

Exportações de milho do Brasil: o papel da taxa de câmbio

Brazilian corn exports: the role of the Exchange rate

Maria Cecília Furtunato de Lima Florêncio¹, André de Souza Melo²

RESUMO: Compreender o papel da taxa de câmbio na determinação dos preços e da quantidade exportada do milho brasileiro é o objetivo deste trabalho. O estudo justifica-se pela grande importância socioeconômica da cultura do milho para o país em análise, hoje, principalmente através de rações e processamento industrial. O modelo econométrico de vetores autorregressivos (VAR) de séries temporais e testes de causalidade de Granger são aplicados a dados observacionais mensais, no período que vai de janeiro de 2009 a dezembro de 2019, procedendo a uma investigação da relação entre a taxa de câmbio, o preço recebido pelos produtores no Brasil e a quantidade exportada de milho. Os resultados das análises demonstraram que a Taxa de Câmbio afeta positivamente o Preço e a Quantidade Exportada, tornando as exportações do milho brasileiro mais competitivas no mercado externo, no entanto, apresenta baixo poder de explicação das variáveis com percentuais correspondentes a 7,20% e 2,13%, respectivamente, porque seus maiores determinantes são aspectos inerentes ao mercado do milho.

Palavras-chave: Preço. Quantidade exportada. Vetores autorregressivos.

ABSTRACT: Current study analysis the exchange rate to determine prices and volume of exported corn from Brazil. The great social and economic importance of corn in Brazil, especially due to diet and other processing industries, is straightforward. The econometric model of self-regressive vectors of temporal series and Granger's causality tests were applied to monthly data between January 2009 and December 2019. The relationship between exchange rate, price received by producers in Brazil and the amount of corn exported are investigated. Results show that exchange rate positively affects the price and amount exported, with corn exports more competitive within the foreign market. Low rate of variables featuring 7.20 and 2.13% respectively, however, may be evident since highest determinants are inherent aspects of the corn market.

Keywords: Exported amounts. Price. Self-regressive vectors.

Autor correspondente:

Maria Cecília Furtunato de Lima Florêncio: ceciliafurtunato@gmail.com

Recebido em: 30/09/2020

Aceito em: 06/04/2021

INTRODUÇÃO

O milho participa da história alimentar mundial há muitos anos. No Brasil o milho já fazia parte da culinária indígena antes mesmo da chegada dos portugueses, mas foi a partir da colonização que o consumo do cereal no país aumentou consideravelmente e passou a integrar o hábito alimentar da população. Vários produtos podem ser obtidos do milho-verde recém-colhido, mas é o milho seco, entretanto, que se constituiu em matéria-prima de maior importância histórica, pois, conforme explica Mariuzzo (2019, *apud* BASSO, 2012), ao mesmo tempo em que o milho tem importância fundamental como fonte alimentar dos homens ele serve, principalmente, para alimentar os animais, o que leva esse cereal a ocupar um novo papel na economia do abastecimento a partir do final do século XVII. Segundo a Abimilho (2018) o consumo do milho acontece principalmente de rações e processamento industrial, onde cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo esse percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos.

¹ Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR/UFRPE). Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (PPGDE/UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

² Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e docente do Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR/UFRPE). Recife (PE), Brasil.

O Brasil é, atualmente, o terceiro maior produtor de milho do mundo com quase 100 milhões de toneladas (98.710,6 t) produzidas na safra 2018/2019, o que corresponde a 8,8% da produção global. Os Estados do Mato Grosso (31.240,9 t), Paraná (15.923,9 t), Goiás (10.884,9 t), Mato Grosso do Sul (9.769,6 t), Minas Gerais (7.381,2 t), Rio Grande do Sul (5.977,4 t) e São Paulo (4.505,4 t) estão à frente dessa produção, nesta ordem respectivamente (CONAB, 2020). A China, na segunda posição, foi responsável por 254 milhões de toneladas de acordo com estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América - USDA (2019), representando cerca de 21,1% da produção total. Já os Estados Unidos (EUA) lideram a produção com 347 milhões de toneladas, o que representa 35,1% do total, tornando-se esta a principal área produtora de milho do mundo.

Os Estados Unidos (306.466 t) e a China (277.000 t) além de serem os principais produtores de milho, juntos formam os maiores mercados consumidores, seguidos pela União Europeia (82.500 t), Brasil (66.000 t), México (44.300 t) e outros países (USDA, 2019), ou seja, os grandes consumidores mundiais são também grandes produtores do cereal. No mercado de importação do milho é possível observar a União Europeia (21.000 t), o México (17.500 t) e o Japão (16.000 t) como os principais importadores, além da China (7.000 t) que também é um importador característico entre outros países (USDA, 2019).

Já o mercado de exportação de milho é praticamente dominado por quatro países: Estados Unidos (46.992 t), Brasil (36.000 t), Argentina (33.500 t) e Ucrânia (30.000 t). Juntos, esses países representaram 87% das exportações mundiais na safra 2018/2019. Os dois primeiros se caracterizam por serem grandes produtores e também por consumirem boa parte do que produzem. Já a Argentina e a Ucrânia destinam mais de 60% da sua produção para o mercado externo, demonstrando assim grande dependência das exportações para escoarem seu milho (USDA, 2019).

Atualmente o milho (36,3%), o trigo (26,3%), o arroz (16,9%) e a soja (12,2%) são os quatro principais cereais produzidos no mundo e representam cerca de 91% de toda a safra 2017/18, o que dá ao milho o título de cereal mais produzido no planeta (USDA, 2019). E o impacto das exportações de milho do Brasil no mercado internacional é muito relevante diante dos números apresentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2019), que registrou volume recorde de exportação em 2019 correspondentes a um rendimento de US\$7,34 bilhões para o País.

Os grãos de milho são *commodities* agrícolas, produtos que funcionam como matéria-prima, produzidos em escala e que podem ser estocados sem perda de qualidade de exportação, além de mercadorias que têm no dólar a base de formação dos seus preços. O papel da taxa de câmbio na determinação dos preços agrícolas, ao expressar a quantidade de moeda estrangeira equivalente a uma unidade de moeda nacional, é estabelecer a competitividade do milho brasileiro no mercado externo. Dessa forma, a taxa de câmbio torna-se uma das variantes mais proeminentes de uma economia aberta e entender os efeitos da sua volatilidade ajuda a reduzir incertezas no comércio internacional, pois se a taxa de câmbio for imprevisível, ela gera dúvidas sobre os lucros a serem auferidos.

A valorização cambial da moeda nacional incentiva as importações, pois será necessário despendar menos moedas para adquirir os dólares com os quais se compram insumos e produtos estrangeiros. Enquanto a desvalorização cambial provoca o comportamento oposto, as exportações ficam mais caras, fazendo com que os importadores estrangeiros desembolsem mais dólares para adquiri-los, levando-os a procurar outros

lugares para comprar. Há, então, uma perda de competitividade das exportações de acordo com Dieese (2006, p. 3 *apud* COSTA; LIMA GUEDES; MELO, 2017, p. 4). Por outro lado, as desvalorizações do Real aumentam o preço dos insumos destinados à produção do milho, por estes serem majoritariamente importados ou possuírem componentes importados, o que pode prejudicar a produção de milho, além de desabastecer o mercado interno.

Nesse contexto é importante observar a evolução cambial no Brasil, na última década, visando detectar os momentos de desvalorização e valorização do Real e seus impactos na formação do preço e na quantidade exportada do milho. A Tabela 1 apresenta os dados do valor anual médio do câmbio comercial para venda, em Reais por Dólar, entre os anos de 2009 a 2019. No ano de 2019 o Real atingiu o menor valor frente ao dólar no período analisado, valendo o equivalente a R\$3,94 por dólar, em média, uma alta de 6,7% em relação ao valor médio de 2018 (R\$3,70). Além de o câmbio ter oscilado durante os anos de 2009 a 2019, entre a mínima de R\$1,67 em 2011 e a máxima de R\$3,94 em 2019, apresentando a maior alta percentual em 2015, quando valorizou 41,5% em relação a 2014 (passando de R\$2,35 para R\$3,33).

Ao longo do período em análise, a evolução da cotação do dólar foi significativa, uma vez que em 2009 o câmbio era de R\$2,00 e em 2019 R\$3,94, ou seja, um crescimento de 97,5% no acumulado do período. É importante observar, também, que nos últimos cinco anos, de 2015 a 2019, o câmbio esteve acima de R\$3,00, o que é muito bom para o milho brasileiro, porque leva-o a uma posição de competitividade no mercado internacional, em termos de preço e quantidade comercializada.

Tabela 1. Valor anual médio do câmbio de 2009 a 2019

Período	Câmbio R\$ por US\$	Var. ano	Var. acum.
2009	2.00	-	-
2010	1.76	-11.9	-11.9
2011	1.67	-4.8	-16.2
2012	1.95	16.7	-2.1
2013	2.16	10.4	8.0
2014	2.35	9.1	17.8
2015	3.33	41.6	66.8
2016	3.49	4.8	74.8
2017	3.19	-8.5	59.8
2018	3.70	15.9	85.2
2019	3.94	6.7	97.5

Fonte: IPEADData/BaCen (2019).

Os aspectos financeiros e monetários são considerados pela literatura que analisa as oscilações cambiais e o mercado de *commodities* nas últimas décadas, como Moraes, Bender Filho e Coronel (2016); Rosa, Silva, Flôres e Frozza (2016); Iwaisako e Nakata (2017); Andrade e Vieira (2018); Baumgärtner e Klose (2019); Boubakri, Guillaumin e Silanine (2019); Chebbi e Olarreaga (2019); Ali (2020); e Sugiharti, Esquivias e Setyorani (2020) entre outros, um dos principais fatores que afetam a produção e comercialização agrícola.

E como a flutuação na taxa de câmbio é um fenômeno comum na vida econômica dos países, é importante que sejam realizados estudos que ampliem o olhar para essa perspectiva.

A justificativa deste trabalho está na grande importância socioeconômica da cultura do milho para o país em análise, portanto, o objetivo desta pesquisa é compreender o papel desempenhado pela taxa de câmbio na determinação dos preços recebidos pelos produtores e da quantidade exportada do milho brasileiro, procedendo a uma investigação da relação entre essas variáveis a fim de: Analisar a conjuntura do milho brasileiro nos últimos anos e descrever sua trajetória no mercado brasileiro; Observar a evolução cambial no Brasil, no período considerado, visando detectar os momentos de desvalorização e valorização do Real e seus impactos na formação do preço e quantidade exportada do milho; Definir e estimar equações que demonstram o comportamento da decomposição histórica do erro de previsão das séries de interesse, a qual permite identificar o grau de interação entre preço, taxa de câmbio e quantidade exportada; e Descrever o comportamento das variáveis do sistema diante de choques não antecipados.

Além dessa parte introdutória, que apresenta os números da comercialização mundial do milho nos últimos anos e contextualiza o papel da taxa de câmbio no mercado internacional, este artigo contém outras três seções. Na seção 2 são apresentados os materiais e métodos de trabalho. Já a seção 3 dedica-se a analisar os resultados encontrados, seguida da seção 4 que irá trazer as considerações finais com as conclusões, além de apresentar as limitações e sugestões para futuras pesquisas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada considera que modelos econométricos e métodos de séries temporais têm o potencial de identificar diferentes graus de impacto cambial sobre as exportações do milho brasileiro. Dessa forma, serão aplicados aos dados observacionais mensais, entre o período que vai de janeiro de 2009 a dezembro de 2019, o modelo de vetores autorregressivos (VAR) e os testes de causalidade de Granger, além de calcular a função impulso resposta e a decomposição da variância dos erros de previsão, para avaliar como choques não antecipados nas variáveis em análise transmitem-se para os preços e quantidade exportada do milho brasileiro, buscando estabelecer as relações de causalidade entre elas e observando as suas influências.

2.1 MODELO VETORIAL AUTORREGRESSIVO (VAR)

O modelo econométrico utilizado para avaliar o papel da taxa de câmbio na determinação dos preços do milho no mercado exportador brasileiro de vetores autorregressivos (VAR) trata todas as variáveis como endógenas, formando um sistema de equações estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) como propõe Sims (1980), quando afirma que todas as variáveis escolhidas para estudar um caso econômico devem ser tratadas simultaneamente. E Gujarati e Porter (2011) complementam, ao ressaltar que há um verdadeiro sincronismo entre um conjunto de variáveis tratadas sem que se distinga entre as endógenas e as exógenas.

Um VAR é um sistema de equações simultâneas multivariadas na qual cada variável escolhida para estudar um fenômeno qualquer é regredida juntamente com um número finito de *lags* de todas as variáveis consideradas no sistema. Após a escolha das variáveis econômicas, testes de escolha da ordem do VAR

devem ser elaborados para definir quantas defasagens devem ser utilizadas no modelo. A metodologia mais utilizada é a decomposição de Cholesky, a qual impõe uma ordenação causal entre as variáveis do VAR, em que a primeira variável sofre impacto imediato em relação às demais variáveis. A segunda variável pode ter impacto imediato sobre a última variável, mas não sobre a primeira, e assim por diante. No entanto, a ordem das variáveis não pode ser determinada somente com métodos estatísticos, Enders (1995) acredita que o importante na hora de defini-la é buscar explicações teóricas para fazer sentido intuitivo.

Dessa forma, o VAR é um sistema de equações em que cada uma das variáveis que compõem o sistema é função dos valores das demais variáveis no presente, bem como dos seus valores e dos valores das demais variáveis defasadas no tempo, mais o erro (ruído branco). E para ser estável o VAR tem que ser estacionário, isso significa que o comportamento da série não se altera com o passar do tempo, ou seja, média e função de autocovariância não mudam se caminharmos no tempo.

A estacionariedade de uma série temporal pode ser obtida mediante testes de raiz unitária. Para testar se a série possui raiz unitária ou não a hipótese nula é $\delta = 0$. A não rejeição desta hipótese significa que $\delta = 0$ e $\rho = 1$, ou seja, temos uma raiz unitária, o que significa que a série temporal em estudo é não estacionária. Observa-se ainda que, quando $\delta = 0$, a equação 1 se torna $\Delta y_t = (y_t - y_{t-1}) = \dots$. Como é termo de ruído branco, ele é estacionário, o que significa que as primeiras diferenças de uma série temporal de passeio aleatório são estacionárias (ENDERS, 1995).

O modelo VAR simples bidimensional, com duas variáveis, pode ser representado, matematicamente, de acordo com as equações 1 e 2 a seguir, em que y_t e z_t são séries estacionárias e podem representar o comportamento de duas séries diferentes, respectivamente, no tempo; $\varepsilon_{y,t}$ e $\varepsilon_{z,t}$ são ruídos brancos com desvios padrão σ_y e σ_z , respectivamente; e a sequência ε_t são não correlacionados:

$$y_t = \beta_1 - \beta_2 z_t + \gamma_1 y_{t-1} + \gamma_2 z_{t-1} + \varepsilon_{y,t} \quad (1)$$

$$z_t = \beta_3 - \beta_4 y_t + \gamma_3 y_{t-1} + \gamma_4 z_{t-1} + \varepsilon_{z,t} \quad (2)$$

As equações (1) e (2) formam o sistema que relaciona y_t e z_t . Se considerarmos as duas equações conjuntamente, existirá uma relação unidirecional entre os valores atuais da variável y_t para z_t , como um “feedback” entre as duas séries (ENDERS, 1995).

É a partir da verificação da existência de uma correlação entre as inovações de cada série, que Sims (1980) destaca a possibilidade da mensuração do impacto de uma variável sobre outra. Dessa forma, o próximo passo é testar a causalidade de Granger, em seguida, a função impulso resposta e a decomposição da variância.

2.2 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

Para testar quais variáveis reagem a choques de umas nas outras, observando as relações de interdependência unidirecionais e bidirecionais, o teste de causalidade de Granger visa estabelecer as relações de dependência entre as variáveis e supõe que as informações estejam contidas exclusivamente nos dados das séries temporais das variáveis utilizadas, ou seja, que as variáveis sejam endógenas ao modelo (GRANGER, 1969). O modelo simples de causalidade pode ser representado conforme as equações 3 e 4 a seguir:

$$y_t = x_{t-j} + y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$z_t = x_{t-j} + y_{t-j} + \eta_t \quad (4)$$

A definição de causalidade apresentada pelas equações acima demonstra que *causa e causa*, no sentido de Granger, desde que os coeficientes sejam estatisticamente diferentes de zero. Se ambos esses eventos ocorrem, há uma causalidade bilateral entre *e* (GRANGER, 1969).

2.3 FUNÇÃO IMPULSO RESPOSTA E DECOMPOSIÇÃO DE VARIÂNCIA

Por fim realiza-se as inferências acerca das relações dinâmicas entre as variáveis. Usamos a função de impulso-resposta (IRF), que apresenta a resposta às inovações em uma variável a um impacto de uma unidade de erro padrão sobre cada variável. A questão sobre o impacto de um choque em uma ou mais variáveis pode ser vista pela transformação de um processo de vetores auto-regressivos, VAR, em um processo de vetores de médias móveis, VMM. Respeitada a condição de estabilidade e de invertibilidade, esse processo de transformação gerará a função impulso-resposta, proporcionando assim uma forma de analisar um impacto de choque sobre uma série em questão, formalmente representado por:

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i \varepsilon_{t-i} \quad (5)$$

Além disso, pode ser feita a análise de decomposição do erro de previsão, que destaca o impacto de *em* e vice-versa, garantindo assim; um resultado que explicitará a direção de causalidade entre as séries. A decomposição da variância (VDC) dos erros de previsão pode encontrar a fração da variância do erro projetado para cada valor, que resulta do efeito das próprias inovações e aquelas que provêm de inovações da outra variável, ou seja, é a capacidade de explicação de cada uma das variáveis na determinação da variável de interesse. A ideia é fazer o acompanhamento do impacto de um choque em uma dessas variáveis, nela mesma e nas demais que compõem o sistema (PIMENTA JÚNIOR; SCHERMA, 2005).

2.4 FONTE DOS DADOS E VARIÁVEIS UTILIZADAS

As séries utilizadas neste trabalho foram extraídas de fontes distintas. A taxa de câmbio utilizada foi a comercial, real (R\$) por dólar americano (US\$), que se encontra disponível na base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA, 2019) extraída do Banco Central (BaCen). A série de preço do milho recebido pelos produtores brasileiros à vista por saca de 60 kg, descontado o prazo de pagamento pela taxa CDI/CETIP, foi obtido através do indicador do milho ESALQ/BM&FBOVESPA do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019). E a quantidade exportada em quilogramas foi extraída da base de dados estatísticos de comércio exterior do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (Mdic) (Comex Stat FAT_PPE_PPI, 2019). Os dados são mensais com início em janeiro de 2009 e término em dezembro de 2019, constituindo assim um conjunto de 132 observações. E o *software* utilizado para realizar as estimações é o Gretl.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A estimação dos modelos VAR pressupõe a realização dos testes de estacionariedade das séries. Quando as séries são estacionárias, algumas características delas permanecem constantes ao longo do tempo. Isso significa que os choques nessas séries são necessariamente temporários, ou seja, os efeitos dos choques são dissipados ao longo do tempo e as séries mostram-se reversíveis para o nível médio de longo prazo.

Os resultados para o teste Dickey-Fuller aumentado (ADF), na tabela 2, o qual tem na hipótese nula (H0) a presença da raiz unitária ou não-estacionariedade da série, demonstraram que as séries Preço (R\$) e Quantidade Exportada do milho (Kg) rejeitam a hipótese nula (H0), confirmando a estacionariedade das séries.

Tabela 2. Resultados do teste ADF para as variáveis do modelo

Em nível						
Variável	p-valor (T μ)	Lags	Resultado	p-valor (Tt)	Lags	Resultado
Quantidade Exportada	1,054e-006	3	Rejeita a H0	1,193e-005	3	Rejeita a H0
Preço	0,007763	3	Rejeita a H0	0,04068	3	Rejeita a H0
Taxa de Câmbio	0,03316	3	Rejeita a H0	0,1055	3	Não rejeita a H0
Na primeira diferença						
Variável	p-valor (T μ)	Lags	Resultado	p-valor (Tt)	Lags	Resultado
Quantidade Exportada	2,604e-008	5	Rejeita a H0	4,898e-007	5	Rejeita a H0
Preço	1,321e-012	0	Rejeita a H0	1,678e-011	0	Rejeita a H0
Taxa de Câmbio	6,23e-006	2	Rejeita a H0	4,252e-005	2	Rejeita a H0

T μ Análise realizada apenas com constante; Tt Análise realizada com constante e tendência da série.

Um p-valor elevado (geralmente acima de 0,10) aponta para a não rejeição de H0 e evidencia a presença de raiz unitária na série
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Já na série Taxa de Câmbio (R\$/US\$) a hipótese nula de existência de raiz unitária para a análise realizada com constante e tendência foi aceita, o que a caracteriza como série não-estacionária, por isso tratamos a série com a primeira diferença, seguindo a bibliografia em que Gujarati e Porter (2011, p. 753) afirmam que “se uma série temporal tem uma raiz unitária, as primeiras diferenças dessas séries temporais são estacionárias”.

O próximo passo consiste em determinar o número de defasagens utilizadas no modelo VAR através da Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Seleção VAR para o modelo

Defasagem	AIC	BIC	HQC
1	46,628732	46,928488*	46,750249*
2	46,622303	47,146877	46,834958
3	46,600354*	47,349745	46,904147
4	46,633374	47,607583	47,028306
5	46,763342	47,962368	47,249411

Fonte: Elaboração própria (2020).

Com relação à escolha do número de *lags* (defasagens), optou-se pela utilização dos critérios de informação de Akaike (AIC), Schwartz (BIC) e Hannan-Quinn (HQC). Essas informações podem ser identificadas pela presença do asterisco nos testes, considerando que menores valores da variância em um dos três critérios são indicativos de melhor adequação de um determinado modelo, ou seja, deve-se escolher o menor valor apresentado pelo respectivo critério de informação, logo, foram selecionadas três defasagens, conforme indicado pelo critério Akaike que é o menos parcimonioso entre os três.

3.1 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

Reforçando o exposto na metodologia, o teste de causalidade de Granger “deve mostrar se uma série temporal provoca outra, se seus valores defasados são preditores significativos da outra série e se a relação inversa se verifica ou não de forma significativa” (PIMENTA JÚNIOR; SCHERMA, 2005). Em outras palavras, o teste de causalidade de Granger procura determinar o sentido causal entre duas variáveis, estipulando que X “Granger-causa” Y se valores passados de X ajudam a prever o valor presente de Y.

Assim, a Tabela 4 apresenta os resultados do teste para as três variáveis em análise, nas quais as hipóteses nulas só serão rejeitadas nos casos em que o p-valor (a probabilidade) for menor que o valor α , por padrão ajustado em 10% ($\alpha = 0,10$). Porque determinar as relações de causalidade que eventualmente possam existir entre as séries ajuda a determinar a ordem de entrada das variáveis na estimação do Vetor-Autoregressivo.

Dessa forma, pode-se concluir que Quantidade Granger-causa Preço porque, como o p-valor 0,0009 é muito baixo, podemos dizer definitivamente que os coeficientes de Quantidade no modelo com o Preço como variável dependente não são iguais a zero e então eles afetam o desempenho futuro de Preço. Já para os coeficientes de Taxa de câmbio pode ser dito o inverso quando o Preço é a variável dependente. Como o p-valor de 0,1773 é superior ao nível de significância de 10%, podemos concluir que os coeficientes da Taxa de câmbio são todos iguais a zero e, como tal, não oferecem outras informações sobre a previsão do futuro de Preço.

O que significa que, através do teste de causalidade de Granger para a variável Preço do milho (t_PRECO), pode-se inferir que essa variável não é causada pela Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO), a um nível de significância de 10%, ou seja, o Preço do milho recebido pelos produtores brasileiros não sofre influência significativa da Taxa de Câmbio (R\$/US\$). Mas não se pode dizer o mesmo das variáveis Preço (t_PRECO) e Quantidade Exportada em Kg (t_s_QUANT), que rejeitam a hipótese nula.

Com a análise do teste para a variável Quantidade Exportada (t_s_QUANT), percebe-se que não foi possível rejeitar a hipótese nula, a um nível de significância de 10%, de que as variáveis Preço (t_PRECO) e Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO) não causam, no sentido de Granger, variações na Quantidade Exportada de milho em quilograma. Assim, os resultados sugerem que a Quantidade Exportada não pode ter como preditores significativos os valores das séries Preço do milho e Taxa de câmbio, e que esta é causada por valores passados de si mesma.

Tabela 4. Teste de Causalidade de Granger para a variável **Preço** do milho à vista (R\$)

Variável	Teste - F	p - valor	Resultado
t_PRECO	260,94	[0,0000]	Rejeita a H0
s_QUANT	58,548	[0,0009]	Rejeita a H0
d_t_CAMBIO	16,712	[0,1773]	Não rejeita a H0

A hipótese nula (H0) afirma que as variáveis não Granger causam Preço.

Teste de Causalidade de Granger para a variável **Quantidade Exportada** (Kg)

Variável	Teste - F	p - valor	Resultado
t_PRECO	18,388	[0,1442]	Não rejeita a H0
s_QUANT	42,963	[0,0000]	Rejeita a H0
d_t_CAMBIO	36,527	[0,7782]	Não rejeita a H0

A hipótese nula (H0) afirma que as variáveis não Granger causam Quantidade Exportada.

Teste de Causalidade de Granger para a variável **Taxa de Câmbio** (R\$/US\$)

Variável	Teste - F	p - valor	Resultado
t_PRECO	22,601	[0,0853]	Rejeita a H0
s_QUANT	10,378	[0,3788]	Não rejeita a H0
d_t_CAMBIO	62,751	[0,0006]	Rejeita a H0

A hipótese nula (H0) afirma que as variáveis não Granger causam Taxa de Câmbio.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020), com base nos dados da pesquisa.

Já os resultados apresentados no teste para a variável Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO) indicam que, a um nível de significância de 10%, a variável Quantidade Exportada em quilograma (t_s_QUANT) não causa, no sentido de Granger, efeitos expressivos na variável Taxa de Câmbio. Os resultados mostram que esta é causada por valores passados de si mesma e pela variável Preço do milho (t_PRECO), o que pressupõe a não existência de causalidade entre a Quantidade Exportada e a Taxa de Câmbio, diferentemente do Preço do milho e da Taxa de Câmbio que rejeitam a hipótese nula.

Após o teste de Causalidade de Granger estima-se, portanto, o modelo VAR (p) com três variáveis endógenas, estimado com constante e sem tendência, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com 132 observações. Em seguida o modelo é analisado através dos resultados da função impulso resposta em função de choques sobre as variáveis e das decomposições de variância.

3.2 ANÁLISE DAS FUNÇÕES DE IMPULSO RESPOSTA

A função impulso-resposta demonstra o comportamento das variáveis quando submetidas a choques ou inovações. Tendo em vista que a pesquisa tem como objetivo analisar o impacto da Taxa de Câmbio nas demais variáveis, a Figura 1 irá apresentar os resultados das funções impulso resposta para essa variável (d_t_CAMBIO).

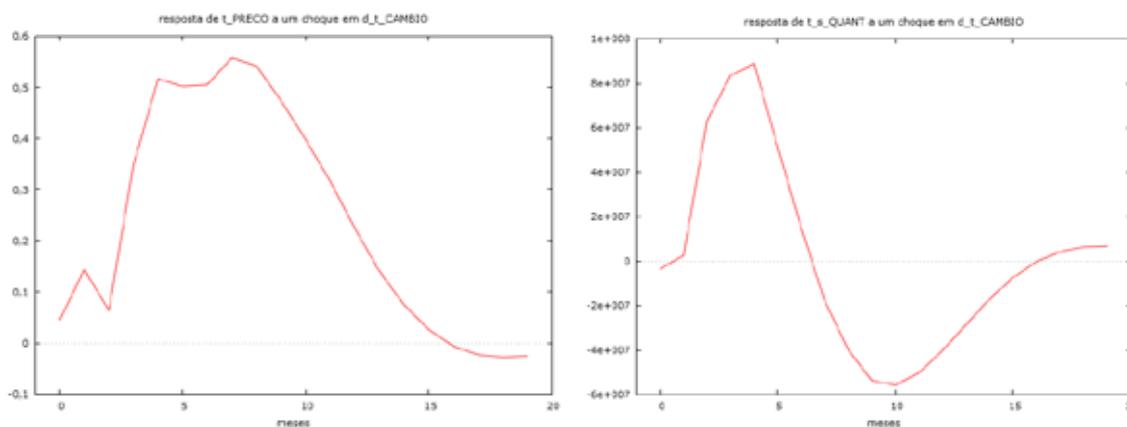


Figura 1. Resposta das variáveis a um choque na Taxa de Câmbio.

Fonte: elaboração própria (2020).

Conforme a Figura 1, um choque na variável Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO) causa efeito imediatamente positivo nas variáveis Preço do milho recebido pelos produtores e Quantidade Exportada. O Preço (t_PRECO) que inicialmente sofre alta após o choque no primeiro mês, em seguida demonstra uma certa rigidez apresentando uma pequena queda até o segundo mês mas, logo depois, volta a apresentar um rápido crescimento até o quarto mês, onde se estabiliza durante o quinto mês e pega mais um fôlego para subir mais um pouco até o sexto mês, quando passa a cair até retornar a estabilidade no décimo sétimo mês, o que demonstra um efeito de curto prazo. A variável de Quantidade (t_s_QUANT), por sua vez, apresenta alta imediata até o quarto mês, quando passa a cair até o décimo mês, chegando a apresentar efeito negativo durante seu retorno à estabilidade desde o oitavo mês, para finalmente retomar o crescimento, estabilizando por volta do décimo sétimo mês.

Esses resultados mostram que há um certo grau de sensibilidade das variáveis a alterações na Taxa de Câmbio, que influenciam a competitividade do milho brasileiro modificando as decisões do produtor em destinar sua produção para o mercado interno ou para o mercado externo. Pode-se entender, por exemplo, que uma depreciação cambial implica uma desvalorização da moeda local, no caso o Real, porque há um aumento no valor da Taxa de Câmbio, que é o preço da moeda estrangeira, tornando as exportações mais competitivas no mercado externo, havendo assim uma maior demanda lá fora pelo milho do Brasil, uma vez que o importador estrangeiro precisa desembolsar menos dólares para adquiri-lo.

Schuh (1984) foi um dos primeiros a demonstrar o impacto das mudanças da taxa de câmbio ao observar as exportações agrícolas dos EUA, argumentando que a sobrevalorização do dólar americano em meados de 1952 a 1971 tinha elevado os preços dos insumos, de maneira tal que o fizeram perder competitividade no mercado mundial, causando uma diminuição da demanda pelas exportações agrícolas americanas. Em seguida, ele alegou que a desvalorização e os consequentes realinhamentos da moeda, de uma nova administração governamental, diminuindo o valor do dólar em relação às outras principais moedas mundiais, fez com que os preços agrícolas dos EUA retomassem a competitividade. E a partir dessa análise as oscilações cambiais passaram a ser pauta das principais pesquisas de economia agrícola nas últimas décadas.

Como o trabalho de Ali (2020), presente em nossa literatura, que examina os efeitos da depreciação da moeda doméstica sobre as exportações agrícolas do Paquistão. Ele usa dados altamente desagregados e observa a relação entre Preço, Quantidade Exportada e Taxa de Câmbio das moedas reais de faturamento

no nível da transação e conclui que a desvalorização da moeda afeta positivamente Preço e Quantidade expandindo a base de clientes nos mercados existentes. Ainda que essas respostas variem amplamente entre a experiência de exportação das empresas, orientação comercial, distribuição setorial e espacial, regimes de taxas de câmbio e moedas de faturamento.

Em contrapartida, o aumento das exportações leva a uma escassez do milho no mercado doméstico, gerando uma alta nos preços internos de acordo com a elasticidade das funções de oferta e demanda, o que significa que quando a demanda é maior do que a oferta, em mercados de concorrência perfeita, os preços tendem a crescer. E de acordo com a Lei da demanda o preço e a quantidade demandada num determinado mercado estão inversamente relacionados, em outras palavras, quanto mais alto for o preço de um produto, menos pessoas estarão dispostas ou poderão comprá-lo.

3.3 ANÁLISE DAS DECOMPOSIÇÕES DE VARIÂNCIA

A análise de decomposição da variância explica, em percentuais e organizados por intervalos temporais mensais, o poder de influência de uma variável sobre outra através da variância do erro de previsão decorrente de cada variável endógena ao longo do cenário de previsão. Na primeira coluna da Tabela 5 são expostos os períodos de defasagem em meses até o 20 por se verificar que, a partir desse período, não há mudanças consideráveis. Na segunda coluna se encontra o erro padrão e nas colunas 3, 4 e 5, as decomposições do erro de previsão de cada variável.

Tabela 5. Decomposição da variância para Preço

Período	erro padrão	d_t_CAMBIO	t_PRECO	t_s_QUANT
1	1,71044	0,0682	99,9318	0,0000
5	3,92035	2,6996	86,0105	11,2899
10	5,29149	6,2509	56,4214	37,3281
15	5,37126	7,2191	54,8320	37,9492
20	5,37875	7,2084	54,6907	38,1011

Decomposição da variância para Quantidade				
Período	erro padrão	d_t_CAMBIO	t_PRECO	t_s_QUANT
1	7,26757e+008	0,0023	0,5426	99,4554
5	1,17517e+009	1,3660	2,1707	96,4636
10	1,26244e+009	1,6640	5,1296	93,2067
15	1,27797e+009	2,1349	5,0783	92,7871
20	1,27961e+009	2,1392	5,0889	92,7722

Fonte: Elaborada pelo autor (2020), com base nos dados da pesquisa

Os resultados da decomposição de variância vistos na Tabela 5 permitem mostrar que o Preço do milho (t_PRECO) varia principalmente em função de si e de mudanças ocorridas na Quantidade Exportada (t_s_QUANT), que é responsável pelo comportamento do preço recebido pelos produtores em torno de

38,10%, além da Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO), que também apresenta resultados que evidenciam sua contribuição na determinação dos valores do Preço do milho, com poder de explicação em torno de 7,20%.

Os valores da Quantidade exportada do milho brasileiro são explicados por volta de 5,08% em função da variável Preço (t_PRECO) e cerca de 2,13% é o percentual de explicação da variável Taxa de Câmbio (d_t_CAMBIO) do total da variação da Quantidade exportada em quilogramas (t_s_QUANT). Esses resultados sugerem que o câmbio afeta as variáveis de Preço e Quantidade, mas apresenta baixo poder para explicá-las.

Os resultados corroboram estudos como o de Andrade e Vieira (2018), cujas evidências demonstram que variáveis como taxa de câmbio real têm pouco poder para determinar o comportamento das exportações de *commodities* e as variáveis utilizadas no modelo não estão conseguindo explicar o desempenho exportador do país. “Pois, variações no câmbio afetam a rentabilidade do setor exportador, no entanto, desde que esteja entre a margem e os retornos atinjam um mínimo aceitável, pelo menos no curto prazo, a produção deve continuar e eventuais oscilações no câmbio pouco afetariam a permanência das commodities no mercado internacional”.

Assim como o de Iwaisako e Nakata (2017), que avaliaram a importância relativa do impacto dos choques cambiais sobre as exportações japonesas, além do impacto de outros choques econômicos, usando um modelo VAR e os resultados apontaram que, embora os choques da taxa de câmbio fossem importantes para explicar as mudanças nas exportações na década de 1980, os choques da demanda global são mais dominantes na década de 1990 e particularmente nos anos 2000.

Uma possível explicação para o elevado percentual de dependência das variáveis em função delas mesmas e menos em função das variáveis do modelo pode estar atrelada a fatores inerentes ao mercado do milho que contribuem para a determinação da sua produção e comercialização enquanto *commodity* como: A rigidez da oferta no curto prazo; A redução do repasse cambial em economias desenvolvidas, à medida que grandes corporações mudam suas bases de produção; Questões climáticas; Infraestrutura e logística, através da modernização de portos e aeroportos e recuperação dos modais rodoviários e ferroviários que reduzem os custos de transporte, armazenamento e seguro; Tributação; Taxa de investimento; Concessão de crédito e Políticas direcionadas ao setor. Bem como o conhecimento técnico e os custos de riscos do cultivo em grande escala, que possivelmente compensa a produção mesmo em momentos de crise.

Além do aumento da demanda pelo insumo nos últimos anos e da interação existente entre os mercados de milho e de soja no Brasil, que segundo Caldarelli e Bacchi (2012) demonstram uma relação de substitutibilidade na oferta - competindo principalmente pelo fator terra - e complementaridade na demanda - na composição de rações. Bem como ressaltam que fatores macroeconômicos como renda e juros também são importantes na determinação dos preços do milho ao produtor e no atacado, assim como os preços externos do milho mostram relativa importância no processo de formação do preço doméstico do grão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de causalidade no sentido de Granger mostrou que a Quantidade Exportada de milho afeta o Preço, bem como o Preço Granger-*causa* a Taxa de Câmbio. Além de demonstrar que tanto a variável Preço recebido pelos produtores como a Quantidade Exportada não podem ter como bons preditores os valores da

série Taxa de Câmbio. E, de acordo com as estatísticas apresentadas no teste, não se pode afirmar, também, que existe a relação contrária da variável Quantidade Exportada em relação à Taxa de Câmbio.

As relações de influência entre as séries estabelecidas neste trabalho foram analisadas, inicialmente, por meio das funções de impulso resposta e, posteriormente, através da decomposição de variância. No que se refere à função impulso-resposta, verificou-se que, após aplicação de choques nas três variáveis, o efeito ocasionado nas séries apresentou tendência de estabilização decorridos alguns meses do impulso. Em relação às decomposições de variância, foram observadas até o período de 20 meses, tendo as variáveis apresentado percentuais que as caracterizam como estruturas basicamente autoregressivas: A variável Preço recebido pelo produtor com um percentual de 54,69% de auto-explicação e a Quantidade Exportada explicada por si mesma em 92,77%. Os valores se referem ao mês 20 de cada uma das séries. Assim, excetuando-se os próprios valores das séries e a representatividade da variável Quantidade Exportada em relação ao Preço de 38,10%, a participação das demais variáveis no modelo possuem baixa representatividade explicativa.

Portanto, a Taxa de Câmbio afeta positivamente o Preço e a Quantidade Exportada, tornando as exportações do milho brasileiro mais competitivas no mercado externo, no entanto, apresenta baixo poder de explicação das variáveis com percentuais correspondentes a 7,20% e 2,13%, respectivamente. Com isso, entende-se que a valorização ou desvalorização do câmbio não gera um efeito considerável no Preço e na Quantidade Exportada porque seus maiores determinantes são aspectos inerentes ao mercado do milho. O milho brasileiro, hoje, é muito competitivo no comércio internacional diante dos números apresentados e sua produção demonstra vantagens muito além dos retornos da taxa de câmbio.

Com os resultados aqui apresentados a respeito da relação entre a Taxa de Câmbio, o Preço e a Quantidade Exportada, espera-se contribuir para o entendimento da dinâmica existente no mercado do milho brasileiro. Além de, no que concerne ao direcionamento de estudos futuros, surge como alternativa de análise a determinação de variáveis diferentes das usadas nesta pesquisa, quando se dispuser, por exemplo, de séries históricas mais longas do Preço Futuro do milho e se possa trabalhar com maior número de graus de liberdade, além da utilização de alguma *dummy* exógena para captar possíveis efeitos não observados.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO. *Estatísticas*. 2018. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: jan. 2020.

ALI, S. Exchange Rate Effects on Agricultural Exports: Transaction Level Evidence from Pakistan. *Am. J. Agric. Econ.*, Cary, NC, v. 102, n. 3, p. 1020-1044, may 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ajae.12027>

ANDRADE, M. E.; VIEIRA, F. V. O Papel da Taxa de Câmbio, da Renda dos Parceiros Comerciais e do Preço Internacional das Commodities nas Exportações dos Estados do Nordeste (1999 a 2012). *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, Brasil, v. 49, n. 4, p. 183-202, out./dez., 2018.

BAUMGÄRTNER, M.; KLOSE, J. Forecasting exchange rates with commodity prices - a global country analysis. *World Economy*, Oxford, England, v. 42, n. 9, p. 2546-2565, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/twec.12802>

BOUBAKRI, S.; GUILLAUMIN, C.; SILANINE, A. Non-linear relationship between real commodity price volatility and real effective exchange rate: The case of commodity-exporting countries. *J. macroecon*,

Detroit, Mich., US, v. 60, p. 212-228, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmacro.2019.02.004>
CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. *Nova Econ*, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, 2012.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Indicador do milho ESALQ/BM&FBOVESPA**. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>. Acesso em: jan. 2020.

CHEBBI, H. E.; OLARREAGA, M. Investigating exchange rate shocks on agricultural trade balance: the case of Tunisia. *J Int Trade Econ Dev*, v. 28, n. 5, p. 628-647. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09638199.2019.1572774>

COMEX STAT. **Base de dados estatísticos de comércio exterior do Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicas>. Acesso em: jan. 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Observatório Agrícola. Acompanhamento da safra de grãos**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: jan. 2020.

COSTA, J. M.; LIMA GUEDES, M. J.; MELO, A. DE S. Um estudo das relações entre taxa de câmbio, quantidade exportada de castanha de caju e preço recebido pelos produtores no estado do Rio Grande do Norte. *Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, v. 15, n. 2, p. 120-137, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19094/contextus.v15i2.937>

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and crossspectral methods. *Econometrica*, v. 37, n. 3, p. 424-438, 1969. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1912791>. Acesso em: jan. 2020.

IPEADATA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Taxa de câmbio: conjuntura mensal**. 2019. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=32098&module=M>. Acesso em: jan. 2020.

IWAISAKO, T.; NAKATA, H. Impact of exchange rate shocks on Japanese exports: Quantitative assessment using a structural VAR model. *J. jpn. int. econ.*, Duluth, Minn., US, v. 46, p. 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jjie.2017.07.001>

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Comércio Internacional**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/vendas-externas-do-agronegocio-somam-us-96-8-bilhoes-em-2019>. Acesso em: jan. 2020.

MARIUZZO, P. Por uma cultura brasileira do milho. *Cienc. Cult.* São Paulo, v. 71, n. 1, jan./mar. 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/280958>. Acesso em: jan. 2020.

MORAES, B. M. M.; BENDER FILHO, R.; CORONEL, D. A. A influência da taxa de câmbio nas exportações brasileiras de carne bovina in natura. **Perspectivas Contemporâneas - Revista Eletrônica de Ciências**

Sociais Aplicadas, v. 11, n. 3, 2016. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/perspectivascontemporaneas/article/view/2035>. Acesso em: jan. 2020.

PIMENTA JÚNIOR, T.; SCHERMA, F. R. Um estudo da influência entre o dólar e o Ibovespa no período 1999-2003. **GESTÃO.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 1, p. 18-25, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/21567>. Acesso em: jan. 2020.

ROSA, P. M.; SILVA, M. G.; FLORES, F. D.; FROZZA, M. S. Comércio internacional brasileiro: uma relação entre preços externos, exportações de commodities e taxa de câmbio real. **Discip. Sci. Ser. Cienc. Soc. Apl.**, Santa Maria, v. 12, p. 21-38, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.37778/sa.v12i1.2126>

SCHUH, G. E. The exchange rate and U.S. agriculture. **Am. J. Agric. Econ.**, v. 56, p. 1-14, 1984.

SIMS, C. A. Macroeconomics and reality. **Econometrica**, v. 48, n. 1, p. 1-48, 1980. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1912017?seq=1>. Acesso em: jan. 2020.

SUGIHARTI, L.; ESQUIVIAS, M. A.; SETYORANI, B. The impact of exchange rate volatility on Indonesia's top exports to the five main export markets. **Heliyon**, Indonésia, v. 6, n. 1, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03141>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - Foreign Agricultural Service (FAS). **Grãos: Mercados e Comércio Mundial**. 2019. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/commodities/corn>. Acesso em: jan. 2020.