alta volatilidade e períodos de baixa volatilidade encontrados em ambas as séries.

Figura 1 - Séries de retornos dos preços físicos do café.



Fonte: Cepea (2025a), elaborado pelo autor.

Figura 2 - Séries de retornos dos preços do café futuro.



Fonte: ICE (2025b), elaborado pelo autor.

¹ Teste estatístico que serve para verificar a autocorrelação dos resíduos de um modelo.

O Teste do Multiplicador de Lagrange (LM) para a detecção de efeitos ARCH confirmou a presença de heterocedasticidade condicional em ambas as séries. Para o preço físico, a estatística LM de 48,1311 com p-valor de $3,34 \times 10^{-9}$ rejeita a hipótese nula de ausência de efeitos ARCH. Similarmente, os preços futuros apresentaram uma estatística LM de 41,6884 com p-valor de $6,81 \times 10^{-8}$, rejeitando igualmente a hipótese nula. Esses resultados justificam o uso dos modelos ARCH e GARCH.

Segue a Tabela 2 com os testes de ARCH e GARCH:

Tabela 2 – Resultado dos testes ARCH e GARCH.

Teste	ω	α	β	Persistência	Critério Akaike
ARCH - Físicos	0,00031	0,06917	-	-	-6281,506
ARCH - Futuros	0,00049	0,07901	-	-	-5706,451
GARCH - Físicos	0,00004	0,06356	0,81346	0,87702	-6300,586
GARCH - Futuros	0,00009	0,06852	0,75283	0,82135	-5723,348

Fonte: ICE (2025b); Cepea (2025a), elaborado pelo autor.

Os critérios de AIC demonstram superioridade dos modelos GARCH sobre os ARCH em ambas as séries de preços do café. Os coeficientes α_1 (sensibilidade a choques recentes) são similares entre os mercados: 0,06356 para o físico e 0,06852 para o futuro. Entretanto, os coeficientes β_1 (persistência da volatilidade passada) diferem substancialmente: 0,81346 para o físico e 0,75283 para o futuro. Esta diferença explica a maior persistência observada no mercado físico.

Todos os parâmetros estimados são estatisticamente significativos ao nível de 5%, atendendo às condições de estacionariedade necessárias para a validade do modelo. Os coeficientes apresentam sinais corretos e magnitudes economicamente interpretáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos confirmaram as hipóteses iniciais da pesquisa. A hipótese principal, que propunha um efeito estabilizante da especulação financeira nos preços das *commodities*, foi confirmada. O Teste de Causalidade de Granger demonstrou uma causalidade unidirecional dos preços futuros para os preços físicos (estatística $F = 7,9926$, rejeitando H_0), evidenciando que a especulação do mercado futuro possui capacidade

preditiva sobre o mercado físico. Este resultado indica que a especulação no mercado futuro tem influência na formação dos preços físicos.

A hipótese secundária sobre o papel da liquidez do mercado futuro como fator não determinante na flutuação dos preços foi confirmada. Os testes não identificaram relação de causalidade significativa entre o volume de negociação e os preços físicos ou futuros, corroborando exatamente a proposição da hipótese de que o efeito estabilizante da especulação financeira ocorre independentemente da liquidez.

O objetivo geral de estudar o mercado futuro da *commodity* do café e entender as variáveis que influenciam o preço do mercado futuro foi alcançado. A pesquisa identificou com sucesso a existência de uma relação de causalidade unidirecional entre os preços futuros e físicos.

Quanto aos objetivos específicos, também foram alcançados pela pesquisa. A análise entre a relação do preço do mercado futuro e seu impacto na volatilidade do preço físico do café foi atingida. Os modelos GARCH confirmaram a presença do agrupamento de volatilidade em ambas as séries, com coeficientes de persistência de 0,87702 para o mercado físico e de 0,82135 para o mercado futuro. Os resultados revelaram que o mercado físico apresenta maior volatilidade, sugerindo que choques de volatilidade têm efeitos mais duradouros no mercado doméstico.

Similarmente, o objetivo secundário de verificar a liquidez do mercado futuro e a sua influência na flutuação dos preços também foi alcançado, em que os testes de causalidade não identificaram relação significativa entre o volume negociado e as flutuações de preços, indicando que a liquidez, medida pelo volume, não exerce influência estatisticamente sobre a volatilidade dos preços no período analisado.

Do ponto de vista metodológico, este artigo contribui para a literatura econométrica aplicada ao mercado de *commodities* agrícolas, especialmente pela aplicação conjunta dos testes de causalidade de Granger e os modelos ARCH e GARCH do mercado cafeeiro.

Com base nos resultados obtidos e nas limitações deste artigo, sugere-se para estudos futuros a ampliação do horizonte temporal da análise, incluindo períodos de maior e menor estabilidade macroeconômica; análise multivariada com outros mercados de *commodities* agrícolas (soja, milho, açúcar) aplicando a mesma metodologia, verificando se os padrões encontrados são características do mercado cafeeiro ou representam características gerais do mercado de *commodities* agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. **Investimentos**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2015.
- BOHL, Martin T.; SULEWSKI, Christoph. The impact of long-short speculators on the volatility of agricultural commodity futures prices. **Journal of Commodity Markets**, Münster, Vol. 16, dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2019.01.001>. Acesso em: 12 mar. 2025.
- CEPEA - **Centro de estudos avançados em economia aplicada**. Cepea/Esalq - USP. Piracicaba, (2025a). Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/metodologia/metodologia-cafe-arabica-cepea-esalq.aspx>. Acesso em: 23 set. 2025.
- CEPEA - **Centro de estudos avançados em economia aplicada**. Cepea/Esalq - USP. Piracicaba, (2025b). Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/sobre-o-cepea.aspx>. Acesso em: 06 maio 2025.
- FRIEDMAN, Milton. **Essays in Positive Economics**. Chicago: University of Chicago Press, 1953.
- GUJARATI, Damodar N. **Basic Econometrics**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- HULL, John C. **Opções, futuros e outros derivativos**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- ICE - **Intercontinental exchange**. Nova York, (2025a). Disponível em: <https://www.ice.com/futures-us>. Acesso em: 06 maio 2025.
- ICE - **Intercontinental exchange**. Nova York, (2025b). Disponível em: <https://www.ice.com/products/15/Coffee-C-Futures>. Acesso em: 23 set 2025.
- ROMEU, Marina Campanelli. **Análise dos impactos dos especuladores nos retornos dos preços futuros das principais commodities agrícolas exportadas pelo Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/674c6bc4-67c6-481e-93d8-64bb51ee39a3>. Acesso em: 01 maio 2025.