



PBPC
ISSN 2674-9432



Qualis A3
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex

Indexado no
Google Acadêmico

DIFERENÇAS ENTRE O REDIMENTO MÉDIO DA PRODUÇÃO DA SOJA DOS ESTADOS BRASILEIROS

Almyr Heitor Prediger Godoy, Nelson Guilherme Machado Pinto, Thiago Machado Budó, Joaquim Luiz Tontini, Luís Eduardo Carvalho Noskoski, Gabriel Anderson Wachholz



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n1p1676-1687>

Artigo recebido em 15 de Dezembro e publicado em 15 de Fevereiro de 2026

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

O presente estudo analisa a evolução histórica da produtividade da soja nos dez principais estados produtores do Brasil, no período de 1989 a 2023, com base nas transformações econômicas e ambientais que impulsionaram a sojicultura no país. A pesquisa insere-se no escopo da análise regional da produtividade agrícola, com ênfase para as disparidades produtivas interestaduais. A abordagem metodológica adotada, tem cunho quantitativo e descritivo, com a utilização de dados secundários da base SIDRA/IBGE, submetidos a tratamento estatístico através da análise de variância (ANOVA), para verificar a existência de diferenças estatísticas entre os estados analisados. Os resultados evidenciam que, embora o Brasil se destaque como potência na produção e exportação de soja, há heterogeneidade marcante entre os estados em termos de produtividade. Tal disparidade é atribuída a múltiplas variáveis, como condições edafoclimáticas, nível de capacitação técnica dos produtores, acesso a tecnologias, apoio de cooperativas e políticas públicas. O estudo aponta ainda que fatores como a qualidade do solo, a variabilidade climática e o capital técnico-informacional influenciam significativamente o rendimento médio da soja, demandando políticas diferenciadas de suporte e investimento nas regiões menos produtivas para fomentar sua sustentabilidade ao longo do tempo.

Palavras-chave: Produtividade. Mudanças Climáticas. Qualidade do solo. Inovações Tecnológicas.

ABSTRACT

The present study analyzes the historical evolution of soybean productivity in the ten main producing states of Brazil from 1989 to 2023, based on the economic and environmental transformations that have driven soybean farming in the country. The research is situated within the scope of regional analysis of agricultural productivity, with particular emphasis on interstate productivity disparities. The methodological approach adopted is quantitative and descriptive in nature, employing secondary data from the SIDRA/IBGE database, which were subjected to statistical treatment through analysis of variance (ANOVA) in order to verify the existence of statistically significant differences among the states analyzed. The results indicate that, although Brazil stands out as a global powerhouse in soybean production and exports, there is marked heterogeneity among states in terms of productivity. Such disparities are attributed to multiple factors, including edaphoclimatic conditions, the level of technical expertise of producers, access to technology, cooperative support, and public policies. The study further highlights that factors such as soil quality, climate variability, and technical-informational capital significantly influence average soybean yields, thereby requiring differentiated support and investment policies in less productive regions to promote their long-term sustainability.

Keywords: Productivity. Climate Change. Soil Quality. Technological Innovations.

Instituição afiliada – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Palmeira das Missões – Programa de Pós Graduação em Agronegócios (PPGAGR).

Autor correspondente: *Almyr Heitor Prediger Godoy*

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970, impulsionada por avanços tecnológicos, incentivos governamentais e o aumento da demanda global, a produção de soja no Brasil passou por uma grande expansão. Inicialmente concentrada no Sul do país, a cultura avançou para o Cerrado, transformando vastas áreas em polos produtivos altamente competitivos. Esse crescimento consolidou o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores mundiais, tornando a soja um dos principais motores do agronegócio, essencial para o comércio exterior e para a economia nacional.

A soja desempenha um papel fundamental na economia brasileira, representando uma parcela significativa do PIB agropecuário. Em 2024, mesmo com a queda na produção nacional de 5,6%, o Brasil permaneceu como um dos principais produtores e exportadores mundiais, sendo responsável por 55% da oferta global de soja na América do Sul. As exportações brasileiras do grão atingiram 98,81 milhões de toneladas, com a China como principal destino, seguida pela Espanha. Além disso, a crescente demanda pelo óleo de soja para a produção de biodiesel reforçou sua relevância econômica, impulsionada pelo aumento da mistura obrigatória no diesel para 14% em março de 2024. Esses números evidenciam o peso da soja no comércio exterior e no desempenho econômico do setor agrícola brasileiro (Cepea, 2024).

Coletto et al. (2022) corroboram com esse argumento e complementam, além da importância econômica, a produção de soja no Brasil é impulsionada por diversos fatores que influenciam a decisão dos produtores rurais, como a cultura familiar, a busca por minimizar riscos e as inovações tecnológicas disponíveis para o cultivo, o suporte oferecido pelas cooperativas, incluindo assistência técnica, armazenamento e comercialização, também se destaca como elemento essencial para a estabilidade e expansão da cultura no país. A produtividade da soja é influenciada por uma série de fatores internos e externos, que impactam direta ou indiretamente o rendimento médio da produtividade em cada estado brasileiro. Compreender as principais diferenças entre os estados produtores de soja é essencial para orientar os tomadores de decisões políticas dos estados menos desenvolvidos, mas também para maximizar sua produtividade e seus lucros em consequência.

Em consonância, Santos et al. (2024) observou que as regiões que apresentaram maior produtividade na sua pesquisa, estavam localizadas na região que apresentou melhores condições de cultivo, tanto pela qualidade técnica dos produtores, como pelas condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura da soja. O que demonstra, que os fatores climáticos são de extrema relevância para a produtividade da cultura da soja, sendo afetados pela escassez, excesso de chuva e a dependência de fatores climáticos para a melhor produtividade. Além disso, também fica claro que a capacidade técnica dos produtores de soja são fatores relevantes que afetam o seu ganho produtivo e a maximização do seu lucro.

Da mesma forma, Almeida et al. (2021) corrobora apontando que a evolução dos processos técnico-informacionais aplicados na atividade da produção da soja, levou a ampliação da produtividade, assim como, o melhoramento genético das sementes atrelados a utilização de novas máquinas trouxe potência ao crescimento da produtividade. Por isso, como pergunta de pesquisa fica o seguinte questionamento: Quais são as diferenças no rendimento médio da produtividade da soja ao longo dos diferentes períodos históricos em que ocorreram mudanças na produtividade?

Nesse viés, destaca-se como objetivo geral do artigo comparar as diferenças da produtividade da soja durante o período de 1989 até 2023 nos 10 principais estados produtores de soja do Brasil. Portanto, o presente artigo está estruturado da seguinte forma: nesta seção é apresentado a introdução da pesquisa, na seção 2 aborda-se o método empregado para o seu desenvolvimento, posteriormente, destaca-se os resultados obtidos e é realizado as discussões e por fim conclui-se e finaliza o artigo.

2 METODOLOGIA

O presente estudo adotou a abordagem metodológica quantitativa, conforme a classificação proposta por Marconi e Lakatos (2022), que indica que por meio da análise estatística busca-se comparar os resultados obtidos. Além disso, essa pesquisa pode ser definida como descritiva pois tem a intenção de delinear com precisão as características de uma população, fenômeno ou processo específico. Além da descrição minuciosa, esse tipo de investigação pode também buscar identificar e analisar possíveis relações entre variáveis envolvidas (Gil, 2022).

Para a extração dos dados, utilizou-se a base da SIDRA - IBGE, em que, selecionou as informações relativas ao rendimento médio da produção de soja, expresso em quilogramas por hectare, nos dez principais estados produtores do Brasil. Para a definição dos dez maiores estados produtores de soja, utilizou-se a mesma base de dados para garantir a confiabilidade sobre os estados brasileiros mais produtivos. Para a delimitação temporal da base, adotou-se o ano de 1989 como período inicial, uma vez que apresenta o marco inicial da disponibilidade de dados consistentes e comparáveis sobre o rendimento médio da produção de soja. Em relação ao período final, buscou-se os dados mais recentes e atualizados, que no caso é até o ano de 2023.

Em congruência, realizou-se o processo de tratamento dos dados a partir do software Microsoft Excel, da linguagem de programação Python com a utilização das bibliotecas Pandas e Numpy. Através dessas ferramentas, optou-se por logaritmizar os dados, para a sua devida padronização, além disso, utilizou-se o software SPSS para empregar a análise estatística.

Para assegurar a adequação dos procedimentos estatísticos, procedeu-se inicialmente à avaliação da distribuição dos dados quanto à normalidade. A distribuição normal, de natureza contínua, simétrica e unimodal, constitui um modelo teórico fundamental, no qual os valores de uma variável aleatória se distribuem de forma equilibrada em torno da média, formando a característica curva em sino. Com o objetivo de testar a hipótese de normalidade, foram utilizados três testes estatísticos consagrados na literatura: o teste de Shapiro-Wilk, o teste de Kolmogorov-Smirnov e o Histograma, para análise gráfica da normalidade dos dados. A aplicação destes testes permite verificar se as distribuições observadas apresentavam desvios significativos em relação à normalidade, dado a validade para análises paramétricas (Hair Jr et al., 2019).

Para a análise das diferenças entre médias, definiu-se a aplicação do teste de Análise de Variância (ANOVA), que pode ser verificado na Equação 1, em que detêm a premissa de distribuição normal dos dados. No entanto, diante da eventual ausência da premissa de normalidade, isto é, caso os dados apresentem desvios significativos em relação à normalidade, pressupõe-se a normalidade dos dados conforme destacado por Wooldridge (2010) que afirma que segundo a Teoria Central do Limite (TCL) as inferências estatísticas podem ser realizadas com eficácia caso os dados sejam de uma amostra suficientemente grande.

Equação 1 – ANOVA.

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

Fonte: Hair Jr et al. (2019)

Conforme expresso na Equação 1, a variável Y_1 (métrica) representa o rendimento médio anual da produção de soja e as variáveis X_1, X_2, X_3 e X_n (não-métricas) representam os dez principais estados produtores de soja do Brasil.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A fim de verificar a premissa de normalidade dos dados, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, para tanto, caso os testes de normalidade não sejam significativos ao nível de 5% aceita-se a hipótese nula de normalidade. Ao contrário, rejeita-se a hipótese nula de distribuição normal e aceita a hipótese alternativa de não normalidade. As hipóteses dos testes de normalidade podem ser visualizadas abaixo.

H0: Os dados seguem uma distribuição normal.

H1: Os dados não seguem uma distribuição normal.

O teste de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk rejeita a hipótese nula de normalidade, com significância estatística ao nível de 5%, apresentados na Tabela 1. Esse teste dá base estatística para rodar a análise de variância, por isso, com base na Teoria Central do Limite as inferências estatísticas podem ser realizadas com efetividade caso tenham uma amostra da base de dados grande (Wooldridge, 2010).

Tabela 1 – Teste de normalidade.

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estatística | df | Sig. | Estatística | df | Sig. |
| | | | | | | |



| | | | | | | |
|--|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| Produtividade | 0,079 | 350 | 0,000 | 0,858 | 350 | 0,000 |
| a. Correlação de Significância de Lilliefors | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Como apresentado anteriormente, o número de observações é de 350 unidades, por isso, pressupõe-se que existe a normalidade dos dados. Portanto, com a suposição de normalidade dos dados pode-se realizar o teste ANOVA com segurança estatística. Diante disso, para o teste ANOVA, ao nível de 5%, a hipótese nula compreende que as médias dos grupos analisados são iguais e para a hipótese alternativa de que existe diferença das médias em pelo menos um grupo analisado.

H0: As médias dos grupos são iguais.

H1: Existe diferença de média.

Conforme o resultado da ANOVA na Tabela 3, rejeita-se a hipótese nula de que as médias da produtividade de soja desses estados produtores são iguais e aceita a hipótese alternativa de diferenças de média. Ou seja, existe diferença estatística da média de produtividade de soja, entre os dez principais estados produtores.

Tabela 2 – Teste ANOVA.

| | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | Z | Sig. |
|--------------|--------------------|-----|----------------|-------|------|
| Entre Grupos | 3,545 | 9 | ,394 | 5,080 | ,000 |
| Nos Grupos | 26,362 | 340 | ,078 | | |
| Total | 29,906 | 349 | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores no software SPSS (2025)

Nesse caso, com base no teste estatístico ANOVA observa-se que existe uma diferença significativa na produtividade da soja, e que pode ser definida por diversas



variáveis. Segundo Inacio e Cortez (2023) que realizaram uma análise de solo numa propriedade da cidade de Nova Andradina no Mato Grosso, identificaram variabilidade espacial da textura e dos atributos químicos do solo, de forma consecutiva, uma variação da produtividade da soja nesta propriedade de cerca de 230 hectares. Ou seja, existem diferenças de tipos de solos em uma propriedade de 230 hectares, analogamente, existem diferenças de solos entre os estados brasileiros e que podem afetar as diferenças da produtividade da soja.

Do mesmo modo, a análise de diferenças também corrobora com o trabalho de Campagnaro et al. (2025), no qual demonstrou através de uma revisão bibliográfica, que os fatores ambientais e as tecnologias utilizadas na produção da soja afetam diretamente o rendimento e a qualidade dos grãos. Ademais, o estudo em questão evidenciou que a água representa um papel fundamental no ciclo da cultura, assim como a radiação solar é essencial para a fotossíntese para o desenvolvimento adequado da planta, impactando diretamente a produtividade da lavoura. Nesse sentido, é conceptivo que efeitos imprevisíveis do clima, atrelado às mudanças climáticas, como o excesso ou a escassez de chuva afetam negativamente todo o processo produtivo da lavoura de soja, impactando de forma direta na produtividade dessa cultura.

Além disso, o estudo realizado por Orth (2023) mensura a produtividade do trabalho e do capital no cultivo de soja nos quatro principais estados produtores do Brasil (Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás), a partir de uma regressão linear com base na função de produção Cobb-Douglas, identificou-se a contribuição das variáveis do trabalho (medido em horas contratadas) e de capital (representado por máquinas agrícolas) na produção de soja. Os resultados obtidos por esse trabalho evidenciam que as variáveis trabalho e capital, apresentam relevância estatística sobre a produtividade nesses estados brasileiros, apesar da produtividade do trabalho apresentar maior relevância em comparação com à produtividade do capital (Orth, 2023).

Isso sugere que a quantidade de capital e a qualificação da força de trabalho, são variáveis que desempenham papel fundamental para o desempenho produtivo da sojicultura. Desse modo, compreende-se que essas variáveis afetam de forma significativa os aspectos produtivos da soja e de forma consecutiva que os produtores

rurais dessa monocultura devem se atentar a essas variáveis de impactos, que melhoram a eficiência através de inovações e tecnologias nos processos e no capital.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo, teve como pergunta de pesquisa a seguinte questão: Existem diferenças no rendimento médio da produtividade da soja entre os estados e ao longo dos diferentes períodos históricos em que ocorreram mudanças? No qual foi respondido pela análise quantitativa ANOVA, que demonstrou diferenças do rendimento médio da soja entre os estados brasileiros. Ocorre diferença de médias entre a produtividade média por hectare da cultura da soja entre os 10 principais estados brasileiros.

Dessa forma, encontrou-se na literatura as principais variáveis atreladas à produtividade da soja no Brasil, na qual, identificou-se que a qualidade do solo em que é produzida a cultura da soja, afeta diretamente a produtividade média. Outra variável identificada que causa impacto na sojicultura, está atrelada às oscilações climáticas, em especial ao excesso e a escassez de chuva, pois a qualidade da água impacta de forma direta o solo e o cultivo da planta. Por último, encontrou-se na literatura o trabalho e o capital como variáveis importantes na produtividade da soja, pois sem a qualidade técnica necessária para realizar o trabalho, perde-se produtividade, da mesma forma, sem o capital suficiente para investir em tecnologia e inovação o produtor fica à margem da produtividade média.

Como sugestões futuras, sugere-se aplicar um modelo de regressão para compreender o quanto essas variáveis impactam de fato na produtividade de soja, dessa forma, materializando a relação dessas variáveis com o rendimento médio da soja por hectare.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. D. C. de; RANZULA, G. P.; RANZULA, L. A. Notes regarding the expansion of soybean agribusiness in the decade 2010 - 2019 in Municipality Pontes e Lacerda-MT. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e238101421938, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/21938>.

BARBOSA, E. J. A.; GARZÃO, M. O.; COSTA, N. L.; CORDEIRO DE SANTANA, A. Comercialização da Soja: Elementos para Entender a Importância do Preço e da Época do Ano na Decisão de Venda pelo Produtor Rural. **Desenvolvimento em Questão**, v. 20, n. 58, p. e11707, 2022. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/11707>.

CAMPAGNARO, N.; NEVES, E. das; BRUM, E. V. P.; DIPPLE, F. L.; BARCELOS, A. I. H. A produtividade da soja e seu resultado associado às condições ambientais: revisão de literatura. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. e8807, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/8807>.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Análise conjuntural: vendedores de soja brasileiros encerram 2024 registrando renda menor. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, dez. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/upload/revista/pdf/0935634001736267893.pdf>

CHENG, K. et al. The rapid growth of bibliometric studies: a call for international guidelines. **International Journal of Surgery**, v. 110, n. 4, p. 2446–2448, Apr. 2024. Disponível em: https://journals.lww.com/international-journal-of-surgery/fulltext/2024/04000/the_rapid_growth_of_bibliometric_studies_a_call.61.aspx

COLETTI, C; Caliari, L.; Ferreira, A. P. A. L.; Menezes, D. C de. O agronegócio e os fatores determinantes na tomada de decisão de produzir soja. **Iheringia, Série Botânica**, v. 77, 2022. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/1257>.

ORTH, A. C et. al. MENSURANDO A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO E CAPITAL NO CULTIVO DE SOJA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS ESTADOS DE MATO GROSSO, PARANÁ, RIO GRANDE DO SUL E GOIÁS. **Revista GEDECON - Gestão e Desenvolvimento em Contexto**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 10–21, 2023. DOI: 10.33053/gedecon.v10i1.586. Disponível em: <https://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/gedecon/article/view/586>.

GIL, A. C.; **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate Data Analysis**. 8. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2019.



NACIO, Karini Aparecida de Matos; CORTEZ, Jorge Wilson. VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E SUA CORRELAÇÃO COM ATRIBUTOS QUÍMICOS E TEXTURA DO SOLO. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo (SP), v. 17, n. 2, p. e03226, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v17n2-030. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/3226>.

JOSEPH JR., F H. et al. Análise multivariada de dados. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. São Paulo: Grupo GEN, p. 1-361, 2022.

MARTINEZ, B. M.; ESPINOZA, M. M.; BARI, M. L.; ZAVALA, A. A. Z.; SOUSA, J. Considerações sobre a identificação dos fatores de formação do preço da soja no estado de Mato Grosso. **Nexos Econômicos**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 7–20, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revnexeco/article/view/15346>.

MELO, E. S.; FERREIRA, D. M.; TURRA, S. Volatilidade Dos Preços De Exportação Da Soja E Do Milho No Estado Do Paraná E A Pandemia Da Covid-19: Um Estudo Temporal. **Gestão e Desenvolvimento em Revista**, v. 7, n. 2, p. 133–152, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gestaoedesenvolvimento/article/view/27894>.

PESSOA, R. V. S.; BARRETO, I. D. de C.; ARAÚJO, L. da S.; MOREIRA, G. R.; STOSIC, T.; STOSIC, B. Correlations in time series of chicken, soy and corn prices. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e20610414019, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/14019>.

SANTOS, Natália Cardoso dos; CORRÊIA, Arlindo Fabrício; BEHLING, Samuel Augusto; FEIDEN, Alexandre. Análise da produção, produtividade e valor das culturas da soja, milho e trigo por mesorregião no Paraná. **Desenvolvimento em Questão**, v. 22, n. 60, p. e14948, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/14948>.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.