
RESUMO

Esta pesquisa buscou entender o comportamento do preço de venda recebido pelos produtores de café arábica, na década de 2010 e início dos anos de 2020. Para tanto, recorreu-se a indicadores de séries temporais dos preços de cinco Unidades Federativas (UFs), no período de 2009-2023, investigando-se existência de quebras estruturais nas séries do preço do café dos principais mercados brasileiros, por meio do método desenvolvido por Ditzén et al. (2021), baseado em Bai e Perron (1998, 2003). Os resultados indicam a existência de cinco quebras estruturais, sinalizando que as repercuções de determinados acontecimentos históricos, inclusive ações governamentais, são capazes de possuir relação com as alterações no preço do café arábica no país.

Palavras-chave: Preço; Séries temporais; Mudança estruturais

ABSTRACT

This research seeks to understand the behavior of the selling price received by Arabica coffee producers in the 2010s and early 2020s. To this end, it utilizes time series indicators of prices from five Brazilian states (Unidades Federativas, UFs) for the period from 2009 to 2023, and investigates the existence of structural breaks in the coffee price series of the main Brazilian markets through the method developed by Ditzén et al. (2021), based on Bai and Perron (1998, 2003). The results indicate the existence of five structural breaks, suggesting that the repercussions of certain historical events, including government actions, may be related to changes in the price of Arabica coffee in the country.

Keywords: Price; Time series; Structural changes

Código JEL: Q11, C22, N56

1 Doutoranda em Economia Rural
pela Universidade Federal do Ceará
(UFC)
eucinetemenezes@gmail.com

2 Doutoranda em Economia Rural
(UFC)
laura_crlessa@alu.ufc.br

3 Doutor em Economia
(UFC)
Professor Adjunto
(UFC)
jairandrade@ufc.br

4 Doutor em Economia
(UFC)
Professor Adjunto
(UFC)
franzetabosa@ufc.br

INTRODUÇÃO

Os produtos agrícolas são geralmente comercializados como commodities, como soja, milho, trigo, café, arroz e açúcar, entre outros. Embora sejam mercadorias primárias e com pouca modificação na indústria, as commodities possuem importante papel na economia e alta e negociabilidade global. Os preços são estabelecidos em bolsas de mercadorias, por meio da compra e venda de contratos e são usualmente influenciadas por oscilações nas cotações de mercado (Araújo, 2022; Bezerra, 2023). Além disso, a formação desses preços é influenciada por diversos fatores, sendo o preço uma variável central na determinação da oferta e da demanda (Teixeira e Pinto, 2008).

O café é uma commodity tradicional e valorizada no mundo. No Brasil, a cafeicultura é relevante desde os períodos de colônia, gerando empregos, recursos e divisas, além de suas particularidades regionais. O país é o maior produtor mundial de café, seguido pelo Vietnã, Colômbia e Indonésia. O grão foi o principal produto de exportação do país durante quase 100 anos, suprindo mais da metade da demanda internacional. Em relação aos estados brasileiros, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia apresentam expressiva produção cafeeira, contudo a ocorrência de pragas, fatores climáticos adversos e a substituição das lavouras de café por outras culturas, como a soja, ou outras atividades, como a pecuária, causam oscilações consideráveis entre as safras (CONAB, 2019; 2023a), afetando o comportamento dos preços.

Além das condições climáticas, Venter, Strydom e Grove (2013) apontam cinco principais determinantes do mercado de commodities: (i) dados históricos e recentes do mercado; (ii) demanda e oferta no mercado interno; (iii) demanda e oferta internacional; (iv) condições macroeconômicas; e (v) fatores políticos. Os três primeiros fatores estão normalmente incorporados em séries temporais. Já os dois últimos são mais complexos e subjetivos, sendo geralmente acessados por meio de informações implícitas contidas em textos provenientes de notícias, redes sociais e reportagens de diferentes áreas do conhecimento (Reis Filho; Marcacini, Rezende, 2021). Nesse contexto, diversos estudos apontam que os preços das commodities podem sofrer alterações estruturais devido à dinâmica do mercado e fatores externos, como políticas governamentais e crises econômicas (Russell, Mohan e Banerjee, 2012; Hatzenbuehler, Abbott e Foster, 2016).

Portanto, a análise do comportamento das séries históricas de preços possui importante papel dentro da economia, pois todos os trâmites econômicos se relacionam aos preços. No setor agrícola, essa análise ganha ainda mais relevância devido à sua interdependência com outros segmentos da economia e às múltiplas entidades envolvidas. Em um país como o Brasil, cuja economia possui forte ligação com a agropecuária, compreender a dinâmica dos preços agrícolas é essencial. No caso do café arábica, cultura de grande importância econômica e social para o Brasil, a compreensão dos movimentos de preços é crucial para embasar a tomada de decisões dos produtores e demais agentes do mercado.

Em análises de séries temporais, frequentemente são identificadas mudanças estruturais entre variáveis dependentes e explicativas. Dessa maneira, uma forma de avaliar mudanças estruturais, sejam elas causadas por diferenças no intercepto ou no coeficiente angular, ou neste e naquele, é mediante testes de quebra estrutural (Ditzen et al., 2021). Ignorar essas quebras pode induzir a vieses nas inferências econômicas e nas previsões, induzindo a conclusões equivocadas. Assim, é crucial estudar as mudanças ocorridas no mercado do café arábica e suas consequências nos preços, visto que alterações estruturais podem influenciar significativamente a dinâmica do mercado e a competitividade do setor (León e Soto, 1997; Saenz, Alvarez e Brock, 2021). Posto ainda que as quebras podem afetar as inferências e

interpretações de modelos econôméticos, tornando essencial sua identificação e modelagem (Shikida; Paiva; Araújo Jr., 2016).

Nessa conjuntura, esta pesquisa busca responder à seguinte questão: qual o comportamento do preço de venda recebido pelos produtores de café ao longo da década de 2010 e início dos anos de 2020? Como objetivo, pretende-se analisar as quebras estruturais, identificando os principais eventos que possam estar associados. Os objetivos específicos incluem: a) testar as várias quebras em pontos de interrupções desconhecidas no período de janeiro de 2009 a março de 2023; b) identificar as datas das quebras identificadas no decorrer dos anos; e c) fazer a relação entre taxa de câmbio e preço do café. Para isso, utilizou-se o método de análise de quebras estruturais proposto por Bai e Perron (1998, 2003) e Ditzen et al. (2021), que compreende em estabelecer a ocorrência de mais de um ponto de quebra estrutural em uma data desconhecida.

Além dessa seção introdutória, o presente artigo dispõe de outras quatro seções: uma segunda destinada a informações teóricas; uma terceira voltada para a descrição dos dados e métodos utilizados; a quarta é reservada para os resultados e sua discussão e, por fim, a quinta seção reúne as considerações finais.

O MERCADO BRASILEIRO DE CAFÉ

A cafeicultura é uma das explorações agrícolas mais antigas do Brasil e se destacou no final do Século XIX. Com a expansão ocorrida nas primeiras três décadas do Século XX, tornou-se o principal produto de exportação do país, superando o açúcar e algodão (ATLAS..., 2011). Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (2020), o Brasil detém cerca de um terço da produção mundial de café sendo, liderando o mercado. As Américas comportam 57% da produção mundial, seguidas pela Ásia (30,6%). Os maiores consumidores são os Estados Unidos da América, que importam algo em torno de um terço do café cultivado no mundo, seguido da Europa (FAO, 2020).

Conforme dados do IBGE (2021), os maiores estados produtores de café no Brasil, no ano de 2021, foram: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná, produzindo 49,2 milhões de sacas (60 kg) em aproximadamente 1,8 milhão de hectares. O estado de Minas Gerais é consolidado como maior produtor do Brasil, responsável por cerca de 60% de toda a área cultivada no país. Os estados do Espírito Santo, Bahia e Rondônia possuem como foco o cultivo de café conilon, enquanto Minas Gerais, São Paulo e Paraná concentram suas produções no café arábica (CONAB, 2022). Vale ressaltar, que todos esses estados sofreram recentes intempéries climáticas, o que afetou a produção e ocasionou redução de produtividades (CONAB, 2023a).

O histórico da produção de café no Brasil está profundamente ligado ao desenvolvimento econômico do país, caracterizando-se por diversas oscilações ao longo de seu ciclo produtivo (Miranda, 2020). A cafeicultura brasileira é marcada por variações significativas de produção entre os anos, em decorrência do ciclo bienal da cultura e das adversidades climáticas. Como uma cultura perene, o café apresenta um padrão em que uma boa produção em um ano tende a exaurir a planta, resultando em menor rendimento no ano seguinte. O ciclo bienal, portanto, decorre do esgotamento da planta após um ano de colheitas intensas (Raposo, 2000). Além disso, conforme Aguiar (2004), o café é a commodity com maior volatilidade de preços entre aquelas cultivadas no Brasil.

A partir de 2005, a produção brasileira de café apresentou uma tendência de aumento sistemático, mesmo em um cenário de redução da área plantada e levando em consideração os

ciclos bienais. Esse crescimento se deveu exclusivamente ao aumento contínuo da produtividade. Segundo Frederico (2014, 2017), esse resultado é consequência da adoção de novas técnicas de produção, que têm gerado impactos positivos na produção, produtividade, competitividade e qualidade final do café. Entre os processos otimizados destacam-se: a difusão de boas práticas de colheita e pós-colheita, à industrialização e comercialização, o lançamento de materiais geneticamente superiores, o adensamento dos talhões de cultivo, a mecanização da colheita e o uso de sistemas de irrigação.

Em 2023, os preços do café arábica foram pressionados por uma combinação de fatores, como avanço da colheita nas principais regiões produtoras, a estimativa de crescimento de 15,9% da produção para o ano e a desvalorização do dólar no Brasil. Existia uma perspectiva de recuperação da oferta da commodity no segundo semestre de 2023, favorecida pelo tempo seco que impulsionou as atividades de campo. Por outro lado, os preços do Conilon permaneceram constantes no mercado interno, seguindo a valorização da commodity no mercado exterior. A estimativa de queda de 7,6% na produção brasileira de Conilon em 2023 também tem contribuído para a elevação dos preços dessa variedade (CONAB, 2023b).

Consoante com Schouchana e Miranda (2009), que realizaram estudos a partir da safra cafeeira de 2009, em média, um aumento de 1% na produção, ocasiona diminuição de 1,5% no preço do café, enquanto um aumento de 1% nos estoques finais, promovem redução de 0,8% no preço, devido ao aumento da oferta forçar a queda dos preços. Fatores como a especulação, pode ocasionar altas ou quedas nas bolsas mundiais, e os fenômenos climáticos – sobretudo, as geadas – podem causar variações de qualidade e volume de produção, e isso torna o preço do café comercializado mundialmente altamente volátil (Rego; Paula, 2012).

Nesse sentido, existem diversos estudos dedicados à análise do mercado do café, tendo o preço como a variável mais analisada. Carrasco-Gutierrez e Almeida (2013), estimaram modelos dinâmicos de defasagem distribuída, buscando prever os preços de café, como forma de auxílio para os produtores e comerciantes na tomada de decisões sobre os investimentos em tal commodity. Nos resultados da modelagem, foram identificados uma quebra estrutural nos preços reais, com particular dependência com a taxa de câmbio.

Ribeiro, Souza e Rogers (2006) empregaram um modelo de vetores autorregressivos (VAR) aplicado a séries temporais para avaliar o desempenho do preço do café à vista e futuro, no tocante aos estoques e exportações. Como conclusão, o estudo supracitado verificou que a variabilidade dos preços do café arábica brasileiro à vista e futuro está diretamente relacionada aos estoques e às exportações.

Anunciação (2022) verificou a existência de relação inversa entre o dólar americano e os preços dos contratos de café arábica, por meio de algoritmos de aprendizagem de máquina. Caixeta, Leite e Oliveira (1989) buscaram explicar os movimentos mais importantes ocorridos no cenário cafeeiro, entre 1945 e 1985, por meio da análise do comportamento do mercado internacional e nacional de café, explicitando os cenários e as políticas adotadas para o setor cafeeiro e relacionando o preço com as diversas variáveis do mercado. Os autores verificaram uma variação de preços do produto, o que ocasionou grandes flutuações de renda ao setor.

Lemos et al. (2023) utilizaram o método de análise de Box e Jenkins para verificar a trajetória dos preços e das exportações de café Brasileiro em uma série de 200 anos de observações (1821 a 2020), que foram divididos em quatro blocos de 50 anos. Como resultado, foi constatado que a cultura do café, apresentou em comum, uma desaceleração dos preços em três dos quatro períodos de 50 anos em que se dividiu a série. Os erros de previsão dos preços do café impactam os erros de previsão das exportações. Conforme os autores supracitados, tais erros

decorreram dos fatos históricos que influenciaram na demanda mundial de café, mas também dos problemas internos associados às políticas que foram direcionadas para a atividade (Lemos et al., 2023).

METODOLOGIA

Este trabalho analisa as séries de preços do café arábica (sacas) nos principais mercados do Brasil, durante o período 2009-2023, com o objetivo de precisar se nas séries apresentaram mudanças e se foram afetadas por algum evento. Nesta seção, apresenta-se os modelos aplicados para alcançar tal objetivo.

Dados e fontes de informações

Para esta pesquisa, foram apropriadas as informações do Agrolink, que disponibiliza preços do café arábica duro (tipo 6) - aquele recebido pelos produtores - de 5 Unidades da Federação (UF) no banco de dados, no período de janeiro de 2009 a março de 2023, perfazendo 171 observações. São elas: Bahia (BA), Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Paraná (PR) e São Paulo (SP). Esses mercados compreendem grande parte da produção cafeeira nacional, já que são os maiores produtores de café no Brasil. Procedeu-se à cotação mensal do preço do café em sacas (60 kg), ao passo que os valores foram deflacionados pelo índice INPC, com o período-base de março de 2023 e logaritmizados. A transformação logarítmica é, normalmente, comum na literatura econômica, uma vez que promove a suavização da variância da série. Conforme Haywood e Randal (2008), a transformação também contribui para estabilizar a variância do padrão sazonal, dado que esta se amplia com o aumento do nível da série.

Método de quebra estrutural de Bai e Perron (1998, 2003) e Ditzen et al. (2021)

As políticas econômicas e os acontecimentos de natureza exógena, tais como variações climáticas repentinas, guerras e tragédias ambientais, são passíveis de afetar as variáveis econômicas, como o preço de determinado produto de consumo doméstico. Esses eventos devem ser ponderados na modelagem econômica, porque, do contrário, significam conclusões sobre modelos estruturais distorcidos com a possível perda de seu poder preditivo.

Em uma série temporal, aquelas observações anormais que se mostram muito distantes do restante da série, são chamadas de quebras, ou *outliers*. Essas quebras também podem manifestar-se por especificações erradas das estimativas das interações entre as variáveis econômicas, a exemplo da omissão de variáveis e forma funcional do modelo estimado (Maddala; Kim, 1998).

O estudo e a avaliação das quebras estruturais estão relacionados à econometria que utiliza dados de séries temporais, e as quebras estruturais são entendidas como a existência de uma ou mais mudanças no nível, variância e/ou inclinação da série. Essas mudanças de parâmetros podem ocorrer em uma data exata ou a partir de um desenvolvimento gradual ao longo de um determinado período (Stock; Watson, 2004). O ponto de partida para a análise de quebras estruturais é o estudo desenvolvido por Chow (1960). Quando aplicado a coeficientes dos regressores, para testar a hipótese de que alguns desses coeficientes são diferentes em relação a diversas subamostras dos dados, inseriu a questão da estabilidade da série (teste de Chow).

Os testes de raiz unitária convencionais, como o Phillips-Perron (PP) e Dickey-Fuller Aumentado (ADF), não são indicados quando há quebra estrutural, porque direcionam a

resultados viesados quanto à estacionariedade ou não das séries temporais. Nessas situações, os testes mais indicados são os de raiz unitária com quebras estruturais (Enders, 1995; Maddala; Kim, 1998).

Ao longo do tempo, foram realizadas diversas metodologias e testes voltados para análise de quebras estruturais, como os testes de Brown, Durbin e Evans (1975), Perron (1989), Shin *et al.* (1996), Perron (1997), Vogelsang (1999), mas o método de quebra estrutural proposto por Bai e Perron (1998), além de mais atual, admite que as relações entre a variável dependente e as variáveis explicativas são dinâmicas ao longo do tempo (Melz *et al.*, 2014). Outrossim, a abrangência de tal metodologia admite a introdução de defasagens da variável dependente e distúrbios não esféricos – heterocedásticos e autocorrelacionados (Ferreira; Azzoni, 2011). O método de múltiplas quebras, proposto por Bai e Perron (1998) considera a existência de pelo menos uma quebra na série analisada. Dessa forma, H_0 = Ausência de quebras na série ($r = 0$); H_1 = Há pelo menos uma quebra na série ($r + 1 = 1$).

A metodologia opera de forma sequencial. Inicialmente, testa-se a ocorrência de uma quebra, buscando rejeitar a hipótese nula. Caso exista, a série analisada é automaticamente dividida em duas subamostras, a partir da data em que ocorre a quebra. Este processo se repete até a aceitação da hipótese nula, indicando que todos os pontos de quebra foram localizados. Bai e Perron (1998, 2003), consideram que modelos de regressão linear múltipla estimados por mínimos quadrados ordinários (MQO) podem apresentar m quebras, do modo como se segue:

$$Y_t = x'_t \beta + z'_t \delta_j + \mu_t \quad (1)$$

em que, em que $t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j, j = 1, \dots, m + 1, T_0 = 0$ e $T_{m+1} = T$. Neste modelo, Y_t é a variável dependente, x_t e z_t com dimensão $(p \times 1)$ e $(q \times 1)$, respectivamente, são vetores de covariáveis, β e δ_j ($j = 1, \dots, m+1$) vetores dos coeficientes e μ_t o termo de erro. As quebras estruturais (T_1, \dots, T_m) são consideradas desconhecidas. O vetor β não é sujeito a mudanças e δ_j sofre as mudanças das quebras. Conforme os referidos autores, a variância do erro (μ_t), não precisa ser constante, desde que as quebras de variância sejam coincidentes com as quebras nos parâmetros da regressão.

A partir dos preceitos do MQO, a soma dos quadrados dos resíduos (SQR) é:

$$SQR = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{t=T_{i-1}+1}^{T_i} (Y_t - x'_t \beta - z'_t \delta_i)^2 \quad (2)$$

As estimativas de β e δ_i para as m quebras (T_1, \dots, T_m) são obtidas minimizando a função SQR. Deveras, a hipótese nula será rejeitada se o valor mínimo global da soma SQR do modelo com $r + 1$ quebras for suficientemente menor do que a soma SQR ao levar em conta o modelo com r quebras. Simbolizando as quebras (T_1, \dots, T_m) por $\{T_j\}$, as estimativas obtidas são $\hat{\beta}(\{T_j\})$ e $\hat{\delta}(\{T_j\})$. Simbolizando a função SQR por $S_T(T_1, \dots, T_m)$ e substituindo os parâmetros pelas suas estimativas, são obtidas as estimativas dos pontos das quebras ($\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m$):

$$(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m) = \operatorname{argmin}_{(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m)} S_T(T_1, \dots, T_m) \quad (3)$$

A minimização da Equação (3) é feita em todas as partições de (T_1, \dots, T_m) , tais que $T_i - T_{i-1} \geq 1$. Assim, os parâmetros da regressão tornam-se as estimativas de mínimos quadrados das m quebras $\{\{T_j\}\}$, ou seja, $\widehat{\beta}_T = \widehat{\beta}(\{T_j\})$ e $\widehat{\delta}_T = \widehat{\delta}(\{T_j\})$ (Oliveira, 2022). Os intervalos entre quebras são chamados de regimes. Dessarte, em cada quebra estrutural, acrescenta-se 1 para a obtenção dos regimes. Para cada quebra estrutural, existem dois regimes, um antes e outro após a quebra. Para m quebras, há $m + 1$ regimes (Melz *et al.*, 2014).

Ditzen, Karavias e Westerlund (2021), baseados em Bai e Perron (1998, 2003), desenvolveram o comando *xtbreak*, capaz de fornecer aos pesquisadores uma caixa de ferramentas completa para analisar diversas quebras estruturais em séries temporais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, apresenta-se as estatísticas descritivas dos dados utilizados. O Gráfico 1 retrata o comportamento das séries estaduais do preço do café (em sacas de 60 kg) dos principais mercados no Brasil. Na análise da trajetória comum dos preços, é possível perceber movimentos oscilatórios semelhantes entre 2009 até 2021, e grande pico em janeiro de 2022, em que a alta do dólar frente à moeda brasileira e as condições climáticas desfavoráveis que afetam os principais polos produtores, explicam o aumento, de tal forma que houve um crescimento significativo dos preços em todos os mercados. Verifica-se, ainda, que entre o ano 2011 e o final de 2014 ocorreu leve queda de preços, que foi a principal crise do setor de café das últimas décadas.

Gráfico 1: Comportamento das principais séries estaduais do preço (em sacas) do café



Fonte: Elaborado pelos autores a partir das Cotações Agrolink (2023).

A queda dos preços do café arábica, entre 2011 e 2014, embora significativa, não resultou em uma intervenção governamental (Silva, 2018). Esse período teve preços pressionados pela alta oferta e estoques globais, crescimento lento do consumo e flutuações cambiais. No entanto, a falta de uma resposta institucional reflete a maior liberalização do mercado de café nas últimas

décadas, onde intervenções governamentais, como estoques reguladores ou políticas de preços mínimos, se tornaram menos frequentes. O setor se ajustou à nova dinâmica global, onde a oferta e a demanda regulam os preços, diferentemente das crises anteriores, que foram marcadas por mais políticas protecionistas. Segundo o Incaper (2018), o desempenho produtivo favorável também deve as ações de pesquisa, extensão rural e incentivos governamentais.

Conforme Embrapa (2014), o crescimento da cafeicultura na Bahia da década de 2010 deve-se, principalmente, à atuação da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) em cooperação com a Associação dos Produtores de Café da Bahia (Assocafé), a Cooperativa Mista Agropecuária Conquistense (Coopmac) e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb). Esses agentes viabilizaram o acesso dos cafeicultores às tecnologias em relação a pesquisas em práticas conservacionistas, a variedades adaptáveis para a região e à implementação de sistemas de irrigação.

Segundo Frederico (2012), a cafeicultura baiana é caracterizada por grandes propriedades, impulsionadas por investimentos de grupos empresariais, uso de irrigação, mecanização em todo ciclo da cultura, produtividade alta e baixos custos relativos à produção. Referindo-se ao oeste da Bahia, Frederico (2014) destaca que o relevo plano, as temperaturas elevadas e a grande luminosidade favorecem a produtividade. O uso intensivo de tecnologia resulta em cafés de alta qualidade, com grande parte atingindo padrões de exportação.

Frederico (2014) também aponta que o expressivo aumento da produtividade da década de 2010 no Espírito Santo deve-se aos esforços de instituições públicas de pesquisa e extensão rural, além dos governos municipais e estaduais. Segundo o autor, praticamente todos os municípios capixabas produzem café, com uma produção predominantemente familiar, que desempenha um papel importante na economia do estado.

Para Minas Gerais, o aumento da produtividade, segundo Pelegrini & Simões (2010), decorreu de uma maior assistência técnica aos cafeicultores e da difusão de tecnologias e cultivares resistentes, alinhadas às características regionais. No cerrado mineiro, a produtividade média (superior à do estado e do país) e o tamanho relativamente grande das propriedades indicam um uso intensivo de sistemas técnicos agrícolas (biológicos, químicos e mecânicos) e de capital (Frederico, 2014). Quanto à cafeicultura de montanha, o autor destaca a diversidade de sistemas técnicos presentes na região, que envolve cooperativas, órgãos estatais, centros de pesquisa e extensão rural, armazéns, corretores, transportadores, beneficiadores, certificadores, consultores, exportadores, bancos de crédito, eventos e feiras.

Em São Paulo, segundo Toledo Filho (2013), o aumento da produtividade do café está relacionado aos investimentos em tecnologia, manejo e maquinário realizados pelos produtores. O autor menciona ações como a eliminação de cafezais improdutivos, o uso de plantio adensado, a condução com poda (safra zero), a nutrição baseada em análises de solo e folha, e a irrigação em áreas com déficit hídrico. Além disso, ele enfatiza que a mecanização foi determinante para os avanços em produtividade em todo o país.

Para o Paraná, a produção de café no período de análise sofreu oscilações significativas, especialmente de 2011 a 2013, devido a fatores climáticos adversos, como secas e chuvas excessivas, além da volatilidade dos preços no mercado internacional. Após 2014, a produção começou a se recuperar, impulsionada por investimentos em tecnologias de cultivo, práticas de manejo eficientes e melhorias climáticas. O suporte técnico e iniciativas de extensão rural foram fundamentais para otimizar as práticas agrícolas, permitindo ao Paraná fortalecer sua posição como um dos principais produtores de café do Brasil.

A partir dos dados reais coletados, foi possível descrever as estatísticas descritivas na Tabela 1. É observado que Minas Gerais (MG) apresentou a maior média de preço (R\$ 754,61), seguida por São Paulo e Bahia (BA), respectivamente, enquanto o Paraná (PR) apresentou a menor média (R\$ 676,66). O desvio padrão mede a dispersão dos preços em torno da média. Os estados apresentam desvios padrões similares, com Bahia (BA) e Minas Gerais (MG) demonstrando os maiores valores (R\$ 236,67 e R\$ 244,36, respectivamente), enquanto Espírito Santo (ES) e Paraná (PR) têm os menores desvios (R\$ 221,34 e R\$ 232,37, respectivamente). Esses desvios evidenciam que, embora os preços variem significativamente ao longo do tempo em todos os estados, os preços em BA e MG apresentaram uma maior volatilidade.

Vale destacar também que as séries mostraram uma taxa de crescimento médio mensal positiva, apontando o crescimento no setor cafeeiro. Esse crescimento possuiu grande homogeneidade entre os mercados, variando de 0,32% na Bahia e Minas Gerais e de 0,34% no Paraná.

Tabela 1: Estatísticas descritivas e Taxa de Crescimento médio mensal das séries de preço (em sacas) do café arábica, 2009-2023

Séries	Observações	Média	Desvio Padrão	Min	Max	Tx. Cresc. Médio Mensal (%)
BA	171	731,57	236,67	436,96	1557,31	0,32
ES	171	680,44	221,34	389,13	1497,27	0,33
MG	171	754,61	244,36	433,38	1592,55	0,32
PR	171	676,66	232,37	379,25	1475,96	0,34
SP	171	748,50	243,95	418,35	1595,85	0,33

Fonte: Elaborado pelos autores.

No geral, os preços do café arábica variaram significativamente entre os estados e ao longo do tempo. Minas Gerais, um dos principais produtores de café do Brasil, apresentou os maiores preços médios, enquanto o Paraná, com a menor média de preços, foi também o estado com a maior taxa de crescimento percentual. A volatilidade nos preços foi influenciada por fatores de mercado e condições climáticas, enquanto o crescimento consistente sugere uma tendência de alta no valor do café arábica, entre 2009 e 2023.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste sequencial de múltiplas quebras estruturais nas séries de preços do café em cinco mercados brasileiros (Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Paraná) entre janeiro de 2009 e março de 2023. O teste foi realizado utilizando a abordagem de Bai e Perron (1998, 2003), que permite identificar o número e a localização das quebras sem conhecimento prévio dessas datas.

O teste sequencial revela que os preços do café nos cinco mercados brasileiros experimentaram múltiplas quebras estruturais ao longo do período de análise. O número de quebras detectado foi consistente em todos os mercados, sugerindo que fatores de natureza comum, como choques de oferta e demanda, variações cambiais, políticas agrícolas ou eventos climáticos, podem ter influenciado o comportamento dos preços de maneira generalizada. Sendo o

número máximo de quebras, conforme o teste sequencial, de $s_{max} = 5^1$, o procedimento testou a hipótese nula de ausência de quebras contra a existência de pelo menos uma, e assim por diante, rejeitando até mesmo a hipótese de quatro quebras contra cinco ou mais. O teste, portanto, sugere fortemente a presença de cinco quebras estruturais no período, com base nos valores obtidos.

Tabela 2: Teste sequencial para várias quebras em pontos de interrupção desconhecidas

Teste Estatístico de Quebras					
	<i>F</i> (1)	<i>F</i> (2)	<i>F</i> (3)	<i>F</i> (4)	<i>F</i> (5)
BA	558,42	159,35	213,94	214,31	220,09
ES	513,61	176,74	231,76	240,46	239,76
MG	600,55	110,56	143,90	146,51	150,31
SP	598,28	122,13	161,22	165,30	170,10
PR	644,31	128,36	162,75	165,36	170,62
Valores Críticos de Bai e Perron					
1%	12,29	13,89	14,80	15,28	15,76
5%	8,58	10,13	11,14	11,83	12,25
10%	7,04	8,51	9,41	10,04	10,58
Número detectado de quebras = 5					

Fonte: Elaboração própria, com os dados da pesquisa.

Além disso, o procedimento incluiu um corte de 15%, o que permitiu limitar o número máximo de pausas a cinco. Esse corte é usual para evitar um número excessivo de quebras, o que poderia gerar uma sobreinterpretação dos resultados e não captar adequadamente as mudanças mais importantes nas séries temporais de preços. A metodologia de Bai e Perron (1998, 2003) mostrou-se eficaz na detecção de múltiplos pontos de quebra sem a necessidade de informações prévias sobre o número ou a localização das quebras, permitindo uma análise robusta da dinâmica dos preços do café no Brasil.

Em conformidade com os resultados, não existem rejeições ao nível de 5%, o que sinaliza um modelo sem pausas. Isso, contudo, parece inesperável, dada a constatação de quebras relatadas tão distantes, salientando as cinco pausas. Na Tabela 3, estão demonstradas as datas estimadas para as cinco quebras estruturais identificadas. A semelhança nas datas de interrupção entre os mercados estudados indica que esses choques nos preços foram causados por fatores comuns que impactaram de maneira semelhante as regiões produtoras de café no Brasil. As quebras estruturais ocorreram em intervalos relativamente próximos entre si, destacando períodos críticos de mudanças nos preços.

Os cinco mercados apresentaram datas muito próximas para as quebras, especialmente Bahia, Espírito Santo, São Paulo e Paraná. Minas Gerais teve pequenas variações nas datas das quebras, mas o padrão geral de interrupção foi mantido. Todos os estados, exceto o Paraná, apresentaram a primeira quebra em torno de maio e junho de 2012, coincidindo com um período de aumento global nos preços de *commodities* agrícolas. Em 2012, ocorreu a grande seca que afetou diversas regiões de produtos de café, comprometendo a oferta e elevando os preços.

¹O número máximo permitido de quebras depende do comprimento mínimo das subamostras considerado e, portanto, no parâmetro de corte. O número máximo de pausas é dado pela fórmula 1-2, onde $[\cdot]$ é a menor função de interior maior. Para $\epsilon=0,15$, o permitido de quebras é 5, enquanto para $\epsilon=0,10$ é 8 e para $\epsilon=0,05$ é 18.

De acordo com Maia, Miyamoto e Garcia (2018), os choques climáticos, a secas e os incidentes, afetaram significativamente o preço do café, e as quebras estruturais de 2012 estão ligadas à seca que atingiu especialmente Minas Gerais e São Paulo, os principais produtores de café.

Tabela 3: Datas das quebras identificadas

	Estimativa de pontos de interrupção				
	1	2	3	4	5
BA	2012m5	2014m6	2016m7	2019m1	2021m2
ES	2012m5	2014m6	2016m7	2019m1	2021m2
MG	2012m6	2014m7	2016m8	2019m1	2021m2
SP	2012m5	2014m6	2016m7	2019m1	2021m2
PR	2012m4	2014m2	2016m3	2019m1	2021m2

Fonte: Elaboração própria, com os dados da pesquisa.

Além do mais, os técnicos da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2013) consideram que o volume de negócios com café manteve-se baixo, em função das chuvas que atrasaram a colheita em Minas Gerais e em São Paulo. Enquanto os analistas de mercado acreditam que a queda do preço do café arábica estava relacionada à crença de operadores da Bolsa de Nova York, em que os estoques brasileiros de café são maiores do que os divulgados pelo governo brasileiro. Já no Paraná, a quebra ocorreu em abril de 2012, possivelmente devido à antecipação do impacto da seca nas colheitas. Estudos como de Pinto *et. al* (2021) indicam que o Paraná tem sido uma região que sofreu perdas significativas em função das condições climáticas adversas nas últimas décadas.

Em meados de 2014, tem-se a segunda interrupção com uma exceção no Paraná, que apresentou a quebra em fevereiro de 2014. Esse período coincide com uma nova seca intensa, conforme descrito pelo Incaper (2016), que analisa os impactos das condições climáticas adversas de 2014 na redução da produtividade das culturas, especialmente no Espírito Santo. Os reflexos dessa crise hídrica levaram a uma alta nos preços, o que foi detectado como quebras em 2014.

No Paraná, a quebra mais precoce (em fevereiro) foi devido à vulnerabilidade antecipada ao impacto das condições climáticas. Enquanto nos demais estados foi detectada em junho nos estados da Bahia, Espírito Santo e São Paulo, e logo em seguida, em julho, em Minas Gerais. As condições climáticas e a quebra da safra brasileira de café novamente foram os principais fatores que ditaram o comportamento do mercado do café arábica neste ano. A Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) considera que foi surpreendente a alta das cotações do café, impulsionada pela seca e altas temperaturas no início de 2014, que resultaram numa quebra da safra brasileira, com grande baixa no preço do café.

A terceira quebra, ocorrida entre março e agosto de 2016, reflete os efeitos da estabilização de algumas condições climáticas e a recuperação parcial da oferta global de café após os choques de oferta de anos anteriores. No entanto, o impacto de fatores como a valorização do dólar frente ao real exerceu maior pressão sobre o preço do café no Brasil, elevando os custos de produção e exportação, conforme pontuado por Copetti, Coronel e Souza (2021).

Esses fatores macroeconômicos globais afetaram de maneira simultânea as regiões produtoras, justificando a semelhança nos dados de quebra. O Paraná, que teve uma quebra alcançada anteriormente, em março de 2016, sentiu mais cedo os impactos desses movimentos cambiais,

dada sua maior sensibilidade às condições do mercado internacional. Como a economia brasileira ainda enfrentava instabilidades políticas e econômicas, o que influenciou o comportamento dos preços. É importante destacar que a retração econômica sucedida, entre os anos de 2015 e 2016, fez a economia brasileira decrescer 3,6% em 2016, como efeito da desaceleração das *commodities*, do represamento de preços, da alta inflação e dos juros baixos. Em vista disso, o investimento no setor foi baixo, o que reduziu a produção, de tal modo ser oportuno deduzir que o preço do café subiu bastante em razão de a oferta ser menor que a demanda de consumo.

Em janeiro de 2019, todos os estados experimentaram uma quebra nos preços do café, coincidentemente todos os preços do café arábica caíram em todos os estados brasileiros, reflexo da oferta abundante e do cenário comercial internacional. A safra de 2018 foi recorde, alcançando 61,7 milhões de sacas (+37% vs. 2017) segundo a CONAB (2019), impactando os preços no ano seguinte. Além disso, as exportações cresceram 13,9% em 2019, atingindo 40,6 milhões de sacas (CECAFÉ, 2020), o que ajudou a escoar a produção, mas não impediu a pressão de baixa. O relaxamento das tensões comerciais globais também influenciou o mercado, facilitando as exportações e aumentando a oferta global de café (ICO, 2019). Essa conjuntura reforça a importância da gestão de estoques e da diversificação de mercados para evitar quedas bruscas nos preços.

Importante destacar que as mudanças nas políticas comerciais, como a guerra comercial entre EUA e China, influenciaram diversos mercados de *commodities*, inclusive o café. Assim, o período de 2018 foi difícil para os produtores, pois o preço médio anual pago aos produtores no Brasil foi o mais baixo em quatro anos em moeda local, e isso se deve ao fato de que o crescimento da demanda foi mais do que compensado por um salto na oferta de café, liderado pelo país depois de uma onda de investimentos em plantas, fertilizantes e técnicas de cultivos aprimoradas nos últimos anos encontrou condições climáticas quase perfeitas em 2018.

É possível dizer, ainda, que existiram três pontos desfavoráveis para o mercado de café em 2018: o primeiro são os fundamentos baixistas, com a ampla oferta global trazendo tranquilidade para o abastecimento, com os compradores “mandando” no mercado; o segundo aspecto foi a política interna brasileira em 2018, com eleições trazendo muita volatilidade no câmbio e incertezas; e o terceiro aspecto foi o câmbio de modo geral no mundo, com uma ampla volatilidade no dólar em meio à guerra comercial entre Estados Unidos e China. As altas do dólar contra o real e outras moedas pressionaram o café e outras *commodities* nos mercados.

A quebra de safra de café no Brasil em fevereiro de 2021 foi resultado de uma combinação de fatores climáticos adversos e impactos decorrentes da pandemia de COVID-19. Conforme apontado por Leal *et al.* (2024), condições climáticas desfavoráveis, como geadas severas e seca prolongada, afetaram negativamente a produção de café no país. Além disso, a pandemia causou rupturas nas cadeias de fornecimento e dificultou a logística de exportação, aumentando a volatilidade dos preços do café no mercado internacional.

A crise sanitária global afetou a demanda e a oferta de produtos agrícolas, provocando disruptões nas cadeias de suprimentos e gerando pressões inflacionárias em vários setores, incluindo o mercado de café. Além do mais, a quebra ocorreu em meio a um cenário de demanda externa aquecida e menor oferta em vários países produtores por conta de condições climáticas adversas, com isso o preço do café negociado no mercado bateu seu recorde histórico no final do ano de 2021. Em conformidade com a literatura, um crescimento da taxa de câmbio salienta o aumento do preço pago aos produtores de café. Devido a este fato, tem-se a Tabela 4, que mostra a relação da taxa de câmbio e o preço do grão de café, sendo fundamental para

entender como a valorização ou desvalorização da moeda afeta os preços pagos aos produtores.

Tabela 4: Relação Taxa de Câmbio e Preço do Café

	L_tcr1	L_tcr2	L_tcr3	L_tcr4	L_tcr5	L_tcr6	_cons.
BA	-106,43*	-36,84	114,48*	112,57*	124,69*	553,01*	205,81*
ES	-84,35	-67,72	119,79*	131,64*	141,43*	539,90*	175,57*
MG	-108,86*	-37,48	116,03*	111,35*	140,16*	573,57*	210,80*
SP	-107,64*	-45,67	105,07*	116,59*	144,04*	574,08*	208,04*
PR	-117,44*	-15,32	80,83*	113,57*	114,94*	540,31*	182,40*

Nota: As variáveis L_tcr1 a L_tcr6 representam o logaritmo da taxa de câmbio real em seis regimes, identificados pelo teste de quebras estruturais de Bai & Perron (2003). _cons. é o termo constante da regressão. (*) indica nível de significância estatística a 10% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa.

A Tabela 4 expõe que o mercado do café é regularmente conduzido pela taxa de câmbio. Os resultados revelam um padrão de significância negativa em algumas variáveis e um impacto positivo em outras, dependendo do estado. Os valores dos coeficientes na primeira e segunda interação preconizam efeito negativo, em todos os mercados, de tal modo que o aumento na taxa de câmbio reduz consideravelmente o preço, em decorrência do choque no período – em virtude da interação inversa com o mercado europeu. Já os coeficientes positivos nas demais interações indica efeito contrário, quando se tem um aumento no preço do café. Desse modo, a taxa de câmbio real é nitidamente uma variável significativa para o desempenho do setor cafeeiro, ao contribuir na formação do preço. Tem destaque a última quebra, ocorrida em 2021, quando, por exemplo, o aumento de 1% na taxa de câmbio defasada proporcionou um aumento de 574,08% no mercado cafeeiro de São Paulo.

Gutierrez e Almeida (2013) em seu trabalho sobre modelagem e previsão do preço do café brasileiro identificaram a dependência dos preços com a taxa de câmbio. De modo que, quando a taxa de câmbio se eleva (desvalorização do real), o produto brasileiro fica mais barato na moeda americana, ampliando assim a competitividade sem uma razão que necessariamente obedeça à lei de oferta e demanda (Figueiredo; Alves, 2021).

Em resumo, a análise da Tabela 4 demonstra que a relação entre a taxa de câmbio e o preço do café é complexa e varia de estado para estado. A maioria dos estados apresentou coeficientes negativos, indicando que um aumento na taxa de câmbio pode, de fato, resultar em preços mais altos para os produtores de café. Isso está alinhado com a literatura, que destaca a importância da valorização do dólar e da competitividade das exportações agrícolas brasileiras. Assim, a capacidade de adaptação dos produtores às variações cambiais é um fator crucial para maximizar os ganhos no setor cafeeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação sobre o comportamento dos preços do café tornou-se essencial para entender as dinâmicas do mercado, analisar a trajetória dos preços e as causas subjacentes ao aumento

significativo nos últimos anos. Este trabalho contribui para a compreender os eventos que podem levar a quebras estruturais na série de preços do café arábica.

Observou-se que os dados estimados para essas quebras nos preços do café arábica nos principais mercados do Brasil (Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e São Paulo) coincidem com eventos que estão relacionados às oscilações observadas nas séries temporais do estudo.

As quebras estruturais foram identificadas como resultado de múltiplos fatores, incluindo forças externas, o crescimento do consumo interno, o aumento das exportações, variações cambiais e condições climáticas adversas, como secas severas. A concentração da produção em determinadas regiões e períodos também se destaca como forte possibilidade de expansão para a flutuação dos preços do café arábica. Portanto, dado que a economia brasileira tem sido suscetível a esses eventos nos últimos anos, o estudo das quebras estruturais revela-se de extrema importância.

A produção de café arábica no Brasil depende de avanços tecnológicos e apoio governamental para se manter competitiva. Investimentos em pesquisa, além de previsões climáticas e econômicas, são fundamentais para garantir a rentabilidade aos produtores. A análise e previsão dos preços do café arábica ajudam os agricultores a tomarem decisões estratégicas, e neste sentido, este estudo também aponta a necessidade de medidas governamentais de controle da inflação para estabilizar o preço de produtos essenciais como o café.

Entender e prever os preços do café arábica é essencial para ajudar os produtores nas decisões estratégicas. As cotações do café no Brasil responderam bem às variações cambiais nos últimos anos, com destaque para a quebra de 2021. Os resultados do estudo mostram a importância de colaboração governamental para implementar medidas de controle da inflação, que afetam diretamente os preços de produtos básicos como o café. Embora existam outros que sirvam como referência para esta pesquisa, este trabalho servirá de base para futuras pesquisas sobre mercados emergentes do café arábica brasileiro, permitindo uma compreensão mais ampla das oscilações de preço.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Cotações**. Disponível em:

<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/cafe-arabica-tipo-6-duro-sc-60kg>. Acesso em: 10 abr. 2023.

AGUIAR, D. R. D. Agricultural futures contracts in Brazil: evolution and perspectives. In: MOURA, Altair Dias e SILVA JUNIOR, Aziz Galvão (ed.). **Competitividade do agronegócio brasileiro em mercados globalizados**. Viçosa: UFV, 2004. p. 27-52.

ALBUQUERQUE, Eucinete de Menezes. *et al.* Convergence clubs in the Brazilian beef market. **International Journal of Business Administration**, Ontario-Canadá, v. 13, n. 6, p. 79-89, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5430/ijba.v13n6p79>. Acesso em: 21 ago. 2023.

ANUNCIAÇÃO, Luiz Felipe Pereira. **Análise do impacto do dólar no preço do café arábica por meio de inteligência computacional**. 2022. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2022.

ARAUJO, Fernando Henrique Antunes de. **Análise dos preços das commodities agrícolas usando métodos de teoria da informação**. 2022. 72 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

ATLAS do espaço rural brasileiro. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 302 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263372>. Acesso em: 20 set. 2023.

BAI, Jushan; PERRON, Pierre. Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes. **Econometrica**, [S. l.], v. 66, n. 1, p. 47-78, 1998. DOI: 10.2307/2998540. Acesso em: 21 ago. 2023.

BAI, Jushan; PERRON, Pierre. Computation and analysis of multiple structural change models. **Journal of Applied Econometrics**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 1-22, 2003. DOI: 10.1002/jae.659. Acesso em: 21 ago. 2023.

BEZERRA, Antonio Marcos. **Commodities agrícolas**: análise multifractal do mercado brasileiro. 2023. 61 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Programa de Pós-Graduação em Administração, Rio Grande do Sul, 2023.

BROWN, Robert L.; DURBIN, J.; EVANS, J. M. Techniques for testing the constancy of regressions relationships over time. **Journal of the Royal Statistical Society**, [S. l.], n. 37, p. 149-172, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2984889>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CAIXETA, Glória Zélia Teixeira; LEITE, Carlos António Moreira; OLIVEIRA, Antônio Moisés. Tendências do mercado de café do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 27, n. 2, p.173-196, 1989. Disponível em: <https://revistasober.org/article/5da5909f0e8825873eba68e1>. Acesso em: 27 set. 2023.

CARRASCO-GUTIERREZ, Carlos Enrique; ALMEIDA, Fernanda Matos de Moura. Modelagem e Previsão do Preço do Café Brasileiro. **Revista de Economia**, [S. l.], v. 39, n. 2 (ano 37), p. 7-27, mai./ago. 2013.

CECAFÉ - Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. **Relatório das Exportações de café mensal - janeiro - 2019**. Disponível em: www.cecafe.com.br. Acesso em: 21 jan. 2024.

CHOW, Gregory C. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. **Econometrica**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 591-605, jul. 1960. DOI: 10.2307/1910133. Acesso em: 07 ago. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **4º levantamento do café: safra de 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe/item/19567-4-levantamento-de-cafe-safra-2022> Acesso em: 04 jul. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra de 2018. 2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe> Acesso em: 04 jul. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra de 2023. 2023a**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe> Acesso em: 04 jul. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Café: conjuntura semanal - 17/07/2023. 2023b**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/analises-do->

<mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-cafe?start=60>. Acesso em: 20 jul. 2023.

COPETTI, Leonardo Sangoi; CORONEL, Daniel Arruda; SOUZA, Adriano Mendonça. Transmissão da variação da taxa de câmbio para os preços de exportação brasileiros do café Arábica: um estudo comparativo do Dólar e do Euro. **RACEF - Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 12, n. 2, p. 18-40, 2021.

DA SILVA, Carlos Alberto Gonçalves. Previsão do preço da commodity café arábica: Uma aplicação da Metodologia Box-Jenkins. 2018. **Revista Espacios**, [S. l.], v. 39, n. 04, 2018.

DITZEN, Jan; KARAVIAS, Yiannis; WESTERLUND, Joakim. **Testing and Estimating Structural Breaks in Time Series and Panel Data in Stata**. Preprint posted online October 28, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.14550>. Acesso em: 30 jul. 2023.

ENDERS, Walter. **Applied econometric time series**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1995. 433 p.

FAO - Food and Agriculture Organization (*Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura*). **Crops and livestock products**. 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 02 ago. 2023.

FERREIRA, Tiago Toledo; AZZONI, Carlos Roberto. Arranjos institucionais e investimento em infraestrutura no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 35, p. 37-85, jun. 2011.

FREDERICO, Samuel. Expansão da fronteira agrícola moderna e consolidação da cafeicultura científica globalizada no Oeste da Bahia. **Boletim Campineiro de Geografia**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 279-301, 2012. DOI: 10.54446/bcg.v2i2.58. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-campineiro/article/view/2437>. Acesso em: 13 jun. 2023.

FREDERICO, Samuel. Globalização, competitividade e regionalização: a cafeicultura científica globalizada no território brasileiro. **GEOUSP - Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 55-70, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.81077>.

FREDERICO, Samuel. Território e cafeicultura no Brasil: uma proposta de periodização. **GEOUSP - Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 21, p. 73-101, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.98588>.

HATZENBUEHLER, Patrick L.; ABBOTT, Philip C.; FOSTER, Kenneth A. Agricultural Commodity Prices and Exchange Rates under Structural Change. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 204-224, 2016. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/44131335>.

HAYWOOD, John; RANDALL, John. Trending seasonal data with multiple structural breaks. NZ visitor arrivals and the minimal effects of 9/11. **Research report**, [S. l.], v. 8, n. 10, 2008.

ICO - International Coffee Organization. **Coffee Market Report, jan/2019**. Disponível em: www.ico.org. Acesso em: 16 set. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ICO - International Coffee Organization. **Dados históricos**. 2023. Disponível em: https://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp. Acesso em: 08 ago. 2023.

- INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Cafeicultura:** Café Conilon. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-conilon>. Acesso em: 19 set. 2024.
- LEAL, Alessandra Barbosa, *et. al.* Reflexos da pandemia da Covid-19 no agronegócio do café. Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4962>. Acesso em: 13 mar. 2025.
- LEMONS, José de Jesus Sousa. *et al.* Trajetórias das exportações e dos preços do café pelo Brasil em dois séculos. **OBSEVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 4134-4156, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n6-057. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/703>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- LEÓN, Javier; SOTO, Raimundo. Structural breaks and long-run trends in commodity prices. **Journal of International Development**, John Wiley & Sons, Ltd., v. 9, n. 3, p. 347-366, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1328\(199705\)9:3<347::aid-jid380>3.0.co;2-g](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1328(199705)9:3<347::aid-jid380>3.0.co;2-g)
- MADDALA, G. S.; KIM, I. M. **Unit roots, cointegration, and structural change**. New York: Cambridge University, 1998. 505 p.
- MAIA, Alexandre Gori; MIYAMOTO, Bruno César Brito; GARCIA, Junior Ruiz. Climate Change and Agriculture: Do Environmental Preservation and Ecosystem Services Matter?. **Ecological Economics**, Elsevier, v. 152, p. 27-39, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.013>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- MELZ, Laércio Juarez. *et al.* Determinantes da demanda internacional de carne bovina brasileira: evidências de quebras estruturais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 52, n. 04, p. 743-760, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000400007> Acesso em: 28 ago. 2023.
- MIRANDA, Rubens Augusto de. Breve história da agropecuária brasileira. In: LANDAU, Elena Charlotte. *et al.* (ed.) **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais. Brasília: Embrapa, 2020. p. 30-58.
- MORAES, Elenice da Silva; MENELAU, Almir Silveira. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de política agrícola**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 81-92, 2017.
- OLIVEIRA, Francisco Canindé Assis de. **Análise de quebra estrutural no número de casos de Covid-19 no Rio Grande do Norte**. 2022. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.
- PERRON, Pierre. Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. **Journal of Econometrics**, Elsevier, v. 80, n. 2, p. 355-385, out. 1997.
- PERRON, Pierre. The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis. **Econometrica**, [S. l.], v. 57, n. 6, p. 1361-1401, nov. 1989.
- PINTO, Larissa Fernandes Dias *et. al.* Estiagens extremas afetam a agricultura no estado do Paraná, Brasil. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 297-307, 2021. DOI: 10.15809/irriga.2021v1n2p297-307. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4123>. Acesso em: 13 mar. 2025.
- RAMOS, Hugo Ely dos Anjos. *et al.* A estiagem no ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo. **Incaper em Revista**, v. 7, p. 6-25, 2016.

RAPOSO, Luciane Reis. **Análise da relação volatilidade de preço-volume nos mercados brasileiros de futuros agropecuários**. 2000. 138 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

REGO, Bruna Reis; PAULA, Francisco Oliveira de. O mercado futuro e a comercialização de café: influências, riscos e estratégias com o uso de Hedge. **Gestão & Conhecimento**, [S. l.], v. 7, n. 1, mar./jun. 2012.

REIS FILHO, Ivan J.; MARCACINI, Ricardo M.; REZENDE, Solange O. Previsão do preço futuro de commodities agrícolas: um estudo para enriquecer séries temporais. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE - SBAI 2021. **Anais...** [S. l.], 2021.

RIBEIRO, Karem Cristina de Sousa; SOUZA, Almir Ferreira de; ROGERS, Pablo. Preços do café no Brasil: variáveis preditivas no mercado à vista e futuro. **Revista de gestão USP**, São Paulo, vol. 13, n. 1, p. 11-30. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.5700/issn.2177-8736.rege.2006.36547>. Acesso em: 13 mar. 2024.

RUSSELL, Bill; MOHAN, Sushil; BANERJEE, Anindya. Coffee Market Liberalisation and the Implications for Producers in Brazil, Guatemala and India. **The World Bank Economic Review**, [S. l.], v. 26, n. 3, p. 514-538, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/wber/lhr055>.

SAENZ, Mariana; ALVAREZ, Diego; BROCK, Gregory. Lessons from long-run (1975–2017) structural change in Colombia's coffee production. **Agricultural and Resource Economics Review**, [S. l.], v. 50, n. 2, p. 201-225, mar. 2021.

SCHOUCHANA, Félix; MIRANDA, Bruno Varella. **Os impactos da taxa de câmbio sobre o café**. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/colunas/conjuntura-de-mercado/os-impactos-da-taxa-de-cambio-sobre-o-cafe-59225n.aspx>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SHIKIDA, Cláudio; PAIVA, Guilherme Leite; ARAÚJO JR, Ari Francisco. Análise de quebras estruturais na série do preço do boi gordo no Estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, São Paulo, Brasil, v. 20, n. 2, p. 265-286, 2016. DOI: 10.11606/1413-8050/ea137759. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eco/article/view/117016>. Acesso em: 13 mar 2024.

SHIN, Dong Wan; SAKAR, Sahadeb; LEE, Jong Hyup. Unit root tests for time series with outliers. **Statistics and Probability Letters**, Elsevier, v. 30, p. 189-197, out. 1996. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3533140>. Acesso em: 30 jul. 2023.

SILVA, Carlos Alberto Gonçalves da. Previsão do preço da commodity café arábica: Uma aplicação da Metodologia Box-Jenkins. **Revista Espacios**, [S. l.], v. 39, n. 04, 2018.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. **Econometria**. 1 ed, São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2004.

TEIXEIRA, Gibran da Silva; PINTO, Pablo Aurelio Lacerda De Almeida. 2008. Análise de quebra estrutural e previsão do preço do feijão recebido pelo produtor no Brasil. In: CONGRESSO DA SOBER, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

TOLEDO FILHO, João Alves de. Cafeicultura paulista apoia evolução em tecnologia, manejo e mecanização. **Visão Agrícola**, [S. l.], n. 12, p. 97, jan./jul. 2013.

VENTER, M. M.; STRYDOM, D. B.; GROVÉ, B. Stochastic efficiency analysis of alternative basic grain marketing strategies. **Agrekon**, Taylor & Francis Journals, v. 52, n. 1, p. 46-63, mar. 2013.

VOGELSANG, Timothy J. Two simple procedures for testing for a unit root when there are additive outliers. **Journal of the Series Analysis**, Wiley Blackwell, v. 20, n. 2, p. 237-252, mar. 1999.