

ÁREA TEMÁTICA: FINANÇAS

**CAUSALIDADE E TRANSMISSÃO DE PREÇOS DO BOI GORDO PARA OS
PREÇOS DO COURO E DO SEBO BOVINO**

CAUSALIDADE E TRANSMISSÃO DE PREÇOS DO BOI GORDO PARA OS PREÇOS DO COURO E DO SEBO BOVINO

Resumo: Este estudo teve por objetivo verificar a interdependência e a transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços dos subprodutos não comestíveis resultantes do abate de bovinos, especificamente, couro e sebo. Na pesquisa, utilizaram-se testes de causalidade e aplicação de um modelo de regressão baseado em Houck para analisar a interdependência e a transmissão dos preços da arroba do boi gordo para os do couro e do sebo bovino. Constatou-se uma relação de interdependência com direção causal significativa tão-somente dos preços da arroba do boi gordo para os preços do sebo bovino. Concluiu-se também pela existência de transmissão assimétrica dos preços do boi gordo para os preços do couro e do sebo bovino. Posto isso, evidenciou-se que as variações dos preços do sebo bovino são mais sensíveis aos aumentos nos preços da arroba do boi gordo, enquanto que as variações dos preços do couro bovino são mais sensíveis às quedas nos preços da arroba do boi gordo. Como contribuição teórica, destaca-se a originalidade ao investigar a interdependência entre preços de ativos destinados a diferentes elos da agroindústria. Como contribuição prática, destacam-se as fortes evidências de transmissibilidade de preços da arroba do boi gordo para os preços do sebo bovino.

Palavras-chave: Assimetria na transmissão de preços. Cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte. Causalidade. Interdependência entre preços.

Abstract: The objective of this study was to verify the interdependence and price transmission of live cattle arroba to the prices of non-edible by-products resulting from the slaughter of cattle, specifically, leather and tallow. The research utilized causality tests and application of a regression model based on Houck were used to analyze the interdependence and transmission of the prices of the arroba of live cattle to those of leather and bovine tallow. An interdependence relationship was found with a significant causal direction only from the prices of live cattle arroba to the prices of bovine tallow. It was also concluded that there was an asymmetrical transmission from the prices of live cattle to the prices of leather and bovine tallow. Consequently, it was evident that changes in bovine tallow prices are more sensitive to increases in live cattle arroba prices, while changes in bovine leather prices are more sensitive to decreases in live cattle arroba prices. As a theoretical contribution, the originality in investigating the interdependence between prices of assets intended for different links in the agroindustry stands out. In terms of practical contribution, the study highlights strong evidence of transmissibility of live cattle arroba prices to beef tallow prices.

Keywords: Asymmetry in price transmission. Beef cattle agroindustrial productive chain. Causality. Price interdependence.

1. Introdução

Nos mercados agroindustriais e, em especial, no âmbito da comercialização agropecuária, a transmissão de preços é uma problemática que tem sido bastante debatida, principalmente, a partir da intensificação das relações mercadológicas entre agentes-elos de inúmeras cadeias produtivas. Posto isso, pressupõe-se uma maior incorporação de informações e alterações na dinâmica da transferência de preços que, tecnicamente, pode derivar da resposta a choques no próprio mercado ou de mercados que interagem comercial e/ou concorrencialmente. Gilbert e Morgan (2010) afirmam que choques são eventos que incorporam informações que podem afetar os preços, ocasionando decréscimo ou acréscimo dos mesmos. No curto prazo, por exemplo, o “choque” ou a redução brusca da oferta de um produto ocasionaria o aumento imediato dos preços desse produto e, ao contrário, levaria à queda dos preços. Essa propagação de variações de preços via choques é cientificamente denominada por Gilbert e Morgan (2010) como transmissão de preços.

Nesse campo, Oliveira Neto, Figueiredo e Wander (2022) destacam que o debate sobre problemáticas que contribuem para a evolução da gestão na comercialização agropecuária deve ser realizado não apenas devido à relevância das informações provenientes dos estudos para a tomada de decisão nas cadeias produtivas agroindustriais, mas também pela necessidade de geração de conhecimento capaz de ampliar a eficácia da administração do risco de preços. Assim, ao assistir as cadeias agroindustriais com informações capazes de auxiliar nas decisões e torná-las mais efetivas, é possível contribuir para a sustentabilidade econômica do agronegócio, que é um dos principais setores da economia brasileira, cuja participação no produto interno bruto (PIB) no ano de 2022 atingiu, aproximadamente, um quarto do PIB brasileiro (CEPEA, 2023).

No Brasil, a cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte é uma das mais representativas do setor do agronegócio. Ao considerar a extensão do conjunto produção, industrialização, demanda interna e exportação de bovinos de corte e de carne bovina dessa cadeia, na prática, aprecia-se que essa é uma das que estão sujeitas às incertezas dos preços, incluindo-se os de: (i) bovinos em ponto de abate (boi gordo); (ii) bovinos de reposição voltados à cria, recria e/ou engorda (boi magro ou novilho, novilhas, bezerras e bezerras em ponto de desmame); (iii) produtos comestíveis (carne bovina: cortes traseiro, dianteiro e casado); (iv) subprodutos comestíveis do abate de bovinos (carne bovina caracterizada como subproduto qualificado para consumo humano); e (v) subprodutos não comestíveis do abate de bovinos (convencionalmente não qualificados para consumo humano, mas com demanda qualificada para outros fins industriais). Os dois últimos (iv e v) serão explicitados com mais detalhes na continuidade deste estudo.

Ainda sobre a cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, vale ressaltar que, aproximadamente, com 12% do total de bovinos e 17% do mercado internacional de carne bovina, o Brasil se posiciona na primeira colocação no *ranking* em contingente de bovinos de corte e em exportação de carne bovina. Quanto à produção de carne bovina, o Brasil atingiu, em 2022, a 2ª posição no *ranking* mundial com, aproximadamente, 14% do total produzido, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA), que atingiu em torno de 18% da produção mundial. Além disso, ressalta-se que o Brasil consome 10,2 % do total da carne bovina produzida no mundo e posiciona-se como terceiro maior mercado consumidor, com os EUA e a China colocando-se como o primeiro e o segundo maiores mercados, sendo

demandantes de 17,5% e 13,5%, respectivamente, do total de carne bovina produzida no mundo (ABIEC, 2022; USDA, 2023).

Tratando-se de um bovino de corte abatido na idade e com peso adequado para consumo, frisa-se que são aproveitadas praticamente todas as partes do animal. Além da carne, há os subprodutos do abate de bovinos, os quais são classificados como comestíveis e não comestíveis. Os comestíveis são aqueles que podem ser consumidos pelo ser humano, tais como fígado, tendões e ligamentos, gordura, miolo, rabo e bucho. Já os classificados como não comestíveis são aqueles subprodutos do abate de bovinos que não podem ou não devem ser ingeridos pelos seres humanos, tais como pelos, chifres, ossos, sangue, couro e sebo (MIRANDA, 2020).

No que tange à relevância dos subprodutos do abate de bovinos, ressalta-se que diversos segmentos industriais necessitam desses produtos secundários para serem utilizados na fabricação de seus produtos finais, como, por exemplo: (i) os tendões e ligamentos, que são utilizados para produção de gelatina; (ii) os ossos, que são usados na fabricação de farinhas e rações para cães, gatos e aves, entre outros; (iii) a pele, que é utilizada para extração do colágeno e fabricação de cosméticos; (vi) o couro, que é uma das principais matérias-primas do mercado da moda, sendo utilizado para a fabricação de sapatos, bolsas, materiais esportivos (bolas, tênis, chuteiras, luvas, entre outros); e (v) o sebo, que é parte importante da produção de biodiesel, sabonetes, sabão e velas, entre outros (MIRANDA, 2020).

Em 2018, o Brasil se posicionava na 4ª posição no *ranking* mundial de produção de couro bovino, com 11,2 bilhões de dólares faturados. Já em 2019, ao comercializar o couro bovino com cerca de 80 países e faturar, aproximadamente, 1,15 bilhões de dólares, o Brasil chegou à 3ª posição no *ranking* mundial de exportação, com os Estados Unidos da América e a Itália dominando com 8,57% e 19,51% do mercado internacional e figurando na 1ª e 2ª posições, respectivamente. Já no início do ano de 2023, de acordo com o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), o Brasil contava com 244 curtumes (unidades industriais processadoras de couro cru com fins de utilização pela indústria e/ou atacado), dos quais 12,8% produzem couro curtido, 17,7% dão origem ao couro semiacabado e 64,9%, ao couro acabado. Dessa produção, 28,4% é demandada pelo mercado interno e 71,6% é exportada, destacando-se a China como principal destino do couro bovino oriundo do Brasil (ANUALPEC, 2023; CICB; 2023, MENDES JÚNIOR; XIMENES, 2021).

Quanto ao sebo bovino, esse é um subproduto demandado, principalmente, pelos segmentos industriais de higiene, de limpeza, de cosméticos, de rações para animais de estimação (ou pets), entre outros, com demanda crescente, como o de processamento de biocombustível. A exportação de sebo bovino apresentou-se crescente no período 2021-2022, triplicando a demanda internacional nesse período. Sugere-se que parte desse crescimento possa ser explicado pelo acréscimo no uso potencializado pela versatilidade do subproduto para fins industriais, com destaque para a expressiva comercialização com a Holanda e a China, que são os maiores mercados consumidores do sebo bovino brasileiro (ANUALPEC, 2023; BUENO; FREITAS; NACHILUK, 2012)

Desse modo, ao considerar a relevância do abate do boi gordo para o fornecimento de carne bovina, pressupõe-se que esse setor seja não apenas responsável por inúmeras variações associadas aos preços da carne bovina, mas também por alterações nos preços de subprodutos do abate de bovinos (comestíveis e não comestíveis). Em específico, ao focar na relação entre o preço da arroba do boi gordo e os preços dos subprodutos não comestíveis derivados do abate de bovinos (couro e sebo), podem emergir possíveis dúvidas e/ou questionamentos, tais como:

(i) o acréscimo nos preços da arroba do boi gordo decorrente da diminuição da oferta-estoque de boi gordo provoca o aumento nos preços dos subprodutos não comestíveis do abate de bovinos, ou seja, couro e sebo? e (ii) a redução nos preços da arroba do boi gordo decorrente do aumento da oferta-estoque de boi gordo provoca a queda nos preços dos subprodutos não comestíveis do abate de bovinos, o couro e o sebo?

Em síntese, toda essa discussão corrobora a relevância do avanço no conhecimento sobre a relação entre os preços dos bovinos em ponto de abate e seus produtos (comestíveis) e subprodutos (comestíveis e não comestíveis), o que, teórica e empiricamente, pode promover maior eficácia na administração dos preços e na comercialização agroindustrial. Além disso, é importante considerar que esse avanço informacional pode apoiar a tomada de decisão dos agentes que atuam direta ou indiretamente na cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, tanto no curto quanto no longo prazo.

Agregado a essa discussão, salienta-se a existência de importantes estudos científicos que trataram da relação entre os preços de bovinos de corte, incluindo-se os que abrangem a transmissão entre os preços do boi gordo em diferentes mercados (BAILEY; BRORSEN, 1989; DIAKOSAWAS, 1995; GAIO; CASTRO JÚNIOR; OLIVEIRA, 2005; ZILLI *et al.*, 2008; FIGUEIREDO; OLIVEIRA NETO, 2021; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; WANDER, 2021; OLIVEIRA NETO; FIGUEIREDO; WANDER, 2022), os que abordam a associação entre os preços do boi gordo, do boi magro e do bezerro (SACHS; MARTINS, 2007; SACHS; PINATTI, 2007; BOECHAT, 2013; CUNHA; SILVA NETO; WANDER, 2016) e outros que avaliaram a relação entre os preços da carne bovina e de bovinos em ponto de abate (BAKUCS; FERTÖ, 2006; BENDER FILHO; ALVIM, 2008; DONG *et al.*, 2018).

Destarte, ao examinar a literatura científica sobre transmissão de preços na cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, notou-se que praticamente é ignorada a relação entre os preços dos bovinos em ponto de abate (terminado ou gordo) e dos seus subprodutos comestíveis e não comestíveis. Logo, pressupõe-se que a ausência dessas informações seja um problema para a administração dos preços na cadeia agroindustrial, incluindo-se nessa seara a suspeita de que as variações nos preços do boi gordo podem causar a elevação ou a queda nos preços de subprodutos do abate desses bovinos. Assim sendo, admite-se que as alterações nos preços da arroba do boi gordo transmitiriam variações para os preços dos subprodutos oriundos do abate de bovinos, visto que, na prática, o estoque de boi gordo responde pela oferta e respectiva variação atual e futura dos preços dos subprodutos não comestíveis do abate de bovinos, quais sejam, o couro e o sebo.

Após elencar diversos números que reforçam a relevância da cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, além de problemáticas teórico-empíricas e discussões sobre a transmissão de preços nessa cadeia, é que emergiram as seguintes questões de pesquisa: (i) existe relação de interdependência entre os preços da arroba do boi gordo com os preços de subprodutos não comestíveis originários do abate de bovinos, couro e sebo? (ii) ocorre transmissibilidade entre os preços da arroba do boi gordo e os preços dos subprodutos não comestíveis oriundos do abate de bovinos, ou seja, o couro e o sebo? E, ainda, caso ocorra essa transferência de preços, (iii) as variações positivas e negativas nos preços do boi gordo são transmitidas na mesma magnitude para os preços dos subprodutos oriundos do abate de bovinos, o couro e o sebo? Diante dessas perguntas de pesquisa, este estudo tem por objetivo verificar a interdependência e a transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços dos subprodutos não comestíveis resultantes do abate de bovinos, especificamente, couro e sebo

2. Dados e procedimentos metodológicos

2.1 Caracterização do estudo e dados da pesquisa

Com a finalidade de atingir os objetivos do presente estudo, que perpassam pela investigação das questões de pesquisa definidas, propôs-se uma abordagem quantitativa com suporte em um conjunto específico de métodos e técnicas estatísticas. Assim sendo, na sequência, discorre-se sobre a caracterização das séries de preços, incluindo fontes de obtenção dos dados, bem como apresenta, no item 3.2, o procedimental econométrico utilizado na busca de respostas para as questões de pesquisa e com o propósito de atingir o objetivo do estudo.

Os dados da pesquisa são compostos pelas séries de preços médios mensais em reais (calculados com base no preço diário de liquidação dos contratos futuros do boi gordo na Bolsa, Brasil, Balcão – B3) da arroba do boi gordo (bovino macho, vivo, castrado com carcaça convexa, alimentado a pasto e/ou em confinamento, com peso entre 450 e 550 quilogramas e idade máxima de 42 meses) e de preços médios mensais em reais do quilograma do couro e do sebo bovino (ambas as cotações baseadas nos preços praticados no elo atacadista do Estado de São Paulo) no período compreendido entre janeiro de 2014 e dezembro 2022, totalizando 108 observações.

As séries de preços foram obtidas junto à provedora de serviços de informação *IHS Markit* da *S&P Global* e têm como origem cotações de boletins pecuários compendiados no Anuário da Pecuária Brasileira publicado pela instituição. Por sua vez, o recorte temporal foi definido com base na disponibilidade de dados sucessivos e ininterruptos. Além disso, as séries de preços foram deflacionadas pelo índice geral de preços da Fundação Getúlio Vargas e, posteriormente, logaritmizadas com vistas a remover as tendências exponenciais, sendo esse um processo que segue os padrões adotados nas principais pesquisas internacionais sobre o tema em estudo.

2.2 Procedimentos econométricos de análise dos dados

Para averiguar a relação de interdependência e a transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços do couro e do sebo bovino, foi definido um procedimental econométrico que inclui o conjunto de estimativas, testes e análises. Primeiramente, foram estimadas as medidas de tendência central, de dispersão e de correlação linear com a finalidade de descrever a média, os valores máximos e mínimos, além de informar sobre os desvios em torno dos preços médios e examinar a associação linear entre os preços. Na sequência, foi aplicado o teste de raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller (1981), sigla ADF, para examinar se as propriedades estatísticas das séries são mantidas no decorrer do tempo, tendo sido identificado que as séries são estacionárias na primeira diferença. Esse procedimento visou evitar a obtenção de resultados espúrios na análise de regressão.

O próximo passo foi aplicar o teste de causalidade de Granger (1969) para as variáveis estacionárias y_t e x_t , iniciando-se com a especificação do modelo autorregressivo, conforme equações (1) e (2), em que se assume que tanto e_{y_t} quanto e_{x_t} são termos de erro não correlacionados no tempo.

$$y_t = a_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^m \gamma_j y_{t-j} + e_{y_t} \quad (1)$$

$$x_t = a_2 + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j y_{t-j} + e_{x_t} \quad (2)$$

Assim sendo, o teste de causalidade permitiu: a) testar se eventos passados podem causar eventos presentes; b) verificar se uma série temporal x ajuda a prever outra série y , ou vice-versa; c) averiguar se x causa y , ou seja, se valores passados de x_{t-j} (variáveis defasadas, x_{t-j}) contribuem para determinar y_t , independentemente da contribuição dos valores passados de y_{t-j} , ou vice-versa; d) apurar se os conjuntos de termos de x e y são estatisticamente diferentes de zero nas equações 1 e 2, de modo que se tenha causalidade bidirecional; e) examinar se os conjuntos de termos x e y não são estatisticamente diferentes de zero nas equações 1 e 2, de modo que x_t é independente de y_t . Posto isso, destaca-se que o teste de causalidade de Granger para x_t e y_t permitiu concluir sobre a direção de causalidade entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do quilograma do couro e sebo bovino.

Após averiguação da causalidade entre os preços da arroba do boi gordo e do couro e do sebo bovino, o estudo prosseguiu com a análise da transmissão de preços e verificação da hipótese de simetria, que tem como foco examinar a existência ou não de divergência na magnitude da transferência de aumentos ou reduções nos preços. Destarte, optou-se pelo uso de uma versão adaptada do modelo proposto por Houck (1977) para testar a hipótese de simetria na transmissão dos preços da arroba do boi gordo para os preços do couro e do sebo bovino.

O modelo de Houck (1977) foi bastante utilizado em estudos empíricos, dentre os quais, destacam-se, internacionalmente, como referências de sua aplicação, as pesquisas elementares de Kinnucan e Forker (1987) e de Griffith e Piggott (1994). Além desses, destaca-se também o estudo de Oliveira Neto, Figueiredo e Wander (2022), que aplicaram uma versão multivariada baseada no modelo de Houck (1977) para testar a hipótese de simetria na transmissão de preços entre os principais mercados brasileiros e internacionais de bovinos de corte em ponto de abate.

Ao atentar para a presente pesquisa, destaca-se que, em virtude de esta ter a finalidade de analisar a transmissão de preços e testar a hipótese de simetria dessa transmissão, optou-se por um modelo que permitiu verificar se as variações positivas e negativas nos preços são transmitidas na mesma magnitude. Assim sendo, a equação 3, a seguir, representa o modelo de regressão aplicado na análise da assimetria na transmissão dos preços da arroba do boi gordo para os preços dos subprodutos não comestíveis do abate de bovinos, ou seja, o couro e o sebo.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 \sum \Delta X_{1t}^+ + \beta_1 \sum \Delta X_{1t}^- + \varepsilon_t \quad (3)$$

Em que:

ΔX_t^+ : $X_t - X_{t-1}$, se $X_t > X_{t-1}$, 0, caso contrário.

ΔX_t^- : $X_t - X_{t-1}$, se $X_t < X_{t-1}$, 0, caso contrário.

Uma vez estimados os coeficientes angulares representados pela grega beta (β), em que β_0 é a constante da regressão e β_1^+ e β_1^- são os coeficientes das variações positivas e negativas dos preços da arroba do boi gordo, foi aplicado o teste de Wald sob a hipótese de simetria na transmissão de preços (STP). Para a hipótese nula, h_0 : $\beta_1^+ = \beta_1^- \neq 0$, as variações positivas e negativas nos preços da arroba do boi gordo são estatística e igualmente transmitidas em magnitude para os preços do couro e/ou do sebo bovino, concluindo-se pela STP. No caso de rejeição da hipótese nula, não se rejeita a hipótese alternativa, h_1 : $\beta_1^+ \neq \beta_1^- \neq 0$, pela qual as variações positivas e negativas nos preços da arroba do boi gordo são estatística e diferentemente transmitidas em magnitude para os preços do couro e/ou do sebo bovino, concluindo-se pela assimetria na transmissão de preços (ATP). No caso em que $\beta_1^+ = \beta_1^- = 0$, não se aplica o teste de hipóteses, portanto não há transmissão de preços.

3. Resultados da pesquisa

A apresentação dos resultados tem início com a exposição na Tabela 1 que mostra o conjunto descritivo de medidas de tendência central e dispersão das séries de preços em reais da arroba do boi gordo, bem como do quilograma do couro e do sebo bovino no período 2014/2022. No campo da tendência central e da dispersão, merece atenção, à primeira vista, o fato de os coeficientes de variação dos preços do quilograma do couro e do sebo bovino serem em respectivos, sendo, aproximadamente, 13% e 20% superiores ao coeficiente de variação da arroba do boi gordo estimado. Essa constatação sugere não apenas a volatilidade superior dos preços do couro e do sebo bovino se comparados aos preços da arroba do boi gordo, como também maior dificuldade de predição do comportamento dos preços do couro e do sebo bovino em comparação com o preço da arroba do boi gordo.

Ainda sobre a dispersão dos dados exposta na Tabela 1, as estimativas de curtose e assimetria dos dados sugerem que as séries de preços da arroba do boi gordo e do sebo bovino apresentam distribuição não normal, platicúrtica, com assimetria positiva moderada à direita. Já as estimativas de curtose e assimetria dos dados referentes à série de preços do couro bovino indicam uma curva de distribuição não normal, platicúrtica, com assimetria leve à esquerda. Além disso, as estatísticas do teste de Jarque e Bera confirmaram a rejeição da hipótese nula de normalidade distribucional de todas as séries de preços estudadas.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos preços em reais da arroba do boi gordo, do quilograma do couro e do sebo bovino industrial no período 2014/2022

Estatísticas	Boi Gordo	Couro Bovino	Sebo Bovino
Média	193,1022	2,1101	3,5493
Mediana	152,3150	2,4350	2,5000
Máximo	343,9400	4,1000	8,7619
Mínimo	116,8500	0,4400	1,7000
Desvio Padrão	71,9292	1,0563	2,0803
Coeficiente de Variação %	37,2493	50,0592	58,6116
Assimetria	0,9538	-0,0777	1,1972
Curtose	2,2515	1,7954	2,9165
Est. Jarque-Bera	18,8953	6,6384	25,8317
p-valor	0,0001	0,0362	0,0000

Nota: (Est. Jarque-Bera) estatística-teste Jarque-Bera, (*p-valor*) probabilidade da estatística-teste Jarque-Bera. Fonte: Dados da pesquisa.

Ao considerar a importância de se conhecer a relação estatística entre os preços analisados para a tomada de decisão dos agentes da cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, são expostas, na Tabela 2, as estatísticas basilares dos testes de correlação linear. Destarte, concluiu-se pela existência de correlação positiva forte e aproximadamente perfeita entre os preços da arroba do boi gordo e os do quilograma do sebo bovino industrial. Isso posto, apesar de não se condicionar diretamente à causalidade, a correlação linear mensurada sugere uma provável interdependência entre os preços da arroba do boi gordo e os do quilograma do sebo bovino industrial, o que, em teoria, aponta para a necessidade de se averiguar a relação de causalidade e transmissibilidade entre eles. Sem embargo, não foi constatada correlação linear estatisticamente significativa entre os preços da arroba do boi gordo e os do quilograma do couro bovino.

Tabela 2 - Correlação Linear de Pearson entre os preços da arroba do boi gordo, do quilograma do couro bovino e do sebo bovino industrial no período 2014/2022

Correlação	Variáveis	Estatísticas do Teste de Correlação de Pearson		
		ρ	t	p -valor
Correlação	Couro Bovino x Boi Gordo	0,1374	1,4278 ^{ns}	0,1563
	Sebo Bovino x Boi Gordo	0,9666	38,8306 ^{***}	0,0000

Nota: (ρ) Correlação linear de Pearson, (t) estatística t do teste de correlação linear de Pearson, (p -valor) significância estatística do teste, (^{ns}) sem significância estatística, (^{***} e ^{**}) valor estatisticamente significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa

Verificada a correlação linear entre os preços no período em estudo, buscou-se, em seguida, responder à primeira questão da presente pesquisa, que consiste em: existe relação de interdependência entre os preços da arroba do boi gordo e os preços de subprodutos não comestíveis oriundos do abate de bovinos, ou seja, o couro e o sebo? Por conseguinte, testou-se a causalidade entre os preços da arroba do boi gordo, do quilograma do couro bovino e do sebo bovino industrial no curto prazo, aplicando-se, para tanto, o teste de causalidade de Granger (1969).

Os resultados apresentados na Tabela 3 não apontaram existência de causalidade (interdependência) entre os preços da arroba do boi gordo e os do quilograma do couro bovino, sugerindo que as alterações pretéritas nos preços da arroba do boi gordo não operam como previsoras das alterações nos preços correntes do couro bovino. Logo, concluiu-se não haver, em nenhuma direção, estatística e significativa causalidade entre os preços do boi gordo e os do couro bovino no curto prazo.

Ainda na Tabela 3, os resultados evidenciaram a existência de causalidade (interdependência) entre os preços da arroba do boi gordo e os do quilograma do sebo bovino industrial, sugerindo que as alterações pretéritas nos preços da arroba do boi gordo atuam como previsoras robustas das alterações nos preços correntes do sebo industrial. Mas, nessa inter-relação, a direção da causalidade foi estatisticamente significativa tão-somente dos preços da arroba do boi gordo para os preços do quilograma do sebo bovino industrial.

Tabela 3 - Causalidade de Granger entre os preços da arroba do boi gordo, do quilograma do couro bovino e do sebo bovino industrial no período 2014/2022

Causalidade	Variáveis	Estatísticas do Teste de Causalidade de Granger	
		F	p -valor
Causalidade	Couro Bovino x Boi Gordo	1,2067 ^{ns}	0,3035
	Boi Gordo x Couro Bovino	0,7822 ^{ns}	0,4601
	Sebo Bovino x Boi Gordo	1,0225 ^{ns}	0,3634
	Boi Gordo x Sebo Bovino	18,3333 ^{***}	0,0000

Nota: (F) Estatística F do teste de causalidade de Granger, (p -valor) significância estatística do teste, (^{ns}) sem significância estatística, (^{***}) valor estatisticamente significativo ao nível de 1%.

Fonte: Dados da pesquisa

Após a realização do teste de causalidade apontar para a existência ou não da interdependência e da capacidade previsional de curto prazo dos preços do couro e do sebo bovino direcionada por variações pretéritas nos preços da arroba do boi gordo, o estudo seguiu com a apresentação dos dados da Tabela 4, que tiveram essencialmente o propósito de atingir a completude do objetivo da pesquisa. Destarte,

os coeficientes e as estatísticas do modelo de regressão dispostos na Tabela 4 permitiram responder as duas últimas questões de pesquisa, sendo elas: Ocorre transmissibilidade entre os preços da arroba do boi gordo e os preços dos subprodutos não comestíveis do abate de bovinos, ou seja, couro e sebo? E, ainda, caso ocorra essa transferência de preços, as variações positivas e negativas nos preços do boi gordo são transmitidas na mesma magnitude para os preços dos subprodutos do abate de bovinos, quais sejam, couro e sebo?

De acordo com os dados da Tabela 4, existe transmissão corrente de preços da arroba do boi gordo para os preços do quilograma do couro bovino e do sebo bovino industrial, sendo essa transferência assimétrica. No caso da transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços do quilograma do couro bovino, constatou-se que as quedas nos preços da arroba do boi gordo transferem variações para os preços do couro bovino em magnitude superior à transferência propagada pelos aumentos nos preços da arroba do boi gordo.

Em contrapartida, quando verificada a transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços do quilograma do sebo bovino industrial, evidenciou-se que os aumentos nos preços da arroba do boi gordo transferem variações para os preços do sebo bovino industrial em magnitude superior à transferência propagada pelas quedas nos preços da arroba do boi gordo.

Após apresentar a análise da transmissão de preços, foi possível, ainda com os dados da Tabela 4, aferir a capacidade preditiva e robustez dos modelos de regressão com base no coeficiente de determinação $R^{2ajustado}$ e no diagnóstico dos resíduos da regressão. Em síntese, o coeficiente de determinação apontou o quanto as variações nos preços do quilograma do couro e do sebo bovino podem ser estatisticamente explicadas por alterações nos preços da arroba do boi gordo. Já o diagnóstico dos resíduos dos modelos de regressão foi realizado com a finalidade de certificar os pressupostos de autocorrelação, estacionariedade, homocedasticidade e normalidade. Fazem parte do conjunto analítico do diagnóstico de resíduos os testes ADF de Dickey e Fuller (1981), de Jarque e Bera (1987) e LM para detecção de autocorrelação serial e de heterocedasticidade condicional autorregressiva (ARCH).

Posto isso, destaca-se, conforme exposto na Tabela 4, que o coeficiente de determinação $R^{2ajustado}$ do modelo de regressão referente à variação dos preços do couro bovino explicada pelas variações nos preços da arroba do boi gordo foi estimado em, aproximadamente, 0,32. Essa estimativa sugere que os aumentos e as quedas nos preços da arroba do boi gordo explicam quase um terço das variações correntes nos preços do quilograma do couro bovino. Já o coeficiente de determinação $R^{2ajustado}$ do modelo de regressão referente à variação dos preços do sebo bovino industrial explicada pelas variações nos preços da arroba do boi gordo foi estimado em, aproximadamente, 0,94. Esse cômputo evidencia que os aumentos e as quedas nos preços da arroba do boi gordo explicam quase a totalidade das variações correntes nos preços do quilograma do sebo bovino industrial.

Quanto ao diagnóstico dos resíduos, destaca-se que os pressupostos do modelo de regressão referente à variação dos preços do couro bovino explicada pelas alterações nos preços da arroba do boi gordo foram aprovados no âmbito da homocedasticidade, independência dos erros e autocorrelação serial, mas não foram atendidos quanto à estacionariedade e normalidade. Essa constatação atenta categoricamente contra a capacidade preditiva e robustez desse modelo (regressão espúria) e corrobora os resultados de correlação linear e causalidade entre os preços da arroba do boi gordo e os do couro bovino, que já indicavam a não correlação linear e a não causalidade (interdependência) entre eles.

Em contrapartida, ao realizar o diagnóstico dos resíduos do modelo de regressão referente à variação dos preços do sebo bovino industrial explicada pelas alterações nos preços da arroba do boi gordo, vale salientar que todos os pressupostos foram adequadamente atendidos quanto aos requisitos de autocorrelação, estacionariedade, homocedasticidade e normalidade, o que certifica a capacidade preditiva e a robustez desse modelo de regressão.

Tabela 4 - Assimetria na transmissão corrente entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do quilograma do couro bovino e entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do quilograma do sebo bovino industrial no período 2014/2022

Coeficientes e Estatísticas do Modelo de Regressão	Variável Dependente do Modelo de Regressão	
	Couro	Sebo
β_1	0,0362***	0,0204***
Est. <i>t</i>	7,1287	6,7516
Sig. Est. <i>t</i>	0,0000	0,0000
β_1^+	0,0179***	0,0245***
Est. <i>t</i>	6,9352	15,9386
Sig. Est. <i>t</i>	0,0000	0,0000
β_0	-0,0197	-0,3389
Est. <i>t</i>	-0,1527	-4,4058
Sig. Est. <i>t</i>	0,8790	0,0000
$\chi^2 - WT$	47,8325	6,6408
$H_0 - WT$	ATP	ATP
Est. <i>F</i>	25,4111***	786,1990***
R^2	0,3283	0,9380
R^2 Ajustado	0,3153	0,9368
Teste <i>ADF</i>	-1,8419 ^{ns}	-5,5748***
Teste <i>JB</i>	3,4407 ^{ns}	25,1192***
Sig. Est. <i>JB</i>	0,1790	0,0000
<i>LM - F</i>	354,4174***	57,4180***
Teste <i>LM</i>	93,5398***	56,6670***
<i>ARCH - F</i>	68,2492***	19,2345***
<i>ARCH</i>	41,9997***	16,5446***

Nota: Nota: (*Est. t*) estatística *t* do coeficiente acima, (*Est. F*) estatística *F* do modelo de regressão, (*WT*) Teste de Wald (1943), (χ^2) estatística qui-quadrado do teste de Wald, (H_0) hipótese nula de simetria na transmissão de preços, (*ATP*) assimetria na transmissão de preços = rejeita-se H_0 com base na estatística qui-quadrado do teste de Wald, (R^2) coeficiente de determinação do modelo de regressão, (R^2 Ajustado) coeficiente de determinação ajustado do modelo de regressão, (Teste *ADF*) estatística *t* do teste de raiz unitária *ADF*, (Teste *JB*) estatística-teste Jarque-Bera, (Sig. Est. *JB*) significância da estatística-teste Jarque-Bera, (*LM - F*) estatística *F* do teste *LM*, (Teste *LM*) estatística *LM* do teste de Breusch-Godfrey para detecção autocorrelação serial, (*ARCH - F*) estatística *F* do teste *ARCH*, (*ARCH*) estatística do teste de heterocedasticidade condicional autorregressiva para verificação das hipóteses de homoscedasticidade-heterocedasticidade dos resíduos da regressão, (^{ns}) sem significância estatística, (***) coeficiente ou valor estatisticamente significativo ao nível de 1%.
Fonte: Dados da pesquisa.

Após a apuração dos dados e realização das análises dos resultados, discute-se sobre as suas implicações teórico-empíricas. No campo teórico, os achados da presente pesquisa corroboram os de Goodwin e Holt (1999), que constataram assimetria na transmissão de preços entre os elos varejista e atacadista de carne e outros produtos de origem animal, bem como identificaram a presença de atrasos

significativos no ajuste de preços entre esses canais de comercialização. A similaridade não para por aí, mas perpassa também pelo fato de esses estudos analisarem a transmissão de preços vertical entre diferentes elos da cadeia produtiva agroindustrial com foco na intensidade do ajuste com que os choques de preços (aumentos e quedas nos preços) são transferidos entre diferentes elos (produtor, agroindústria, atacado e varejo). Logo, ambos concluíram que a magnitude dos ajustes aos choques pode acarretar alterações nos preços e na volatilidade destes.

Além do estudo de Goodwin e Holt (1999), outro que merece ter os resultados balizados com o da presente pesquisa é o de Reztis e Stavropoulos (2010), que investigaram como os preços da carne bovina refletiram variações em praças de comercialização do mercado grego no período 1993-2005. Posto isso, salienta-se o fato destes estudos concluírem que os choques nos preços são propagadores de volatilidade. Todavia, ao avaliar o campo da interdependência (causalidade) entre os preços no curto prazo, as elasticidades-preço identificadas por Reztis e Stavropoulos (2010) são similares somente às encontradas na relação causal entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do sebo bovino industrial estimadas neste estudo. Isso posto, evidencia-se que, na atual investigação, não foi encontrada causalidade entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do couro bovino.

As conclusões do presente estudo corroboram os resultados da investigação da relação entre produtos substitutos realizada por Silva, Oliveira Neto e Figueiredo (2020), principalmente, no que tange à conclusão pela dominância do preço da arroba do boi gordo na transmissão de preços no mercado brasileiro de carnes bovina, suína e de frango. Destarte, Silva, Oliveira Neto e Figueiredo (2020) identificaram correlação linear e causalidade entre os preços da arroba do boi gordo e os preços das carnes bovina a nível de atacado (cortes dianteiro, traseiro e casado) e suína e de frango no período 2006-2017. Essa conclusão de Silva, Oliveira Neto e Figueiredo (2020) se assemelha à descoberta do presente estudo sobre a interdependência entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do sebo bovino industrial. Mas, não quanto à confirmação da interdependência entre os preços da arroba do boi gordo e do couro bovino.

Sugere-se que a similaridade entre os resultados da pesquisa atual com os de Silva, Oliveira Neto e Figueiredo (2020) se deve ao fato de o sebo bovino ser uma gordura obtida como subproduto da carne bovina. Sob outra perspectiva, a diferença verificada na relação entre os preços da arroba do boi gordo e os do couro bovino pode estar associada ao fato de esse último ser um subproduto do bovino de corte e não da carne bovina, como é o caso do sebo bovino.

4. Considerações finais

Diante do objetivo de verificar a interdependência e a transmissão de preços da arroba do boi gordo para os preços dos subprodutos não comestíveis resultantes do abate de bovinos, especificamente, couro e sebo, evidenciou-se que as variações dos preços da arroba do boi gordo operam como previsoras potenciais e robustas das alterações correntes nos preços do sebo bovino industrial. Porém, constatou-se também que as variações dos preços da arroba do boi gordo não atuam como previsoras das alterações nos preços correntes do couro bovino.

Em seguida, ao avaliar o âmbito da transmissibilidade de preços, os resultados da pesquisa permitiram concluir que existe transmissão entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do sebo bovino industrial, mas não foi conclusivo quanto à interdependência e transmissão entre os preços da arroba do boi gordo e os preços do couro bovino.

Logo, ao averiguar se as variações positivas e negativas nos preços são simetricamente transmitidas (ou seja, na mesma magnitude), concluiu-se que as transferências correntes (de curto prazo) dos preços da arroba do boi gordo para os preços do couro e do sebo bovino são assimétricas. Nesse campo, destaca-se que as variações nos preços do sebo bovino são mais sensíveis aos aumentos do que às quedas nos preços da arroba do boi gordo, enquanto que as variações nos preços do couro bovino são mais sensíveis às quedas do que aos aumentos nos preços da arroba do boi gordo.

Espera-se que as análises e as conclusões do estudo possam contribuir para a tomada de decisão dos agentes-elos da cadeia produtiva agroindustrial da bovinocultura de corte, tornando a administração dos preços na comercialização mais efetiva. Além disso, sugere-se que estudos futuros analisem também a interdependência e a transmissibilidade entre os preços de bovinos de corte em ponto de abate e de produtos e subprodutos comestíveis decorrentes do abate de bovinos. Espera-se também que estudos futuros avaliem a transmissão de preços de outros produtos e subprodutos agropecuários e não agropecuários, uma vez que essas informações podem contribuir para o avanço da gestão de preços em diversas cadeias produtivas. Ademais, abre-se caminho para que pesquisas futuras utilizem outros métodos de análise, contribuindo simultaneamente para o avanço científico (teórico) e prático (empírico), estando esse último voltado, principalmente, para a melhoria da gestão dos preços e definição de estratégias de comercialização.

Referências

- ANUALPEC ONLINE 2023. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: IHS Markit – S&P Global, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC. **Perfil da pecuária no Brasil: beef report 2022**. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>> Acesso em: 28 abr. 2023.
- BAILEY, D.; BRORSEN, B. W. Price asymmetry in spatial fed cattle markets. **Western Journal of Agricultural Economics**, v. 14, n. 2, p. 246-252, dec. 1989.
- BAKUCS, L. Z.; FERTŐ, I. Marketing margins and price transmission on the Hungarian beef Market. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 3, n. 3-4, p. 151-160, 2006.
- BENDER FILHO, R.; ALVIM, A. M. Análise de transmissão de preços no mercado de carne bovina entre os países do Mercosul e os Estados Unidos. **Revista de Economia e Administração**, v. 7, n. 4, p. 402-418, 2008.
- BOECHAT, A. M. F. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do boi magro entre 2000 e 2012. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 11, n. 3, p. 419-437, 2013.
- BUENO, C. R. F.; FREITAS, S. M.; NACHILUK, K. Produção e aplicações do sebo bovino. TD-IEA, v. 1, n. 32, p. 1-17, ago. 2012. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/TD/td-32-2012.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2023.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em: 24 abr. 2023.

CICB. O couro e o curtume brasileiro. **Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil**. Disponível em: <<https://www.cicb.org.br/cicb/sobre-couro>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CUNHA, C. A.; SILVA NETO, W. A.; WANDER, A. E. . Integração entre mercados de bezerros dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, Brasil. **Espacios (Caracas)**, v. 37, p. 12, 2016.

DIAKOSAWAS, D. How integrated are world beef markets? The case of Australian and US beef markets. **Agricultural Economics**, v.12, n. 1, p. 37-53, apr. 1995.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, jul. 1981.

DONG, X.; WALDRON, S.; BROWN, C.; ZHANG, J. Price transmission in regional beef markets: Australia, China and Southeast Asia. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 99-106, 2018.

FIGUEIREDO, R. S.; OLIVEIRA NETO, O. J. Transmissão de risco entre os mercados do boi gordo sul-mato-grossense e paraguaio. **Desafio Online**, v. 9, n. 1, 2021.

GAIO, L. E.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; OLIVEIRA, A. B. Causalidade e elasticidade na transmissão de preço do boi gordo entre regiões do Brasil e a bolsa de mercadorias & futuros (BM&F). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 3, p. 282-297, 2005.

GILBERT, C. L.; MORGAN, C. W. Food price volatility. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 3023-3034, 2010.

GOODWIN, B. K.; HOLT, M. T. Price transmission and asymmetric adjustment in the U.S. beef sector. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 81, n. 3, p. 630-637, aug. 1999.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica**, v. 37, n. 3, p. 424-438, aug. 1969.

GRIFFITH, G. R.; PIGGOTT, N. E. Asymmetry in beef, lamb and pork farm-retail price transmission in Australia. **Agricultural Economics**, v. 10, n. 3, p. 307-316, 1994.

HOUCK, J. P. An approach to specifying and estimating nonreversible functions. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 59, n. 3, p. 570-72, aug. 1977.

KINNUCAN, H. W.; FORKER, O. D. Asymmetry in farm-retail price transmission for major dairy products. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 69, n. 2, p. 285-292, may. 1987.

MENDES JÚNIOR, B. O. M.; XIMENES, L. F. Produção e perspectiva do setor de couro e calçados do Brasil, Nordeste, Ceará e Bahia. **Caderno Setorial ETENE**, v. 5, n. 148, p. 1-8, jan. 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/647/1/2021_CDS_148.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2023.

MIRANDA, E. E. **Do boi tudo se aproveita, até o berro**. Portal Embrapa. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/subprodutos-do-boi/1355746?inheritRedirect=false#:~:text=Entre%20os%20subprodutos%20comest>

%C3%ADveis%2C%20o,s%C3%A3o%20desmembrados%20em%20diferentes%20s ubprodutos>. Acesso em: 28 abr. 2023.

OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S.; WANDER, A. E. Mercados de bovinos de corte no Mercosul: dominância, assimetria e transmissão de risco de preços. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 8325-8355, jan. 2021.

OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S.; WANDER, A. E. Price interdependence in the international and brazilian beef cattle market. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 53, n. 2, p. 73-89, abr./jun. 2022.

REZITIS, A.; STAVROPOULOS, K. S. Modelling beef supply response and price volatility under CAP reforms: the case of Greece. **Food Policy**, v. 35, n. 2, p. 163-174, apr. 2010.

SACHS, R. C. C.; MARTINS, S. S. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do bezerro na pecuária de corte paulista, janeiro de 1995 a abril de 2006: uma aplicação do modelo VAR. **Revista de Economia Agrícola**, v. 54, n. 1, p. 75-85, jan./jun. 2007.

SACHS, R. C. C.; PINATTI, E. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do boi magro na pecuária de corte paulista, no período de 1995 a 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 3, p. 329-352, 2007.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S. Mercado brasileiro de carnes: transmissão de preços. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15870-15892, mar. 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Data and Statistics**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>> Acesso em: 20 abr. 2023.

WALD, A. Tests of statistical hypothesis concerning several parameters when the number of observations is large. **Transactions of the American Mathematical Society**, v. 54, p. 426-482, 1943.

ZILLI, J. B.; SILVA, A. F.; CAMPOS, S. K.; COSTA, J. S. Análise da cointegração e causalidade dos preços de boi gordo em diferentes praças nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Economia Agrícola**, v. 55, n. 2, p. 105-119, jul./dez. 2008.