

INVESTIGAÇÃO DOS DETERMINANTES MACROECONÔMICOS DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE SOJA EM GRÃO: USO DO R NA MODELAGEM VECM E A INTERFACE DA EDUCAÇÃO NA TECNOLOGIA, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA.

Carolina Câmara Santos Marinho¹

Francisco José Silva Vasconcelos²

INTRODUÇÃO

A trajetória econômica e histórica do Brasil sempre esteve ligada ao setor primário, em especial à produção e exportação de commodities agrícolas. Ao longo das últimas décadas, políticas de liberalização comercial e processos de internacionalização fortaleceram a inserção do país no mercado global, ampliando sua competitividade e atraindo investimentos. Nesse contexto, o agronegócio consolidou-se como pilar estratégico de integração à economia mundial, destacando-se a soja como principal produto da pauta exportadora.

O processo de globalização, provocou aumento do comércio internacional e, o Brasil, tem utilizado o agronegócio como uma estratégia de inserção na economia mundial. As exportações de produtos agrícolas brasileiros desempenham o um papel importante no fornecimento de divisas e aumento da renda doméstica, sendo a soja, o principal produto agrícola exportado (PONTES ET.AL, 2009).

Na década de 90, a agricultura brasileira passou por um processo de modernização, contribuindo para que a cultura da soja passasse por uma reestruturação ao longo da sua cadeia, devido à introdução de novas tecnologias. Em meados da década de 90, a plantação de soja brasileira ocupou uma área de, aproximadamente, 12 milhões de hectares, com produção média de 26 milhões de toneladas/ano (AGRIANUAL, 2002). A agricultura brasileira passou por sucessivas fases de modernização, impulsionadas pela adoção de tecnologias, pelo avanço em pesquisa agropecuária e pela expansão territorial da produção. Esses fatores permitiram não apenas o aumento da produtividade, mas também a transformação da soja em uma das culturas mais dinâmicas do setor agrícola.

O Brasil é visto como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, sendo considerado como “celeiro” (Abbade, 2014). Mas, essa realidade foi alcançada a menos

¹ Mestre do Curso de Economia da Universidade Federal de Sergipe - UFS e Graduada em Licenciatura em matemática da UNICIV, professora.carolmarinho@gmail.com;

² Mestrando em ensino de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande -UFPB e Graduado em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, franciscojosesilvasvasconcelos@gmail.com;



de 30 anos, de acordo com o autor supramencionado acima. Contudo, ainda existem muitas coisas a serem exploradas, partindo do ponto de vista, da abundância de recursos naturais presentes no nosso país.

Nesse sentido, nosso país representa um forte desenvolvimento econômico baseada em atividades agrícolas. O produto que possui o maior destaque é a soja, que de acordo com Abbade (2014, p.151):

“Desde 1990 a produção brasileira de soja passou de cerca de 15 milhões de toneladas para mais de 60 milhões de toneladas. O Brasil detém a segunda posição como maior exportador de soja (perde apenas para os EUA) e é responsável por cerca de um terço das exportações mundiais de soja”.

A dimensão atual desse crescimento pode ser observada nos números recentes: para a safra 2024/2025, estima-se que o Brasil alcance aproximadamente 167,4 milhões de toneladas de soja, cultivadas em cerca de 47,36 milhões de hectares, consolidando sua posição de liderança mundial no mercado do grão (CONAB, 2024; ABIOVE, 2024). Apesar desse desempenho expressivo, o cenário internacional impõe desafios importantes.

Entre eles, destacam-se as barreiras tarifárias e as políticas de taxaço impostas por grandes economias, em especial, as políticas tarifárias dos Estados Unidos, que vêm adotando medida de sobretaxa de até 50% sobre produtos brasileiros, podem reduzir a atratividade das exportações nacionais e gerar distorções nos fluxos comerciais (BrasilAgro, 2025; IBRE/FGV, 2025). Diante desse quadro, a análise dos determinantes macroeconômicos das exportações de soja torna-se fundamental para compreender como choques externos e internos influenciam a dinâmica do setor.

Assim, este trabalho tem como objetivo investigar os determinantes macroeconômicos das exportações brasileiras de soja em grão no período de **2016 a 2024**, utilizando como ferramenta a modelagem estatística por meio da metodologia de Auto-Regressão Vetorial com Erros Corrigidos (VEC), implementada no software R. A pesquisa, de caráter quantitativo, envolve a realização de testes de raiz unitária, verificação de cointegração, análise de funções de resposta a impulsos e decomposição da variância dos erros de previsão.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Para compor a análise metodológica deste trabalho, utilizou-se a metodologia de Auto-Regressão Vetorial com Erros Corrigidos (VEC), contemplando os testes de



presença de raiz unitária nas séries, a verificação de cointegração entre as variáveis e, posteriormente, a análise das funções de resposta a impulsos e da decomposição da variância dos erros de previsão. O modelo VAR, ao expressar a relação entre um conjunto de variáveis interdependentes, permite investigar diferentes aspectos dessas relações, destacando-se, neste estudo, a análise de causalidade e a análise de impulso-resposta, conforme proposto por Pinto (2008). As funções de impulso-resposta possibilitam avaliar a trajetória individual das variáveis do sistema em resposta a choques em outras variáveis, permitindo examinar, por exemplo, o comportamento das exportações de soja diante de variações na taxa de câmbio e na renda mundial. As variáveis consideradas neste estudo são provenientes de dados secundários mensais, abrangendo o período de 2016 a 2024, totalizando 108 observações. Os dados foram compilados e tratados por meio do software R e o gretl, analisados em taxa de variação e valores reais. Para representar o preço interno da soja em grão no Brasil, utilizou-se como proxy o preço médio no atacado da soja em farelo do Paraná, enquanto a variável taxa de câmbio foi deflacionada pelo Índice de Preços ao Atacado dos Estados Unidos (IPA-EUA) e pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI).

REFERENCIAL TEÓRICO

No que se refere a estimação da função de exportação de soja, Figueiredo e Silva (2004) procuraram analisar a dinâmica das exportações brasileiras de soja em grãos para o período de 1980 a 2001. Os autores deram ênfase a década de 90, devido ao maior grau de abertura da economia brasileira e verificaram os impactos do câmbio flutuante sobre os determinantes das exportações do setor. As elasticidades obtidas foram altas e significativas, indicando que as exportações reagem às variações no preço externo, preço interno e renda interna. A taxa de câmbio também apresentou elasticidade significativa e positiva, mostrando que as recorrentes desvalorizações no período de câmbio flutuante incentivaram as exportações de soja em grãos.

Vários fatores ocorreram concomitantemente e contribuíram para o bom desempenho do setor agropecuário brasileiro na década de 1990. Segundo Balsadi (2006), os principais foram: os efeitos positivos da desvalorização da moeda após a adoção do câmbio flutuante em janeiro de 1999, que estimularam a recuperação das exportações brasileiras; os aumentos expressivos da área cultivada e da quantidade de grãos produzidos e das oleaginosas, com destaque para a soja, que permitiram a obtenção de safras recordes (Cunha, Schneider & Ribeiro, 2024); os ganhos de produtividade em



todos os fatores de produção (terra, trabalho e capital), que aumentaram a eficiência do setor; a recuperação dos preços internacionais de algumas commodities, que trouxe aumento de renda para os agricultores; e o incremento no volume de recursos destinados ao crédito rural, especialmente os do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), que possibilitaram maiores níveis de investimentos (Sartor et al., 2024).

Não obstante, a elevação dos preços agrícolas frente aos mercados financeiros sugere que há uma ligação à depreciação do dólar e pode indicar que este cenário incentivar atividades especulativas nos mercados futuros (Cardoso & Dornbusch, 1980; Cavalcanti & Ribeiro, 1998; Carvalho & De Negri, 2000). Em decorrência da forte expectativa de crescimento dos preços das commodities, seria natural que esses fatores reunidos pudessem sustentar a alta dos preços das commodities, especialmente considerando a evolução do crédito rural e o aumento da produtividade observados nas últimas décadas (Amaral, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se uma análise econométrica multivariada envolvendo cinco variáveis macroeconômicas: taxa de câmbio, exportação de soja, preço de exportação, PIB em milhões e preço interno. Aplicou-se o teste de raiz unitária Augmented Dickey-Fuller (ADF) para verificar a estacionaridade das séries, constatando-se que todas se tornaram estacionárias após a primeira diferença, caracterizando-as como integradas de ordem um, $I(1)$. Em seguida, o teste de cointegração de Johansen identificou quatro relações de longo prazo significativas, justificando a modelagem via Modelo de Correção de Erros Vetorial (VECM).

O VECM estimado mostrou que as variáveis câmbio e exportação de soja são os principais ajustadores de desequilíbrios, conforme os coeficientes de correção de erro (ECTs), reagindo rapidamente para restabelecer o equilíbrio. As defasagens revelaram efeitos de curto prazo: aumentos anteriores nas exportações elevam o preço de exportação, enquanto variações do PIB influenciam moderadamente os preços e volumes. Foram aplicados testes de diagnóstico — Breusch-Godfrey, White e Jarque-Bera — que confirmaram a robustez e a consistência dos resíduos. Assim, a abordagem adotada capturou de forma integrada os efeitos de curto e longo prazo entre as variáveis, validando o uso do VECM diante da cointegração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os resultados indicam que um aumento no preço externo da soja gera uma reação imediata e positiva nas exportações brasileiras, com efeito mais intenso nos primeiros meses e persistente no médio prazo. Esse padrão mostra que o Brasil responde rapidamente aos incentivos de preços internacionais, reforçando sua condição de exportador sensível às variações do mercado global. Nesse sentido, mesmo com as tarifas recentes dos EUA, o país mantém vantagem competitiva na exportação de soja, sobretudo para a China. O efeito das tarifas americanas é relevante para a estratégia de preços e volumes, mas não compromete o desempenho geral do setor, desde que se mantenha atenção às variações cambiais e à demanda internacional.

Do ponto de vista geográfico, essa dinâmica reflete a ampla integração territorial do agronegócio brasileiro, marcada por grandes áreas de produção no Centro-Oeste e pela expansão das rotas logísticas que conectam essas regiões aos portos de exportação do Norte e Sudeste. Assim, tanto os aumentos quanto as quedas dos preços externos repercutem diretamente no volume exportado, evidenciando não apenas a dependência do setor em relação ao comércio internacional, mas também a importância da infraestrutura e da organização espacial para sustentar a competitividade brasileira no mercado global.

Palavras-chave: Tecnologia de dados, software R, educação analítica, soja em grão, Regionalidade, geografia e soja.

REFERÊNCIAS

ABBADE, E. B. O papel do agronegócio brasileiro no seu desenvolvimento econômico. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 149, 2014. DOI: 10.15675/gepros.v9i3.1053. Disponível em: <https://gepros.emnuvens.com.br/gepros/article/view/1053>. Acesso em: 29 oct. 2025.

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Relatório anual 2024: desempenho e perspectivas do setor de soja. São Paulo: ABIOVE, 2024.

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira 2002. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002.

AMARAL, J. P. do. Mercado de commodities e dinâmica de preços agrícolas no Brasil. Brasília: IPEA, 2024.

BALSADI, O. V. Modernização da agricultura brasileira: transformações produtivas e sociais na década de 1990. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 44, n. 3, p. 459-486, 2006.



BRASILAGRO. Relatório de políticas tarifárias e impactos sobre o agronegócio brasileiro. Brasília: BrasilAgro, 2025.

CARDOSO, E.; DORNBUSCH, R. A desvalorização do dólar e seus efeitos sobre os preços agrícolas internacionais. *Journal of Political Economy*, v. 88, n. 2, p. 243–258, 1980.

CARVALHO, A.; DE NEGRI, F. Flutuações cambiais e comportamento do mercado de commodities agrícolas no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 54, n. 1, p. 77–102, 2000.

CAVALCANTI, M.; RIBEIRO, L. Taxa de câmbio e desempenho exportador do agronegócio brasileiro. *Revista de Economia Aplicada*, v. 2, n. 4, p. 675–696, 1998.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2024/2025, v. 12, n. 1. Brasília: CONAB, 2024.

CUNHA, L.; SCHNEIDER, R.; RIBEIRO, P. Transformações recentes na agricultura brasileira e o papel das commodities agrícolas. *Revista de Estudos Rurais*, v. 12, n. 2, p. 56–73, 2024.

FIGUEIREDO, L. A.; SILVA, M. M. Determinantes das exportações brasileiras de soja: uma análise econométrica (1980–2001). *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 2, n. 3, p. 321–340, 2004.

IBRE/FGV – Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getulio Vargas. Boletim Macro – Política Comercial e Taxas de Exportação, Rio de Janeiro: FGV IBRE, 2025.
PINTO, H. Q. Modelos VAR e VECM aplicados à análise de séries temporais econômicas. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

PONTES, M. C. et al. O agronegócio brasileiro e o comércio internacional de commodities agrícolas. *Revista de Política Agrícola*, v. 18, n. 3, p. 45–57, 2009.

SARTOR, L.; MOURA, A.; TEIXEIRA, D. Produtividade, crédito rural e sustentabilidade do agronegócio brasileiro. *Revista de Economia e Desenvolvimento Rural*, v. 20, n. 1, p. 88–106, 2024.

