



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CHRYGOR MATHEUS DOS SANTOS PEREIRA

**PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO SEGUNDA
SAFRA NO BRASIL**

Londrina - Paraná
2025

CHRYGOR MATHEUS DOS SANTOS PEREIRA

**PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO SEGUNDA
SAFRA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE), Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Economia Regional.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli

LONDRINA - PR
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

P436p Pereira, Chrygor Matheus Dos Santos .
Produção e comercialização do milho segunda safra no Brasil / Chrygor Matheus Dos Santos Pereira. - Londrina, 2025.
44 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Caldarelli.
Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Programa de Pós-Graduação em Economia Regional, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Economia regional - Tese. 2. Economia rural - Tese. 3. mercado do milho - Tese. I. Caldarelli, Carlos Eduardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Estudos Sociais Aplicados. Programa de Pós-Graduação em Economia Regional. III. Título.

CDU 33

CHRYGOR MATHEUS DOS SANTOS PEREIRA

**PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO SEGUNDA
SAFRA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE), Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Economia Regional.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Sidnei Pereira do Nascimento
Universidade Estadual do Londrina

Prof(a). Dr(a). Jackelline Favro
Universidade Estadual do Paraná

Londrina, 24 de fevereiro de 2025.

Para minha família, que me ensinou que conhecimento é um legado, e para todos que nunca deixaram de acreditar que a educação transforma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Economia da UEL pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Economia Regional.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro nos dois anos de mestrado, graças a esta instituição pude me dedicar exclusivamente aos estudos. Espero poder devolver para a sociedade a oportunidade que foi dada.

Agradeço aos professores que me ensinaram, apoiaram e me aconselharam nesse tempo de universidade, em especial ao meu orientador Carlos Caldarelli, a toda paciência, conhecimento e direcionamento que me passou.

A minha mãe Kátia, responsável por me ensinar o respeito e amor, obrigado por me inspirar todos os dias. Para meus irmãos Felipe e Emanuelli, que sempre me incentivaram a continuar estudando, vocês também fazem parte desse trabalho.

Aos meus amigos Kaio Sato, Victor Lucas, Rafael Francisco e Amanda Kubo por sempre estarem comigo nos bons e maus momentos. A família Nishihara e Nishikawa, obrigado por serem minha família em Londrina. Por fim, a minha companheira Thais, a pessoa mais paciente que conheci e que também me apoiou durante os últimos 2 anos.

PEREIRA, C. M. S. **Produção e comercialização do milho segunda safra no Brasil**. 2025. (44 f.). Dissertação (Mestrado em Economia Regional). Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar a dinâmica da produção de milho no Brasil no período de 2004 a 2022, com ênfase na origem e nos aspectos da segunda safra desse grão no mercado global de commodities. A pesquisa utiliza dados da CONAB, UN-Comtrade e PAM para examinar a evolução da produção, produtividade, exportações e importações do milho, além de empregar o modelo VAR para avaliar os choques entre variáveis de quantidade e preços ao longo do período analisado. Os resultados indicam que a expansão do milho safrinha exerceu influência significativa tanto no mercado interno quanto externo, fortalecendo a competitividade brasileira e contribuindo para a segurança alimentar de países importadores. Ademais, a aplicação do modelo VAR demonstra que o crescimento da produção da segunda safra impacta os preços domésticos e internacionais, afetando diretamente a oferta e a demanda do produto. Além disso, a consolidação do milho safrinha tem impulsionado investimentos em tecnologia e infraestrutura, reforçando a posição do Brasil como um dos principais exportadores globais do grão.

Palavras-chave: milho; série histórica; comércio internacional.

PEREIRA, C. M. S. **Production and commercialization of second crop corn in Brazil.** 2025. (44 p.). Dissertation (Masters in Regional Economics). Center of Applied Social Studies, State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

This study aims to analyze the dynamics of corn production in Brazil from 2004 to 2022, with a focus on the origins and impacts of the second crop on the global commodities market. The research utilizes data from CONAB, UN-Comtrade, and PAM to examine the evolution of production, productivity, exports, and imports of corn, as well as applying the VAR model to assess the shocks between quantity and price variables over the analyzed period. The results indicate that the expansion of the second corn crop has had a significant influence on both domestic and international markets, strengthening Brazil's competitiveness and contributing to the food security of importing countries. Furthermore, the VAR model results demonstrate that the growth of second-crop corn production affects both domestic and international prices, directly impacting the supply and demand of the product. Additionally, the consolidation of the second crop has driven investments in technology and infrastructure, reinforcing Brazil's position as one of the world's leading corn exporters.

Keywords: corn; historical series; international trade.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção de milho do Brasil 1ª e 2ª safra de 1976 a 2023, em mil toneladas.....	16
Gráfico 2 – Produção total de milho do Brasil, Nordeste/Norte e Centro-Sul 1976 a 2023, em mil toneladas.....	17
Gráfico 3 – Área total plantada de milho no Brasil em mil hectares.....	20
Gráfico 4 – Área total plantada de milho para 1ª e 2ª safras no Brasil, em mil hectares....	21
Gráfico 5 – Produtividade do milho brasileiro em t/ha.....	22
Gráfico 6 – Produtividade do milho brasileiro, por safra, em t/ha.....	23
Gráfico 7 – Preço à vista do milho por saca de 60kg em reais (R\$).....	25
Gráfico 8 – Diagrama de estabilidade do modelo VAR.....	37
Gráfico 9 – Função impulso-respostas das variáveis de quantidade, preço brasileiro e preço internacional do milho.....	38
Gráfico 10 – Função impulso-respostas do choque na quantidade para resposta nos preços doméstico e internacional do milho.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exportações brasileiras de milho em mil de US\$ e em mil toneladas entre 2010 e 2020.....	19
Tabela 2 – Participação dos principais países importadores de milho brasileiro entre 2010 e 2020 (em %)......	26
Tabela 3 – Produção total de milho dos países em milhões de toneladas, de 2022/23 a 2024/25.....	28
Tabela 4 – Evolução do market share dos principais exportadores de milho do período de 2010 a 2020.....	29
Tabela 5 – Estatística descritiva da produção de milho do Brasil do período de 2004 a 2022.....	33
Tabela 6 – Estatística descritiva do preço do milho do Brasil no período de 2004 a 2022.....	34
Tabela 7 – Estatística descritiva do preço internacional do milho no período de 2004 a 2022.....	35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Produção total de milho do Brasil, por estados de 2002 a 2022..... 18
- Figura 2** – Matriz de correlação entre quantidade de milho produzida no Brasil, preço do milho no mercado brasileiro e preço internacional do milho de 2004 a 2022..... 36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
FMI	Fundo Monetário Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PAM	Produção Agrícola Municipal
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 DINÂMICA DO MERCADO DE MILHO NO BRASIL.....	15
3 CONTEXTO INTERNACIONAL DO MERCADO DE MILHO.....	25
4 METODOLOGIA	30
4.1 Modelo econométrico.....	30
4.2 Dados.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A produção de milho desempenha um papel fundamental na agricultura brasileira, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico do país. Nesse contexto, a safrinha do milho, cultivada durante o período outono-inverno, tem emergido como um componente cada vez mais relevante no panorama agrícola nacional. O aumento da importância da safrinha tem sido acompanhado por debates e preocupações que abrangem aspectos econômicos, sociais e ambientais decorrentes desse processo (CRUZ, 2010). Este estudo busca analisar os principais aspectos e impactos associados à safrinha do milho no Brasil, investigando sua importância e os impactos econômicos tanto no contexto nacional quanto global.

Nos últimos anos, o cultivo do milho safrinha, que teve seu início na década de 1980, tem adquirido proeminência, impulsionado por avanços tecnológicos, alterações climáticas e aspectos mercadológicos advindo por uma demanda em ascensão, tanto para o consumo humano quanto para aplicações na indústria de biocombustíveis e produção de rações. Este aumento na produção de milho safrinha representa um fenômeno de grande relevância, que não apenas influencia o setor agrícola, mas também gera efeitos na economia nacional, nas relações comerciais internacionais e nas questões socioambientais, como destacado por Duarte e Garcia (2021).

O milho safrinha assumiu um papel crucial no mercado brasileiro a partir da primeira década de 2000, não apenas para atender à demanda interna, mas também como um importante *player* no mercado global de *commodities* agrícolas. Dados do UN-Comtrade mostram que as exportações brasileiras de milho aumentaram significativamente ao longo dos anos. Em 2010, o Brasil exportou pouco mais de 10 milhões de toneladas do grão, enquanto em 2020, esse número aumentou mais de três vezes, atingindo cerca de 34,5 milhões de toneladas. No entanto, o rápido crescimento desse segmento agrícola traz consigo desafios complexos, incluindo questões de sustentabilidade, variações climáticas, custos de produção e impactos socioeconômicos em diferentes regiões do país (VIEIRA FILHO, 2019).

A importância da safrinha do milho transcende o escopo exclusivamente agrícola, abrangendo esferas econômicas, sociais e ambientais. Este tema é de suma relevância devido à sua contribuição para o saldo da balança comercial do país, sua influência na segurança alimentar, suas interações com políticas públicas e seu papel no dinamismo das relações comerciais internacionais. Em um contexto caracterizado por mudanças climáticas e demandas crescentes por práticas agrícolas mais sustentáveis, a safrinha do milho emerge

como um ponto de análise e discussão crucial para a formulação de políticas eficazes (VIEIRA FILHO, 2019).

Diversos pesquisadores têm direcionado seus esforços à investigação e avaliação da safrinha do milho no contexto brasileiro. Milanez (2014), Espereacini e Grizotto (2014), e Duarte, Cruz e Garcia (2007) destacam-se por suas contribuições significativas, fornecendo abordagens minuciosas acerca dos desafios e das oportunidades de ordem econômica, relacionados a este segmento. Suas análises detalhadas e críticas, embasadas em pesquisas aprofundadas, oferecem um arcabouço teórico e empírico substancial, enriquecendo a compreensão acerca das questões pertinentes à safrinha do milho e suas implicações.

Um dos principais impactos da segunda safra do milho é a sua influência na sazonalidade dos preços e na produção agrícola brasileira. No período de 2000 a 2020, observa-se que a produção da segunda safra tem apresentado uma tendência crescente, enquanto a produção da primeira safra não acompanha o mesmo ritmo. Em 2011/12, o milho safrinha superou pela primeira vez a produção de verão, como evidenciado pelos dados da CONAB. Em 2010/11, a safrinha representava 39% da produção total do país, aumentando para 54% no período seguinte. Essa tendência de crescimento da participação da safrinha na produção total de milho tem se mantido nos períodos subsequentes.

Nesse contexto, o presente estudo almeja adentrar minuciosamente na essência da safrinha do milho, abrangendo uma análise detalhada dos variados aspectos que a tornam um tema de extrema relevância e atualidade tanto para a economia nacional brasileira quanto para o contexto global. Ao examinar de forma aprofundada os desafios, oportunidades e os impactos de cunho econômico associados a este segmento agrícola específico, este trabalho acadêmico busca contribuir para uma compreensão mais abrangente do assunto, e os impactos causados na oferta, demanda, preços e no mercado geral das *comodities*, oferecendo percepções que possam embasar políticas e práticas mais eficazes e sustentáveis nesta área.

Para realizar esta análise, serão utilizados series temporais de produção de milho (primeira e segunda safra), sendo utilizadas em conjunto no mesmo modelo, preços do milho no Brasil e internacionalmente, para o período de 2004 a 2022. Aplicando modelos Vetoriais Autorregressivos (VAR) para identificar e comparar as dinâmicas das variáveis antes e depois do ponto de quebra, quando a segunda safra de milho supera a primeira.

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo é a introdução. Os capítulos 2 e 3 oferecem uma contextualização do mercado de milho com foco no mercado brasileiro e internacional, respectivamente. No capítulo 4, é apresentada a metodologia utilizada no estudo. O capítulo 5 exhibe os resultados e discussões. Finalmente, o capítulo 6

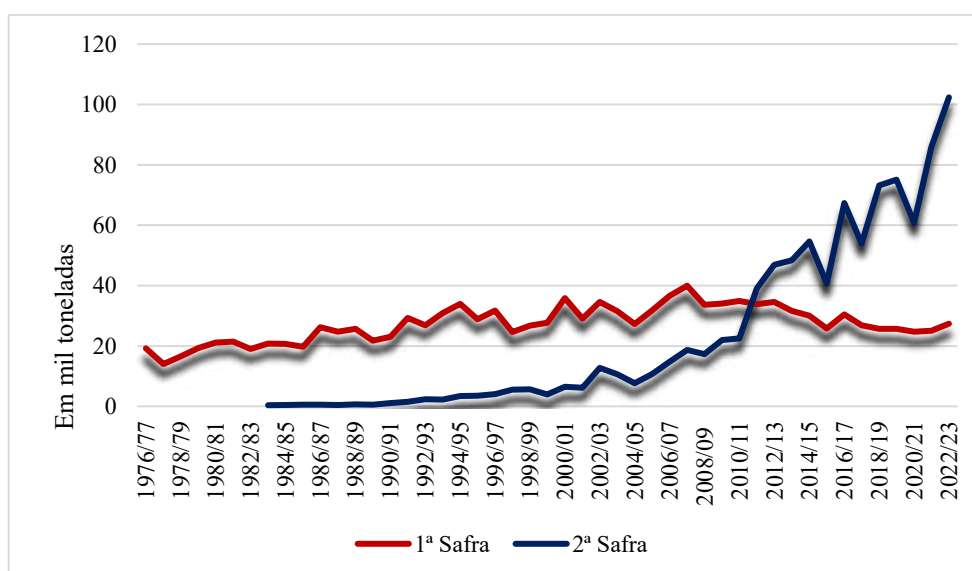
contém a conclusão do trabalho.

2 DINÂMICA DO MERCADO DE MILHO NO BRASIL

A segunda safra de milho, conhecida como safrinha, é cultivada durante o outono-inverno em regiões de clima tropical e subtropical. Ela desempenha um papel essencial na dinâmica da oferta global de milho no Brasil e em outros países, sendo reconhecida como um elemento crucial para a oferta mundial desse cereal (SANCHES; ALVES; BARROS, 2019). O aumento na produção de milho durante a safrinha representa uma contribuição significativa para a quantidade total de milho disponível no mercado global, fornecendo uma fonte adicional de oferta em meio à crescente demanda e às flutuações sazonais na produção.

Inicialmente, a primeira safra de milho, também conhecida como safra de verão, era responsável pela maior parte da produção total do grão no Brasil. No entanto, a partir do início dos anos 1980, com a expansão da safrinha, essa dinâmica começou a mudar. Na primeira década de 2000 a demanda crescente por milho, tanto no mercado interno quanto nos mercados estrangeiros, impulsionou o crescimento da safrinha de forma significativa. Em 2011/2012, a produção da safrinha ultrapassou a da primeira safra, tornando-se a principal fonte de produção de milho do país como é apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Produção de milho do Brasil 1ª e 2ª safra de 1976 a 2023, em mil toneladas



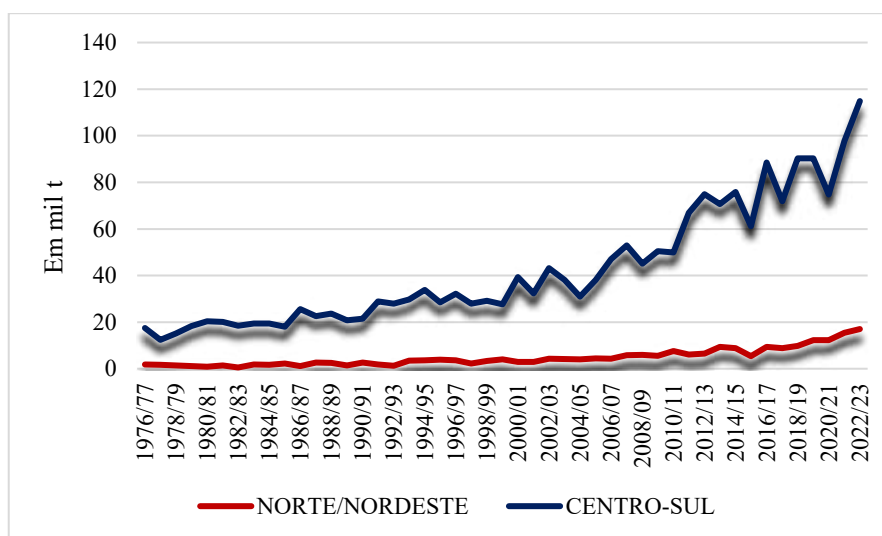
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB de 1976 a 2023

No início do século XXI, o Brasil passou a desempenhar um papel significativo no mercado global de grãos, com destaque para a produção do milho safrinha. Esse aumento na

produção foi impulsionado pela interação dinâmica entre o mercado interno brasileiro e o mercado externo, em especial a China. Nesse caso, a China emergiu como um importante demandante devido à sua crescente necessidade de abastecimento para a produção de carnes de aves e suínas. Paralelamente, a demanda interna do Brasil também estava em ascensão, o que contribuiu para o aumento da produção, principalmente por meio da expansão da área plantada (SOLOGUREN, 2015).

A produção de milho no Brasil pode ser dividida em dois principais eixos geográficos: o Norte/Nordeste e o Centro-Sul. O primeiro eixo, composto por estados que historicamente possuem uma produção menor, representa uma parcela significativamente menor da produção nacional em comparação ao segundo eixo, onde se concentra a produção da safrinha, com destaque ao fato de que a região Norte/Nordeste possui produção na primeira safra e com baixa tecnologia associada. Essa disparidade na produção entre os dois eixos aumentou ao longo do tempo, como ilustrado no gráfico 2.

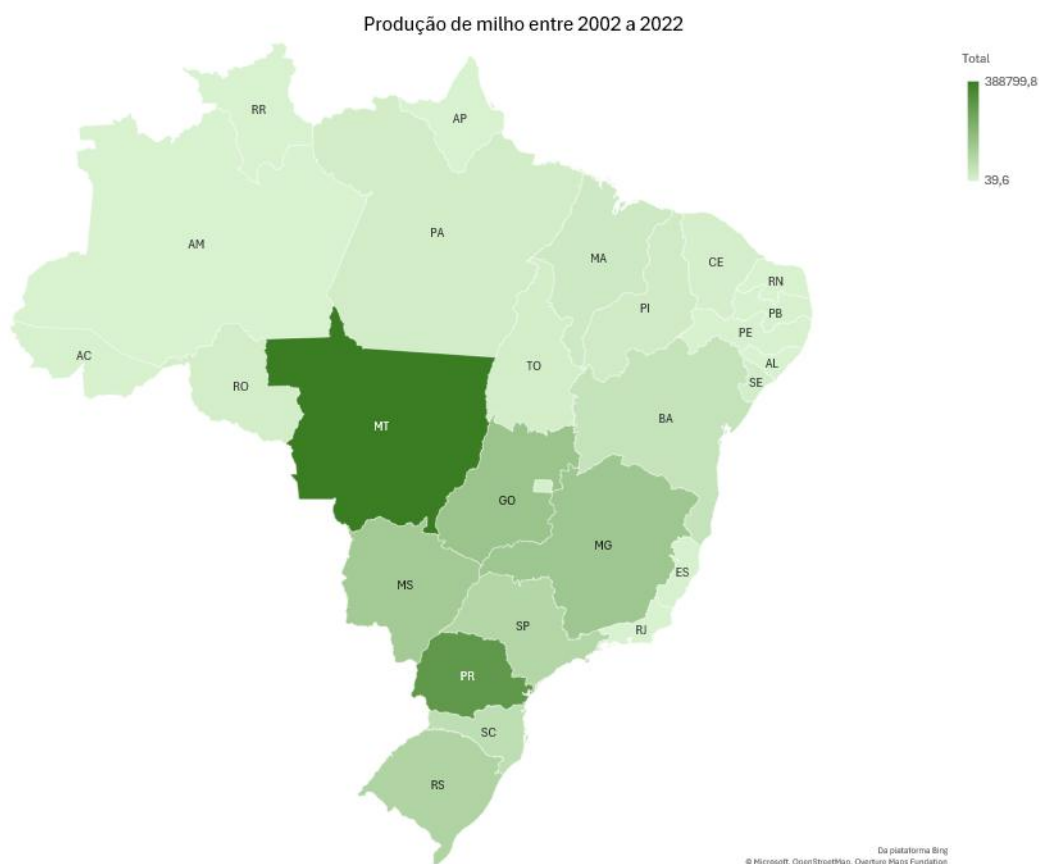
Gráfico 2 – Produção total de milho do Brasil, Nordeste/Norte e Centro-Sul 1976 a 2023, em mil toneladas



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB de 1976 a 2023

Seguindo com a regionalização da produção do milho do país, pode-se observar na figura 1 os estados que mais produziram o grão para o período de 2002 a 2022, sendo destaques os estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, todos pertencentes ao eixo centro-sul.

Figura 1 – Produção total de milho do Brasil, por estados de 2002 a 2022



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB de 2002 a 2022

A segunda safra emergiu como um componente indispensável na dinâmica da oferta global de milho, oferecendo uma contribuição substancial para o suprimento da demanda mundial. A expansão desse segmento agrícola não apenas complementa a produção principal, mas também desempenha um papel crucial na estabilidade do mercado. Além de atender às demandas internas de consumo, a produção durante a safrinha influencia diretamente a oferta global de milho, ajudando a mitigar as flutuações sazonais na produção e contribuindo para a estabilidade dos preços no mercado global de commodities agrícolas (SOUZA; SILVEIRA e BALLINI, 2022).

Em um contexto global, diversos fatores contribuem para o aumento da demanda por milho ao longo dos anos. Cumpre destacar que países como os Estados Unidos utilizam o milho como fonte de combustível etanol à base de milho, enquanto países como o Brasil têm uma demanda crescente por milho para a alimentação animal. Além disso, países asiáticos enfrentam um descompasso entre a produção e consumo, o que requer a importação de milho para suprir essa diferença. O aumento da produção do milho safrinha no Brasil tem contribuído para o aumento das exportações do país, colocando-o consistentemente entre os

maiores produtores e exportadores globais do grão, como destacado por Sologuren (2015) e visto por dados do Un-comtrade, na tabela 1 é possível verificar os números das exportações do milho brasileiras para o período de 2010 a 2020.

Tabela 1 – Exportações brasileiras de milho em mil de US\$ e em mil toneladas entre 2010 e 2020

Ano	Exportações	
	US\$	Toneladas
2010	2214738	10818733
2011	2715091	9482060
2012	5381496	19801328
2013	6307399	26624051
2014	3931809	20654604
2015	5008861	28923879
2016	3739923	21873310
2017	4631046	29265912
2018	3993652	22964439
2019	7289549	42752104
2020	5853003	34431937

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do UN-COMTRADE

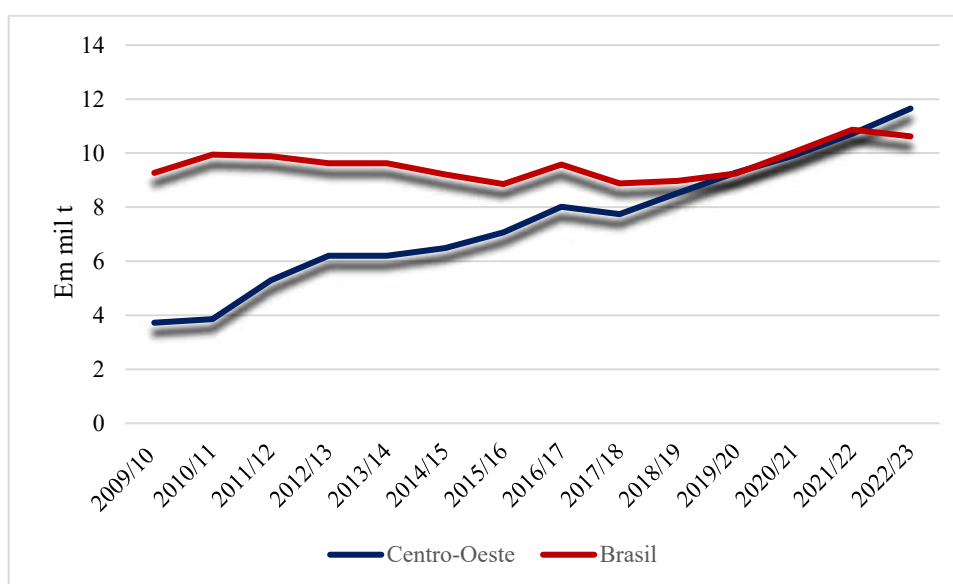
Segundo a CONAB (2023) as exportações de milho em junho de 2023 atingiram 1,03 milhões de toneladas, superando o mês anterior e o mesmo período do ano anterior. Como resultado, o Brasil voltou a ser o maior exportador de milho do mundo, ultrapassando os Estados Unidos, o que não ocorria desde 2013. Esse aumento nas exportações foi impulsionado pela combinação de um período de seca nos Estados Unidos e uma alta produção da safrinha no Brasil, destacando mais uma vez a importância da safrinha não apenas para o Brasil, mas para o mundo como um todo.

A importância do milho safrinha na oferta global de milho vai além da mera quantificação física da produção, influenciando também as projeções e a estabilidade do mercado internacional do milho (ALVES; BARROS, 2015). Essa prática sazonal se revela uma solução flexível diante das variações na oferta, desempenhando um papel central na adaptação da produção global, o que é fundamental para a segurança alimentar e a estabilidade nos mercados internacionais.

No período de 2009/2010 a 2019/2020, a produção do milho aumentou significativamente, com a área total de produção aumentando em 33,2%, conforme dados da CONAB e de Lamas e Richetti (2020). Esse aumento foi impulsionado pela expansão da

produção da safrinha, que ultrapassou a safra da primavera/verão no mesmo período, tornando-se a principal fonte de produção de milho do país. Esse aumento na produção também resultou em um aumento nas exportações do grão, como a região centro-oeste sendo determinante para esses números, registrando o maior aumento na área produzida, chegando ao ponto de somente a região centro-oeste ultrapassar a área plantada do restante do Brasil junto, no gráfico 3 é apresentado esse efeito, onde a área da região centro-oeste ultrapassa o restante do Brasil.

Gráfico 3 – Área total plantada de milho no Brasil em Mil hectares



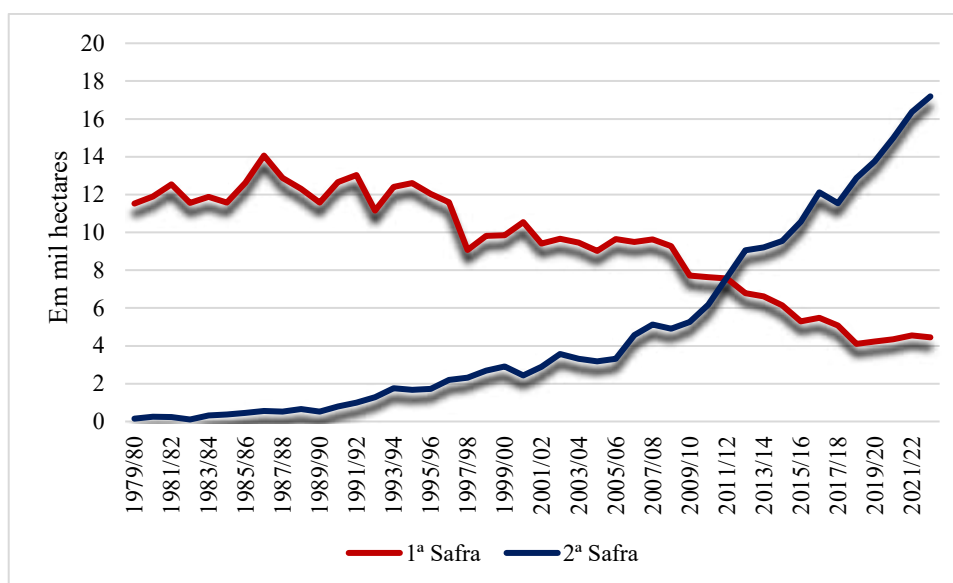
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CONAB de 2009 a 2023

O milho safrinha exerce um efeito significativo nos preços do grão, com uma produção adicional propiciando teoricamente uma redução nos preços. No entanto, os efeitos nos preços podem variar consideravelmente devido a diversos fatores, como a produtividade da safra, as condições climáticas, os custos de produção e as demandas nacional e internacional (RICHETTI, 2012). Apesar dos desafios agrônômicos enfrentados pela safrinha do milho, como a dependência de condições adicionais, essa prática apresenta vantagens como melhor preço de venda, baixo investimento inicial, resistência a condições adversas e contribuição para a proteção do solo (CONTINI et al., 2019).

A produção da safrinha no Brasil tem sido impulsionada não apenas pela demanda interna e externa, mas também por avanços tecnológicos e práticas agrícolas mais eficientes. A adoção de técnicas como o plantio direto, o uso de sementes transgênicas e a aplicação de fertilizantes tem contribuído significativamente para o aumento da produtividade e a expansão

da área plantada com milho safrinha (MELO et al., 2018); Esse aumento é reflexo do milho safrinha absorver áreas do plantio de soja pós colheita, essas práticas têm permitido aos agricultores brasileiros enfrentar desafios como a variabilidade climática e a competição com plantas daninhas, garantindo uma produção mais estável e sustentável ao longo do tempo, no gráfico 4, podemos ver a área de milho plantada no Brasil, ao longo do tempo dividido entre as duas safras, tendo em destaque para o período de 2011/12 onde a ultrapassagem da segunda safra em relação a primeira.

Gráfico 4 – Área total plantada de milho para 1º e 2ª safras no Brasil, em mil hectares



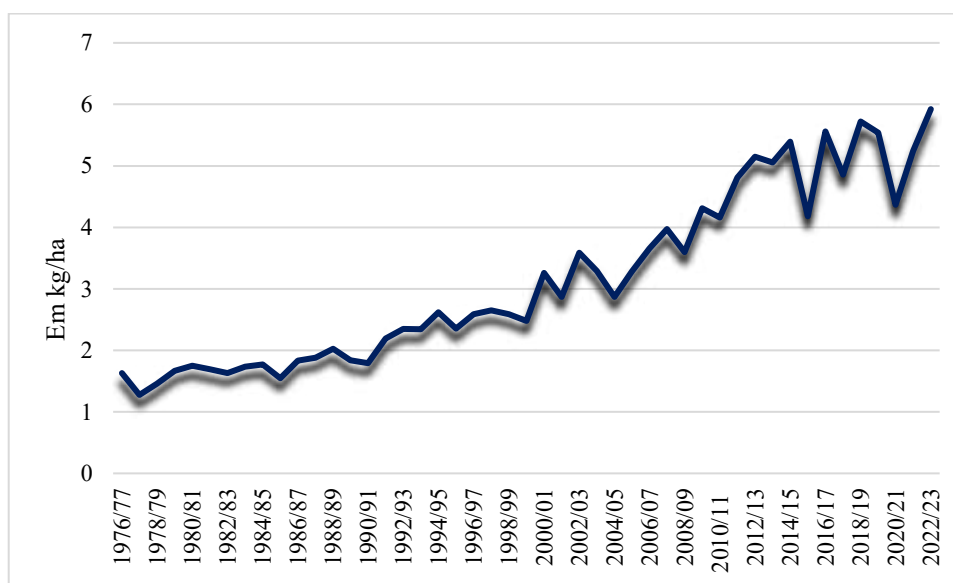
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CONAB de 1979 a 2022

Nesse sentido, a produtividade do milho no contexto brasileiro tem sido objeto de interesse e investigação ao longo das últimas décadas. Durante o período compreendido entre os anos de 1970 e 2000, observou-se um expressivo crescimento na produtividade do milho no país, impulsionando principalmente pelos avanços tecnológicos e pela implementação de práticas agrícolas mais eficientes. Estudos como o de Ceccon et al. (2004) ressaltam que a introdução de variedades de milho mais produtivas, juntamente com a aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, desempenharam um papel significativo nesse aumento produtivo.

A partir do início do século XXI, observou-se um notável incremento na produtividade do milho no Brasil. Tal fenômeno pode ser atribuído a uma série de fatores, dentre os quais se destacam o desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas, como a

biotecnologia, que viabilizou a criação de variedades de milho geneticamente modificadas com resistência a pragas e doenças, bem como adaptadas a condições adversas de clima e solo. CECCON (2004) salienta que o investimento em pesquisa e desenvolvimento, tanto por parte do setor público quanto do setor privado, desempenhou um papel crucial nesse avanço produtivo. No gráfico 5 podemos ver a evolução da produtividade do milho brasileiro ao longo do tempo.

Gráfico 5 – Produtividade do milho brasileiro, em t/ha



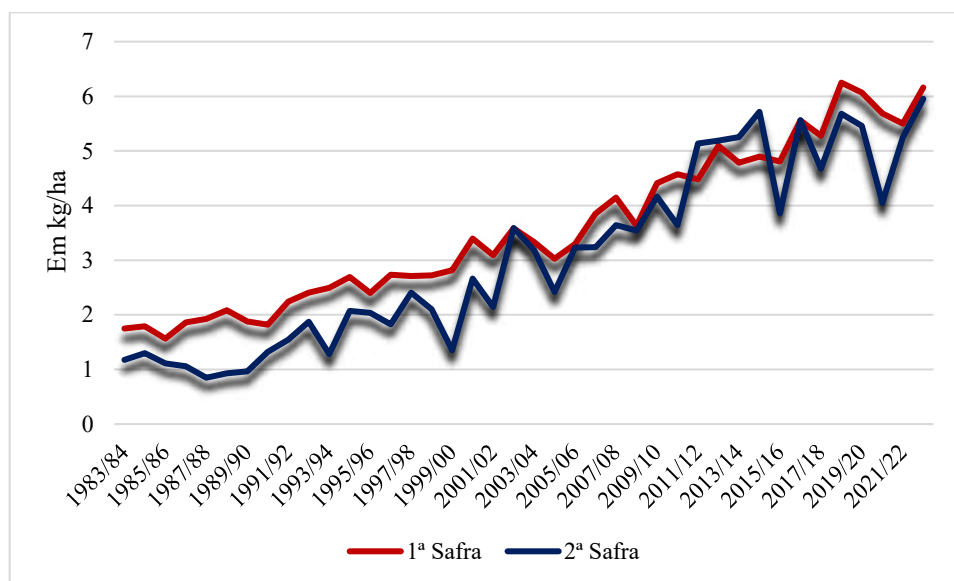
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CONAB de 1976 a 2023

Um ponto de grande relevância é a produtividade do milho safrinha, que se tornou um componente fundamental na produção brasileira de milho. Isso é resultado devido aos avanços nas técnicas de cultivo e ao desenvolvimento nas variedades de milho como ciclo de desenvolvimento mais breve, que se adequam melhor ao plantio tardio. Ceccon (2008) destaca que o milho safrinha também se beneficia das condições climáticas favoráveis do Brasil, como o regime de chuvas, que proporciona um ambiente propício para o desenvolvimento da cultura.

A produtividade média do milho safrinha se torna competitiva com a da safra de verão a partir do início dos anos 2000 devido a alta demanda pelo milho, principalmente por parte da China, fazendo com haja incentivos a aumento da produção, além de diversos outros fatores fora oferta e demanda. Em primeiro lugar, o milho safrinha se beneficia do residual de fertilizantes e defensivos agrícolas aplicados na safra de soja, o que resulta em uma redução dos custos de produção. Adicionalmente, as condições climáticas durante o período de cultivo

do milho safrinha costuma ser mais propícias, com menor incidência de pragas e doenças como apresenta Barbosa, et al (2007). Por fim, a adoção de tecnologias como o plantio direto e o uso de sementes de alta qualidade também contribuem para a elevada produtividade do milho safrinha, (AVILA et al., 2006). O gráfico 6 destaca a produtividade do milho ao longo da primeira e segunda safra.

Gráfico 6 – Produtividade do milho brasileiro, por safra, em t/ha



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CONAB de 1983 a 2022

Em síntese, a produtividade do milho brasileiro (Gráfico 6) tem apresentado um crescimento expressivo ao longo do tempo, impulsionando por uma variedade de fatores, tais como avanços tecnológicos, investimentos em pesquisas e desenvolvimento, e a implementação de novas práticas agrícolas. O milho safrinha, em especial, se destaca por sua elevada produtividade, beneficiando-se das condições climáticas favoráveis e das práticas agrícolas modernas, como destacado por Coelho e De Resende (2008).

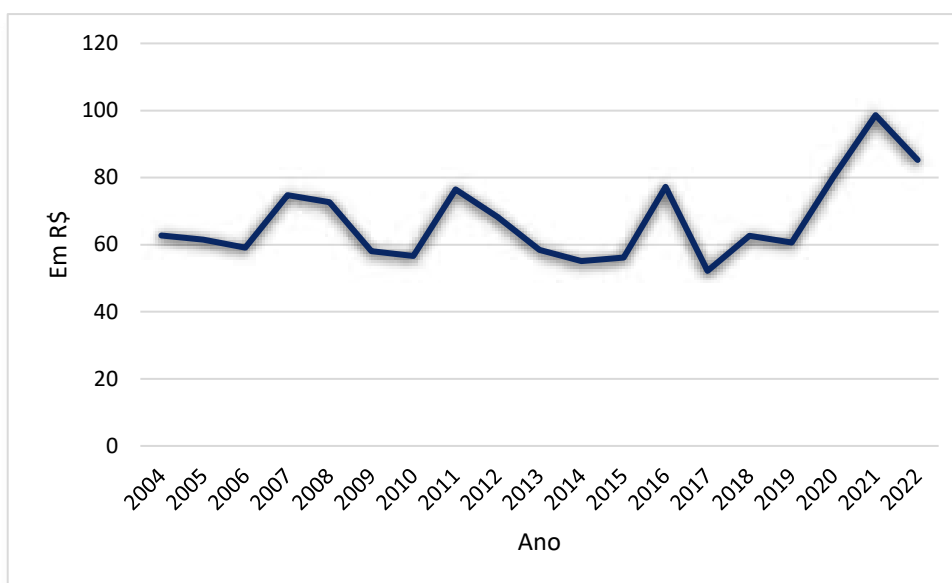
Além dos aspectos agrônômicos, a safrinha de milho também tem impactos socioeconômicos significativos, especialmente nas regiões onde é cultivada. A produção da safrinha gera empregos temporários e movimentada a economia local, beneficiando não apenas os agricultores, mas também toda a cadeia produtiva ligada ao milho, como os setores de transporte, armazenagem e processamento (FERNANDES et al., 2017). Essa dinâmica econômica tem contribuído para o desenvolvimento de regiões antes menos favorecidas, promovendo a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais.

Por fim, é importante ressaltar que a safrinha enfrenta desafios e vulnerabilidades

especialmente relacionados às mudanças climáticas e às oscilações nos preços internacionais. A dependência de chuvas adequadas durante o período de cultivo mesmo que seja um milho que esteja mais bem adaptado as condições, e a volatilidade dos preços do milho no mercado global representam riscos para os produtores de safrinha. Nesse sentido, políticas públicas e estratégias de gestão de riscos são fundamentais para garantir a sustentabilidade e a resiliência desse segmento agrícola tão importante para a economia brasileira (SILVA et al., 2020).

A competitividade entre as safras no fator de produtividade vem ganhando destaque conforme o passar do tempo, mesmo que a safrinha apresente indícios de abrir vantagem referente a safra de verão para os próximos períodos. Entretanto, hoje, ainda é de grande importância salientar que o destaque do milho safrinha ainda se vem da sua produção total que conforme apresentado, apresentou uma ascensão entre os anos 2000 a 2004, e seguindo de crescimentos constantes para o período de 2005 a 2010, até chegar ao período onde apresenta seu maior crescimento que é de 2010 até hoje, sendo que o cenário externo foi o principal que possibilitou essa ampliação da produção interna para o período de 2004/05 principalmente até 2013/14 (SOLOGUREN, 2015).

Ao analisar a série de preços do milho de 2004 a 2023 (CEPEA), é possível observar que os preços do milho no Brasil tendem a acompanhar a dinâmica da oferta e demanda. Durante períodos de maior produção do milho, os preços apresentam menor variância, enquanto em períodos de queda na produção, ocorre um aumento nos preços, conforme previsto pela teoria econômica. Destaca-se também a importância da estabilidade cambial do país, a qual influencia diretamente os preços do milho (GARCIA et al., 2008). Isso evidencia os impactos das variáveis macroeconômicas na formação dos preços do milho brasileiro, bem como a interação entre a demanda interna e externa pelo produto, sendo a maior parte destinada para a abastecimento, principalmente animal (aves e suínos). No gráfico 7 temos a evolução do preço da saca do milho (60kg) brasileiro de 2004 a 2023, descontado o prazo de pagamento pela taxa CDI/CETIP e deflacionado pelo IGP-DI.

Gráfico 7 – Preço à vista do milho por saca de 60kg em reais (R\$)

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CEPEA de 2004 a 2022

Ao longo desse período, observa-se que, mesmo considerando os avanços tecnológicos que tendem a impulsionar o crescimento da produção, o nível de preços permaneceu majoritariamente na faixa de 60 a 80 reais. Apenas nos últimos anos houve uma superação desse intervalo fenômeno que pode ser atribuído, em parte, aos impactos da pandemia da COVID-19.

3 CONTEXTO INTERNACIONAL DO MERCADO DE MILHO

O Brasil ficou marcado até o final dos anos 1990 com a produção do milho predominantemente destinada ao mercado interno, com pouca participação no mercado internacional. Essa situação mudou significativamente no início dos anos 2000, sendo principalmente impulsionada pela China, como um importante importador de milho, para o complemento de sua produção, destinada a abastecimento para carnes de aves e suínos, foi um dos principais fatores que levaram ao aumento da produção do milho no período, hoje ainda continuar a importar o milho brasileiro, mas não se figure entre os principais importadores. Esse crescimento fez com que ocorresse o aumento do milho safrinha e principalmente da área total plantada como apresentado nos dados da CONAB (ARIEL; DUARTE, 2010).

Para o período de 2010 a 2020, temos como principais importadores do milho países que subiram e desceram no *ranking*, entretanto alguns se destacam por estarem sempre presentes e importando em grandes quantidades como Irã, Japão, Egito, Coréia do Sul e Espanha. Esses países importam milho do Brasil principalmente devido à competitividade do Brasil no mercado internacional, sendo destaque nos números que se diz a produção, e comercialização. A qualidade do milho brasileiro pela utilização de tecnologias, e principalmente com o milho safrinha que se beneficia de pontos como a qualidade do solo, e a logística eficiente do Brasil, faz com que seja atraente para os importadores (BARBOSA et al., 2007), na tabela 2 pode-se verificar os países que mais importaram o milho brasileiro no período de 2010 a 2020.

Tabela 2 – Participação dos principais países importadores de milho brasileiro entre 2010 e 2020 (em %)

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Irã	12,47	19,36	14,84	7,88	22,3	14,7	21,28	16,89	27,45	13,33	12,72
Japão	5,21	8,3	15,13	14,28	5,92	9,21	12,17	9,75	1,01	15,41	11,91
Vietnã	1,35	1,12	0,36	3,89	15,26	16,62	12,82	8,9	12,28	9,05	10,84
Egito	2,81	4,97	9,31	6,06	6,11	6,79	6,63	10,81	8,6	7,56	9,43
Coréia do Sul	1,77	1,37	13,02	13,65	8,99	10,08	6,68	5,72	4,95	7,97	7,23
Taiwan	9,91	12	9,63	8,14	6,77	7,45	6,16	5,83	2,41	6,44	7,05
Espanha	6,95	3,47	2	2,98	1,04	2,97	1,58	9,43	9,48	7,29	6,57
Malásia	8,41	5,77	3,22	3,49	5,99	5,77	7,28	5,02	5,2	3,61	3,84
México	0,12	0,03	0,82	0,28	0	1,01	0	1,95	0,58	4,41	3,61
Marrocos	8,43	6,04	4,88	3,45	3,3	2,24	0,74	1,64	2,45	2,46	3,04

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Comex Stat de 2010 a 2020

O Estados Unidos é o maior produtor de milho do mundo, com uma produção que frequentemente supera os 360 milhões de toneladas anuais (USDA, 2024). A maior parte dessa produção é destinada ao mercado interno, com um uso significativo na alimentação animal e na produção de etanol. A região conhecida como *Corn Belt*, que inclui estados como Iowa, Illinois e Nebraska, é o principal centro de produção, beneficiando-se de condições climáticas favoráveis e solos férteis (GREEN, 2018). Além disso, a adoção de tecnologias avançadas, como sementes geneticamente modificadas e práticas agrícolas de precisão tem impulsionado a eficiência e a produtividade do setor, (ORT, 2014).

Ainda se tratando dos grandes produtores de milho em nível global, a China ocupa o segundo lugar no ranking de produção de milho, com uma produção anual em torno de 260 milhões de toneladas conforme apresenta os dados do USDA (2024). O Milho é uma cultura essencial no país, principalmente para a alimentação animal, especialmente na indústria de criação de suínos, que é uma das maiores do mundo (GALE; HANSEN, 2016). A produção está distribuída em várias províncias, com destaque para Jilin, Shandong e Henan. A crescente demanda interna por carne e produtos derivados tem impulsionado a necessidade de milho, fazendo com que o país dependa cada vez mais de sua produção interna para atender às suas necessidades (LHOMAR, 2023).

O Brasil por sua vez que detém o posto de terceiro maior produtor de milho, com uma produção que varia entre 90 a 100 milhões de toneladas por ano (USDA, 2024). A produção brasileira é caracterizada por suas duas safras, a primeira que ocorre durante o verão, e o safrinha que é objeto do presente estudo, que por sua vez como destacado na seção anterior é fundamental para o país, representando hoje um maior volume que a safra de verão. Estados como Mato Grosso e Paraná são os principais produtores (CONAB, 2024), contribuindo significativamente para o total nacional. A expansão da área plantada e o uso de tecnologias modernas têm permitido ao Brasil aumentar sua produção, consolidando sua posição como um importante *player* no mercado global, tanto na exportação quanto no abastecimento interno, (LANDAU, 2015).

A produção destes três países (EUA, China e Brasil) é tão significativa que, juntos, superam a produção de muitos outros países combinados, como a exemplo a União Europeia, conforme demonstra os dados da USDA, e apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Produção total de milho dos países em milhões de toneladas, de 2022/23 a 2024/25

Região/País	2022/23	2023/24	2024/2025 (proj.)
Estados Unidos	346,74	389,69	377,46
China	277,2	288,84	292
Brasil	137	122	127
União Europeia	52,29	61	64,8
Índia	38,09	37,5	37,5
Total mundial	1157,95	1228,1	1219,93

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da USDA de 2022 a 2024

Além de serem os maiores produtores de milho do mundo, o Estados Unidos, China e Brasil também estão entre os principais consumidores globais deste grão, o que sublinha sua importância não apenas como produtores, mas também como mercados internos significativos. Nos Estados Unidos, o consumo de milho é excepcionalmente alto, superando os 300 milhões de toneladas anuais (ERESTEIN; DEBELLO e SONDER, 2022). O país utiliza grande parte de sua produção para alimentação animal, principalmente na indústria de gado, suínos e aves, além de destinar uma porção substancial para a produção do etanol, que é um componente crucial da política energética dos EUA. Além disso, o milho é utilizado amplamente na indústria alimentícia para a produção de produtos como xarope de milho, amidos e outros ingredientes alimentares (SMITH, 2017).

A China é também um dos maiores consumidores de milho, com um consumo que ultrapassa os 280 milhões de toneladas por ano (USDA, 2024). Este grão é essencial na alimentação animal, especialmente na criação de suínos, onde o milho constitui a base das rações. A demanda por carne de porco, uma proteína básica na dieta chinesa, é um dos principais impulsionadores de alta demanda por milho. Além do uso na alimentação animal, o milho é também um componente importante na produção de amidos industriais e outros produtos derivados. Com o aumentando da população e a urbanização, a demanda por alimentos processados e produtos à base de milho tem crescido, fazendo da china não apenas um grande produtor, mas também um consumidor significativo (REIDY, 2022).

Essa alta demanda interna da China é também a explicação do país não aparecer entre os maiores exportadores, diferentemente do EUA e Brasil, que como mencionado anteriormente, embora tenham uma alta demanda interna, a sua alta produção ainda faz com que sejam os maiores exportadores, juntamente com a Argentina, como apresentado na tabela

4, onde é apresentado o *market share* (O *market share* apresenta a participação de cada país nas exportações de cada setor, nesse caso do milho) principais exportadores de milho do mundo no período de 2010 a 2020.

Tabela 4 – Evolução do *Market Share* dos principais exportadores de milho do mundo do período de 2010 a 2020

País	Valor do <i>market share</i> exportado em (%)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EUA	51,93	45,72	26,11	19,65	28,1	30,32	37,41	41,94	42,44	22,72	28,75
Argentina	17,98	15,16	14,81	16,38	12,49	11,36	15,44	15,44	13,97	19,72	20,53
Brasil	9,5	8,02	16,34	21,73	16,63	19,64	14,63	18,73	13,84	23,37	19,16
Ucrânia	4,15	7,79	12,96	13,65	13,79	12,93	9,96	15,33	12,92	17,68	15,56
França	6,76	6,23	5,22	5,13	4,59	4,88	4,84	3,37	3,3	2	2,53
Romênia	2,1	2,3	1,88	2,63	2,91	3,48	2,75	2,98	2,94	3,7	3,18
Hungria	4	3,63	3,61	1,8	1,93	2,89	3,02	3,02	2,21	2,41	2,86
Servia	1,7	1,62	1,77	0,66	1,88	1,43	1,02	1,29	0,79	1,54	2
África do Sul	1,84	2,97	1,31	2,16	1,68	0,53	1,57	1,57	1,32	0,64	1,59
Índia	1,88	3,94	3,54	3,87	2,8	0,62	0,52	0,45	0,61	0,2	0,98

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Comex Stat.

A combinação de alta produção e consumo interno robusto nesses três países cria uma dinâmica única no mercado global de milho. Os Estados Unidos, China e Brasil não apenas contribuem significativamente para a oferta global, mas também determinam em grande medida a demanda global. As políticas agrícolas, as condições climáticas e as mudanças nos padrões de consumo nesses países têm o potencial de causar flutuações nos preços e na disponibilidade do milho no mercado internacional. Essa interdependência entre produção e consumo interna torna esses países atores-chave na estabilidade e segurança alimentar global (MATTOS, 2018).

Outro fator que contribui de forma essencial para compreender a dinâmica do mercado internacional do milho são os estoques globais e sua influência na estabilidade de preços. Esses estoques atuam como uma reserva de segurança, permitindo que os países e empresas absorvam choques de oferta ou demanda sem causar oscilações significativas nos preços (CONAB, 2024). Quando os estoques são abundantes, os mercados tendem a ser mais estáveis, pois há uma quantidade suficiente de grãos disponível para suprir qualquer escassez temporária de produção ou um aumento repentino na demanda. Por outro lado, estoques baixos podem levar a uma maior volatilidade, pois há menos grãos disponíveis para compensar as flutuações de mercado, aumentando a susceptibilidade a picos de preços (ROCHA, 2024).

Historicamente, países como os Estados Unidos e a China têm mantido grandes estoques de milho para garantir a segurança alimentar e estabilizar os mercados domésticos.

Essas reservas são estrategicamente geridas, permitindo aos governos liberar grãos no mercado durante períodos de escassez ou retenção durante períodos de excesso de oferta. No entanto, as decisões de manter ou liberar estoques são influenciados por vários fatores, incluindo considerações políticas, condições econômicas e previsões climáticas. A gestão eficaz desses estoques é, portanto, essencial para evitar grandes flutuações nos preços globais de milho, que podem ter impactos significativos em economias dependentes de importações de alimentos (ROCHA, 2024). Em nível global o estoque final de 2022/23 ficou em 322,06 milhões de toneladas, enquanto a projeção para 2023/24 é de 319,63 milhões, conforme dados apresentados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 2024.

Dessa forma, compreendendo a dinâmica de oferta e demanda global do milho, assim como os estoques disponíveis, fica evidente a importância do milho safrinha em nível global. A produção desta segunda safra não apenas proporciona uma oferta adicional em momentos críticos, quando a colheita de outros grandes produtores está fora de temporada, mas também contribui para a estabilização dos estoques globais. Isso, por sua vez, ajuda suavizar flutuações de preços e atender à crescente demanda internacional por milho, seja para alimentação animal, consumo humano ou produção de biocombustíveis. A relevância do milho safrinha, portanto, transcende as fronteiras brasileiras, tornando-se uma peça-chave no equilíbrio do mercado global de milho.

4 METODOLOGIA

4.1 MODELO ECONOMÉTRICO

Nos estudos macroeconômicos, o modelo VAR é comumente empregado para analisar os impactos de choques estocásticos sobre determinadas variáveis. Diante disso, optou-se por sua utilização no presente estudo, visando capturar as interações dinâmicas entre as variáveis analisadas.

Conforme destacado por Enders (2014), um modelo VAR (Vetor Autorregressivo) é uma generalização multivariada do modelo Autorregressivo (AR). Nesse contexto, são utilizadas séries temporais, nas quais cada variável é expressa como uma função linear de suas próprias defasagens, bem como das defasagens das demais variáveis do sistema. O VAR é amplamente empregado em análises empíricas de modelos macroeconômicos, conforme proposto originalmente por Sims (1980, 1986). Este modelo considera sistema de equações onde há simultaneidade nas relações entre as variáveis, sendo, portanto, uma forma reduzida de um sistema de equações simultâneas dinâmicas.

A forma estrutural de um modelo VAR, com uma defasagem $(t - 1)$ e n variáveis x_n , pode ser genericamente representada matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} & b_{13} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & 1 & b_{23} & \dots & b_{2n} \\ b_{31} & b_{32} & 1 & \dots & b_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ b_{n1} & b_{n2} & b_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \\ x_{3t} \\ \cdot \\ x_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \\ b_{30} \\ \cdot \\ b_{n0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \dots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} & \dots & \gamma_{2n} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} & \dots & \gamma_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \gamma_{n3} & \dots & \gamma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \\ x_{3,t-1} \\ \cdot \\ x_{n,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \cdot \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Essa representação estrutural pode ser compactamente escrita como:

$$BX_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \varepsilon_{t-1} \quad (2)$$

Ao pré-multiplicar a equação (2) pela matriz inversa de B, obtém-se:

$$X_t = B^{-1}\Gamma_0 + B^{-1}\Gamma_1 X_{t-1} + B^{-1}\varepsilon_{t-1} \quad (3)$$

O que resulta na forma reduzida do modelo VAR, expressa como:

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + e_t \quad (4)$$

A transformação do sistema da forma estrutural (1) para a forma reduzida (4) é necessária para possibilitar a estimação por meio do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). No entanto, um modelo VAR na forma reduzida não permite a identificação dos efeitos de choques exógenos independentes nas variáveis, pois os resíduos são contemporaneamente correlacionados.

4.2 DADOS

Este estudo utilizou para as estimações os dados anuais de três variáveis: i) Quantidade produzida de milho do Brasil; ii) Preços do milho brasileiro, deflacionado pelo IGP-DI; iii) Preços internacional do milho deflacionado pelo CPI. As descrições, e fontes das variáveis se encontram no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas, nomenclaturas, descrição e fontes

Nomenclatura	Variáveis	Descrição	Fonte
Q	Quantidade Produzida	Quantidade de milho produzida no Brasil (primeira e segunda safra) de 2004 a 2022	Produção Agrícola Municipal
X	Preços do milho brasileiro	Preços do milho brasileiro (60kg) Atualizado pelo IGP-DI	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
P	Preços do milho internacional	Cotação internacional do milho	Fundo Monetário Internacional

Fonte: Elaborado pelo autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da análise dos dados, seguidos pela discussão das principais evidências encontradas na estimação do modelo teórico proposto. O modelo avalia o comportamento e a respostas de três variáveis a choques não-antecipados, a saber: a quantidade de milho produzida no Brasil (Q), o preço real do milho no mercado brasileiro (X) e o preço real internacional do milho (P).

A tabela 5 apresentou uma quantidade média de milho produzido no Brasil para o período foi de aproximadamente 71 milhões de toneladas (considerando as duas safras), porém esse valor grande parte é advindo do período pós 2010, sendo que se dividir em dois períodos (2004 a 2010) e (2011 a 2022), o primeiro apresentou uma média de aproximadamente 47 milhões de toneladas, enquanto o segundo período o número chega a quase 85 milhões de toneladas produzidas. Esse aumento pode ser explicado pela grande evolução do milho safrinha.

Tabela 5 – Estatística descritiva da produção de milho do Brasil do período de 2004 a 2022.

	Quantidade (Em toneladas)
Observações	19
Média	71.000.000
Desvio Padrão	23.200.000
Assimetria	0,108
Curtóse	1,742

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE.

Seguindo com a análise da tabela 5 é possível verificar um desvio padrão alto, sugerindo uma variação considerável em torno da média, o que indica que a produção de milho apresenta flutuações significativas ao longo do tempo, conforme o esperado dado a condições que afetam as produções de milho como a exemplo, condições climáticas e tecnologias, como reforçado na seção [2]. Por fim, podemos verificar com a assimetria e curtose que é apresentado uma distribuição da quantidade de milho é ligeiramente assimétrica para a direita, ou seja, há uma leve tendência para valores mais altos, mas essa assimetria é bastante baixa, sugerindo uma distribuição relativamente equilibrada, e relativamente achatada, com caudas mais leves do que uma distribuição normal, o que significa que é menos provável que ocorram valores extremos ou *outliers*.

Seguindo, agora temos os resultados para o preço do milho brasileiro, valores em reais para a saca de 60kg, a média do valor da saca de 60kg (Brasil) foi aproximadamente de R\$67,20 a saca, tendo um desvio de R\$12,26, indicando que houve uma variação considerável nos preços, com flutuações substanciais em torno da média ao longo do tempo. Prosseguindo para os resultados das variáveis verifica-se a assimetria e curtóse de 0,9673 e 3,24 respectivamente, indicando uma distribuição dos preços ligeiramente inclinada para a direita, o que significa que a maior parte dos preços tende a ser mais baixa, mas com uma presença de valores mais elevados, e também apresentando uma distribuição com caudas mais pesadas do que uma distribuição normal, o que sugere que pode haver uma maior probabilidade de ocorrerem preços extremos, ou *outliers*, no mercado de milho, esses valores podem ser visto na tabela 6.

Tabela 6 – Estatística descritiva do preço do milho do Brasil no período de 2004 a 2022.

	Preço doméstico (BR) (Em R\$ para saca 60kg)
Observações	19
Média	67,20
Desvio Padrão	12,26
Assimetria	0,967
Curtóse	3,244

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CEPEA.

Por fim, a análise do preço internacional do milho apresentado na tabela 7 apresentou uma média por tonelada de 252,74USD\$ com um desvio padrão de 73,83 dólares, mostra uma variação significativa em torno da média, refletindo a volatilidade nos preços internacionais do milho ao longo do tempo. A assimetria de 0,7430 sugere que a distribuição é moderadamente assimétrica para a direita, indicando que, embora a maioria dos preços esteja em torno de valores mais baixos, há uma quantidade considerável de valores mais altos, porém sem uma inclinação mais acentuada. A curtose sendo inferior a 3, aponta para uma distribuição relativamente achatada, o que implica uma menor concentração de valores extremos ou *outliers* em comparação a distribuição normal.

Tabela 7 – Estatística descritiva do preço internacional do milho no período de 2004 a 2022.

	Preço internacional (EUA) (Em USD\$ para a tonelada)
Observações	19
Média	252,74
Desvio Padrão	73,83
Assimetria	0,743
Curtóse	2,397

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do FMI.

Os resultados da análise indicam que o mercado internacional de milho apresenta um preço médio elevado, embora a variação nos preços seja considerável. Embora existam preços extremos, a frequência com que aparecem é menor em comparação com distribuições mais pontiagudas.

Em contraste, o mercado brasileiro tem um preço médio inferior, mas revela uma variação significativa, com uma maior incidência de flutuações extremas nos preços. A distribuição dos preços brasileiros mostra uma leve inclinação para a direita, sugerindo que, embora a maioria dos preços seja mais baixa, também há valores mais altos que ocorrem com alguma regularidade.

Dessa forma, enquanto o mercado internacional é caracterizado por uma média alta com volatilidade moderada e uma menor frequência de *outliers*, o mercado brasileiro revela uma média mais baixa, porém com uma variação considerável e uma maior suscetibilidade de flutuações extremas de preço.

Seguindo com a análise das variáveis, o próximo passo a ser estudado foi a correlação entre as variáveis através da matriz de correlação (Figura 1), essa ferramenta é essencial para identificar como as variáveis se comporta entre elas, uma forma de quantificar a força e a direção entre as variáveis. É também um método inicial de verificar se há indícios de multicolinearidade

Figura 2 – Matriz de correlação entre quantidade de milho produzida no Brasil, preço do milho no mercado brasileiro e preço internacional do milho de 2004 a 2022.

	Q	X	P	L. Q	L. X	L. P	L2. Q	L2. X	L2. P
Q	1.0000								
X	0.1976	1.0000							
P	-0.1120	0.3011	1.0000						
L1. Q	0.7762	0.3915	-0.2221	1.0000					
L1. X	0.3625	0.3819	0.3926	0.0984	1.0000				
L1. P	0.0057	-0.2142	0.6458	-0.0555	0.2598	1.0000			
L2. Q	0.8434	0.2999	-0.2517	0.7964	0.3592	-0.1516	1.0000		
L2. X	0.0089	-0.0954	0.0957	0.1230	0.2116	0.3207	-0.0516	1.0000	
L2. P	0.0073	-0.4798	0.1918	0.0552	-0.2405	0.6641	-0.0079	0.2563	1.0000

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CEPEA, IBGE e FMI

As análises de correlação entre a quantidade de milho produzida, o preço do milho Brasil e o preço internacional mostraram relações positivas de baixa magnitude. A correlação entre a quantidade de milho e o preço do milho no mercado brasileiro foi de 0,2423, sugerindo que existe uma associação fraca entre essas variáveis. Esse resultado implica que, embora possam se mover na mesma direção em alguns casos, não se pode afirmar que uma afete diretamente a outra.

A correlação de 0,3317 entre o preço do milho no Brasil e o preço internacional sugere uma relação um pouco mais forte, mas ainda moderada. Isso pode indicar que existem fatores comuns que influenciam ambos os preços, como as condições climáticas ou políticas econômicas que afetam o comércio. No entanto, mesmo essa correlação não é o suficiente para afirmar uma relação causal entre as variáveis.

Pode-se verificar também que para o caso de 1 e 2 defasagens e relação entre as variáveis vai perdendo a força, e em alguns casos até mudando a direção.

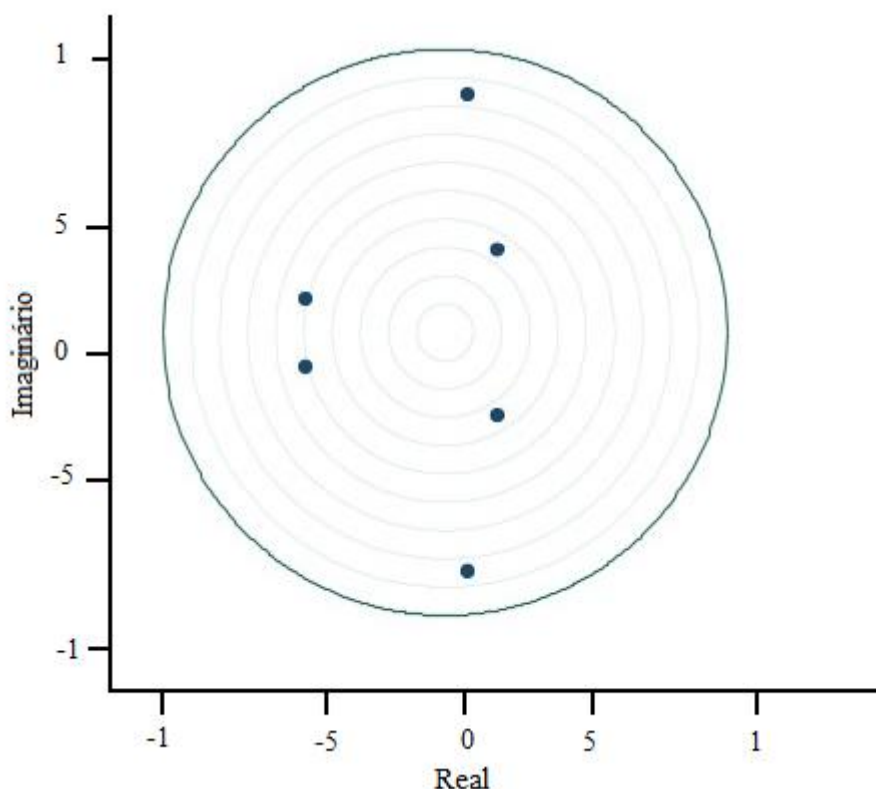
Na sequência, avalia-se a aplicação do modelo de vetores autorregressivos (VAR). O modelo VAR permitirá uma análise dinâmica das interações entre as variáveis selecionadas. Essa abordagem possibilita investigar como choques em uma variável afetam as demais ao longo do tempo, fornecendo uma compreensão mais detalhada das inter-relações e das

influências mútuas existentes no sistema econômico estudado.

As variáveis utilizadas na análise foram transformadas em logaritmo natural (ln) com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados, permitindo que os coeficientes do modelo sejam interpretados em termos de elasticidades, além de ajudar na estabilização da variância e linearização de possíveis relações exponenciais. Adicionalmente, para garantir a estacionariedade necessária para a aplicação do modelo VAR, foi realizado a diferenciação de primeira ordem das variáveis. Esse procedimento permitiu que a análise fosse conduzida com séries estacionárias, capturando as taxas de crescimento percentual de um período para o seguinte.

O modelo utilizado é o VAR com duas defasagens, conforme determinado pelos critérios de seleção adequados, como o AIC e o BIC. Após a estimação do modelo, foi realizada a verificação da estabilidade do sistema por meio da análise das raízes características, conforme visto no gráfico 8.

Gráfico 8 – Diagrama de estabilidade do modelo VAR



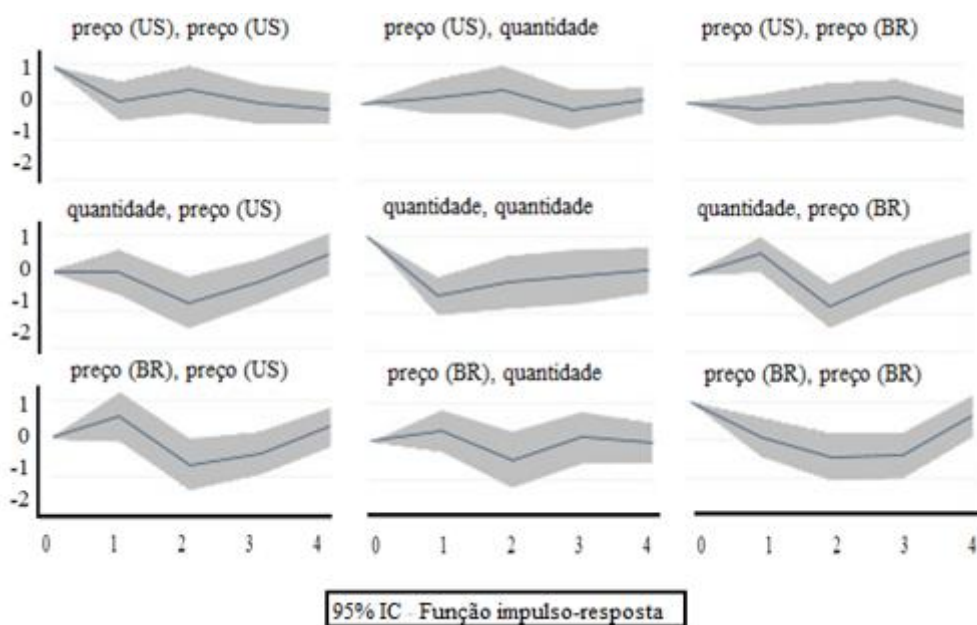
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do FMI, CEPEA e IBGE

A partir desse gráfico, foi possível observar que todos os autovalores do modelo se encontravam dentro do círculo unitário, indicando que o modelo é estável. Isso implica que o

comportamento das variáveis no modelo é estacionário, e as soluções dinâmicas do sistema convergem, garantindo a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos para as análises subsequentes.

Foi aplicado no modelo VAR um choque de 4 anos à frente para observar como a variação de uma variável impactaria as demais ao longo do tempo. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das respostas das variáveis a choques externos, fornecendo uma visão abrangente sobre a dinâmica do mercado do milho e as interações entre as variáveis no contexto brasileiro e internacional, conforme é apresentado na matriz do gráfico 9, onde é visto a como cada variável responde ao choque entre si.

Gráfico 9 – Função impulso-respostas das variáveis de quantidade, preço brasileiro e preço internacional do milho.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do FMI, CEPEA e IBGE

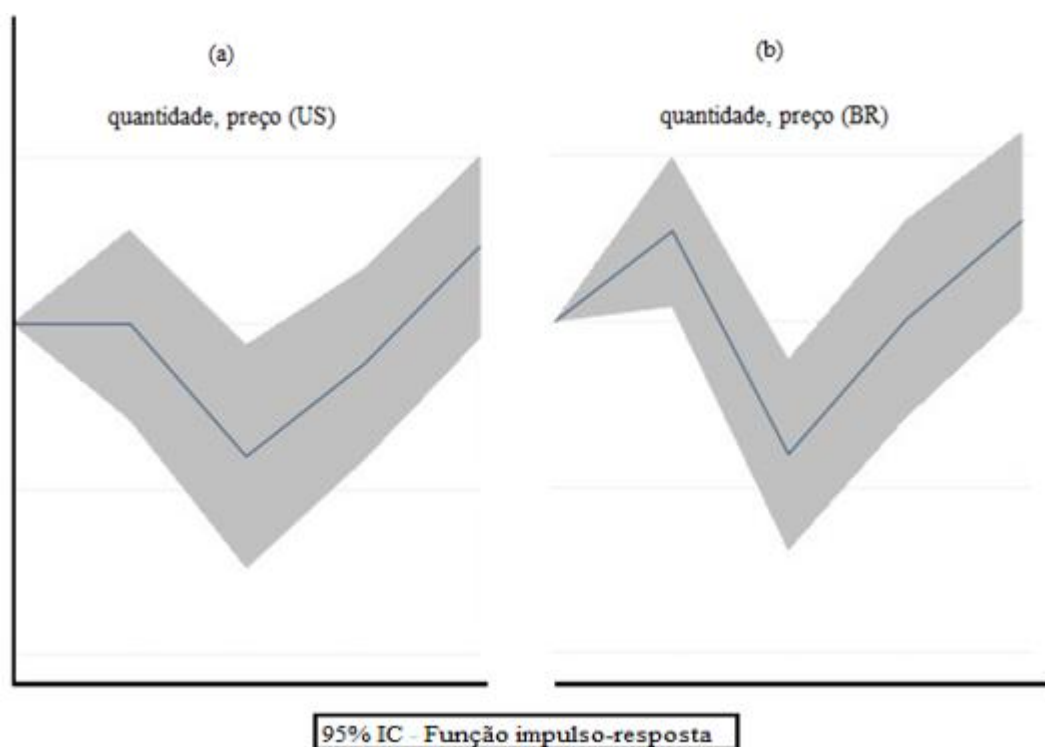
Em geral, os gráficos indicam que as relações entre as variáveis no modelo VAR são dinâmicas, com os efeitos de choques tendendo a ser mais fortes no curto prazo e diminuindo à medida que o tempo avança. As interações entre a produção interna, os preços internos e os preços internacionais do milho revelam dependências importantes, mostrando que choques em uma variável podem ter efeitos temporários nas outras, mas com diferentes intensidades e durações.

Além disso, é importante destacar que todas as respostas mostradas nos gráficos ficaram dentro dos limites do intervalo de confiança de 95%. Isso significa que os choques observados nas variáveis foram estatisticamente significativos, o que reforça a robustez das

relações entre as variáveis no modelo. Com isso, pode-se concluir que as interações entre a produção interna de milho, os preços internos e os preços internacionais são relevantes e não são resultado de flutuações aleatórias.

Dando continuidade à pesquisa e com o intuito de avançar em direção ao objetivo central do estudo, que é analisar os impactos da produção do milho safrinha, especialmente no que diz respeito à oferta e demanda, foi destacado os choques na quantidade produzida de milho. O objetivo é avaliar a resposta dos preços internos e externos, conforme ilustrado no gráfico 10.

Gráfico 10 – Função impulso-respostas do choque na quantidade para resposta nos preços doméstico e internacional do milho.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do FMI, CEPEA e IBGE

Apesar das diferenças observadas no primeiro período, é possível observar que, após o choque positivo na quantidade produzida de milho, a tendência tanto para o preço doméstico quanto para o internacional é de uma redução dos preços. Em períodos subsequentes, essa diminuição é seguida por uma retomada dos níveis iniciais dos preços, com uma tendência de aumento nos períodos seguintes.

6 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa demonstram que a consolidação da segunda safra do milho no Brasil teve um impacto significativo na produção total do país, alterando a dinâmica do mercado nacional e internacional. O avanço da safrinha possibilitou uma reconfiguração estrutural na oferta de milho, reduzindo a dependência da primeira safra e elevando a competitividade brasileira no setor agropecuário, efeito destacado por BARBOSA (2007) e reforçado no aumento das exportações do milho brasileiro no período. Esse movimento reforça o papel do Brasil como um dos principais fornecedores mundiais de milho, ampliando sua participação no mercado global e contribuindo para a estabilidade da oferta da commodity.

Um dos principais efeitos dessa transformação foi a capacidade da safrinha de mitigar a sazonalidade dos preços do milho, promovendo um maior equilíbrio entre oferta e demanda ao longo do ano, conforme apresentou os resultados de produção e preço das séries utilizadas no trabalho. A disponibilidade ampliada do produto tem reduzido as flutuações de preço, beneficiando produtores e consumidores em diversos países. Além disso, a previsibilidade na oferta fortaleceu a competitividade do milho brasileiro nos mercados internacionais, consolidando o Brasil como um exportador estratégico e influente na formação de preços globais tendo uma grande parte do *market share* do milho.

A crescente exportação da segunda safra também tem se refletido positivamente na balança comercial brasileira. A geração de divisas por meio do milho safrinha tem contribuído significativamente para o superávit que o setor agrícola do Brasil apresenta, reforçando a importância da cultura para a economia nacional. Além do impacto econômico direto, a safrinha tem papel relevante na segurança alimentar global, especialmente para países da Ásia como Japão e Coreia do sul, que dependem do milho brasileiro para suprir demandas internas. Dessa forma, a expansão da safrinha não apenas fortalece a economia do Brasil, mas também tem uma dimensão social importante, garantindo a estabilidade de abastecimento para diversas regiões do mundo.

Ademais, o crescimento da produção da safrinha tem gerado incentivos para investimentos adicionais no setor, impulsionando a expansão da área cultivada e a adoção de tecnologias que elevam a produtividade, previsto por Landau (2015). O desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes, o aprimoramento genético das sementes e os avanços logísticos são algumas das consequências desse novo cenário, que tende a consolidar ainda mais o Brasil como um líder global na produção e exportação de milho.

Diante desses aspectos, esta pesquisa contribui ao ampliar a compreensão dos impactos da segunda safra de milho no mercado brasileiro e internacional, destacando sua relevância econômica, comercial e social. Contudo ainda há espaço para estudos futuros que possam aprofundar a análise de questões como os impactos ambientais, como a taxa de câmbio influência na demanda e oferta, também a influência das mudanças climáticas sobre a produtividade e a interação entre a produção de milho e outras culturas no Brasil. Dessa forma, o avanço do conhecimento sobre esse tema poderá subsidiar decisões estratégicas que garantam a sustentabilidade e o crescimento do setor nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Lucilio RA; BARROS, GS de C. Referenciais do mercado e formação do preço do milho no Brasil. *Visão Agrícola*, v. 13, n. 9, p. 162-165, 2015.

ARIEL, P. de O.; GARCIA, João C.; DUARTE, J. de O. Evolução das exportações de milho do Brasil: países de destino e estados exportadores.

ÁVILA, Marizangela Rizzatti et al. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

BARBOSA, Graziela Moraes de Cesare et al. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 601-605, 2007.

BOLETIM LOGÍSTICO: AS EXPORTAÇÕES DE MILHO EM JUNHO DE 2023 ATINGIRAM 1,03 MILHÃO DE T, SUPERANDO O MÊS DE MAIO. Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5091-boletim-logistico-as-exportacoes-de-milho-em-junho-de-2023-atingiram-1-03-milhao-de-t-superando-o-mes-de-maio>.

CECCON, Gessi et al. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. *Bragantia*, v. 63, p. 227-237, 2004.

CONAB. Preços agrícolas, da sociobio e da pesca. Disponível em: . Acesso em: 18 ago. 2020b. **CONAB.** Série histórica das safras. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>

CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2), 2019.

CRUZ, JOSÉ CARLOS et al. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. 2010.

DE RESENDE, A. V.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M. Desafios na cultura do milho para altas produtividades com rentabilidade. 2016.

DE SOUZA, Aguinaldo Eduardo et al. ESTUDO DA PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL. *South American Development Society Journal*, [S.l.], v. 4, n. 11, p. 182, ago. 2018. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/150>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

ERENSTEIN, O., DEBELLO, M. J., SONDER, K., MOTTALEB, K. A., & PRASANNA, B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, 14, 1295–1319, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>.

FERREIRA, Bruna; CAPITANI, Daniel Henrique Dario. Competitividade do milho brasileiro no mercado internacional. *Revista de política agrícola*, v. 26, n. 2, p. 86-99, 2017.

GALE, H. Frederick; HANSEN, James; JEWISON, Michael. China's growing demand for agricultural imports. *USDA-ERS Economic Information Bulletin*, n. 136, 2016.

GARCIA, João Carlos et al. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. 2008.

GREEN, Timothy R. et al. Where is the USA Corn Belt, and how is it changing?. *Science of the Total Environment*, v. 618, p. 1613-1618, 2018.

HANSEN, James; GALE, Fred. China in the next decade: Rising meat demand and growing imports of feed. *Amber Waves: The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America*, n. 3, 2014.

LANDAU, E. C. et al. Expansão potencial da produção de milho 2ª safra no Brasil no sistema de sucessão soja-milho considerando o zoneamento de risco climático 2014/15. 2015.

LOHMAR, Bryan. Will China's Corn Imports Continue?. *Choices*, v. 38, n. 3, 2023.

MATTOS, Fabio. CORN MARKET: BIG CHANGES, NEW PERSPECTIVES, AND FRESH RESEARCH OPPORTUNITIES. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 16, n. 3, p. 296-304, 2018.

MIGUEL, F. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; GRIZOTTO, R. K. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado e convencional na região de Guaira/SP. *Energia na Agricultura*, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 64-75, 2014. DOI: 10.17224/EnergAgric.2014v29n1p64-75.

MILANEZ, Artur Yabe et al. A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, n. 41, p. 147-207, jun. 2014

ORT, Donald R.; LONG, Stephen P. Limits on yields in the corn belt. *Science*, v. 344, n. 6183, p. 484-485, 2014.

RICHETTI, Alceu. Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha, 2013, em Mato Grosso do Sul. 2012.

SANCHES, André; ALVES, Lucilio Rogério Aparecido; BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. Oferta e demanda mensal de milho no Brasil: impactos da segunda safra. *Revista de Política Agrícola*, v. 27, n. 4, p. 73, 2019.

SMITH, Timothy M. et al. Subnational mobility and consumption-based environmental accounting of US corn in animal protein and ethanol supply chains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, n. 38, p. E7891-E7899, 2017.

SOLOGUREN, Leonardo. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. *Visão agrícola*, v. 13, n. 1, p. 8-13, 2015.

SOUZA, Dallas Kelson Francisco de; SILVEIRA, Rodrigo Lanna Franco da; BALLINI, Rosângela. Efeito da expansão da safra de inverno de milho no Brasil sobre a sazonalidade dos preços spot. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 61, 2022.

