

Artigo Científico

EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE SOJA PARA OS PRINCIPAIS DESTINOS: UMA ANÁLISE DE PERSISTÊNCIA À CHOQUES

Juan Lucas Alves de Lima¹

Waldemiro Alcântara da Silva Neto¹

Heris Coutinho Vieira²

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG) / Programa de Pós-Graduação em Economia - PPGECON - Goiânia - Goiás / Brasil

² Universidade de Brasília (UnB) / Programa de Pós-Graduação em Economia - PPGECON - Brasília - Distrito Federal / Brasil

Resumo

O agronegócio constitui um dos setores mais relevantes da economia brasileira, tendo representado, em 2023, cerca de 24% do Produto Interno Bruto nacional. Nesse contexto, a soja destaca-se como o principal produto do agronegócio brasileiro, conferindo ao país posição de liderança na produção e na exportação mundial. Sua produção está presente em diferentes regiões do território nacional, abrangendo dezenove estados e o Distrito Federal, além de apresentar ampla inserção no mercado internacional, com exportações destinadas a 116 países. Diante da relevância econômica da soja e da posição estratégica do Brasil no comércio global, este estudo tem como objetivo analisar se as séries de exportações brasileiras para os principais destinos apresentam memória longa, isto é, se há persistência diante de choques exógenos. Para isso, adota-se uma abordagem quantitativa, com aplicação do expoente de Hurst (H), estimado por meio da estatística R/S e do método DFA, além do teste de quebra estrutural LM. Os resultados indicam que o mercado exportador brasileiro de soja pode ser considerado consolidado, uma vez que os choques identificados não afetam as exportações de forma persistente e permanente.

Palavras-chave: Memória longa. Coeficiente de Hurst. Mercado Consolidado.

Brazilian soybean exports to their main destinations: an analysis of shock persistence

Agribusiness is one of the most relevant sectors of the Brazilian economy, accounting for approximately 24% of the national Gross Domestic Product in 2023. In this context, soybean stands out as the main product of Brazilian agribusiness, positioning the country as a global leader in both production and exports. Soybean production is distributed across different regions of the national territory, covering nineteen states and the Federal District, and has a broad presence in the international market, reaching 116 importing countries. Given the economic relevance of soybean and Brazil's strategic position in global trade, this study aims to analyze whether Brazilian soybean export series to the main destination markets exhibit long memory, that is, whether they present persistence in response to exogenous shocks. Methodologically, a quantitative approach was adopted through the estimation of the Hurst exponent (H), using the R/S statistic and the DFA method, in addition to the LM structural break test. The results indicate that the Brazilian soybean export market can be considered consolidated, since the identified shocks do not affect exports in a persistent and permanent manner.

Keywords: Long memory. Hurst coefficient. Consolidated market.

Exportaciones brasileñas de soja hacia sus principales mercados de destino: un análisis de la persistencia de los choques

El agronegocio constituye uno de los sectores más relevantes de la economía brasileña, habiendo representado, en 2023, aproximadamente el 24 % del Producto Interno Bruto nacional. En este contexto, la soja se destaca como el principal producto del agronegocio brasileño, posicionando al país como líder mundial tanto en la producción como en la exportación. Su producción se distribuye en diferentes regiones del territorio nacional, abarcando diecinueve estados y el Distrito Federal, además de presentar una amplia inserción en el mercado internacional, con exportaciones destinadas a 116 países. Ante la relevancia económica de la soja y la posición estratégica de Brasil en el comercio global, este estudio tiene como objetivo analizar si las series de exportaciones brasileñas de soja hacia los principales mercados de destino presentan memoria larga, es decir, si existe persistencia ante choques exógenos. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cuantitativo mediante la estimación del exponente de Hurst (H), utilizando la estadística R/S y el método DFA, además de la prueba de quiebre estructural LM. Los resultados indican que el mercado exportador brasileño de soja puede considerarse consolidado, ya que los choques identificados no afectan las exportaciones de manera persistente y permanente.

Palabras clave: Memoria de largo plazo. Exponente de Hurst. Mercado consolidado.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.22968409>

ISSN: 2359-6252

Editor-chefe: Vinicius de Souza Moreira

Editora-adjunta: Leticia Lima Milani Rodrigues

Artigo submetido em 09 de julho de 2026 e aceito para publicação em 27 de agosto de 2026



1 INTRODUÇÃO¹

O agronegócio é um dos setores econômicos mais importantes do Brasil. Segundo o Cepea/CNA (2026), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro foi de R\$ 3,2 trilhões em 2025. Onde o ramo agrícola respondeu por cerca de 64,37% desse total e o PIB da Cadeia da soja, objeto deste trabalho, correspondeu naquele ano a 21,6% do montante do PIB do agronegócio.

Outrossim, o grão de soja é uma das principais fontes de proteína vegetal do mundo, utilizada para consumo alimentar humano e animal, o que a coloca como um dos grãos com maior produção e consumo mundial (Souza; Bittencourt, 2020). Brasil, Estados Unidos e Argentina são os maiores produtores e exportadores mundiais de soja uma vez que, juntos, correspondem a 80% da produção e exportação mundial.

Dentre os países citados acima, o Brasil é o maior produtor e exportador de soja. No ano de 2023, a produção de soja brasileira alcançou 147,38 milhões de toneladas, o que foi um recorde histórico (Conab, 2024). Além disso, essa produção está presente nas cinco grandes regiões do Brasil, em dezenove estados e no Distrito Federal. As regiões centro-oeste e Sul do Brasil são os maiores produtores de soja nacional. Os estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul são, respectivamente, os maiores produtores de soja, detentores de aproximadamente 75% da produção nacional.

Assim, aproximadamente 80% da produção desse alimento é exportada. São 116 países que compram a soja brasileira e em termos monetários, somente em 2020 o Brasil o valor transacionado chegou a US\$ 35 bilhões a partir do volume de 101 milhões de toneladas, cerca de 80% do total produzido. Parte dessa exportação já possuía destino certo, como China, Países Baixos, Tailândia, Espanha e Turquia, responsáveis por absorver grande parte das exportações naquele ano (AGROSTAT, 2021). Essas exportações contribuíram para um saldo positivo na balança comercial do agronegócio, fechando o ano de 2020 em US\$ 34 bilhões (CNA, 2021).

Diante da significativa importância da soja para a economia brasileira e de sua posição de destaque no comércio internacional, este estudo tem como objetivo analisar se as séries mensais de exportações brasileiras de soja destinadas aos principais mercados consumidores apresentam memória longa, isto é, se existe persistência dos efeitos decorrentes de choques exógenos sobre os volumes exportados. Para tanto, são analisadas séries mensais referentes ao período de janeiro de 2000 a dezembro de 2020, totalizando 252 observações para cada série.

A identificação de persistência nos efeitos dos choques permite avaliar o grau de maturidade e robustez dos mercados internacionais de exportação da soja brasileira. Nesse contexto, a ausência de persistência de longo prazo indicaria que, embora um choque exógeno possa provocar alterações nos volumes exportados, seus efeitos tendem a se dissipar ao longo do tempo, permitindo o retorno da série ao seu padrão de comportamento anterior. Esse comportamento pode ser interpretado como indicativo de mercados consolidados internacionalmente, caracterizados por fluxos comerciais relativamente estáveis e pela capacidade de absorção de perturbações externas.

A dinâmica das exportações brasileiras de soja está associada a um conjunto de fatores estruturais que contribuem para a consolidação do país no mercado internacional. Entre esses fatores, destacam-se a expansão territorial da produção, a diversificação espacial das áreas produtoras, a ampliação e a descentralização da infraestrutura de armazenagem e escoamento, bem como a existência de instituições de apoio à atividade produtiva e comercial. Esses elementos podem contribuir para aumentar a capacidade de adaptação do setor diante de choques exógenos, reduzindo a possibilidade de que seus efeitos se mantenham de forma persistente sobre os níveis de exportação.

Para a análise da persistência nas séries de exportações, será utilizado o expoente de Hurst (H), complementado pelo teste de Multiplicadores de Lagrange (LM) para identificação de possíveis quebras estruturais. O expoente de Hurst constitui uma medida amplamente empregada na análise de dependência de longo prazo em séries temporais, permitindo investigar a existência de memória longa e, conseqüentemente, a persistência dos efeitos de choques ao longo do tempo. Embora existam

¹ Trabalho apresentado no 63º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER).

diferentes procedimentos para sua estimação na literatura, este estudo empregará a estatística R/S clássica e o método DFA (Detrended Fluctuation Analysis).

A utilização conjunta dessas metodologias busca proporcionar maior robustez à análise da dinâmica das séries de exportação. Enquanto o expoente de Hurst permite avaliar a presença e a intensidade da dependência de longo prazo, o teste LM será empregado para identificar a ocorrência de quebras estruturais nas séries analisadas. A consideração das quebras estruturais é particularmente relevante, uma vez que mudanças no comportamento das séries ao longo do período amostral podem influenciar a identificação e a mensuração da memória longa, podendo levar a interpretações equivocadas acerca da persistência dos choques.

A estrutura do trabalho está organizada em etapas que contemplam, inicialmente, esta instrução, seguida pela revisão da literatura. Na seção três, tem-se a Metodologia e os dados, seguida pelos resultados e discussões e, por fim, na última as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As aplicações das séries de memória longa são utilizadas com frequência em campos como hidrologia, climatologia e economia. No Brasil, o processo de memória longa é amplamente utilizado em estudos aplicados à área econômica, em diversas metodologias desenvolvidas pela literatura nos últimos anos. As principais aplicações são na área macroeconômica, como análise de comportamento da taxa de inflação, persistência em taxas de desemprego, taxa de câmbio e mercado acionário.

O estudo realizado por Fava e Alves (1998), onde analisaram a inflação, foi pioneiro em aplicar os conceitos de memória longa nos trabalhos brasileiros no campo econômico, porém é possível destacar também os trabalhos realizados por Rebelo, Silva e Lopes (2009); Figueredo e Marques (2009, 2011); Silva e Vieira (2013) e Borges e Silva (2019) por desenvolverem trabalhos analisando a inflação brasileira. Marques e Fava (2011); Lima, Oliveira e Silva (2015) analisaram as taxas de desemprego no Brasil entre os anos de 1980 e 2002.

Por outro lado, há certa carência de estudos sobre memória longa relacionados ao agronegócio brasileiro. No mercado da soja, porém com objetivo diferente do presente trabalho, Conte, Coronel e Amorim (2016) analisaram o comportamento da volatilidade do mercado do grão, farejo e óleo de soja. Podemos destacar o trabalho realizado por Ribeiro e Silva Neto (2020), no qual os autores analisaram séries de exportação de carne, com intuito de identificar persistência nas séries. O presente trabalho busca não só inovar na área explorada, ou seja, as exportações de soja, mas também desenvolverá uma metodologia pouco utilizada nos trabalhos realizados no Brasil, por meio do expoente de Hurst.

Os estudos de memória longa surgiram quando o hidrólogo inglês Harold Edwin Hurst passou a pesquisar sobre as séries anuais dos níveis de água do rio Nilo, no Egito. O artigo apresentado por Hurst identificou que um ano de alagamento é acompanhado por um ano sucessivo de bastante alagamento, e um ano com baixo volume na bacia indicava um próximo ano com menor fluxo fluvial, indicando persistência na série. Essa persistência é indicada através do expoente de Hurst, observado nos trabalhos Hurst (1951) e Hurst et al. (1965). Ao longo do tempo, diversas metodologias foram desenvolvidas para encontrar o expoente de Hurst. Diante disso, o presente trabalho utilizará a estatística R/S (*Rescaled Range*) e DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*).

Nesse viés, baseado nos trabalhos realizados por Hurst, Benoit Mandelbrot acreditou na possibilidade de replicar a metodologia em outras áreas, e aplicou a metodologia desenvolvida por Hurst sobre memória longa, a partir de 1965, utilizando o expoente como ferramenta em seus estudos. Mandelbrot propôs a estatística R/S, ou de amplitude ajustada (*rescaled range*), como ferramenta para determinar o valor do expoente. O uso da estatística R/S para teste de memória longa em séries se popularizou devido a trabalhos realizados pelo autor, visto em Mandelbrot (1967); Mandelbrot e Wallis (1969) e Mandelbrot (1975). Ainda, Morettin (2006) afirma que, a partir da década de 1980, o tema passou a ser estudado e ter importância no campo econômico, em estudos referentes a ativos financeiros, taxa de câmbio, entre outros. Greene e Fielitz (1977) realizaram o primeiro estudo econômico utilizando a estatística R/S, aplicando-a com o objetivo de detectar a presença de memória longa no retorno de ações.

Tabak, Cajueiro e Souza (2006) mediram a evolução da memória de longo prazo da taxa de câmbio diária, isto é, real contra o dólar dos Estados Unidos, entre 1995 a 2004. Utilizando a análise R/S clássica, o trabalho identificou a persistência durante a vigência do regime de câmbio administrado e memória longa a partir da vigência do regime de câmbio flutuante. Esse estudo também apresentou evidências de presença de memória longa para as volatilidades dos retornos das taxas analisadas. Paiva et al. (2013) investigaram se as séries temporais dos retornos das principais ações do mercado brasileiro apresentam existência da memória de longo prazo. Foram estudadas ações pertencentes ao IBOVESPA entre janeiro de 2000 a fevereiro de 2012. Os autores aplicaram a metodologia baseada em cálculo do expoente de Hurst de cada ação. Os resultados indicam que todas as séries das ações possuem uma memória de longo prazo.

Adicionalmente, um conceito importante e complementar na análise de memória longa é a aplicação do teste de quebra estrutural. Esses tipos de testes possuem como objetivo principal localizar a presença de mudanças de comportamento nas séries temporais estudadas, e são usados em conjunto, com testes de detecção de memória longa em série temporal. Nesse sentido, Morettin e Tolo (2006) afirmam que algumas fontes de ruído podem comprometer a análise. É necessário que se avalie possíveis casos de quebras estruturais nessa série. Ademais, Silva e Vieira (2011) justificam que esse procedimento é necessário, pois há o risco de ser concluído um determinado nível de persistência, quando na verdade trata-se de uma quebra estrutural influenciando o resultado.

Além disso, Peron (1980) e Zivot e Andrews (1992) consideram testes de raiz unitária com quebras exógenas e endógenas avançados em relação a testes anteriores. Porém, estes possuem problemas, que podem levar a uma rejeição irreal da hipótese nula na presença de raiz unitária com quebras. Lee e Strazicich (2003) propuseram o teste LM de raiz unitária com duas quebras endógenas. As propriedades do teste LM não são afetadas por quebras na hipótese nula. A avaliação de possíveis quebras estruturais em uma série temporal é amplamente utilizado em estudos no Brasil, aplicados com frequência em conjunto com testes de detecção de memória longa.

3 METODOLOGIA E DADOS

Para a elaboração deste trabalho, os dados utilizados foram retirados do sistema Agrostat1, disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com objetivo de realizar a divulgação de estatísticas de exportação e importação brasileira de produtos agropecuários, disponibilizando dados de quantidade, fornecido em quilos, e moeda, fornecido em dólares. Foram selecionados dados mensais de volume de exportação de soja em quilos, que foram transformados para toneladas pelo autor. O período analisado foi de janeiro de 2000 a dezembro de 2020, totalizando 252 meses por país selecionado para análise. Desse modo, os países selecionados foram: Alemanha, China, Coreia do Sul, Espanha, França, Indonésia, Países Baixos e Tailândia.

A estatística descritiva dos dados de exportação para os países selecionados, isto é, Alemanha, China, Espanha, Coreia do Sul, França, Indonésia, Países Baixos e Tailândia está disponível na Tabela 3. Esses valores são correspondentes a série de exportação de soja, em toneladas, para países.

A seleção dos países para realizar a análise foi realizada seguindo dois critérios: participação nas exportações totais nos últimos 20 anos e mudança de comportamento no volume exportado para o país selecionado durante o período analisado. A Alemanha, China, França e Países Baixos são países que foram selecionados por estarem presentes no mercado nos últimos 20 anos. Alemanha e França diminuíram suas importações de soja com passar dos anos, porém ainda são grandes compradores.

A China é o principal comprador do grão desde 2005 e foi responsável por importar 60% da exportação total brasileira em 2020, e Países Baixos é o segundo maior mercado e vem aumentando a quantidade comprada de soja brasileira ano a ano desde 2000. Coreia do Sul, Espanha, Indonésia e Tailândia foram selecionadas devido a mudança de comportamento no período analisado, todos eles apresentaram crescimento nos últimos anos. Diante disso, serão realizados testes de detecção de memória longa e quebra estrutural nas séries de exportação para a seleção de países. Essa análise será realizada em três etapas:

1. A primeira etapa consiste em analisar as séries de exportação para os países selecionados, para realizar testes de presença ou não de memória longa. Para isso, serão realizados os testes

descritos na seção 4.4, ou seja, R/S clássico de Hurst e DFA. Os dois testes nos fornecem o expoente H , que determina a presença ou não de memória longa na série de exportação para os países;

2. A segunda etapa do trabalho irá aplicar testes de quebra estrutural, descrito na seção 4.5, nas mesmas séries de exportação para os países selecionados para realizar a etapa um. O teste se mostra fundamental, pois a presença de quebras estruturais na série pode influenciar no resultado obtido, e determinar a persistência diferente da realidade, ou seja, o expoente H apresentado na etapa 1 pode apresentar vies. A etapa poderá ou não apresentar quebra estrutural na série de exportação de soja para os países selecionados;

3. A terceira e última etapa consiste em reaplicar os testes de R/S clássica e DFA. Contudo, os testes devem ser aplicados em dois períodos distintos, caso a série apresente quebra estrutural. O primeiro período que os testes serão aplicados é o período inicial até o ponto onde existe a quebra estrutural na série. O segundo período consiste em aplicar os testes entre o ponto de quebra estrutural até o fim da série de exportação para os países selecionados.

No contexto, o procedimento realizado para testar se uma série temporal, Z_t , apresenta memória longa é estimar parâmetro de longa dependência. O modelo é o processo integrado fracionário:

$$(1 - B)^d(Z_t - \mu) = U_t \quad (1)$$

Desse modo, tem-se que U_t é um processo estacionário, com espectro $f_u(\lambda)$, e para qualquer número real $d > -1$, define-se o operador de diferença fracionaria.

$$(1 - B)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \binom{d}{k} (-B)^k \quad (2)$$

$$= 1 - dB + \frac{1}{2!} d(d-1)B^2 - \frac{1}{3!} d(d-1)(d-2)B^3 + \dots, \quad (3)$$

Assim,

$$\binom{d}{k} = \frac{d}{k!(d-k)!} = \frac{d!}{\prod(k+1)\prod(d-k+1)} \quad (4)$$

Desse modo, se $0 < d < 0,5$, então Z_t é estacionária com memória longa. Se $-0,5 < d < 0$, dizemos que Z_t é estacionário com memória curta.

A *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) é empregada para investigar a existência de dependência de longo prazo em séries temporais, permitindo identificar padrões de memória longa mesmo na presença de tendências locais. O procedimento consiste em transformar a série temporal em um perfil acumulado e, posteriormente, dividir esse perfil em segmentos de diferentes tamanhos. Em cada segmento, uma função de tendência é ajustada e removida, sendo calculada, em seguida, a flutuação residual da série. A relação entre a magnitude dessas flutuações e o tamanho dos segmentos é expressa por uma função de escala, cujo expoente α permite caracterizar a estrutura de dependência da série.

A interpretação do expoente α permite distinguir diferentes padrões de dependência temporal. Valores de $\alpha=0,5$ são compatíveis com uma série não correlacionada, enquanto valores de $\alpha>0,5$ indicam comportamento persistente e evidência de dependência de longo prazo, caracterizando memória longa. Por outro lado, valores de $\alpha<0,5$ indicam comportamento antipersistente, no qual movimentos em uma determinada direção tendem a ser seguidos por movimentos em direção oposta. Dessa forma, o DFA constitui um procedimento complementar à estatística R/S clássica para avaliar a presença de memória longa nas séries de exportação de soja brasileira.

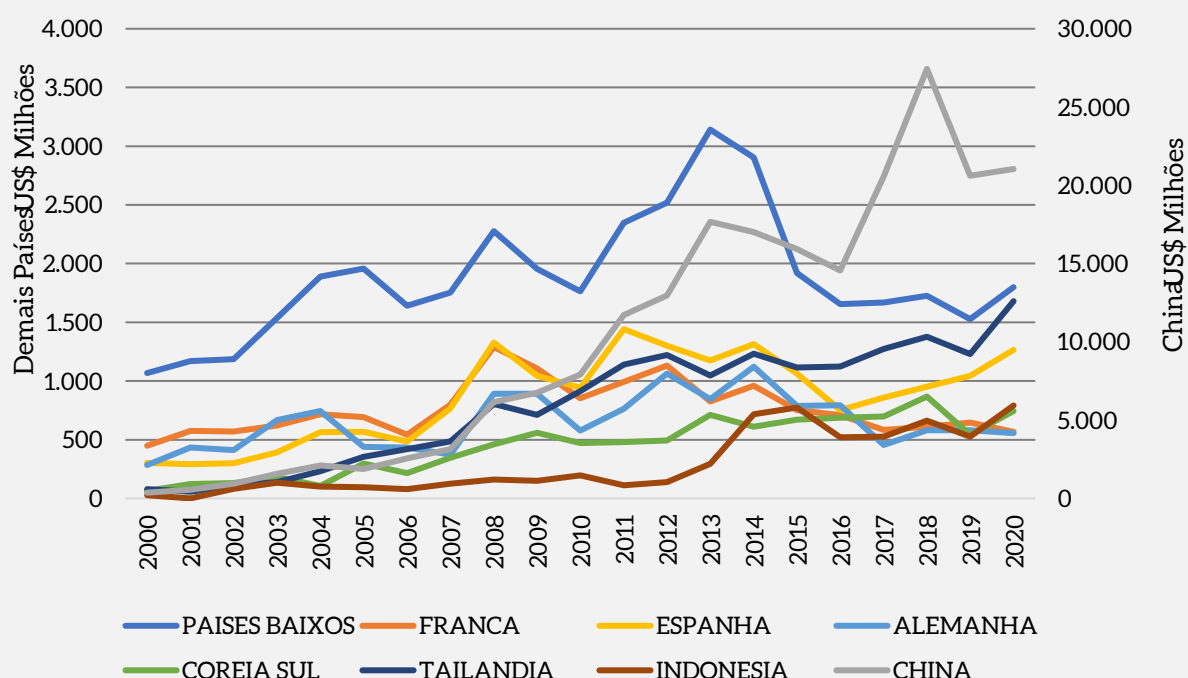
A escolha de dois testes diferentes que possuem o mesmo objetivo, isto é, encontrar o expoente H , é fundamental para confirmar a veracidade da informação fornecida. No caso do presente trabalho, é a persistência ou não da série de exportação de soja brasileira para os países selecionados. Os testes mencionados nas três etapas foram calculados nos softwares RStudio e WinRATS, em que os cálculos de R/S clássica e DFA são via RStudio e LM via WinRATS.

Foi utilizado na revisão de partes do texto, no que se refere a língua portuguesa formal e adequada a textos científicos, a ferramenta de inteligência artificial Chat GPT em sua versão GPT-5.6 Luna.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, para melhor entendimento dos resultados, a Figura 1 traz a evolução das exportações brasileiras de soja para os principais destinos (apresentados na Tabela 1). A China (eixo da direita) se destaca, em particular com forte ascensão após 2005.

Figura 1 - Exportações de soja do Brasil para principais destinos: 2000 a 2020



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Agrostat (2022).

A seleção dos mercados analisados fundamenta-se na relevância das importações de soja brasileira no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2020. Para caracterizar a importância relativa desses mercados, foram considerados tanto os valores absolutos das exportações brasileiras de soja destinadas a cada país quanto sua participação relativa no total exportado, além da posição ocupada no ranking dos principais destinos da soja brasileira. Essa abordagem permite contextualizar a representatividade dos mercados selecionados antes da análise de suas características de dependência de longo prazo.

A partir dessa seleção, procedeu-se à estimação do expoente de Hurst (H) por meio da estatística R/S clássica, com o objetivo de verificar a existência de memória longa nas séries mensais de exportação de soja brasileira destinadas aos mercados selecionados. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Expoente de Hurst derivado da estatística R/S clássica, no período de 2000 a 2020

Países	H
Alemanha	0,72
China	0,94
Coreia do Sul	0,80
Espanha	0,62
França	0,86
Indonésia	1,00
Países Baixos	0,81
Tailândia	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ou seja, são mercados consolidados internacionalmente, com um volume consistente exportado, com a presença de diversificados fluxos comerciais e perturbações nos mercados não afetam de forma persistente as exportações. A grande expansão territorial, como forma de descentralização, a existência de infraestrutura de escoamento com grande capacidade e a presença de instituições de apoio que funcionam, como a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, são fatores que explicam o fato de o choque não afetar permanente o mercado.

Indonésia e Tailândia, em contrapartida, apresentam valores 1,0, indicando que as exportações de soja para esses países sofrerão permanentemente caso aconteça choques, ou seja, é possível se inferir que os mercados ainda não são maduros e robustos.

Ao utilizar a análise DFA, uma metodologia na qual uma série temporal é caracterizada com memória longa quando o expoente possui valor $\alpha > 0,5$. Para o valor $\alpha = 0,5$, a série temporal é não correlacionada (memória curta); e para valores $\alpha < 0,5$ a série temporal não apresenta memória longa.

Tabela 2 – Resultado análise DFA

Países	DFA
Alemanha	0,73
China	0,69
Coreia do Sul	0,66
Espanha	0,56
França	0,75
Indonésia	0,76
Países Baixos	0,77
Tailândia	0,95

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse viés, a análise dos resultados obtidos por meio do cálculo DFA, na Tabela 2, observa-se que as séries temporais dos volumes de exportações de soja do Brasil, para os países selecionados, entre 2000 e 2020, apresentam valores acima de 0,5, e isso indica a presença de memória longa, ou seja, apresentam resistência a possíveis choques, indicando uma tendência de maturidade do mercado, ou seja, o mercado exportador é consolidado internacionalmente, com um volume consistente, diversificados fluxos comerciais e perturbações nos mercados não parecem afetar de forma persistente as exportações. O teste de quebra utilizado no presente trabalho foi proposto e desenvolvido por Lee e Strazicich, e foi popularizado como teste de quebra estrutural LM. O teste é

essencial para determinar com maior robustez os resultados obtidos a partir dos testes de memória longa.

Tabela 3 – Resultados do Teste LM, proposto por Lee e Strazicich (2003)

Países	Quebra
Alemanha	02/2003 e 07/2007
China	12/2011 e 01/2018
Coreia do Sul	01/2005 e 12/2014
Espanha	11/2009 e 11/2018
França	11/2002 e 10/2009
Indonésia	12/2013 e 08/2016
Países Baixos	12/2005 e 01/2011
Tailândia	11/2008 e 11/2017

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir dos dados da Tabela 3, observa-se a existência de quebras estruturais nas séries de exportações em todos os países listados. No final de 2002 e início de 2003, as cotações na bolsa de Chicago estavam em alta. A soja apresentava aumento no seu valor desde 1998. A valorização do grão ocorreu devido aos Estados Unidos apresentar baixos estoques, o aumento da demanda mundial devido a menor produção de outras oleaginosas, aumentando a dependência do mundo por soja. Unindo a maior desvalorização cambial brasileira iniciada em janeiro de 1999, motivada pela mudança de política cambial, a menor oferta e demanda aquecida, a soja se tornou um produto caro e escasso no mercado.

A temporada de 2005 foi marcada pela forte quebra de produção em algumas regiões do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul, fruto de uma seca, e valorização do real frente ao dólar, reduzindo os preços em reais, diminuindo a rentabilidade do produtor. No ano anterior, 2004, com o real desvalorizado, o plantio foi realizado sob os preços de insumos importados, resultando em custos elevados, diminuindo a rentabilidade esperada, o que levou a uma menor motivação entre produtores, afetando diretamente a produção e a exportação.

Em 2007, os preços médios da soja experimentaram uma alta de cerca de 39%, reflexo do aumento do consumo em todo mundo, principalmente da China que aumentou sua demanda em 80% frente ao ano anterior, e maior procura para atender o mercado de biodiesel, que utiliza soja como matéria prima. Ademais, houve um alinhamento com uma oferta que não conseguiu acompanhar a demanda, consequência da diminuição da oferta devido aos Estados Unidos, um dos maiores produtores de soja daquele ano, reduzirem sua área plantada para plantarem milho, ocasionando o aumento das cotações internacionais do grão.

O clima foi o principal responsável pela quebra de produção em 2009. A forte estiagem no Sul, atraso de chuvas no Centro-Oeste e distribuição irregular na região Nordeste impactaram negativamente na produção do grão, apresentando valor 4,2% menor referente ao ano anterior.

Em períodos entressafras, como ocorre no final de cada ano, as exportações de soja do Brasil normalmente caem significativamente, devido a oferta escassa. Porém, em dezembro de 2011, o Brasil exportou 1,5 milhão de toneladas, um aumento expressivo na comparação com dezembro de 2010, quando o país embarcou 20% desse total. Os responsáveis por essa excepcionalidade foram a safra recorde para o ano, e a forte demanda vinda da China, que correspondeu a 70% de toda exportação do Brasil no ano.

Essa excepcionalidade, também, foi observada na entressafra de 2014, ano em que os Estados Unidos e o Brasil tiveram grandes colheitas, auxiliando na formação de grandes estoques. Os grandes responsáveis foram a Coreia do Sul, que buscava diversificar sua dependência externa de soja da China, principal parceiro comercial do país, e dos Estados Unidos, e desvalorização cambial do real em relação ao dólar. Diante de problemas climáticos, como a seca ocorrida no Mato Grosso, a produção de

2016 rendeu prejuízo bilionário em toda a cadeia produtiva, devido a diminuição de produção. Todavia, essa quebra não foi homogênea. Enquanto alguns estados como Piauí e Mato Grosso apresentaram quebra de safra, outros aumentaram a produção e área produzida, como Distrito Federal e Pará, o que colaborou para que a produção não sofresse queda tão acentuada.

A estiagem no final de 2017 atrasou o plantio do grão, porém pouco impactou na produção do ano seguinte, que bateu recorde de produção como a maior já registrada. A grande produção, alinhada a quebra de safra Argentina causada pela seca intensa, diminuiu a produção do país vizinho em quase 40% e trouxe ao Brasil uma nova fatia de mercado, antes fornecida pela Argentina.

Por fim, observa-se que a mudança de tendência nas séries de exportação de soja pode acontecer, a partir de diversos fatores diferentes, afetando toda cadeia. As quebras estruturais identificadas em 2005, 2007, 2008, 2009 e 2016 aconteceram em anos os quais a produção brasileira teve impacto direto na produção, em razão das mudanças climáticas, diminuindo sua oferta, tornando o grão escasso, mais caro e de difícil acesso.

Porém, em outros anos com quebras detectadas, fica evidente que a participação do Brasil no mercado mundial da soja também pode acarretar mudanças no comportamento das séries de exportações. Em um mundo globalizado, as movimentações econômicas são sentidas por todos os países participantes do processo de produção e comercialização. Fatores como desvalorizações cambiais, busca por diversificação no fluxo comercial, substituição de outros grãos pela soja, diminuição de volumes produzidos e aumento da demanda foram observados nos anos 2002, 2003, 2011, 2012, 2014 e 2018, anos em que foram notadas quebras.

4.1 Reaplicação de testes após identificação das quebras estruturais

Após observar a presença de quebras nas séries de exportações de todos os países listados, apresentados na Tabela 4, novos testes de memória são realizados. Assim, tem-se os resultados apresentados na Tabela 4. Os cálculos são resultados da reaplicação dos testes R/S clássico e DFA, porém em dois períodos distintos, antes e depois de cada quebra detectada, totalizando 8 testes por país, sendo 4 por quebra.

Tabela 4 - Aplicação R/S e DFA com Quebras.

País	Quebras	R/S		DFA	
		Antes	Depois	Antes	Depois
Alemanha	02/2003	0,56	0,69	0,58	0,61
	07/2007	0,72	0,77	0,53	0,48
China	12/2011	0,78	0,68	0,62	0,55
	01/2018	0,85	0,60	0,68	0,31
Coreia do Sul	01/2005	0,48	0,71	0,25	0,53
	12/2014	0,64	0,53	0,64	0,24
Espanha	11/2009	0,66	0,53	0,55	0,28
	11/2018	0,59	0,40	0,61	0,59
França	11/2002	0,59	0,85	0,51	0,87
	10/2009	0,50	0,50	0,39	0,57
Indonésia	12/2013	0,74	0,64	0,66	0,56
	08/2016	1,00	0,65	0,69	0,44
Países Baixos	12/2005	0,63	0,68	0,50	0,51
	01/2011	0,76	0,65	0,69	0,51
Tailândia	11/2011	0,89	0,76	0,97	0,69
	11/2017	0,94	0,73	0,99	0,23

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se os resultados do teste R/S, é possível concluir que, com exceção da Indonésia e da Coreia do Sul, todos os países apresentaram valores acima de 0,5, indicando que, antes de suas respectivas quebras, as séries possuíam memória longa, não sendo afetada por qualquer choque de forma permanente. Após a ocorrência dos choques, somente a Espanha não apresentou valores suficientes para detectar a memória longa na sua série temporal. A Tabela 5 apresenta a comparação obtida via aplicação do teste R/S.

Diante desses dados, observa-se que a Alemanha e a França apresentam valores acima de 0,5 em todos os períodos analisados, indicando persistência e maturidade com esse mercado, mesmo após a presença de choques, o que confirma o resultado do primeiro teste. No período apenas a Espanha, pós-choque de 2018 apresentou valores menores que 0,50, não detectando a memória longa na série temporal.

Ademais, Indonésia e Tailândia possuem números interessantes, pois o primeiro teste, que considerou toda série temporal, mostrava que as exportações de soja para esses países podem sofrer permanentemente caso aconteça choques, ou seja, era possível inferir que os mercados ainda não seriam maduros e consolidados internacionalmente. Porém, os resultados antes e depois das quebras demonstraram a persistência a choques, pois apresentam valores menores que 1 e menores que 0,5.

Os primeiros testes DFA, sem considerar as quebras, apresentaram valores acima de 0,5 para todas as séries de exportações para os destinos selecionados, ou seja, todas séries possuem memória longa. Ao aplicar os testes de quebra, observa-se que a Alemanha, Coreia do Sul, Espanha, Indonésia e Tailândia retornaram valor menor 0,5, indicando que a série não possui memória longa, e não possui persistência a choques.

Tabela 5 - Comparação de Teste R/S

País	R/S	Quebra	R/S (Antes da Quebra)	R/S (Depois da Quebra)
Alemanha	0,72	02/2003	0,56	0,69
		07/2007	0,72	0,77
China	0,94	12/2011	0,78	0,68
		01/2018	0,85	0,60
Coreia do Sul	0,80	01/2005	0,48	0,71
		12/2014	0,64	0,53
Espanha	0,62	11/2009	0,66	0,53
		11/2018	0,59	0,40
França	0,86	11/2002	0,59	0,85
		10/2009	0,50	0,50
Indonésia	1,0	12/2013	0,74	0,64
		08/2016	1,00	0,65
Países Baixos	0,81	12/2005	0,63	0,68
		01/2011	0,76	0,65
Tailândia	1,0	11/2011	0,89	0,76
		11/2017	0,94	0,73

Fonte: Elaboração pelos autores.

A Tabela 6 traz os resultados encontrados por meio da estatística R/S de Hurst, em conjunto de dados obtidos a partir dos testes de quebra de Lee e Strazicich. Os dados confirmam a hipótese central do trabalho sobre a existência de memória longa, mesmo com a presença de quebras estruturais nas séries temporais de exportação do Brasil para Alemanha, China, Coreia do Sul, Espanha, França, Indonésia, Países Baixos e Tailândia, ou seja, há indicativos de que o Brasil possui maturidade comercial, instituições maduras e um produto capaz de suportar as oscilações e eventos adversos do mercado, mantendo o volume exportado para seus principais parceiros comerciais.

Tabela 6- Comparação das Análises DFA

País	DFA	Quebra	DFA (antes da quebra)	DFA (depois da quebra)
Alemanha	0,73	02/2003	0,58	0,61
		07/2007	0,53	0,48
China	0,69	12/2011	0,62	0,55
		01/2018	0,68	0,31
Coreia do Sul	0,66	01/2005	0,25	0,53
		12/2014	0,64	0,24
Espanha	0,56	11/2009	0,55	0,28
		11/2018	0,61	0,59
França	0,75	11/2002	0,51	0,87
		10/2009	0,39	0,57
Indonésia	0,76	12/2013	0,66	0,56
		08/2016	0,69	0,44
Países Baixos	0,77	12/2005	0,50	0,51
		01/2011	0,69	0,51
Tailândia	0,95	11/2011	0,97	0,69
		11/2017	0,99	0,23

Fonte: Elaborado pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme destacado, a soja constitui o principal produto do agronegócio brasileiro e desempenha papel central na economia nacional, ao promover renda e desenvolvimento ao longo de toda a sua cadeia produtiva, desde o cultivo até a industrialização ou a exportação. Atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior exportador mundial de soja, consolidando-se como o principal fornecedor dessa proteína vegetal ao mercado global.

O presente trabalho teve como objetivo aplicar análises de memória longa, investigando a persistência dos choques nas séries de exportações brasileiras de soja para Alemanha, China, Coreia do Sul, Espanha, França, Indonésia, Países Baixos e Tailândia, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2020. Os resultados indicaram elevada persistência e robustez dessas relações comerciais, evidenciando que se trata de mercados internacionalmente consolidados, caracterizados por volumes exportados consistentes e por fluxos comerciais diversificados. Nesse contexto, perturbações nos mercados não produziram efeitos persistentes sobre as exportações.

A ampla expansão territorial da produção, associada à descentralização das áreas produtoras, à existência de infraestrutura de escoamento com elevada capacidade e à atuação de instituições de apoio eficientes, constitui fator explicativo para a ausência de efeitos permanentes dos choques sobre o mercado. Por meio da aplicação dos testes de quebra estrutural e R/S clássico, constatou-se a ocorrência de quebras estruturais nas séries de exportações destinadas aos países selecionados, ocasionadas tanto por fatores internos quanto externos. Embora tais eventos tenham afetado o comportamento das séries em determinados pontos, não alteraram sua memória de longo prazo. Assim, confirma-se que o mercado brasileiro de soja com os países analisados apresenta-se consolidado e persistente diante de choques.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a aplicação de outros testes de memória longa, como o teste R/S modificado, desenvolvido por Lo (1991), bem como a estimação do tempo de dissipação dos choques. Sugere-se, ainda, a aplicação da metodologia aqui desenvolvida a outros grãos ou produtos igualmente relevantes para a economia brasileira, como o milho e o minério.

REFERÊNCIAS

- BORGES, Gustavo Mapeli; SILVA, Cleomar Gomes da. Uma análise do dilema da persistência da inflação de serviços no Brasil. **Nova Economia**, v. 29, p. 541-563, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **AGROSTAT**: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, [s. d.]. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). PIB-Agro/CEPEA: **PIB do agronegócio cresce expressivos 12% em 2025**. Piracicaba: CEPEA, 27 abr. 2026. Disponível em: <https://cepea.org.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agronegocio-cresce-expressivos-12-em-2025.aspx>. Acesso em: 17 ago. 2026.
- CNA. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2018**. 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 17 ago. 2026.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 17 ago. 2026.
- CONTE, Bruno Pereira; ARRUDA CORONEL, Daniel; LOPES AMORIM, Airton. Análise da volatilidade do complexo brasileiro de soja em relação ao mundo. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 26-38, 2016.
- FAVA, Vera Lucia; ALVES, Denisard CO. Longa persistência nas taxas de inflação. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 18, n. 2, p. 245-264, 1998.
- FIGUEIREDO, Erik Alencar de; MARQUES, André M. Inflação inercial como um processo de longa memória: análise a partir de um modelo Arfima-Figarch. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 39, p. 437-458, 2009.
- GREENE, Myron T.; FIELITZ, Bruce D. Long-term dependence in common stock returns. **Journal of Financial Economics**, v. 4, n. 3, p. 339-349, 1977.
- KWIATKOWSKI, Denis et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1-3, p. 159-178, 1992.
- LEE, Junsoo; STRAZICICH, Mark C. Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. **Review of economics and statistics**, v. 85, n. 4, p. 1082-1089, 2003.
- LIMA, Robson Oliveira; DE OLIVEIRA, Jailson Conceição Teixeira; DA SILVA, Murilo Massaru. Detectando quebra na longa memória: um caso do desemprego brasileiro. **Economia Aplicada**, v. 19, n. 4, p. 611, 2015.
- LO, Andrew W. Long-term memory in stock market prices. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1279-1313, 1991.
- MANDELBROT, Benoit B.; WALLIS, James R. Some long-run properties of geophysical records. **Water resources research**, v. 5, n. 2, p. 321-340, 1969.
- MANDELBROT, Benoit. How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. **Science**, v. 156, n. 3775, p. 636-638, 1967.
- PAIVA, Felipe Dias; Reis, Ricardo Pereira; Cardoso, Rodrigo T. Nogueira; Barroso, Bruno Cândido. Séries aleatórias, antipersistentes ou persistentes: Uma investigação no mercado acionário brasileiro. **Tourism & Management Studies**, v. 3, p. 778-791, 2013.
- PENG et al. Correlation approach to identify coding regions in DNA sequences. **Biophysical Journal**, v. 67, n. 1, p. 64-70, 1994.
- PERRON, Pierre; PHILLIPS, Peter CB. Does GNP have a unit root?: A re-evaluation. **Economics Letters**, v. 23, n. 2, p. 139-145, 1987.
- REBELO, A.; SILVA, C.; LOPES, D. Persistência inflacionária: Comparações entre o caso

brasileiro e outros países emergentes. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia**, Foz do Iguaçu: Anpec, 2009.

RIBEIRO, V. P.; SILVA NETO, W. A. Brazilian beef exports to the main destinations: a persistence to shocks analysis. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. spe1, p. 86-94, 2020.

SILVA, Cleomar Gomes da; GOMES, Fábio Augusto Reis. A persistência das flutuações no produto: Uma análise secular do crescimento econômico brasileiro. **Economia**, v. 12, n. 3, p. 383-406, 2011.

SILVA, Cleomar Gomes da; VIEIRA, Flávio Vilela. Persistência inflacionária regional brasileira: uma aplicação dos modelos arfima. **Economia Aplicada**, v. 17, p. 115-134, 2013.

SOUZA, Klismann Alberto de; BITTENCOURT, Geraldo Moreira. Avaliação do crescimento das exportações brasileiras de soja em grão. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 48, 2020.

TABAK, Benjamin M.; SOUZA, Sergio RS; CAJUEIRO, Daniel O. Investigação da memória de longo prazo na taxa de câmbio no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 60, p. 193- 209, 2006.

Sobre os autores

Juan Lucas Alves de Lima  
juanlucas5022@gmail.com

Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Goiás – UFG.

Waldemiro Alcântara da Silva Neto  
netoalcantara@ufg.br

Professor de Economia na Universidade Federal de Goiás – UFG. Professor do Mestrado em Economia - PPGECON/FACE.

Heris Coutinho Vieira  
vieira.heris@gmail.com

Mestre em Economia pela Universidade Federal de Goiás – UFG. Doutorando em Economia pela Universidade de Brasília – UNB.