



# Formação de preços do milho em São Paulo e suas conexões com o mercado interno e internacional

Eluane Parizotto Seidler<sup>1</sup>

Nilson Luiz Costa<sup>2</sup>

Mariza de Almeida<sup>3</sup>

Daniel Arruda Coronel<sup>4</sup>

Antônio Cordeiro de Santana<sup>5</sup>

Submissão: 08/10/2021

Aceite: 18/02/2022

## Resumo

O objetivo do artigo foi entender o processo de formação do preço do milho no mercado de São Paulo/SP. Utilizou-se o modelo de regressão múltipla e a estimação a partir dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Os dados são provenientes de uma série temporal diária que inicia no primeiro dia útil do ano de 2018 e se estende até o dia 20 de abril de 2020. Entre os principais resultados, destaca-se o crescimento sustentado da produção, consumo, importações e exportações globais e nacionais do milho. O mercado de milho de São Paulo/SP está integrado com o de Sorriso/MT e do Paraguai, no contexto da conjuntura de valorização e desvalorização do real em relação ao dólar americano.

**Palavras-chave:** Oferta e demanda por milho. Formação de preço do Milho. Transmissão de preços.

## *The formation of corn prices in São Paulo and its connections with the domestic and international market*

### Abstract

*This article aims to understand the process of forming the price of corn in the square of São Paulo/SP. For that, the multiple regression model and the estimation using Ordinary Least Squares (OLS) were used. The data come from a daily time series that begins on the first working day of the year 2018 and extends until April 20, 2020. Among the main results, the sustained growth of production, consumption, and imports stands out and global and national exports. Also, the integration relationship between the markets of São Paulo/SP, with Sorriso/MT, Paraguay and with the conjuncture of appreciation and devaluation of the real in relation to the US dollar.*

**Keywords:** Supply and demand for corn. Corn price formation. Price transmission.

<sup>1</sup> Mestrado em Agronegócios (UFSM). Professora Substituta na UFSM. Email: [eluanepseidler@gmail.com](mailto:eluanepseidler@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Ciências Agrárias (UFRA). Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios (PPGAGR/UFSM) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) E-mail: [nilson.costa@ufsm.br](mailto:nilson.costa@ufsm.br)

<sup>3</sup> Doutoranda em Economia Aplicada na ESALQ/USP. E-mail: [mariza.de.almeida@hotmail.com](mailto:mariza.de.almeida@hotmail.com)

<sup>4</sup> Doutorado em Economia Aplicada (UFV). Professor nos Programas de Pós-Graduação em Gestão de Organizações Públicas, de Agronegócios e de Economia e Desenvolvimento, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Email: [danielarrudacoronel@gmail.com](mailto:danielarrudacoronel@gmail.com)

<sup>5</sup> Doutorado em Economia Aplicada (UFV). Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Email: [antonio.santana@ufra.edu.br](mailto:antonio.santana@ufra.edu.br)

## 1 Introdução

No agronegócio brasileiro, a cadeia produtiva do milho é uma das mais importantes pela integração com as cadeias de soja e de carnes. O elo primário da cadeia de valor do milho participa com 37% da produção nacional de grãos, cuja evolução é sustentada pela demanda interna e externa formada pelas agroindústrias de ração e pela unidade de criação de aves e suínos. O milho e a soja são os insumos básicos da ração que alimenta a avicultura, bovinocultura e suinocultura do Brasil e do mundo, além da agregação de valor e geração de empregos renda e divisas com as exportações. As atividades de produção das cadeias de valor de carnes, responderam por aproximadamente 75% de todo o milho ofertado nas safras 1996/1997 e 2004/2005 (BRASIL, 2007).

A produção nacional de grãos, em função da combinação de tecnologias modernas de sementes, fertilizantes, agrotóxicos e gestão, aumentou a eficiência da produção que resultou em maior rentabilidade das lavouras e produziu ganhos de competitividade no ambiente de preços remuneradores (BECKMANN; SANTANA, 2019), desregulamentação da economia, com menor intervenção estatal e/ou pela eliminação de tarifas sobre produtos importados através do Tratado de Assunção (CALDARELLI; BACCHI, 2012).

No decorrer das últimas décadas profundas mudanças ocorreram no sistema de produção de milho. Entre essas mudanças, salienta-se a transição da agricultura de pequena escala, com uso de insumos locais e inexistência de mecanização, para uma agricultura de grande escala, mecanizada, altamente dependente de insumos externos, com uso de sementes híbridas, de cultivares transgênicas e de adubos e defensivos químicos. Percebe-se que essas mudanças foram fundamentais para o aumento da produtividade e eficiência na combinação dos insumos (GALVÃO et al., 2014; BECKMANN; SANTANA, 2019).

Com o sistema de produção modificado, ao que condiz aos fatores de construção e proteção da produtividade, o Brasil passou a ocupar a posição de terceiro maior produtor e exportador de milho do mundo, ou seja, sua produção aumentou de 9,1 milhões de toneladas em 1960 para 101 milhões de toneladas em 2019 (USDA, 2020). Na safra 2019/2020, segundo estimativas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), o Brasil se mantém como terceiro maior produtor de milho do mundo, com produção de 101 milhões de toneladas, posicionando-se atrás dos Estados Unidos (347,7 milhões de toneladas) e da China (260,7 milhões de toneladas) e, segundo maior exportador com 36 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos (43,1 milhões de toneladas).

É importante destacar o crescente consumo do milho no mercado brasileiro que evoluiu de 8,9 para 67 milhões de toneladas entre os anos safra de 1960/61 e 2019/20 (USDA, 2020). Apesar das recentes importações, o produtor brasileiro ainda é o principal responsável pelo abastecimento do mercado. Os dados projetados revelam que no ano-safra 2019/20 o milho será responsável por 94% da oferta, restando 1% para as importações e 5% para os estoques reguladores (USDA, 2020).

Neste contexto, o processo de formação do preço do milho ganha maior importância, uma vez que em longo prazo, tende a responder pela maior parte da oferta. Por ser um mercado impactado principalmente pelas condições internas de oferta, demanda e distribuição das chuvas (BECKMANN; SANTANA, 2018), a cadeia produtiva do milho historicamente dependeu das políticas públicas como Empréstimos do Governo Federal (EGF) e Aquisições do Governo Federal (AGF), ferramentas importantes para a regulação desse mercado (BRASIL, 2007).

Atualmente, a formação do preço constitui-se como um importante instrumento para o planejamento e avaliação das atividades agropecuárias, uma vez que variações nos preços, dadas as características de inelasticidade-preço da oferta de milho, podem resultar em oscilações na renda do produtor e nas despesas do consumidor (BECKMANN; SANTANA, 2018).

Nesta linha, o objetivo do artigo foi analisar o processo de formação do preço do milho pago ao produtor de São Paulo, a partir das relações de transmissão de preços na praça de Sorriso-MT, no Paraguai e pela taxa de câmbio, no período compreendido de janeiro a dezembro de 2018. Isso, por meio do método de análise de regressão linear múltipla com dados de séries temporais em que se empregou a primeira diferença.

O artigo foi estruturado em cinco seções, a começar por esta introdução. Em seguida, o referencial teórico sobre os mecanismos de formação do preço do milho no Brasil. Na terceira seção encontra-se o aporte metodológico de pesquisa. Na quarta seção apresenta-se a análise e discussão dos resultados. Por fim, na quinta seção são apresentadas as considerações finais.

## **2 Mecanismos de formação do preço do milho no Brasil**

A formação de preço de mercado agrícola é resultado direto das condições de oferta e demanda, sendo apurado em função das 22 variações mercadológicas. Entre essas variações destacam-se as variações internacionais, nacionais e regionais, condições climáticas, nível dos estoques, oscilações do mercado comprador e vendedor, o nível da oferta e demanda de

produtos substitutos e todos os fatores bióticos e abióticos que influenciam a produção (ARBAGE, 2006).

Economistas veem uma associação próxima entre os preços de bens similares em mercados espacialmente ou verticalmente separados, conceito intimamente associado a Lei do Preço Único (LPU), como sendo um sinal de competição e do funcionamento eficiente dos mercados. A transmissão de preços tem implicações distributivas importantes, com o repasse de mudanças políticas e não-políticas determinando a extensão em que diferentes constituintes ganham ou perdem nesse processo (BALCOMBE; BAILEY; BROOKS, 2007).

A Assimetria na Transmissão de Preços, conhecida como ATP, é caracterizada como um processo em que os preços dos agentes econômicos reagem de diferentes maneiras, magnitudes e/ou velocidades entre as etapas, em que na cadeia há um dado aumento ou diminuição nos preços. Por exemplo, no pico de colheita há maior oferta do produto, o que tende a reduzir os preços, em muitos casos pode haver essa redução, mas não na mesma proporção que se verifica para os produtores, então tem-se a ATP (NETO; PARRÉ, 2012).

A estrutura de preços dos produtos destinados ao mercado interno, como é o caso do milho, resulta de vários fatores entre eles as políticas macroeconômicas que determinam a oferta e demanda em cada região. Assim como também, destacam-se as políticas intervencionistas como a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), onde os preços internos são fixados acima da paridade das cotações internacionais. No início a PGPM demonstrava ser adequada ao passo que proporcionava melhores preços e incentivava a produção no curto prazo, no entanto, no longo prazo os resultados não eram tão favoráveis para o desenvolvimento agrícola, uma vez que, não estimulava o investimento em infraestrutura, armazenagem e comercialização (CHIODI, 2006).

No período de 1985 a 1989, além das intervenções governamentais a formação do preço do milho estava inserida em uma economia fechada. Esse cenário começou a mudar na década de 1990, com a abertura econômica levando a exposição do mercado à competitividade externa através de acordos comerciais, em que se destaca o Mercado Comum do Sul – Mercosul. Neste contexto, os estoques formados pelo governo foram reduzidos e a política de controle de preços internos tornou-se incompatível. Houve então, a partir de 1995, a criação de novos instrumentos de garantia de preços como os contratos de Opção de Venda (OPV), o Prêmio de Escoamento da Produção (PEP) e as adaptação dos sistemas de produção. Esses instrumentos objetivavam tornar os produtos mais competitivos no exterior e preços menos suscetíveis a influência do mercado internacional (CHIODI, 2006).

Outra referência importante que os agentes do mercado consideram é o preço na região de Campinas-SP. De acordo com informações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SEAB-SP), o estado necessita importar cerca de 45% do milho que consome. Dessa forma, o estado e a região de Campinas, em especial, têm interação com diferentes estados do Brasil, pois, além de absorver parte das alterações de preços das demais regiões também impacta nos preços delas (ALVES; BARROS, 2015).

Até o ano de 2000, a produção brasileira de milho direcionava-se para suprir a demanda interna, entretanto, a partir de 2001 essa tendência se reverteu. Isso devido à queda acentuada dos preços internos, que levou os produtores brasileiros para o mercado externo em virtude das possibilidades de preços atrativos que, conseqüentemente, passaram a exportar o grão (FAVRO; CALDARELLI; CAMARA, 2015).

Na última década, o milho esteve entre as principais *commodities* na pauta de exportação brasileira, contribuindo para que os estados que possuíam maior produção se beneficiassem das vantagens da comercialização para o mercado externo. A produção de milho, vista como uma alternativa de cultivo para o produto, sempre buscou ter um mercado eficiente e com preços que sirvam de incentivo para o aumento da produção (FAVRO; CALDARELLI; CAMARA, 2015).

Fazendo menção a alguns estudos, Westerich Filho (2014) analisou a transmissão de preços pagos ao produtor de milho nos estados das regiões Sul e Centro-Oeste, assim como sua comparação com o preço futuro na BM&FBovespa entre junho de 1995 e julho de 2013. No estudo foram utilizados testes de causalidade de Granger e a estimação de um modelo Vetorial de Correção de Erros (VEC). Os resultados do teste de cointegração indicam que há transmissão de preços entre todos os estados analisados, e respondem a oscilações de preços do mercado externo a longo. Todos os estados apresentaram resposta significativa a mudanças de preços em Santa Catarina, mostrando a forte influência desta praça na formação de preços dos demais estados analisados. O autor observou que os estados de Mato Grosso e Rio Grande do Sul não recebem influência direta das oscilações de preços dos outros mercados, enquanto os estados de Paraná, Santa Catarina e Goiás parecem ser interdependentes, no curto prazo.

Costa Junior et al. (2016) em análise da transmissão de preços entre Paranaguá, que reflete o comportamento do mercado externo e as principais “praças” produtoras de milho no estado de Mato Grosso, encontraram uma relação de cointegração entre todas as praças de milho analisadas. Dessa forma, o milho produzido no Mato Grosso pode ser classificado como integrado e de alta interdependência, em que o preço de uma praça reage a qualquer desequilíbrio dos preços nas outras praças.

Por fim, Sanches (2018) analisou o comportamento dos preços e as relações entre diferentes regiões no mercado brasileiro de milho, para o período de agosto de 2008 a dezembro de 2016. O autor buscou identificar as relações de causalidade, integração e presença de assimetria na transmissão de preços de oito regiões selecionadas com relação a Campinas/SP. Observou-se que todas as séries de preços analisadas são integradas e que os preços de todas as regiões são cointegradas com a série de preços da região de Campinas. A cointegração e a transmissão simétrica de preços de Campinas em relação à maior parte das regiões analisadas podem ser explicadas pelo fato do estado de São Paulo consumir uma quantidade maior de milho do que produz, o que exige a importação de uma quantidade grande de cereal dos outros estados. Os aumentos e quedas nos preços em Campinas são transmitidos proporcionalmente a diferentes regiões, assim como, os preços nas regiões de referência do contrato futuro de base de milho apresentam forte relação com os preços no mercado paulista.

### 3 Material e métodos

A pesquisa pode ser classificada como exploratória e o método utilizado é o quantitativo, pois a avaliação das relações de transmissão de preços entre os mercados de Sorriso-MT, Paraguai, Taxa de Câmbio e o preço pago pelo milho em São Paulo foi realizada por meio do modelo geral de Regressão Linear Múltipla (RLM), especificada na forma reduzida após a análise da estacionariedade das séries de preços e câmbio.

#### 3.1 Fonte e base de dados

As variáveis utilizadas no modelo econométrico estão descritas no Quadro 1. Os dados referentes aos preços do milho pagos ao produtor de São Paulo, preço do milho Sorriso-MT disponível e preço do milho CIF Paraguai foram obtidos através do aplicativo CMA Series 4, uma plataforma de mercado utilizado por profissionais do segmento de comercialização. A taxa de câmbio foi obtida no IPEADData. Os dados são diários e nominais, referentes ao período de janeiro a dezembro de 2018 para cada variável.

As variáveis apresentadas no quadro 1 são séries temporais que iniciam no primeiro dia útil do ano de 2018 e se estendem até o vigésimo dia do mês de abril de 2020. A variável explicativa  $X_{1t}$  foi escolhida pelo fato de Sorriso-MT ser o município com maior produção de milho do Brasil e pela capacidade de representar as condições de preços do milho na região

Centro-Oeste do Brasil, principalmente Mato Grosso, que abastece parte significativa da demanda do Brasil e, em particular, do estado de São Paulo. Portanto, a formação do preço do milho nesta “praça”, tende a causar mudanças nos preços das demais regiões produtoras.

Quadro 1 - Descrição e fonte das variáveis utilizadas no modelo econométrico

Descrição		Unidade	Fonte
$Y_t$	Preço do milho CIF, em São Paulo/SP	R\$/60kg	CMA Series4
$X_{1t}$	Preço do milho FOB em Sorriso/MT	R\$/60kg	CMA Series4
$X_{2t}$	Taxa de câmbio, dólar comercial	R\$/US\$	CMA Series4
$X_{3t}$	Preço do milho CIF, no Paraguai	US\$/1000kg	CMA Series4

Fonte: Elaboração própria.

A variável  $X_{2t}$  é importante, sobretudo, porque o mercado interno de milho sofre influências das relações de importação e exportação e a Taxa de Câmbio é a cotação que influencia diretamente o preço relativo do milho brasileiro nos mercados interno e internacional, assim como o preço do milho em outros países no mercado brasileiro, conforme destacaram Matos, Ninaut e Caiado (2008). A variável  $X_{3t}$  é relevante porque o Paraguai foi a origem de cerca de 76,3% das importações brasileiras de Milho em grão, exceto para semeadura (código NCM 10059010) no ano de 2018 e 93,4% no ano de 2019 (MDIC, 2019).

### 3.2 Procedimentos econométricos

Inicialmente as séries temporais de preços do milho e câmbio foram analisadas a partir de medidas de tendência central e de estatísticas descritivas, como média, mediana, moda, valor máximo, valor mínimo e desvio-padrão. Também foram analisadas a assimetria e curtose das séries utilizadas nos modelos econométricos. A normalidade foi testada a partir do teste Jarque-Bera. Logo após, analisou-se a estacionariedade das mesmas através dos testes Dickey-Fuller Aumentado e Philips-Perron.

O emprego do Modelo de Regressão Linear Múltipla (RLM) foi a técnica econométrica utilizada para analisar a relação de dependência da variável  $Y_t$  em relação às variáveis  $X_{1t}$ ,  $X_{2t}$  e  $X_{3t}$ . No modelo de RLM a ideia é de que uma parcela substancial das variações da variável dependente ( $Y_t$ ) seja explicada pelo conjunto das variáveis independentes ou explicativas

( $X_i, i = 1, 2, 3$ ), e a parcela não-explicada dessas variações é representada pelo termo de erro aleatório ( $\varepsilon$ ) (GREENE, 2008; SANTANA, 2003).

Quanto as variações explicadas, a contribuição parcial de cada uma das variáveis independentes foi isolada por meio dos parâmetros ( $\beta_j, j = 0, 1, 2, 3$ ). Assim,  $\beta_1$  indica o quanto  $Y$  deve variar em resposta a uma mudança unitária na variável  $X_1$ , *ceteris paribus*. Ainda, o poder explicativo de cada variável independente pode ser isolado por meio de regressões simples entre  $Y$  e cada uma das variáveis  $x_i$  e computando-se o valor do coeficiente de determinação simples, ou também, calculando a correlação simples entre  $Y$  e cada variável  $X_i$  (WOOLDRIDGE, 2010). A regressão foi especificada como na equação 1, a seguir:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_{1t}X_{1t} + \beta_2X_{2t} + \beta_3X_{3t} + v_t \quad (1)$$

Constatou-se, a partir do teste Dickey-Fuller s Aumentado que as variáveis possuem raiz unitária e, portanto, não são estacionárias em nível, mas são integradas de ordem 1 I(1), ou seja, são estacionárias nas primeiras diferenças. Com base neste resultado, a equação de preço na forma reduzida foi especificada na primeira diferença de todas as variáveis, como na equação 2.

$$D(Y_t) = \beta_0 + \beta_{1t}D(X_{1t}) + \beta_2D(X_{2t}) + \beta_3D(X_{3t}) + \varepsilon_t \quad (2)$$

A relação econométrica esperada entre as variáveis, principalmente verificada a partir do sinal do coeficiente  $\beta$  pode ser observada no quadro 2.

Quadro 2 - Relação esperada das variáveis independentes e sinal dos coeficientes associados às mesmas

Descrição		Sinal Esperado para o coeficiente
$\beta_{1t}$	Coeficiente associado à variável $DX_{1t}$	Sinal + pois espera-se que variações positivas no preço do milho em Sorriso-MT resultem em variações positivas no preço do milho em São Paulo, <i>ceteris paribus</i> . O contrário também é verdadeiro.
$\beta_{2t}$	Coeficiente associado à variável $DX_{2t}$	Sinal + pois espera-se que variações positivas na Taxa de Câmbio resultem em variações positivas no preço do milho em São Paulo, <i>ceteris paribus</i> . O contrário também é verdadeiro.
$\beta_{3t}$	Coeficiente associado à variável $DX_{3t}$	Sinal + pois espera-se que variações positivas no preço do milho em Sorriso-MT resultem em variações positivas no preço do milho em São Paulo, <i>ceteris paribus</i> . O contrário também é verdadeiro.

Fonte: Elaboração própria.

Após a estimação, os resíduos da regressão ( $v$ ) foram analisados, principalmente para identificar a presença de valores atípicos (*outliers*) e violação nas hipóteses básicas do modelo RLM, conforme destaca Santana (2003). O grau de multicolinearidade foi mensurado através fator de variância inflacionária (FVI). Segundo Santana (2003) o  $FVI = 1$  indica ausência de combinação linear entre as variáveis explicativas e  $FVI > 5$  denota a presença de multicolinearidade (BUENO, 2011; WOOLDRIDGE, 2010; GREENE, 2008).

Os testes para heterocedasticidade não foram realizados, uma vez que o modelo utiliza séries temporais e não dados em corte transversal, conforme destaca Santana (2003). Por outro lado, foram realizados testes para analisar a autocorrelação dos resíduos, em especial o teste LM de correlação serial de Breusch-Godfrey. Este teste permite a identificação de autocorrelação de primeira ordem ou de ordem superior (SANTANA, 2003). O Quadro 3 apresenta a síntese dos testes utilizados na análise dos resíduos da regressão.

Quadro 3 - Testes para obter o modelo e os resultados de dados em Regressão Linear Múltipla

Análise	Testes	Parâmetro de análise
Multicolinearidade	Fator de Variância Inflacionária – FVI.	<b>Não Rejeita <math>H_0</math>:</b> $FVI = 1 \rightarrow$ Ausência de multicolinearidade.
		<b>Não Rejeita <math>H_0</math>:</b> $1 < FVI \leq 5 \rightarrow$ Intercorrelação fraca entre variáveis explicativas.
		<b>Não Rejeita <math>H_0</math>:</b> $5 < FVI \leq 10 \rightarrow$ Intercorrelação forte entre variáveis explicativas.
		<b>Rejeita <math>H_0</math>:</b> $FVI > 10 \rightarrow$ propriedades dos estimadores de MQO comprometidas.
		<b>Rejeita <math>H_0</math> :</b> Heterocedasticidade
Autocorrelação Serial	Teste LM de correlação serial de Breusch-Godfrey.	<b>Não Rejeita <math>H_0</math>:</b> Ausência de Autocorrelação <b>Rejeita <math>H_0</math>:</b> Autocorrelação
	Estatística $d$ de Durbin-Watson.	Utilizou-se valores de $d_L$ e $d_U$ a nível de 0,05 de significância, correspondentes a 1,738 e 1,799. (WOOLDRIDGE, 2010).

Fonte: Elaboração própria com base em Bueno (2011), Santana (2003) e Wooldridge (2010).

Para a identificação da autocorrelação também foi empregado o teste de Durbin-Watson, este teste toma por base a hipótese de que os erros são correlacionados de primeira ordem.

## 4 Resultados e discussão

Inicialmente analisa-se a conjuntura de oferta e demanda por milho nos mercados brasileiro e internacional. Em seguida, aborda-se o processo de formação do preço pago ao produtor, pondo ênfase ao estado de São Paulo.

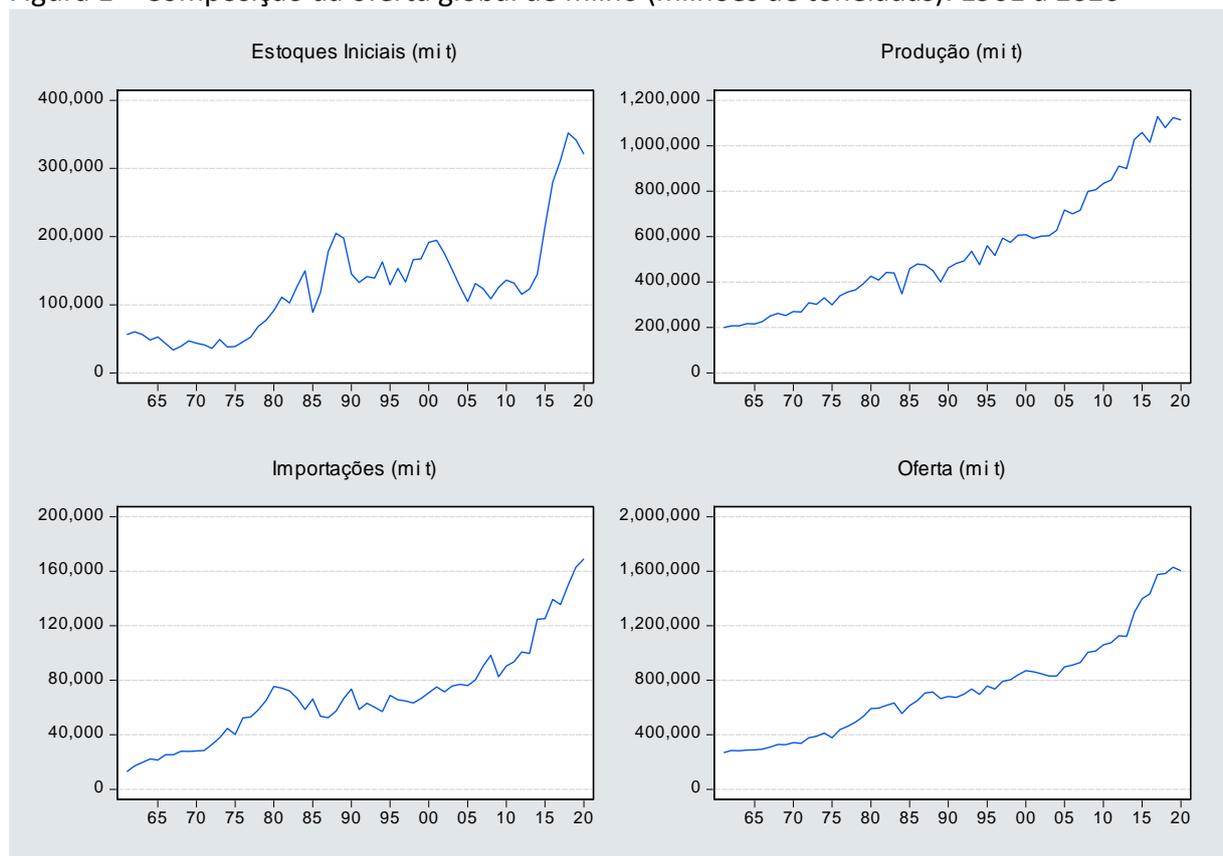
### 4.1 Conjuntura de oferta e demanda por milho no Brasil e no mundo

Considerada a maior cultura agrícola do mundo, o milho é a matéria-prima que entra na produção de vários produtos, destinado tanto ao consumo humano como para a alimentação de animais, principalmente na composição de rações, juntamente com a soja (COSTA; SANTANA, 2018). A produção de suínos e aves consome cerca de 70% do milho produzido no mundo (GARCIA et al., 2006). Pela sua característica mercadológica, as recentes elevações na demanda estão associadas ao crescimento da renda global e, principalmente dos países emergentes, que tem aumento o consumo de proteína animal (USDA, 2020).

Segundo dados do USDA (2020), a oferta global, incluindo os estoques iniciais (quantidade disponível do cereal no início do ano), importações (quantidade comprada de outras nações) e produção doméstica (quantidade produzida internamente), tem cerca concentrada nos Estados Unidos (31%), China (23%), Brasil (9%), União Europeia (6%) e Argentina (4%), que juntos produzem 826 milhões de toneladas, de um total global de 1,113 bilhão de toneladas. Por outro lado, 61% das importações são realizadas por agentes econômicos da União Europeia (12%), México (10%), Japão (9%), Coreia do Sul (7%), Vietnã (7%), Irã (6%), Egito (6%) e China (4%).

Entre os anos-safra 1960/61 e 2019/20 a oferta aumentou de 268,6 milhões de toneladas para 1,603 bilhões de toneladas conforme é possível observar na figura 1, a seguir.

Figura 1 – Composição da oferta global de milho (milhões de toneladas): 1961 a 2020

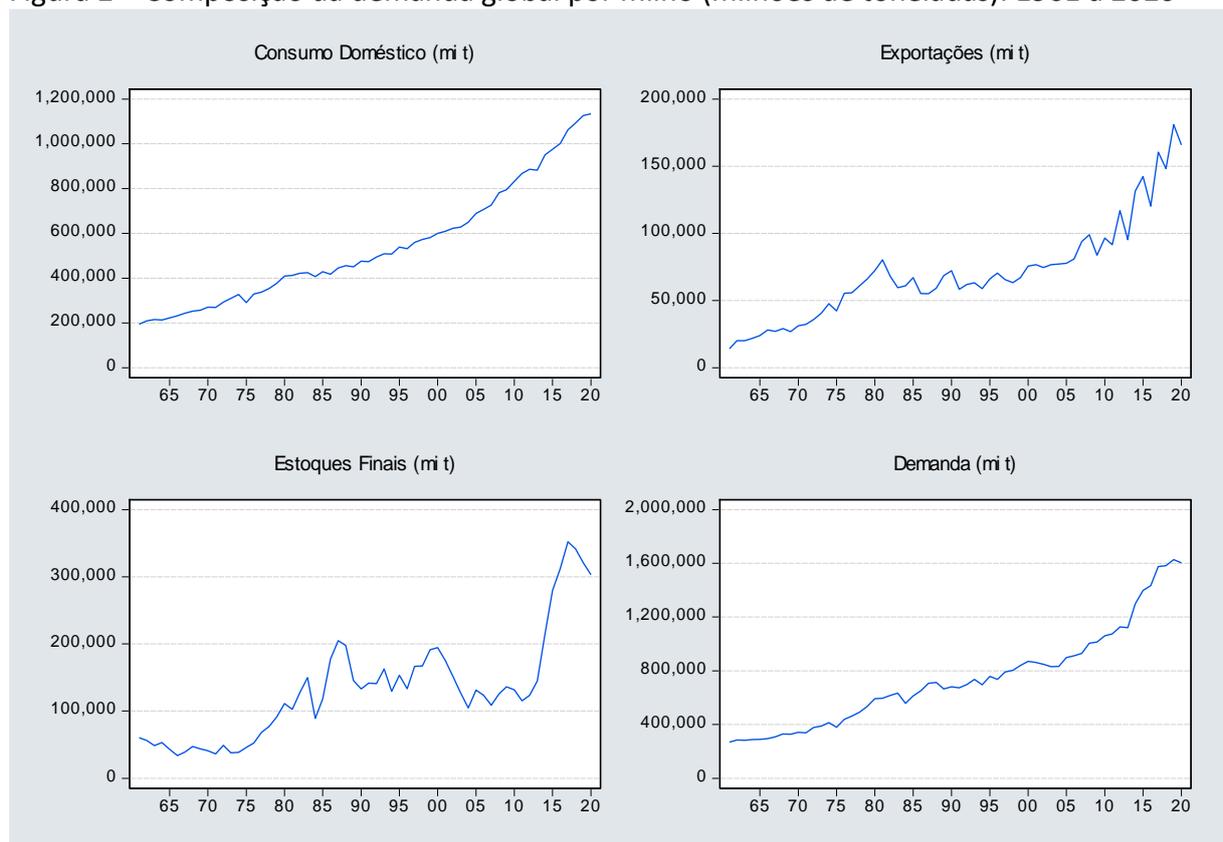


Fonte: USDA (2020).

A composição da demanda global por milho se dá a partir da soma do consumo doméstico (volume total utilizado em cada país do globo), das exportações (quantidade vendida ao exterior por cada nação) e dos estoques finais (quantidade em estoque ao final do ano-safra em cada país).

Segundo estimativas do USDA (2020), 72% do consumo internacional está concentrado em seis países: Estados Unidos (27%), China (25%), União Europeia (7%), Brasil (6%), México (5%) e Índia (3%). Já, entre os principais exportadores globais de milho, em 2019, destacam-se Estados Unidos (43,8 mi/t), Brasil (36 mi/t), Argentina (33,5 mi/t) e Ucrânia (32 mi/t) que juntos foram responsáveis por 87,6% das exportações mundiais. Conforme pode ser observado na figura 2, abaixo, demanda global evoluiu de 268,6 milhões de toneladas para 1,603 bilhões de toneladas entre os anos-safras 1960/61 e 2019/20.

Figura 2 – Composição da demanda global por milho (milhões de toneladas): 1961 a 2020

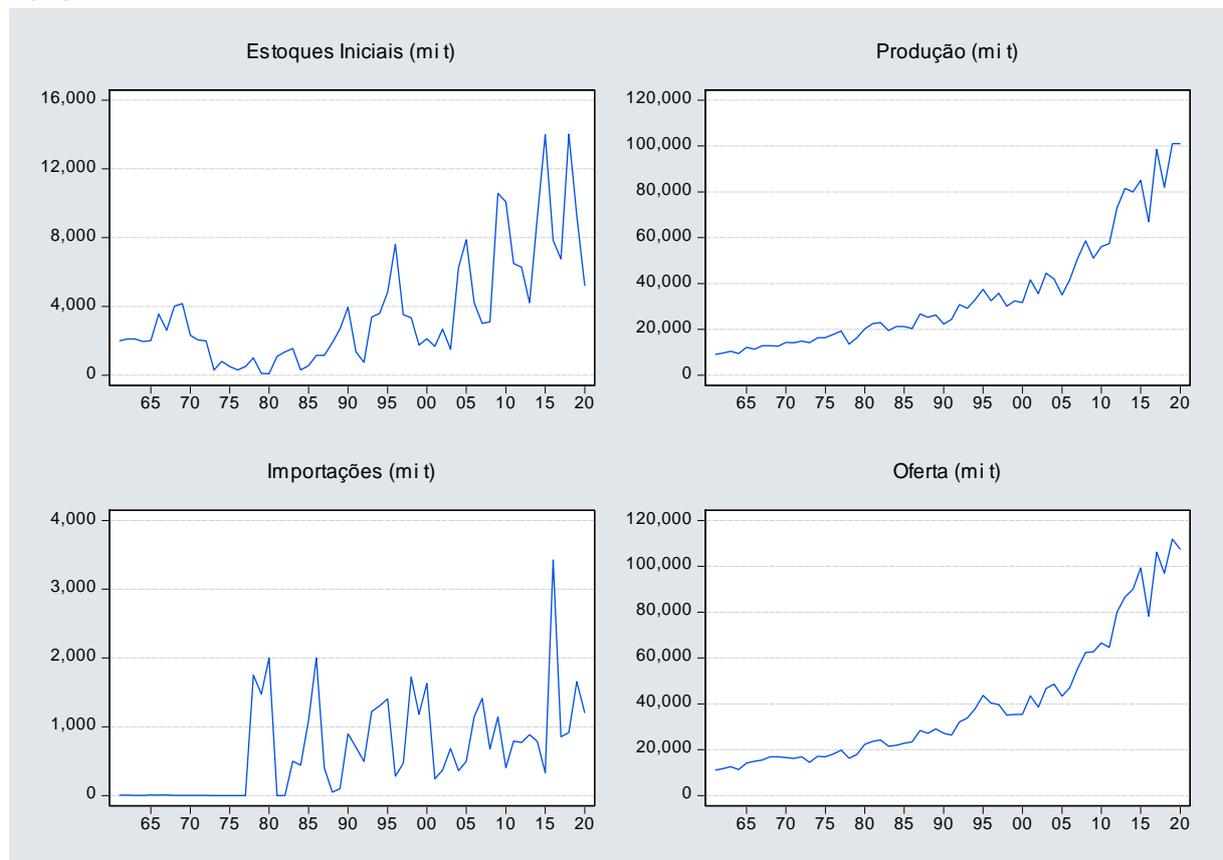


Fonte: USDA (2020).

No Brasil, a produção deste cereal é viabilizada em duas épocas de plantio: os plantios de verão, chamados de primeira safra, que são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul, até os meses de outubro/novembro no Sudeste e Centro-Oeste (no Nordeste, esse período ocorre no início do ano) e; os plantios na “safrinha”, que se refere ao milho de sequeiro, plantado em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo (GARCIA et al., 2006).

O milho é cultivado em praticamente todo o território nacional, estando 90% da produção concentrado nas regiões Sul (24% da produção), Sudeste (14% da produção) e Centro-Oeste (52% da produção), conforme pode ser observado em IBGE (2020). No período que compreende os anos-safras 1960/61 a 2019/20, a produção nacional evoluiu de 9 milhões de toneladas para 101 milhões de toneladas e a oferta evoluiu de 11,3 milhões de toneladas para 107,4 milhões de toneladas (Figura 3).

Figura 3 – Composição da oferta de milho no mercado brasileiro (milhões de toneladas): 1961 a 2020

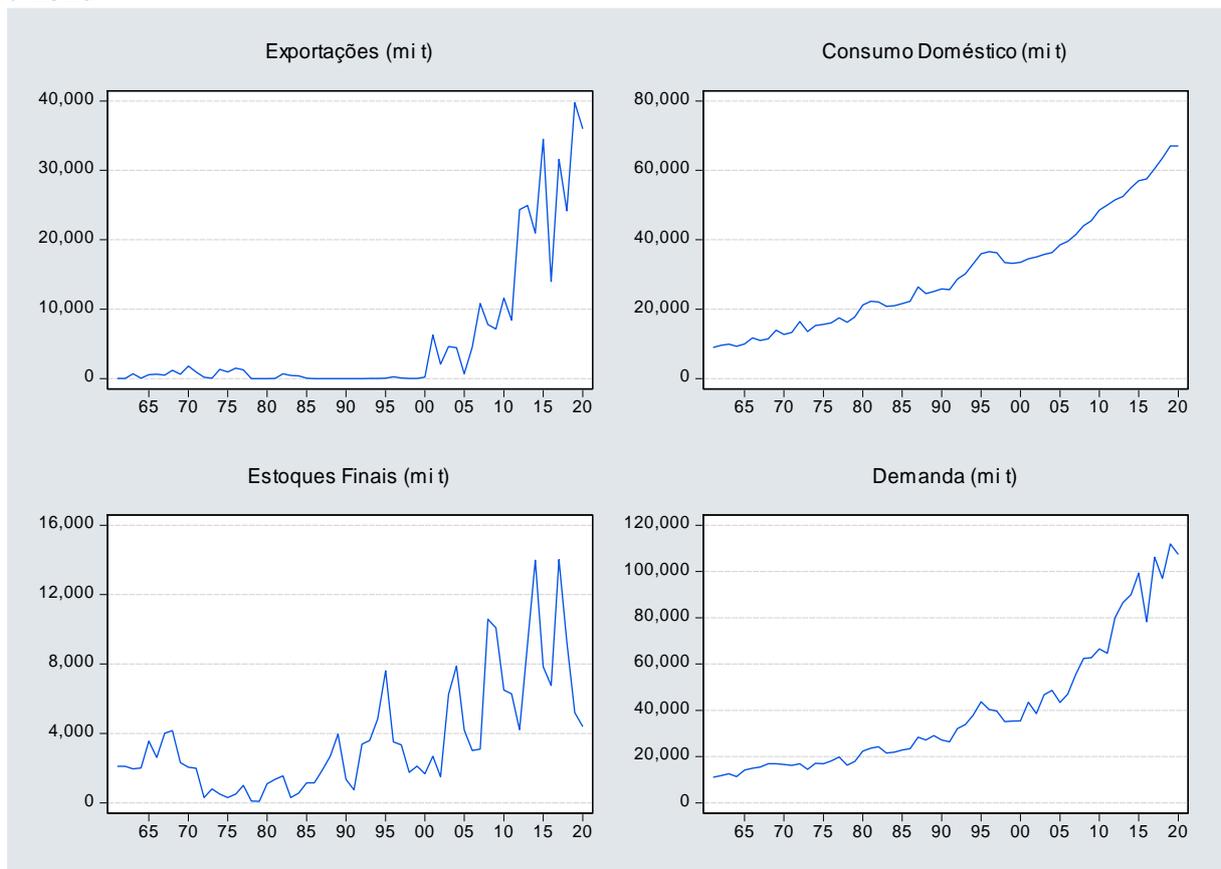


Fonte: USDA (2020).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABIMILHO, 2020), no ano-safra 2019/20 cerca de 49% da demanda por milho no Brasil corresponde ao consumo animal: 24% para aves de corte; 13% para suinocultura; 4% para aves de postura; 4% para bovinocultura e 3% para outros animais. O consumo industrial responde por aproximadamente 10% e o consumo humano 1%. O restante é destinado a outros usos, perdas, sementes e exportação.

De acordo com o USDA (2020), o consumo doméstico brasileiro cresce de forma consistente e evoluiu de 8,9 milhões de toneladas para 67 milhões de toneladas entre os anos-safra 1960/61 e 2019/20. No mesmo período, demanda (que inclui exportações e estoques finais) evoluiu de 11 milhões de toneladas para 107 milhões de toneladas, com destaque para o crescimento das exportações no período dos anos-safra 2010/11 a 2019/20, de 8,4 milhões de toneladas e para 36 milhões de toneladas, conforme é possível observar na Figura 4.

Figura 4 – Composição da demanda por milho no mercado brasileiro (milhões de toneladas): 1961 a 2020



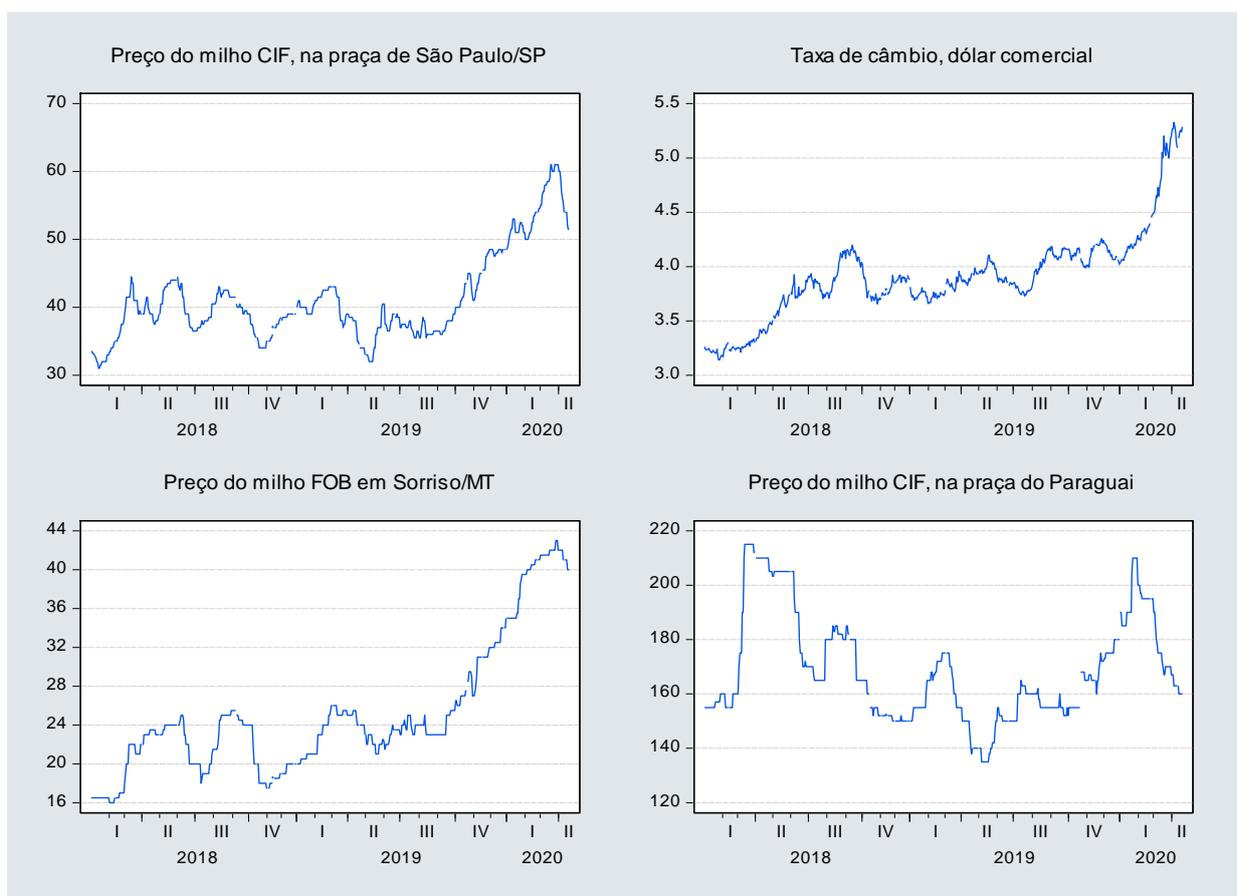
Fonte: USDA (2020).

O estado de São Paulo planta e produz cerca de 5% do total nacional, de modo que parte importante de sua demanda é atendida pela produção de outros estados do Brasil, fato que explica a relação de transmissão de preços entre as diferentes praças do mercado brasileiro. Neste contexto, Favro, Caldarelli e Camara (2015) constatam que o aumento das exportações do grão afeta o processo de comercialização e a possível formação de preços no país. Apesar do caráter estritamente doméstico e da formação de preços a partir da oferta inter-regional, os autores observaram que as variáveis do mercado externo passam a apresentar fatores de influência no processo de comercialização do milho.

#### 4.2 Análise do processo de formação do preço do milho em São Paulo

Inicialmente, destaca-se que o comportamento dos preços do milho em São Paulo/SP, em Sorriso/MT e da Taxa de Câmbio apresentam tendências similares, conforme pode ser observado na figura 5.

Figura 5 – Comportamento das variáveis utilizadas no modelo econométrico



Fonte: CMA Series4 (2020).

O Quadro 4 apresenta as medidas de tendência central das variáveis utilizadas no modelo econométrico. Nela, destaca-se que em média, as cotações verificadas em São Paulo foram de R\$ 41,10/saca de 60kg, enquanto a média de Sorriso foi R\$ 25,19/saca de 60kg. Em São Paulo, o desvio em relação à média foi de R\$ 6,41/sc e em Sorriso R\$ 6,78/sc. Por outro lado, a taxa média de câmbio foi de R\$ 3,91/US\$ e as cotações médias do milho no Paraguai foram US\$ 168,85/tonelada.

Quadro 4 – Medidas de tendência central das variáveis utilizadas no modelo econométrico

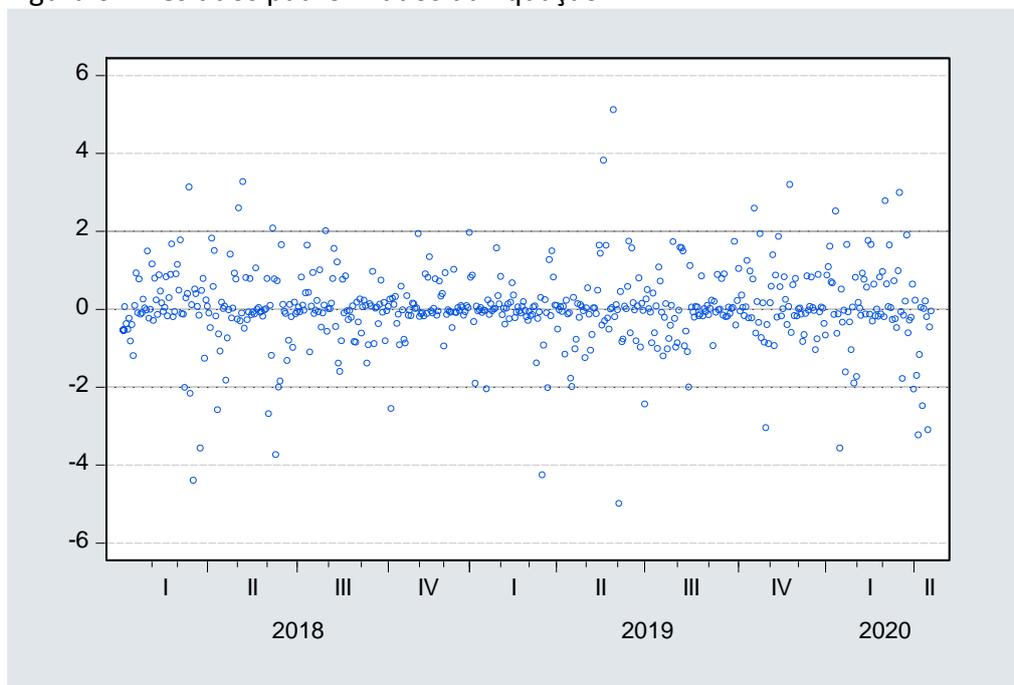
	Preço em São Paulo/SP	Taxa de câmbio, dólar comercial	Preço em Sorriso/MT	Preço no Paraguai
Média	41,10	3,91	25,19	168,85
Mediana	39,00	3,87	23,50	165,00
Máximo	61,00	5,33	43,00	215,00
Mínimo	31,00	3,14	16,00	135,00
Desvio Padrão	6,41	0,41	6,78	19,58
Jarque-Bera	177,95	220,60	153,16	59,54
Probability	0,00	0,000	0,000	0,000
Observações	570	570	570	570

Fonte: Dados da pesquisa. *Software EViews Statistic*.

Destaca-se que estas séries estudadas não apresentam distribuição normal, uma vez que o p-valor do teste Jarque-Bera é estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade. Igualmente, destaca-se que os testes Dickey-Fuller Aumentado e Philips-Perron atestam que as variáveis são integradas na primeira diferença I (1). Portanto, o modelo de regressão foi estimado com as variáveis na primeira diferença, conforme destacado na equação 2.

Após a estimação, analisaram-se os casos *outliers* a partir do gráfico de resíduos padronizados da regressão. Foram considerados *outliers* e excluídos todas as observações que não permaneceram no intervalo entre -2 e +2 (Figura 6), conforme destacam Santana (2003) e Wooldridge (2020).

Figura 6 – Resíduos padronizados da Equação 2



Fonte: Dados da pesquisa. *Software EViews Statistic*.

Após excluídos os *outliers* a regressão foi novamente estimada, por MQO, e os resultados podem ser observados no Quadro 5. Na sequência dos procedimentos econométricos, foram realizados os testes para analisar os processos de multicolinearidade e autocorrelação nos resíduos. A análise do Fator de Variância Inflacionária (FVI) mostrou que não há forte multicolinearidade entre as variáveis explicativas, visto que o FVI mais alto foi de 1,21. O teste autocorrelação serial e teste LM de correlação serial de Breusch-Godfrey, ao nível de 1% de significância, indicam que não há problemas de autocorrelação serial de primeira ordem na regressão; e, o teste de Durbin-Watson aponta que há ausência de autocorrelação.

### Quadro 5 – Resultados da estimação do da Equação 2, após a exclusão dos casos *outliers*

Variável Dependente:  $D(Y_t)$

Método: Mínimos Quadrados Ordinários

Amostra (ajustada): 03/jan/2018 20/abr/2020

Observações incluídas: 507 após ajustes

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Prob.
C	0,013480	0,027693	0,486771	0,6266
$D(X_{1t})$	0,302387	0,063458	4,765124	0,0000
$D(X_{2t})$	1,848802	0,732621	2,523544	0,0119
$D(X_{3t})$	0,063490	0,010771	5,894366	0,0000
R-quadrado	0,169676	Média variável dependente		0,035503
R-quadrado ajustado	0,164724	Erro-Padrão v. dependente		0,674992
Erro padrão da regressão	0,616899	Critério info Akaike		1,879635
Soma quad. dos resíduos	191,4237	Critério Schwarz		1,912996
Log probabilidade	-472,4874	Critério Hannan-Quinn		1,892718
Estatística-F	34,26249	Estatística-d Durbin-Watson		1,799614
Prob(Estatística-F)	0,000000			

Fonte: Dados da pesquisa. *Software EViews Statistic*.

O coeficiente de determinação R-quadrado ajustado indica que 16,47% das variações no preço pago pelo milho de São Paulo são explicadas pelas variações simultâneas nos preços do milho de Sorriso-MT, pela taxa de câmbio e pelo preço do milho do Paraguai. E, a estatística  $F$ , significativa a 1%, rejeita a hipótese nula ( $H_0$ ) de que o preço pago ao produtor de milho de São Paulo não é influenciado pelo conjunto das variáveis independentes. Cabe ressaltar que, quando estimado com as variáveis em nível, o R-quadrado ajustado foi de 0,8767, mas apresentou autocorrelação nos resíduos.

Os sinais dos coeficientes da regressão indicam que um aumento no preço do milho de Sorriso-MT, um aumento na taxa de câmbio e um aumento no preço do milho do Paraguai induz ao aumento no preço do milho em São Paulo, confirmando os sinais esperados apresentados no quadro 2. Todos os coeficientes foram estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Neste contexto, para cada elevação de 1% no preço do milho em Sorriso-MT, espera-se uma elevação de 0,30% no preço do milho em São Paulo, *ceteris paribus*. Do mesmo modo, para cada redução de 1% no preço do milho em Sorriso-MT, espera-se uma redução de 0,30% em São Paulo. Também, se identificou que para cada elevação de 1% na taxa de câmbio (R\$/US\$), espera-

se uma elevação de 1,85% no preço do milho em São Paulo, tudo o mais permanecendo constante. A relação inversa também é verdadeira. Por sua vez, para cada elevação de 1% na tonelada de milho no Paraguai, espera-se 0,07% de aumento no preço do milho em São Paulo, *ceteris paribus*. O contrário também é verdadeiro.

Estes resultados estão de acordo com as conclusões de Chiodi (2006), que analisou a dinâmica do processo de formação de preços no mercado regional de milho dos principais estados brasileiros em termos de produção, consumo e comercialização do grão (Bahia, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo) após 1996, período marcado pela abertura econômica e menor intervenção do estado. Os resultados indicaram que os preços em São Paulo e Minas Gerais estão integrados com quase todos os demais. Os preços da região Centro-Oeste mostraram-se integrados com os preços do Paraná, Minas Gerais e São Paulo.

Portanto, observa-se a existência de relação de transmissão de preços das variáveis independentes ( $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$ ) para a variável dependente ( $Y_t$ ), ou seja, os resultados obtidos na presente pesquisa vão ao encontro da literatura que pesquisa os preços da *commodity* milho.

## 5 Considerações finais

O milho é a cultura de maior área plantada e produção global, assim, constitui uma das mais importantes cadeias produtivas do agronegócio brasileiro. Por ser uma *commodity*, suas cotações estão diretamente vinculadas à conjuntura global. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar o processo de formação do preço do milho pago ao produtor em São Paulo, um dos principais mercados consumidores do Brasil, a partir de um modelo econométrico de transmissão de preços.

Entre os principais achados do estudo, destaca-se que as cotações paulistas são explicadas por um processo que resulta na transmissão de preços na praça de Sorriso-MT, que reflete a principal região produtora do país; no Paraguai, por ser a origem da maior parte do milho importado pelo Brasil, e; pela taxa de câmbio, uma variável importante, sobretudo em mercados integrados, como é o caso do mercado agropecuário.

Apesar de achados importantes, para estudos futuros é pertinente incluir mais variáveis ao modelo econométrico, tais como: os custos do transporte, a tributação, a oferta e a demanda; bem como, analisar a interação de preços com um conjunto maior de mercados, o que se identificou aqui como uma limitação em diferentes momentos do ano.

## Referências

- ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias do Milho. **Estatísticas**. 2020. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 27 abr 2020.
- ALVES, L. R. A; BARROS, G. S. C. Referenciais do mercado e formação do preço do milho no Brasil. **Visão Agrícola**. n. 13, USP/ESALQ: 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2018.
- ARBAGE, A.P. **Fundamentos de Economia Rural**. Chapecó: Argos, 2006.
- BALCOMBE, K.; A. BAILEY; J. BROOKS. Threshold effects in price transmission: the case of Brazilian wheat, maize, and soya prices. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 89, n. 2, 2007. doi: 10.1111/j.1467-8276.2007.01013.x.
- BECKMANN, E; SANTANA, A. C. A formação do preço das commodities arroz, milho e soja no Brasil In: **Administração Rural**. 1 ed. Belo Horizonte: Poisson, 2018, v.1, p. 166-179.
- BECKMANN, E; SANTANA, A. C. Modernização da agricultura na nova fronteira agrícola do Brasil: mapitoba e sudeste do Pará. **RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.12, p.81 - 102, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva do milho**. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007. Disponível em: <<http://repiica.iica.int/docs/B0592p/B0592p.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CALDARELLI, C. E.; M. R. P, BACCHI. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, Belo Horizonte, 22 (1), p. 141-164, 2012. doi 10.1590/S0103-63512012000100005.
- CHIODI, L. **Integração espacial no mercado brasileiro de milho**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13112006-082158/pt-br.php>>. Acesso em: 11 mai. 2018.
- COSTA JUNIOR, G. et al. Elasticidades de transmissão espacial de preço do milho no Brasil: um estudo para o Mato Grosso. **Economia & Região**, Londrina (PR), v.4, n.1, p.63-83, 2016. doi 10.5433/2317-627X.2016v4n1p63.
- COSTA, N. L.; SANTANA, A. C. Análise do Mercado da Soja: Aspectos Conjunturais da Formação do Preço Pago ao Produtor Brasileiro. **Revista plantio direto**, v. 28, p. 20-39, 2018.
- FAVRO, J.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. Modelo de Análise da Oferta de Exportação de Milho Brasileira: 2001 a 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.53 n.3 Brasília, 2015. doi 10.1590/1234-56781806-9479005303005.
- GALVÃO, J. C. C. et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 819-828, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v61s0/07.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018. DOI: 10.1590/0034-737X201461000007

GARCIA, J. C. et al. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. **Circular Técnica 74**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/474206/1/Circ74.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2020. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 22 abr 2020.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6ª ed. Estados Unidos: Person Prentice Hall. 2008.

MATOS, M. A.; NINAUT, E. S.; CAIADO, R. C. A influência do câmbio na formação de preços do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, v. 17, n. 4, p. 6-13, 2008.

MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**. 2019. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

NETO, W. A. da S.; PARRÉ, J. L. Assimetria na Transmissão de Preços: Evidências Empíricas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 1, 2012.

SANCHES, A. L. R. Contrato Futuro de base de preços de milho no Brasil: evidências empíricas de transmissão assimétrica entre as regiões. In: \_\_\_\_\_. **Mudanças estruturais no mercado brasileiro de milho: Impactos na oferta, avaliação do armazenamento sob condições de incerteza e assimetria de transmissão de preços**. 2018, 118p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2018.

SANTANA, A. C. **Métodos quantitativos em economia**: elementos e aplicações. Belém: UFRA, 2003.

USDA. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply**

**and Demand Estimates**. WASDE: february, 2020. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde0219.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

WESTERICH FILHO, V. A. **Transmissão de preços no mercado de milho brasileiro: um estudo das regiões Sul e Sudeste**. 2014, 123p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 701 p.