

VOLATILIDADE DE PREÇOS AGRÍCOLAS NO BRASIL SOB A ÓPTICA DA PANDEMIA DA COVID-19: UMA ANÁLISE PARA OS MERCADOS DO MILHO, DA SOJA E DO BOI GORDO

Palavras-Chave: Commodities Agropecuárias; Volatilidade; Preços; Covid-19; Brasil.

Autores:

André Freire Bizzo, FCA, UNICAMP

Prof. Dr. Daniel Henrique Dario Capitani (orientador), FCA, UNICAMP

1. INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19 impactou profundamente a economia global e, apesar disso, o agronegócio brasileiro cresceu a sua participação no PIB nacional. O biênio 2020-2021 foi considerado como um dos melhores da história recente do setor (Cepea, 2023). Esse crescimento foi sustentado pelo comércio internacional, que compensou as perdas no mercado doméstico, e pelo aumento nos preços globais das commodities agrícolas, que aumentou a receita média do produtor, muito embora os custos também tenham crescido no período (Marcelino; Sverzuti; Trizolio, 2020; Elleby *et al.*, 2020).

Os picos de preços em períodos de crises incrementam a volatilidade nos mercados agrícolas (Elleby *et al.*, 2020). A volatilidade de preços nas commodities agrícolas, como grãos e proteínas, se dá em razão de fatores como incertezas ao longo ciclo de plantio e colheita, bem como e incertezas externas de mercado, que remetem aos riscos de preços e de crédito (Marques *et al.*, 2008; Buainain; Silveira, 2017). Neste sentido, este estudo visa analisar a volatilidade dos preços físicos e futuros de boi gordo, milho e soja no Brasil, especialmente após a pandemia da Covid-19, identificando fatores internos e externos que influenciam essa volatilidade, como flutuações cambiais e políticas econômicas. Além disso, busca compreender a vulnerabilidade das commodities agrícolas em ciclos de crises globais.

2. METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa exploratória para entender o agronegócio brasileiro, o mercado internacional agrícola, e a definição e volatilidade dos preços de commodities, especialmente durante a pandemia de Covid-19. Seguiu-se com a coleta de dados diários de 2017 a 2023, abrangendo preços domésticos (físicos e futuros) e internacionais (futuros CME) de milho, soja, boi gordo, petróleo Brent, e taxa de câmbio USD/BRL. Os dados foram obtidos de fontes oficiais e ajustados para padronização devido às variações nas séries históricas.

A análise incluiu a interpretação gráfica e estatística descritiva (média, desvio padrão, máximos e mínimos, quartis, curtose e assimetria), além da aplicação da correlação de Pearson. Regressões simples e múltiplas foram estimadas para examinar as relações entre os preços e entender a influência de uma variável sobre as demais. Para isso, considerou-se o método de mínimos quadrados ordinários.

2.1 Análise dos dados

Como explicitado, os dados foram coletados com base diária, contemplando o período entre 03 de janeiro de 2017 a 26 de dezembro de 2023. Para o Brasil, foram coletados os indicadores de preços da soja, milho e boi gordo do Cepea/ESALQ/USP e os preços futuros de soja, milho e boi gordo da B3. Além disso, foram coletados os preços futuros de soja, milho e boi gordo da CME, tomando-se como referência os preços internacionais, bem como os

preços futuros de petróleo Brent. As séries dos preços futuros em questão foram coletadas na plataforma Eikon/Refinitiv, já rolados os valores para o primeiro vencimento de cada contrato.

O primeiro passo para padronização das séries foi considerar somente os dias com presença de dados de preços para todas elas. Na sequência, os preços foram deflacionados. Os preços em reais (R\$) foram deflacionados utilizando como referência o IGP-DI correspondente ao mês dos preços diários. As séries com preços em dólares (US\$) foram deflacionadas utilizando-se o IPC dos EUA.

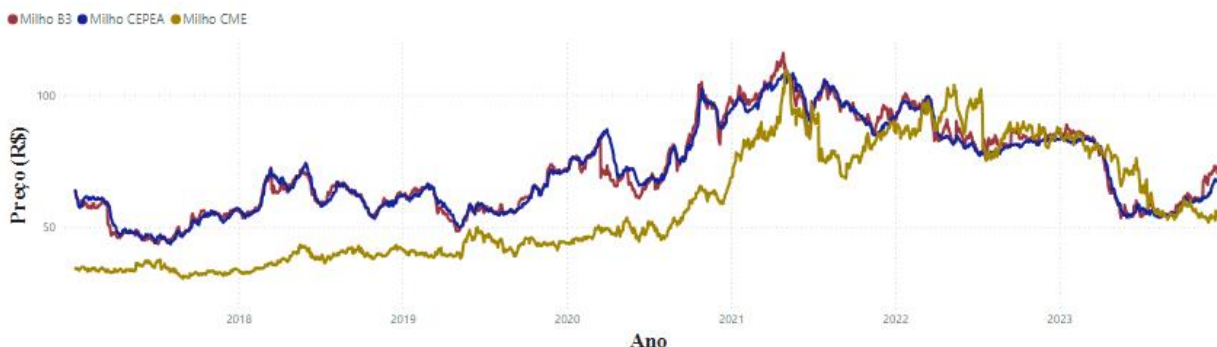
As séries geradas são apresentadas pelas Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 – Preços, em reais, da saca de soja nos mercados físicos (Brasil), B3 e CME



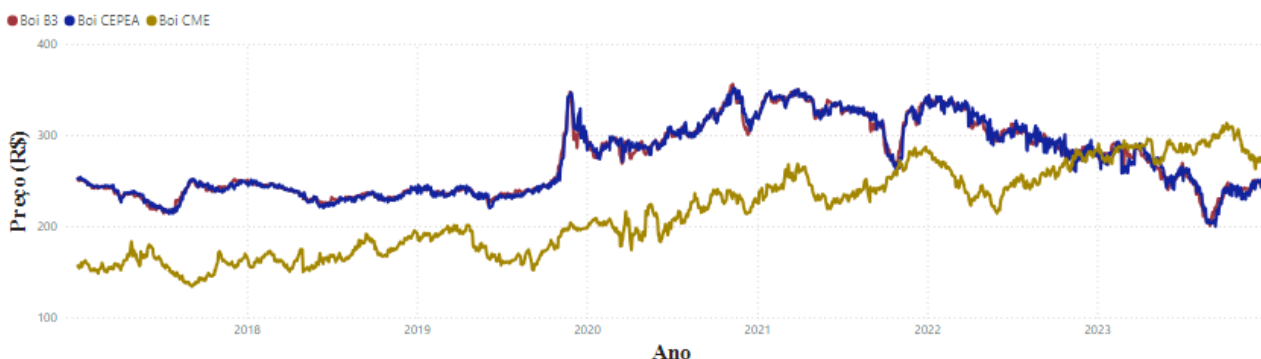
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 – Preços, em reais, da saca de milho nos mercados físicos (Brasil), B3 e CME



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3 – Preços, em reais, do arroba do boi gordo nos mercados físicos (Brasil), B3 e CME



Fonte: Dados da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estatística descritiva

A Tabela 1 apresenta a compilação da estatística descritiva dos dados, considerando a média, desvio padrão, valores máximos e mínimos, quartis, assimetria e curtose das séries de preços deflacionadas

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados

	Méd.	Desv. Pad.	Máx.	Mín.	1° Q	2° Q	3° Q	Curt.	Assim.
Soja Cepea	151,27	25,53	206,00	109,86	127,68	145,52	176,52	-1,31	0,29
Milho Cepea	71,63	16,53	108,16	43,76	57,52	68,29	83,31	-0,97	0,39
Boi Cepea	272,70	39,68	351,83	199,62	237,77	263,11	307,03	-1,26	0,36
Soja B3	142,63	24,09	205,29	104,94	119,50	143,22	162,12	-1,03	0,37
Milho B3	71,88	16,99	115,83	43,76	57,55	67,20	85,16	-0,97	0,41
Boi B3	272,76	39,07	356,11	200,44	238,56	265,13	305,31	-1,24	0,37
Soja CME	132,17	42,44	218,38	80,40	90,75	123,69	172,67	-1,50	0,27
Milho CME	58,15	21,36	109,26	30,77	39,78	49,83	79,86	-1,25	0,47
Boi CME	214,92	47,73	313,38	133,91	168,52	211,21	255,83	-1,28	0,19
Brent	78,61	18,58	142,09	16,47	70,07	79,26	87,94	1,30	-0,11

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise das médias dos preços de milho e boi gordo nos mercados domésticos (B3 e Cepea) revela valores similares, refletindo comportamentos semelhantes ao longo das séries. O desvio padrão é menor para o milho e intermediário para a soja, com o boi gordo apresentando os maiores desvios. Não há evidências fortes de que os desvios de preços sejam significativamente maiores em um mercado específico. Vale destacar que os preços internacionais tendem a ser mais voláteis, possivelmente devido às variações na taxa de câmbio.

Em relação aos máximos e mínimos, o petróleo Brent apresenta grande variação em comparação com sua média, e o milho CME mostra uma diferença percentual significativa entre o máximo e a média. As flutuações nos preços dessas commodities foram acentuadas durante a pandemia da Covid-19, que elevou os preços a patamares recordes e ampliou as diferenças entre os valores extremos e as médias.

Quanto à curtose, todas as commodities agrícolas apresentam valores negativos, indicando distribuições achatadas (platicúrticas). Em contraste, o petróleo Brent tem curtose positiva, sinalizando uma distribuição mais concentrada em torno da média (leptocúrtica). As cotações agrícolas têm assimetrias positivas (enviesadas para a direita), enquanto a assimetria do petróleo Brent é negativa (enviesada para a esquerda).

3.2 Análise de correlação de Pearson

A Tabela 2 apresenta a compilação dos coeficientes de correlação de Pearson. A análise dos coeficientes de correlação de Pearson mostra que a soja no mercado físico brasileiro tem uma forte correlação positiva com outras commodities agrícolas, exceto com o boi na CME, onde a correlação é menor. Na B3, a soja também apresenta uma correlação positiva mais baixa com o boi gordo, semelhante ao observado na CME.

Para o milho, as correlações são elevadas tanto no mercado físico brasileiro quanto nos preços futuros da B3, embora ligeiramente inferiores nas cotações da CME. O milho na B3 tem uma correlação positiva significativa com todas as commodities agrícolas, exceto com o boi na CME, onde o coeficiente é bem mais baixo. No mercado internacional, o milho apresenta uma correlação mais forte com a soja do que com o mercado doméstico de milho, destacando a forte associação dos preços físicos e futuros locais de milho no Cepea e na B3.

Em relação ao preço do boi gordo no mercado físico local, nota-se uma correlação positiva perfeita com a cotação do boi gordo na B3, como era esperado, devido à referência comum de preços. No entanto, a correlação com o boi na CME é a menor entre os produtos agrícolas, embora ainda seja positiva. As correlações com o boi gordo na B3 são semelhantes às do Cepea, enquanto o boi gordo na CME mostra a menor correlação positiva com outras commodities agrícolas.

Ademais, as correlações entre o preço do petróleo Brent e as commodities agrícolas são predominantemente baixas. Além disso, as maiores correlações são observadas nas commodities negociadas na CME, indicando uma conexão mais forte com os mercados internacionais. Para as cotações do boi gordo no Cepea e na B3, os coeficientes são próximos de zero, sinalizando uma quase ausência de correlação linear com o Brent.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os preços analisados

	Cepea			B3			CME			Brent
	Soja	Milho	Boi	Soja	Milho	Boi	Soja	Milho	Boi	
Soja Cepea	1	0,865	0,814	0,907	0,887	0,829	0,899	0,844	0,656	0,222
Milho Cepea		1	0,880	0,833	0,985	0,891	0,819	0,799	0,533	0,138
Boi Cepea			1	0,787	0,873	0,990	0,766	0,728	0,483	0,003
Soja B3				1	0,849	0,799	0,975	0,914	0,770	0,219
Milho B3					1	0,887	0,841	0,820	0,566	0,190
Boi B3						1	0,777	0,740	0,495	0,011
Soja CME							1	0,964	0,823	0,340
Milho CME								1	0,778	0,427
Boi CME									1	0,270
Brent										1

Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Regressão linear

Com o intuito de compreender a relação entre os preços da soja, do milho e do boi gordo no mercado físico brasileiro e como variáveis externas influenciam esses preços, uma análise de regressões lineares múltiplas foi realizada. Para estimar três regressões (Quadro 1), utilizou-se o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), com os preços físicos de soja, milho e boi gordo no Brasil como variáveis dependentes e outros preços físicos no Brasil, preços futuros na CME e o preço do petróleo Brent como variáveis explicativas (independentes).

Na primeira regressão, a soja Cepea é variável dependente e as variáveis explicativas são o milho Cepea e CME, boi gordo Cepea e o Brent. Na segunda regressão, o milho Cepea é variável dependente e as explicativas são soja Cepea e CME, boi gordo Cepea e Brent. Nessas duas primeiras regressões, o boi gordo CME não foi usado como variável explicativa, pela baixa correlação com os preços de grãos no Brasil. Por fim, na terceira regressão, o boi gordo Cepea é a variável dependente, e as variáveis explicativas são milho Cepea e CME, soja Cepea e CME e boi gordo CME. O Brent não foi considerado na última regressão, pela baixa correlação com os preços de boi gordo.

Para a soja Cepea (Quadro 1), o R-quadrado centrado foi de 0,8444; ou seja, aproximadamente 84,44% da variação do preço da soja é explicada pelas variáveis independentes. Os coeficientes positivos foram obtidos para o preço do milho Cepea, boi gordo Cepea, soja CME e petróleo Brent e um coeficiente negativo para o preço do milho CME. Ressalta-se que os coeficientes positivos significam que quando uma de suas variáveis independentes aumenta, o preço da soja Cepea também aumenta. De forma inversa, um coeficiente negativo do preço do milho CME mostra que, à medida que o preço do milho CME aumenta, o preço da soja Cepea diminui. Portanto, os resultados estão de acordo com as correlações.

No caso do milho Cepea (Quadro 1), o R-quadrado centrado foi de 0,8346, o que indica que cerca de 83,46% da variação no preço é causada pelas variáveis independentes. Cada um dos coeficientes é considerado estatisticamente significativo. Os coeficientes positivos para os preços da soja, do boi gordo e do milho CME sugerem que o aumento dos preços do milho Cepea está relacionado ao aumento desses preços. Por outro lado, os coeficientes baixos dos preços da soja CME e do petróleo Brent sugerem que os aumentos nesses preços estão ligados a uma queda no preço do milho Cepea. Desse modo, os resultados confirmam as correlações encontradas.

Em relação ao preço do boi gordo Cepea, (Quadro 1), o R-quadrado centrado de 0,6966 indica que 69,66% da variação do seu preço pode ser explicada pelas variáveis independentes. Os preços da soja Cepea, do milho Cepea, da soja CME e da boi gordo CME apresentaram coeficientes significativos. Esses coeficientes positivos para cada uma dessas variáveis indicam aumento do preço do boi gordo Cepea, caso o preço de qualquer uma delas aumentar. Em contrapartida, o preço do boi gordo não é significativamente influenciado pelo coeficiente negativo do preço do milho CME, visto que ele não possui significância estatística. Isto posto, os resultados evidenciam correlações, demonstrando que há maiores reflexos do fator local sobre o preço do boi gordo Cepea do que os preços das outras commodities ou mesmo de petróleo.

Por fim, as regressões para soja e milho foram fortemente influenciadas pelo petróleo Brent, mas seu impacto foi relativamente pequeno em comparação com outros fatores. Tal fenômeno possivelmente é resultado de

variações nos fatores econômicos e sazonais que impactam os mercados de petróleo e agricultura. Outrossim, a análise também descobriu que, em comparação com as flutuações nos preços de outras mercadorias ou petróleo, o preço do boi gordo Cepea é mais afetado por mudanças locais.

Quadro 1 – Resultados regressão para soja, milho e boi gordo no mercado brasileiro

Variável Independente	Variável Dependente: Soja CEPEA			Variável Dependente: Milho CEPEA			Variável Dependente: Boi Gordo CEPEA		
	coeficiente	erro padrão	p-valor	coeficiente	erro padrão	p-valor	coeficiente	erro padrão	p-valor
Soja CEPEA	-	-	-	0,1766	0,0158	6,46E-28	1,1591	0,0405	7,10E-147
Milho CEPEA	0,3962	0,0355	6,46E-28	-	-	-	1,7940	0,0700	2,14E-122
Boi Gordo CEPEA	0,2563	0,0090	9,44E-147	0,1451	0,0064	8,62E-100	-	-	-
Soja CME	0,5601	0,0237	6,72E-107	-0,0553	0,0182	0,0025	-0,5107	0,0580	3,30E-18
Milho CME	-0,7004	0,0457	1,34E-49	0,3684	0,0314	1,12E-30	-0,1492	0,0977	0,1270
Boi Gordo CME	-	-	-	-	-	-	0,2039	0,0174	1,91E-30
Brent	0,2459	0,0122	9,93E-81	-0,1093	0,0087	1,13E-34	-	-	-
	R-quadrado centrado		0,8444	R-quadrado centrado		0,8346	R-quadrado centrado		0,6966
	F (5,1654)		76446,70	F (5,1654)		39218,41	F (5,1654)		52293,90
	p-valor (F)		0,00	p-valor (F)		0,00	p-valor (F)		0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

4. METODOLOGIA

O estudo permitiu abranger um panorama das dinâmicas dos preços das commodities agrícolas - soja, milho e boi gordo - em comparação com o petróleo Brent, destacando as interações entre esses mercados e as diferenças entre os preços nos mercados brasileiros e internacionais. Nesse sentido, observou-se que, embora as médias dos preços das commodities agrícolas nos mercados domésticos (Cepea e B3) sejam semelhantes, há discrepâncias quando comparadas aos preços internacionais (CME).

Ademais, no que tange aos coeficientes de correlação de Pearson, revelou-se uma forte associação positiva entre os preços das commodities agrícolas nos mercados domésticos e internacionais. Em contrapartida, a associação do petróleo Brent com esses preços foi relativamente baixo. No entanto, nas regressões observa-se que os preços das commodities no mercado físico brasileiro são influenciados pelos preços futuros e pelo petróleo Brent, ainda que a influência do Brent tenha sido menor em comparação com outras variáveis. Vale destacar que a análise do boi gordo revelou uma menor influência das variáveis externas, o que destaca uma maior conexão deste mercado domesticamente.

À vista dessa conjuntura, os resultados obtidos indicam que os produtores e os investidores devem considerar essas interações ao formular estratégias de *hedging* e previsões de preços. Pontua-se também, que em função da baixa correlação observada entre o petróleo e o boi gordo, constata-se a necessidade de estratégias mais específicas para esse setor, menos dependentes das flutuações no mercado global de petróleo. Por fim, deve-se destacar que os movimentos de preços da pandemia podem ter incrementado a dinâmica entre os mercados no período mais recente.

5. BIBLIOGRAFIA

BUANAIN, A. M.; SILVEIRA, R. L. F. **Manual de avaliação de riscos na agropecuária: um guia metodológico**. Rio de Janeiro: ENS-CPES, 2017.

CEPEA - Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2021**. CEPEA/ESALQ/USP, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.Cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 22 abr. 2023.

ELLEBY, C.; DOMÍNGUEZ, I. P.; ADENAUER, M. Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Global Agricultural Markets. **Environmental and Resource Economics**. v.76, p. 1067–1079, 2020. Doi: 10.1007/s10640-020-00473-6

MARCELINO, J. A.; SVERZUTI, A. R. de O.; TRIZOLIO, B. L. G. S. Agronegócio Brasileiro e o Comportamento do Setor em Meio às Crises Econômicas e os Impactos Sofridos pela Pandemia da Covid-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 3, n. 9, p. 127–138, 2020. Doi: 10.5281/zenodo.4019854.

MARQUES, P. V.; MARTINES FILHO, J. G.; MELLO, P. C. **Mercados futuros agropecuários**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier. 2008.