



**MERCADO INTERNACIONAL E BRASILEIRO DE LEITE:  
VOLATILIDADE E TRANSMISSÃO DE PREÇOS**  
**THE INTERNATIONAL AND BRAZILIAN MILK MARKETS: VOLATILITY  
AND PRICE TRANSMISSION**  
**MERCADO INTERNACIONAL Y BRASILEÑO DE LECHE: VOLATILIDAD Y  
TRANSMISIÓN DE PRECIOS**

**ANA CAROLINA GOMES DE OLIVEIRA COSTA**

Graduada  
Universidade Federal de Uberlândia – Brasil  
ORCID: 0000-0002-4043-2815  
costa.anaoliveira@gmail.com

**ODILON JOSÉ DE OLIVEIRA NETO**

Doutor  
Universidade Federal de Uberlândia - Brasil  
ORCID: 0000-0002-6310-1998  
professorodilon@gmail.com

**REGINALDO SANTANA FIGUEIREDO**

Doutor  
Universidade Federal de Goiás - Brasil  
ORCID: 0000-0003-1278-5063  
rsantana@ufg.br



Submetido em: 27/12/2018  
Aprovado em: 17/10/2019

Doi: 10.14210/alcance.v27n1(Jan/Abr).p82-98

**LICENÇA CC BY:**

Artigo distribuído  
sob os termos  
Creative Commons,  
permite uso e  
distribuição irrestrita  
em qualquer meio  
desde que o autor  
credite a fonte  
original.



Editor de seção: Prof. Dr. Jeferson Lana

## RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar a volatilidade e a transmissão dos preços internacionais do leite para os preços nas principais praças brasileiras produtoras de leite. Em teoria, a integração entre mercados interagentes levanta a hipótese de que um ou mais mercados tendem a liderar outros mercados por ocasião das variações de preços, assim sendo, é investigado o pressuposto da transmissão de preço dos principais países/conglomerados produtores-exportadores de leite (União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos da América, Argentina e Uruguai) para as principais praças produtoras/comercializadoras de leite do Brasil no período 2012-2017. No processo de análise, destaca-se o teste de cointegração, que permitiu verificar a hipótese de equilíbrio do relacionamento de longo prazo entre os preços do leite no mercado internacional e brasileiro, e da análise de decomposição da variância, que contribuiu para avaliar a participação relativa das variações nos preços do leite nos mercados internacionais na variação dos preços nas principais praças brasileiras produtoras de leite. Os resultados evidenciaram que um potencial choque no mercado internacional de lácteos é efetivamente transmitido ao mercado brasileiro, o que persiste no longo prazo em uma relação de equilíbrio. Concluiu-se também que, aproximadamente, um quarto das alterações dos preços do leite nas principais praças brasileiras, em um horizonte semestral, é transmitido por variações nos preços dos principais mercados internacionais de lácteos, com destaque para os mercados uruguaio, neozelandês e estadunidense.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Causalidade. Cointegração. Comercialização agrícola. Leite bovino.

## ABSTRACT

This study aims analyzes the volatility and transmission of international milk prices to the prices in the main Brazilian markets. In theory, the integration between interacting markets suggests that one or more markets tend to lead the other markets when there are price fluctuations. This work investigates the premise of price transmission from the major milk producing countries/exporting conglomerates (the European Union, New Zealand, the USA, Argentina and Uruguay) to the main Brazilian markets, in the period 2012 to 2017. This analysis included the cointegration test, which allowed us to verify the hypothesis of equilibrium of the long-term relationship between milk prices in the international and Brazilian markets, and breakdown of analysis of variance, which enabled us to evaluate the relative participation of fluctuations in milk prices in the international markets in the price fluctuations of the main Brazilian markets. The results show that a potential shock in the international dairy market is effectively transmitted to the Brazilian markets, which persists in the long term, in a relationship of balance. It was concluded that over the six-month period studied, about a quarter of milk price fluctuations in the main Brazilian markets were caused by changes in the prices of the main international dairy markets, particularly those of Uruguay, New Zealand and the USA.

**Keywords:** Agribusiness. Causality. Cointegration. Agricultural marketing. Cow's milk.

## RESUMEN

Este estudio tiene por objetivo analizar la volatilidad y transmisión de los precios internacionales de la leche a los precios en las principales regiones brasileñas productoras de leche. En teoría, la integración entre mercados interactivos presupone la hipótesis de que uno o más mercados tienden a liderar otros mercados en el momento de los cambios de precios, por lo que se investiga el supuesto de transmisión de precios de leche de los principales países productores / conglomerados exportadores (Unión Europea, Nueva Zelanda, Estados Unidos de América, Argentina y Uruguay) para los principales mercados de leche en Brasil, en el período 2012-2017. En el proceso de análisis, destacamos la prueba de cointegración que nos permitió verificar la hipótesis de equilibrio de la relación a largo plazo entre los precios de la leche en los mercados internacionales y brasileños y el análisis de descomposición de la varianza, que contribuyó a evaluar la participación relativa de los cambios en los precios de la leche en los mercados internacionales en la variación de precios en los principales mercados brasileños. Los resultados evidenciaron que un potencial shock en el mercado internacional de lácteos es efectivamente transmitido al mercado brasileño, lo que persiste a largo plazo en una relación de equilibrio. Se concluyó también que, aproximadamente, un cuarto de las alteraciones de los precios de la leche en las

principales plazas brasileñas, en un horizonte semestral, es transmitida por variaciones en los precios de los principales mercados internacionales de lácteos, para los mercados uruguayo, neozelandés y americano.

**Palabras clave:** Agronegocio. Causalidad. Cointegración. Comercialización agrícola. Leche.

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um importante setor da economia brasileira e, de acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), representou, aproximadamente, 23% no Produto Interno Bruto (PIB) do país no ano de 2016, o que equivale a algo em torno de 1,43 trilhão de reais de riquezas geradas pelo setor, valor que representa um crescimento de 2,73% em relação ao ano de 2015. Já no que diz respeito ao PIB total da economia brasileira, vale ressaltar que a riqueza incorporada pelas atividades agrícolas e agroindustriais foi mais significativa em 2016 do que nos anos de 2014 e 2015 (CNA, 2017).

Entre as principais cadeias agroindustriais brasileiras, destaca-se a da bovinocultura de leite, que representou 4% do PIB agrícola brasileiro em 2016. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) divulgados em abril de 2016 já apontavam que o consumo de leite *per capita* naquele ano seria de, aproximadamente, 174 litros por habitante (CONAB, 2016). Agregada a essa informação, o Ministério da Saúde (MS) brasileiro reforça a importância do leite bovino ao recomendar à população um consumo diário de leite na forma fluida ou de derivados lácteos de até 600 ml ao dia, o que resultaria em 219 litros por ano para adultos acima de 20 anos, sendo essa uma indicação que varia de acordo com a idade, o peso, etc. (Brasil, 2013). Além disso, vale ressaltar que, além da sua importância como alimento nutritivo e matéria-prima para a composição de diversos produtos, o leite também é responsável por gerar emprego e renda para a população de modo geral, em especial para residentes no interior do Brasil.

No ano de 2015, o Brasil se posicionava como o segundo maior detentor de rebanho efetivo de bovinos do mundo com, aproximadamente, 226 milhões de cabeças, o que representava 22,5% do rebanho mundial, de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (sigla em inglês, USDA). Do efetivo total de bovinos no território brasileiro em 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontava que 21,75 milhões de vacas estavam em período de ordenha, o que representava 10,1% do total de bovinos. Desse total, 34,3% se concentravam na Região Sudeste, com destaque para o estado de Minas Gerais, que é o maior estado produtor de leite bovino no *ranking* nacional. No que se refere ao *ranking*, destaca-se ainda o fato de o Brasil deter, de acordo com o USDA, o terceiro maior rebanho efetivo de vacas leiteiras, ficando atrás apenas da Índia e da União Europeia (IBGE, 2016; USDA, 2017).

Com a produção de leite nacional atingindo, aproximadamente, 35 milhões de litros em 2016, e tendo as regiões Sul e Sudeste como as principais produtoras com, respectivamente, 35,2 % e 34,0% da produção total, o Brasil se posicionou como o quinto maior produtor mundial de leite em 2016, tendo ficado atrás apenas dos principais países/conglomerados produtores, quais sejam: União Europeia (UE), Estados Unidos da América (EUA), Índia e China (IBGE, 2016, USDA, 2017).

Diferentemente dos principais mercados de lácteos, o Brasil não é um grande exportador e, sim, um grande consumidor, o que o torna, também, um assíduo importador de produtos lácteos. Em 2015, as principais importações lácteas foram realizadas dos seguintes países: Argentina (43,3%), Uruguai (43,2%), EUA (4%) e de outros quatorze países (9,05%). É importante destacar que os membros efetivos do Mercosul (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai), juntos, são responsáveis por, aproximadamente, 10% da produção mundial de leite bovino (CONAB, 2016). Dentre os países membros efetivos do Mercosul, apenas o Paraguai não apresentava volume significativo de leite bovino produzido e exportado se comparado com os principais mercados mundiais de lácteos.

A relevância do mercado brasileiro de leite bovino no agregado produção, importação e exportação, em tese, envolve a incerteza quanto ao comportamento dos preços, o que afiança a importância do tema volatilidade e transmissão de preços. Tecnicamente, a volatilidade é fruto de incertezas nos preços, sendo, portanto, um fenômeno que dificulta a tomada de decisão na comercialização de produtos agrícolas. Em particular, Taylor (2005) define a volatilidade dos preços como desvio-padrão dos mesmos.

Dentre as investigações realizadas no mercado doméstico (interno) de leite, chama atenção o estudo de Dias, Kretzmann, Alves e Parré (2008), que analisaram quais praças-estados produtores de leite mais afetaram o preço do leite paranaense no período 1995-2006. Os resultados da pesquisa permitiram concluir que a volatilidade dos preços pagos aos produtores do estado de Goiás é transmissora de variações aos preços recebidos pelos produtores do estado do Paraná. Sob essa perspectiva, emerge no presente estudo a possibilidade de agregar importantes informações ao estudo de Dias, Kretzmann, Alves e Parré (2008), tendo em vista que, hipoteticamente, alterações de preços em mercados internacionais de lácteos também podem ser transmitidas para os preços nos mercados domésticos.

Diante da importância da cadeia produtiva do leite, bem como da problemática da volatilidade e da transmissão de preços, o presente estudo busca responder a seguinte pergunta: a volatilidade do preço do leite bovino nos principais mercados internacionais é transmitida aos preços das principais praças-regiões brasileiras produtoras de leite? Emerge, desse questionamento, a pressuposição de que a variação nos preços dos principais mercados internacionais produtores/exportadores de leite seja transmitida aos preços praticados no Brasil.

A existência de uma constante relação comercial entre os mercados de lácteos agregada à carência de dados sobre as condições de equilíbrio na relação de longo prazo entre esses mercados é uma problemática que eleva a importância de se captar informações robustas sobre a ocorrência ou não de transmissão de preços do leite bovino entre os principais países/conglomerados produtores e exportadores de leite e as principais praças/regiões produtoras do Brasil (Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás e Bahia).

Assim sendo, este estudo tem por objetivo analisar a volatilidade e a transmissão dos preços internacionais do leite para os preços nas principais praças brasileiras produtoras de leite. O período do estudo compreende janeiro de 2012 a dezembro de 2017 em razão da disponibilidade temporal de dados históricos do preço do leite nos principais países produtores-exportadores selecionados para a realização deste estudo (União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos, Argentina, Uruguai e Brasil).

Espera-se que os resultados da pesquisa contribuam para futuras tomadas de decisões dos agentes da cadeia produtiva da bovinocultura de leite brasileira, em especial por fornecer dados que permitam uma melhor compreensão sobre a dinâmica e o comportamento dos preços. Além disso, almeja-se que os resultados possam suportar informações que auxiliem na consecução de políticas públicas e privadas voltadas ao desenvolvimento da indústria. Agrega-se a esses fatores a ampliação das discussões acadêmico-científicas sobre o tema volatilidade e a transmissão de preços agrícolas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Acerca do tema transmissão de preço e volatilidade em mercados agrícolas, vale destacar que vários foram os mercados alvos de estudos publicados, nacional e internacionalmente, em especial, os da soja, do milho, do algodão e de carnes. Em suma, a maioria das pesquisas se centrou na transmissão de preço dentro de um mercado específico ou entre mercados, além de abordar sobre a integração entre mercados. Diante do exposto, é que, na sequência, são apresentados e debatidos importantes estudos que tratam do escopo volatilidade e transmissão de preços em mercados agrícolas, com destaque especial para aqueles que tratam da comercialização de lácteos.

Barros (1990) é responsável por um dos primeiros estudos brasileiros acerca da transmissão de preços. Em seu estudo, inferiu-se o sentido de causalidade de preços no mercado hortifrutícola (banana, bata inglesa, cebola e tomate) entre 1972-1985, da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), localizada na região metropolitana de São Paulo. Também foram estimadas as elasticidades de transmissão de preços e a instantaneidade ou não nos ajustes dos mesmos.

Ao analisar a relação causal e a elasticidade de transmissão de preços, Barros (1990) admitiu que os preços ao varejo e ao produtor se compunham de ajustes parciais após a determinação do preço ao atacado, indicando que o atacado tende a liderar os demais níveis de mercado por ocasião das variações de preço que, por sua vez, são repassadas, menos do que proporcionalmente, ao consumidor e, mais ou menos proporcionalmente, ao produtor. Os resultados permitiram concluir também que não há evidências de que o setor de intermediação amplie sistematicamente os choques nos preços, tanto ao consumidor, como ao produtor. Em suma, choques são eventos que incorporam informações que subitamente afetam os preços, aumentando ou diminuindo-os. Por exemplo, no curto prazo, um choque de oferta negativo em determinada *commodity* levaria a um aumento dos preços dela, ao contrário, um choque de oferta positivo levaria à queda dos preços.

Com o intuito de investigar a formação de preços no mercado de frango do estado de São Paulo nos níveis produtor, atacado e varejo, bem como sua interação com o mercado da carne bovina, Barros e Bittencourt (1997) utilizaram o modelo vetorial autorregressivo com correção de erro alicerçado no paradigma oligopsonista proposto para o mercado de frango. Os resultados da pesquisa apontaram para a antecipação do preço do frango ao produtor pelos frigoríficos e elevado grau de dinamismo no mercado de frango na perspectiva de que os ajustamentos a choques de diferentes procedências ocorrem com celeridade.

Em outra vertente, Barbosa, Margarido e Nogueira Júnior (2002) estudaram a elasticidade de transmissão de preços no mercado brasileiro de algodão no período 1985-2000. A partir de testes de raiz unitária e de cointegração, e da aplicação de modelagem vetorial autorregressiva com correção de erro e de teste de exogeneidade, os pesquisadores concluíram que a Lei do Preço Único não apresenta validade no mercado brasileiro de algodão em virtude de, no longo prazo, as variações nos preços internacionais do algodão não serem completamente transmitidas para os preços do algodão brasileiro. Em resumo, o resultado indicou que os preços domésticos no Brasil não respondem às alterações e não têm relação de equilíbrio de longo prazo com os preços internacionais.

Com foco na *commodity* soja, Marques e Mello (1999) analisaram a relação entre os preços brasileiros e os internacionais. Os resultados da pesquisa demonstram que os preços da soja são formados, primeiramente, em Roterdã-Holanda, os quais são transmitidos para o mercado de *Chicago Board of Trade* (CBOT), nos EUA, e, em seguida, transmitidos aos preços praticados no Porto de Paranaguá, no Estado do Paraná, Brasil.

Diferentemente do estudo de Marques e Mello (1999), que analisaram a relação entre preços em diferentes mercados internacionais, o estudo de Arêdes (2009) focou na relação entre os preços domésticos, mais precisamente no mercado da carne suína. A pesquisa teve como foco verificar a transmissão de preços e a volatilidade na comercialização nos mercados de Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo no período janeiro/2000-agosto/2008. Além disso, a pesquisa avaliou a interdependência de preços entre os mercados domésticos e internacionais.

As análises de Arêdes (2009) foram realizadas a partir da aplicação de modelos vetoriais autorregressivos e heterocedásticos multivariados. Os resultados mostraram que os preços da carne ao atacado em Minas Gerais e São Paulo reagiram mais intensamente às alterações de preços praticados em Santa Catarina. Já em relação à verificação da relação entre o mercado internacional e o mercado doméstico, o destaque foi para o catarinense, cujas evidências apontaram que o preço da carne suína respondeu expressivamente aos choques ocorridos no próprio mercado quando comparados com choques externos.

Weydmann e Seabra (2015) também estudaram a cadeia de carne suína, mais precisamente, analisaram a transmissão de preços e o efeito da instabilidade em três níveis de preços da cadeia de carne suína paulista no período 1995-2005. Pelo uso da modelagem vetorial autorregressiva, com inclusão de efeito de instabilidade de preços, do processo autorregressivo condicional heterocedástico e do teste de causalidade Granger (1969), chegou-se à conclusão de que a cadeia produtiva de suínos segue o mesmo padrão de liderança de outras cadeias e que a ineficiência nela constatada se atém ao elo produtor.

Dentre as pesquisas relacionadas à transmissão de preços entre mercados internacionais no âmbito da América do Sul, merece destaque a pesquisa de Coronel (2010) a respeito dos mercados argentino e internacional do trigo no período janeiro/1994-abril/2009. A partir dos testes de raiz unitária, de causalidade e de cointegração, da aplicação do modelo vetorial autorregressivo com correção de erros, do teste de exogeneidade, da verificação da função impulso-resposta e da decomposição da variância de erros de previsão, verificou-se que as variações nos preços internacionais de trigo foram transmitidas para os preços do trigo no mercado argentino no longo prazo. Concluiu-se ainda que os mercados argentino e internacional não sejam perfeitamente integrados devido à hipótese de completa integração entre os mercados ter sido rejeitada na situação em que se impuseram restrições aos coeficientes relacionados ao longo prazo. Ainda, por meio do teste de exogeneidade, evidenciou-se que os preços argentinos do trigo reagem a desequilíbrios transitórios nos preços internacionais.

Ao revisar a literatura internacional que extrapola a fronteira sul-americana, destaca-se o estudo de Tejada e Goodwin (2009), os quais analisaram a volatilidade de preços, os ajustes assimétricos nos mercados de milho, soja e bovinos de corte, bem como as implicações consequentes dos choques ocasionados pelos preços do etanol. Nesse estudo, foi considerada uma estrutura linear em um modelo que avaliou esse mercado e suas ligações, capturando correlações assimétricas entre os preços dos grãos e os preços de bovinos de corte, incluindo *spillovers* (tradução aproximada para o português, espalhamento) de volatilidade. Em resumo, os resultados apontaram para correlações dinâmicas positivas entre milho e soja que, por sua vez, foram transferidas para os preços dos bovinos de corte.

Tendo como meta analisar as mudanças nos preços do milho e da soja no Brasil, bem como a transmissão de preços e a volatilidade entre os mercados brasileiro e estadunidense, Cruz Júnior, Silveira, Capitani, Urso e Martines Filho (2016) realizaram análises de transmissão de preços entre os mercados de grãos e oleaginosas e, em seguida, investigaram a transmissão de volatilidade em todos os mercados estadunidense e brasileiros por meio do uso de testes de variância e causalidade aplicados em dois períodos específicos, mais

precisamente, 1996-2006 e 2007-2014. Os resultados da pesquisa evidenciaram que os preços nos EUA se alteraram à medida que os mercados futuros do milho e da soja se tornaram mais integrados. Nessa pesquisa, Cruz Júnior, Silveira, Capitani, Urso e Martines Filho (2016) destacaram ainda o aumento do nível de integração dos mercados durante o segundo período (2007-2014) e a maior sensibilidade às variações de preços em relação ao primeiro período (1996-2006), indicando que o mercado estadunidense contribuiu para a desestabilização dos preços brasileiros em ambos os períodos.

Ao considerar o mercado de lácteos, que é o foco principal do presente estudo, destaca-se, a seguir, a discussão sobre importantes estudos teórico-empíricos que avaliaram a questão da volatilidade e da transmissão de preços, como os de Dias, Kretzmann, Alves e Parré (2008), Dong, Du e Gould (2011), Pozo e Schroeder (2012), Apergis e Papoulakos (2013) e Carvalho, Rosado, Shiki e Cruz (2014).

Com foco na transmissão entre diferentes praças produtoras em um mercado específico, Dias, Kretzmann, Alves e Parré (2008) analisaram a transmissão de preço do leite *in natura* no mercado brasileiro no período 1995-2006. Nesse estudo, foram identificados quais os estados (ou praças), entre os principais produtores de leite no Brasil, são responsáveis por alterações no preço do leite paranaense. Ao utilizar os testes para verificação de raiz unitária, causalidade de Granger (1969), cointegração de Johansen (1988) e modelagem autorregressiva com correção de erro, concluiu-se que as variações recebidas pelos produtores do estado de Goiás são transmitidas aos preços recebidos pelos produtores do Paraná.

Pesquisa semelhante à proposta do presente estudo foi realizada por Carvalho, Rosado, Shiki e Cruz (2014), que identificaram a transmissão de preços inter e intramercados de lácteos no Brasil, entre julho de 2004 e fevereiro de 2013. Por meio da aplicação do modelo vetorial autorregressivo, foi verificado que os subprodutos não fermentados apresentam maior efeito explicativo quando relacionados aos preços pagos ao produtor no que tange à análise de preços intermercados. Esses resultados são corroborados pelo fato de o estado de Minas Gerais ser o maior formador do preço do leite pago ao produtor, seguido do estado de São Paulo. A pesquisa permitiu ainda concluir que, apesar da forte associação entre os mercados, são as alterações dos preços nos mercados tidos como dominantes, mais precisamente, Minas Gerais e São Paulo, que mais incidem nas alterações dos preços nos demais mercados domésticos.

Estudos mais específicos sobre o tema volatilidade e as variáveis relacionadas a esse fenômeno trouxeram importantes contribuições e respostas aos agentes da cadeia produtiva do leite. Esse é o caso da pesquisa de Pozo e Schroeder (2012), que investigaram, além da volatilidade, a descoberta de preços e a adequação da especulação dos mercados à vista e futuro de lácteos. Nessa pesquisa, foram utilizadas a modelagem vetorial autorregressiva com correção de erro e a heterocedástica de Engle e Kroner (1996).

Os achados de Pozo e Schroeder (2012) evidenciaram a natureza da produção de leite e as especificidades sobre o preço do leite, incluindo a exposição de desafios à avaliação das características dos mercados à vista e futuro de lácteos. Em suma, concluiu-se que a descoberta efetiva de preços é possível a partir do comportamento dos preços líquidos dos contratos futuros e do mercado à vista. Nesse caso, quando se tem uma volatilidade excessiva nos preços do leite, é provável que isso seja uma consequência da sub-regulação, da fragmentação dos mercados e da baixa intensidade de negociação, e não dos mecanismos especuladores que têm por finalidade o lucro.

A associação do preço do leite a variáveis de ordem econômica também foram objeto de investigação de estudos internacionais. Esse é o caso do estudo de Apergis e Papoulakos (2013), que propuseram averiguar a relação entre a taxa de câmbio nominal e real do dólar da Nova Zelândia, o dólar americano e o preço do leite nos EUA, tendo sido, para tanto, utilizados dados diários do período 2000-2011. A partir da aplicação do modelo vetorial autorregressivo com correção de erros e do modelo autorregressivo de heterocedasticidade condicional generalizada, evidenciou-se a relação entre a taxa de câmbio e o preço do leite, em termos de médias e volatilidades condicionais, com diferenciações específicas ao longo do ciclo da taxa de câmbio.

Em outra linha, Dong, Du e Gould (2011) propuseram-se a analisar, detalhadamente, as características únicas do preço do leite no mercado de Chicago entre os anos de 2000 e 2011. Nessa investigação, os pesquisadores buscaram identificar a volatilidade do preço do leite por meio de modelos heterocedásticos e concluíram que a volatilidade diminui gradualmente à medida que a data de anúncio do preço pelo USDA se aproxima. Já a análise pelo modelo vetorial autorregressivo evidenciou que as volatilidades no mercado futuro de milho são causadoras da volatilidade do preço do leite nos EUA.

Após a revisão de literatura referente à temática volatilidade e transmissão de preços agrícolas,

principalmente no que se refere à relação entre mercados domésticos e internacionais de lácteos, observou-se a recorrente utilização dos testes estatísticos de raiz unitária, de cointegração, de causalidade e de exogeneidade. Outro fato que se destaca no contexto da revisão de literatura acerca do tema abordado no presente estudo é que, ao serem analisadas diferentes séries temporais de preços agrícolas, a maioria das pesquisas focam na relação de equilíbrio no longo prazo, mas ignoram a transmissibilidade no curto prazo. Ademais, a revisão de literatura contribuiu para a discussão e análise dos resultados apresentados na Seção 4 do presente artigo.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com a finalidade de atingir o objetivo proposto, que envolve analisar a volatilidade e a transmissão do preço do leite dos principais países/conglomerados mundiais produtores-exportadores de leite bovino para os preços do leite nas principais praças/regiões produtoras do Brasil, optou-se por uma pesquisa quantitativa-descritiva, tendo em vista que se apresentam meios para testar modelos teórico-empíricos objetivos e analisar a relação entre diversas variáveis, conforme exposto por Creswell (2010).

O presente estudo tem como sujeito o mercado do leite e, como abrangência, as principais praças/regiões produtoras do Brasil (Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás e Bahia) e os principais países/conglomerados produtores-exportadores de leite mundial (União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos da América, Argentina e Uruguai). No que tange à dimensão dos dados, foram utilizadas séries temporais compostas por médias mensais dos preços do leite, no período 2012-2017 (72 observações), nas principais praças produtoras brasileiras. Esses preços médios foram obtidos por meio interativo junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade do Estado de São Paulo (USP), bem como a partir dos preços do leite nos principais países/conglomerados produtores-exportadores mundiais, também obtidos por meio interativo no *site*-plataforma MilkPoint.

Com a finalidade de testar a interdependência e a ocorrência de transmissão de preços entre os mercados, foram utilizados testes estatísticos complementares, iniciando-se com a estimação das medidas de tendência central e de dispersão, com a finalidade de descrever a média, os valores máximos e mínimos dos preços e também informar sobre a variação em torno dos preços médios. Em seguida, foi realizada a análise de correlação que contribuiu para avaliar a relação linear entre os preços do leite nos mercados estudados. À luz do objetivo principal do estudo, foi feita a verificação da cointegração entre os mercados, visando verificar o equilíbrio da relação de longo prazo entre os preços. No tratamento estatístico, para averiguar a estacionariedade da série, que é um procedimento fundamental para que se evite obter resultados espúrios para análise de regressão (que ocorre ao regredir séries não estacionárias independentes), foi aplicado o teste de raiz unitária de Dickey & Fuller (1981) aumentado, mais conhecido pela sigla ADF.

Posteriormente, o teste de cointegração elaborado por Johansen (1988) foi empregado para identificar a hipótese de relacionamento de longo prazo entre as variáveis. O objetivo do teste consiste em verificar se há existência de um relacionamento estocástico comum, no longo prazo, entre os preços praticados nas principais praças produtoras brasileiras e os preços no mercado internacional do leite bovino. O teste de cointegração de Johansen (1988) segue as equações (1) e (2):

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \dots + \sum_{l=1}^{p-1} \Gamma_l y_{t-l} + \epsilon_t \quad (1)$$

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - 1 \quad e \quad \Gamma = - \sum_{j=i+1}^p A_j \quad (2)$$

Nessa situação, o coeficiente da matriz  $\Pi$  posiciona-se como  $r < n$ , com  $r \times n$  matrizes ( $\alpha$  e  $\beta$ ), cada uma com posto  $r$ , de maneira que  $\Pi = \alpha\beta'$  e  $\Pi = \beta'y_t$  são estacionárias. Assim, tem-se:  $r$  como número de relações de cointegração;  $\alpha$  é conhecido como matriz de ajustamento no(s) vetor(es) de correção do erro, ou seja, corresponde ao parâmetro da velocidade de ajustamento rumo ao equilíbrio na relação de longo prazo entre o



preço em determinado mercado quando da ocorrência de choques no curto prazo em ou mais mercados que interagem; e  $\beta$  é a matriz correspondente ao(s) vetor(es) de cointegração, ou seja, é o parâmetro que indica o grau de convergência em que o preço em determinado mercado se ajusta aos choques pretéritos nos preços em um ou mais mercados interagentes rumo ao equilíbrio na relação de longo prazo (Johansen, 1988). A significância da razão de verossimilhança das correlações canônicas é estimada pelo teste traço, como segue.

$$\lambda_{traço} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (3)$$

Em que:  $T$  é a dimensão da amostra e  $\lambda_{r+1}$  é a  $i$ -ésima maior correlação canônica. O teste traço afere a hipótese nula de que o número de vetores de cointegração é menor ou igual a  $r$  versus a hipótese alternativa de que o número de vetores de cointegração é maior que  $r$ . As hipóteses do teste consistem em:  $r = 0$ , não há cointegração; e  $r \geq 1$ ,  $r \geq 2$ , ...,  $r \geq n$ , há cointegração entre um ou mais mercados. O nível de significância estatística estabelecido para rejeição ou não da hipótese foi de 5%, com valores críticos definidos, conforme asseveram Johansen e Juselius (1990).

Caso não fosse verificada a cointegração entre os preços, a opção seria aplicar o modelo vetorial autorregressivo (VAR), que se apresenta como método adequado à análise da relação entre variáveis (preços-mercados), cuja hipótese de equilíbrio da relação de longo prazo foi descartada, ou seja, apenas parâmetros da relação de curto prazo seriam verificados. Entretanto, como foi verificada a cointegração entre as séries (ver Tabela 3), foi aplicado o modelo vetorial autorregressivo com correção de erro (VEC), popular a partir de Engle e Granger (1987) e Johansen (1988), que ao mesmo tempo contribui para viabilizar a realização da análise do relacionamento de longo prazo entre os preços internacionais e os preços domésticos e permite a ligação entre aspectos relacionados à dinâmica de curto prazo com as de longo prazo, conforme exposto por Hamilton (1994) e Harris (1995). Assim sendo, o modelo VEC é representado pelo sistema equacional (4) e (5) a seguir:

$$\Delta S_t = c_s + \sum_{i=1}^k \beta_{si} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{fi} \Delta F_{t-i} + y_s Z_{t-1} + \mu_{st} \quad (4)$$

$$\Delta F_t = c_f + \sum_{i=1}^k \beta_{fi} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{fi} \Delta F_{t-i} + y_f Z_{t-1} + \mu_{ft} \quad (5)$$

Em que:  $c$  é o intercepto;  $\beta_{si}$  e  $\beta_{fi}$  são parâmetros positivos;  $\mu_{st}$  e  $\mu_{ft}$  são vetores aleatoriamente distribuídos de forma idêntica e independente;  $y_s$  e  $y_f$  são parâmetros positivos; e  $Z_{t-1}$  é o termo de correção do erro que afere como a variável dependente preço doméstico se ajusta aos desvios dos períodos anteriores promovidos pelo equilíbrio no longo prazo com o preço internacional, como especificado na equação  $Z_{t-1} = \alpha + \beta F_t - S_{t-1}$ . Nessa equação,  $\alpha$  refere-se ao elemento de ajustamento do vetor de cointegração; e  $\beta$  é o vetor de cointegração. Assim,  $\alpha$  e  $\beta$  correspondem ao modelo vetorial autorregressivo na primeira diferença do sistema de equações (4) e (5), enquanto  $y_s$  e  $y_f$  se referem à velocidade de ajustamento. Dessa forma, quanto maior  $y_s$ , maior será a velocidade de ajustamento de  $S_t$  aos desvios anteriores, o que se deve ao equilíbrio do relacionamento no longo prazo, conforme exposto por Zivot e Wang (2006).

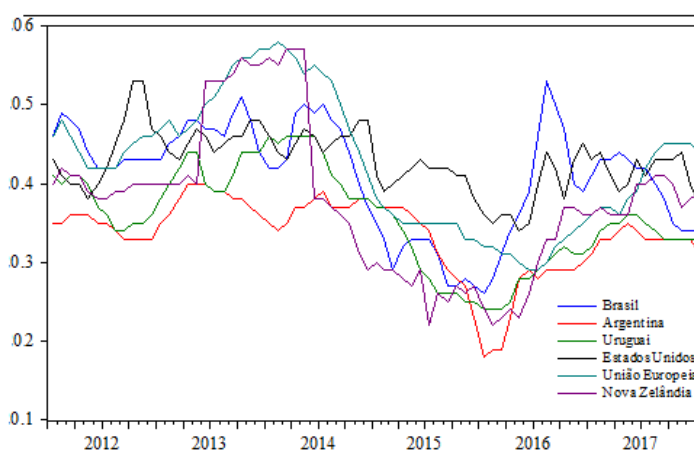
Para identificar o percentual do erro da variância prevista atribuída aos choques de uma variável estipulada versus os choques nas outras variáveis do sistema, foi aplicada a decomposição de variância, conforme Enders (1995). A sequência poderá ser exógena ou endógena, ocorrendo a exógena quando os choques nos preços do leite em determinado mercado internacional  $z$  não têm capacidade de explicar especificamente a variância dos preços em uma praça brasileira produtora de leite  $y$ ; e a endógena, quando ocorre o contrário. De acordo com Margarido, Bueno, Martins e Carnevalli (2004), a decomposição da variância dos erros de previsão demonstra o progresso do comportamento dinâmico apresentado pelas variáveis do sistema econômico no decorrer do tempo, o que permite separar a variância dos erros de previsão para cada

variável em partes que são capazes de atribuir por ela própria e pelas demais variáveis endógenas, isoladamente, expondo em porcentagem, qual o efeito que um choque não antecipado sobre dada variável tem sobre ela própria e as demais variáveis pertencentes ao sistema.

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISES

Na Figura 1, pode ser visualizado o comportamento dos preços médios mensais do leite nos principais países/conglomerados produtores-exportadores de leite (União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos, Argentina, Uruguai e Brasil) cotados em dólares por litro. Nota-se ainda, na Figura 1, que os preços do leite brasileiro e os preços europeus (UE) apresentam comportamento muito similar, salvo em curtos espaços temporais. Nota-se também o aumento súbito dos preços do leite na Nova Zelândia nos primeiros meses de 2013 e queda abrupta no preço do produto nos primeiros meses de 2014. Em particular, o aumento de preços do leite bovino neozelandês, nos primeiros meses de 2013, foi causado por um período de forte seca agregada à elevação dos preços dos principais insumos utilizados na pecuária leiteira.

Verificou-se ainda, na Figura 1, uma queda dos preços do leite neozelandês até o fim do primeiro semestre de 2016, quando retoma a tendência de alta. Outro aspecto importante a ser considerado diz respeito à direção dos preços do leite brasileiro e uruguaio que, apesar de distantes, se movimentaram conjuntamente, sugerindo relacionamento linear entre eles no período 2012/2017. Nesse caso, a correlação linear e a cointegração entre os preços, expostas nas Tabelas 2 e 5, permitirão ampliar a capacidade de análise a respeito do relacionamento entre os preços nos mercados em estudo.



**Figura 1:** Preço internacional do leite no período 2012-2017

Fonte: Dados da pesquisa

Ao considerar os dados da Tabela 1, os quais se referem à estatística descritiva dos preços, puderam ser avaliadas as medidas de tendência central e de dispersão dos preços do leite nos principais mercados produtores/exportadores. Ainda conforme a referida tabela foi verificada que a média de preços do leite brasileiro é superior à média de preços do leite uruguaio, argentino e neozelandês e inferior à média dos preços do leite da União Europeia e dos EUA.

No caso do leite neozelandês, conforme destacado em estudos como os de Isermeyer, Hemme & Holzner (2003) e Jay (2007), a filosofia de integração e especialização (da fazenda ao consumidor) aplicada à coordenação da cadeia produtiva do leite agregada a elementos como produção de leite a pasto, otimização dos recursos envolvidos na produção e no manejo (mão de obra, terra-pastagens, água, etc.) e genética superior, colabora para o alcance de maior produtividade e menor custo do leite. Sobre os custos de produção, historicamente eles se aplicam ao leite argentino e uruguaio, mas os demais aspectos apontados sobre o leite neozelandês culminam em vantagens comparativas e contribuem para que este seja mercadológica e competitivamente superior aos demais.

Quanto à dispersão, os coeficientes de variação estimados foram 19,58%, 25,46%, 8,10%, 14,47%, 17,64% e 17,12%, para a União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos, Argentina, Uruguai e Brasil,

respectivamente, indicando que a volatilidade dos preços é maior no mercado neozelandês e europeu quando comparada à volatilidade dos preços dos demais mercados. Dentre os mercados pesquisados, o estadunidense é o que apresentou menor volatilidade estimada no período 2012-2017. Além disso, ao analisar a distribuição dos dados pelo teste de Jarque-Bera, foi rejeitada a hipótese nula de normalidade dos dados, o que é corroborado pelas estatísticas de assimetria e curtose estimadas. Quanto às estimativas de assimetria e curtose para os preços do leite apresentadas na Tabela 1, os resultados corroboram os computados por Campos (2007) na análise da volatilidade de preços de outros produtos agropecuários no Brasil, mais precisamente, as estimativas de assimetria e curtose dos preços da soja, café, milho e boi gordo.

**Tabela 1.**

Estatística descritiva dos preços do litro do leite em dólares americanos entre 2012-2017

Estatística	UE	NZ	EUA	ARG	URU	BR
Média	0,4255	0,3771	0,4278	0,3345	0,3566	0,4089
Mediana	0,4400	0,3800	0,4300	0,3500	0,3600	0,4300
Máximo	0,5800	0,5700	0,5300	0,4000	0,4600	0,5300
Mínimo	0,2900	0,2200	0,3400	0,1800	0,2400	0,2600
Desvio Padrão	0,0833	0,0960	0,0385	0,0484	0,0629	0,0700
Coefficiente de Variação	19,58%	25,46%	8,10%	14,47%	17,64%	17,12%
Assimetria	0,1908	0,4708	0,0096	-1,3381	-0,1338	-0,5261
Curtose	1,9428	2,6381	3,2414	4,8029	2,1544	2,2495
Jarque-Bera (JB)	3,842***	3,094***	0,178***	31,672***	2,393***	5,081***

Nota: (\*\*\*) Estatisticamente significativa ao nível de 1%, (UE) União Europeia, (NZ) Nova Zelândia, (EUA) Estados Unidos, (ARG) Argentina, (URU) Uruguai e (BR) Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 2, são apresentadas as correlações lineares entre os preços internacionais do leite e os preços do leite nas principais praças produtoras brasileiras. Com base nos resultados obtidos, identificou-se maior correlação dos mercados uruguaio e neozelandês com o mercado doméstico. Além disso, aferiu-se que a correlação entre todos os preços internacionais é mais expressiva quando analisada com o preço do leite no mercado baiano, sendo forte e positiva a associação linear entre os preços do leite uruguaio e baiano (0,87) e moderada e positiva entre os demais mercados internacionais e o preço do leite na Bahia.

Ao observar, particularmente, o preço do leite uruguaio, nota-se que a correlação presente entre o mesmo e as praças brasileiras é maior do que a apresentada pelos demais países (ver Tabela 2). Dessa forma, evidencia-se a existência de associação linear mais forte entre os preços do leite uruguaio e brasileiro, o que sugere, teoricamente, maior transmissão de preços desse mercado internacional para o mercado doméstico.

**Tabela 2.**

Correlação linear entre os preços internacionais e domésticos do leite bovino

	MG	SP	PR	RS	SC	GO	BA
UE	0,5738***	0,6178***	0,5813***	0,5256***	0,5615***	0,5543***	0,7731***
NZ	0,6775***	0,6921***	0,6660***	0,6590***	0,6518***	0,6262***	0,7664***
EUA	0,4734***	0,5292***	0,5022***	0,4234***	0,4416***	0,4804***	0,6363***
AR	0,5606***	0,6297***	0,5622***	0,5299***	0,5435***	0,5622***	0,7331***
UR	0,7197***	0,7559***	0,7246***	0,7040***	0,7074***	0,6954***	0,8707***

Nota: (UE) União Europeia, (NZ) Nova Zelândia, (EUA) Estados Unidos, (AR) Argentina, (UR) Uruguai, (MG) Minas Gerais, (SP) São Paulo, (PR) Paraná, (RS) Rio Grande do Sul, (SC) Santa Catarina, (GO) Goiás, (BA) Bahia, (\*\*\*) Estatisticamente significativa ao nível de 1%.

Fonte: Dados da Pesquisa

Como colocado por Dias, Kretzmann, Alves e Parré (2008) e Coronel (2010), o primeiro passo para averiguar a existência de transmissão de preços é a verificação da estacionariedade das séries temporais, que é determinante para computar inferências estatísticas sobre estimativas de regressões, uma vez que se torna praticamente impossível realizar inferências estatísticas. Assim sendo, foi aplicado o teste da raiz unitária ADF,

que tem como finalidade examinar a presença ou não de raiz unitária nas séries, ou seja, atestar a não estacionariedade ou estacionariedade das séries de preços. Desta forma, após a análise da correlação linear entre os preços, foi realizado o teste da raiz unitária para as séries em nível. Com base nos resultados do teste, não se rejeitou a hipótese nula da presença de raiz unitária para todas as séries analisadas, visto que as estatísticas do teste ADF apresentaram-se acima dos valores críticos aos níveis de 1%, 5% e 10%, que são, respectivamente, -2,5979, -1,9455 e -1,6138. Portanto, as séries são definidas como não estacionárias em nível.

Posteriormente, verificou-se a hipótese de existência de raiz unitária das séries na 1ª diferença. Os resultados das estatísticas do teste ADF apresentaram-se inferiores aos valores críticos a 1%, 5% e 10%, indicando a rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária, ou seja, as séries são estacionárias na 1ª diferença. Agregado ao fato das séries serem não estacionárias na 1ª diferença, constatou-se que os valores obtidos pela estatística *d* de Durbin e Watson são muito próximos a 2, ou seja, nessas condições as séries de preços não apresentam problemas de autocorrelação, ou seja, os valores sucessivos dos resíduos não apresentam dependência temporal. Essas constatações conjuntamente com a intenção de evitar resultados espúrios (ou ilegítimos) corroboraram a utilização das séries na 1ª diferença para os testes e as inferências estatísticas na continuidade da pesquisa.

Com a finalidade de aferir o equilíbrio da relação de longo prazo entre os preços internacionais e domésticos do leite, foi primeiramente estimado o número ótimo de defasagens do teste de cointegração de Johansen (1988) conforme critério de informação de Akaike (AIC). O número de defasagens consideradas ótimas foi estimada em oito defasagens, conforme estimado pelo AIC, como segue: MG (AIC = -24,21), SP (AIC = -24,68), PR (AIC = -24,02), RS (AIC = -24,65), SC (AIC = -24,51), GO (AIC = -24,44) e BA (AIC = -23,76). Além da questão do equilíbrio da relação de longo prazo entre os preços, a definição do número de defasagens ótimas é também importante para determinar qual o número de observações temporais das séries estacionárias dos preços internacionais do leite associa-se com maior precisão à predição de uma série estacionária de preços de leite específica de uma praça brasileira produtora de leite.

Após a definição do número ótimo de defasagens, foi aplicado o teste de cointegração com a finalidade de testar a hipótese de equilíbrio do relacionamento de longo prazo entre os preços do leite no mercado internacional e brasileiro, como mostra a Tabela 3. Assim sendo, ao analisar os valores críticos da estatística do teste, rejeitou-se a hipótese nula de não existência do equilíbrio no relacionamento de longo prazo entre os mercados, uma vez que as estatísticas do teste traço para cointegração são superiores aos valores críticos ao nível de 0,01 de significância estatística.

Dando continuidade à análise de cointegração, evidenciou-se que os preços do leite nas principais praças produtoras de leite são cointegrados com no mínimo quatro mercados internacionais em estudo, dado que a hipótese nula para um número igual ou maior a quatro vetores de cointegração foi rejeitada ( $r \leq 4$ ) ao nível de 0,01 de significância estatística. Os resultados da pesquisa corroboraram os de outros estudos que avaliaram a relação entre mercados agrícolas internacionais, como o de Coronel (2010), que verificou a existência de cointegração entre o mercado de trigo argentino com os mercados internacionais da *commodity*. Vale destacar que o presente estudo agrega a verificação da relação de longo prazo entre os mercados internacionais com um número expressivo de mercados domésticos, sob a denominação das principais praças produtoras de leite do Brasil.

**Tabela 3.**

Teste traço para cointegração entre os preços internacionais e domésticos do leite bovino

Vetores de Cointegração	Eigenvalue	Teste Traço		
		Estatística do Teste	Valor Crítico (5%)	p-valor
$r = 0^{***}$	0,9167	439,279	95,7537	0,0001
$r \leq 1^{***}$	0,8082	282,740	69,8189	0,0001
$r \leq 2^{***}$	0,7826	178,696	47,8561	0,0000
$r \leq 3^{***}$	0,4746	82,5605	29,7971	0,0000
$r \leq 4^{***}$	0,4141	42,0128	15,4947	0,0000
$r = 5$	0,1239	8,33280	3,84150	0,0039

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999), (Eigenvalue) autovalor ou raízes da equação de cointegração, (\*\*\*) estatisticamente significativa ao nível de 0,01.

Fonte: Dados da pesquisa.

Dado que as estatísticas do teste traço expostas na Tabela 3 não rejeitaram a possibilidade de *rank* pleno para cointegração ( $r = 5$ ), ou seja, possível existência de cointegração das praças brasileiras com até cinco mercados internacionais, optou-se pela aplicação do modelo vetorial autorregressivo seguido da decomposição da variância como procedimento analítico capaz de aprofundar o entendimento da transmissão de preços entre os mercados internacional e doméstico. Assim sendo, na Tabela 4, apresentam-se os resultados percentuais relativos à decomposição da variância dos erros de previsão para as sete principais praças domésticas produtoras de leite do Brasil em relação às alterações nos preços dos principais mercados internacionais produtores/exportadores de lácteos selecionados para o estudo no período 2012-2017.

A primeira coluna da Tabela 4 expõe os períodos expressos em meses, considerando que choques não antecipados sobre os preços nas sete principais praças produtoras de leite do Brasil persistem por, no máximo, seis meses. Sobre os dados da Tabela 4, destaca-se ainda que a terceira coluna indica o efeito de um choque não antecipado no preço de determinado mercado sobre ele mesmo ao longo do semestre. Já as colunas seguintes apontam os percentuais das variâncias de cada um dos preços verificados atribuídos às variações nos preços dos mercados internacionais de lácteos.

Os resultados da decomposição da variância para os mercados de leite dos estados de Minas Gerais e de Goiás, expostos na Tabela 4, mostram que, decorridos seis meses após um choque não antecipado, os preços do leite, parte expressiva da sua variação, ainda derivam de alterações nos preços ocorridas nos próprios mercados, enquanto em torno de um quinto dessas variações são transmitidas por alterações nos preços dos mercados internacionais selecionados, com destaque para transmissibilidade dos mercados uruguaio, neozelandês e estadunidense, respectivamente.

No que diz respeito aos mercados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, os resultados da Tabela 4 apontam que aproximadamente três quartos da variância nos preços ao final dos seis meses decorrem das alterações nos preços dos próprios mercados, enquanto próximo a um quarto dessas é transmitido pelos mercados internacionais, com destaque para os mercados uruguaio, neozelandês e estadunidense. Dentre os mercados domésticos, o do estado da Bahia foi o que apresentou menor variância decorrente das alterações ocorridas no próprio mercado, e maior variação derivada das alterações no mercado internacional, com aproximadamente um terço transmitido por variações nos preços dos mercados neozelandês, uruguaio e estadunidense, respectivamente.

**Tabela 4.**

Evolução semestral da decomposição da variância dos erros de previsão em porcentagem dos preços nos principais mercados de leite do Brasil em relação aos preços nos principais mercados internacionais produtores/exportadores de lácteos no período 2012-2017

Minas gerais							
Meses	E.P.	Minas Gerais	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,046537	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,081099	98,29941	0,163129	0,004529	0,550473	0,270087	0,712375
3	0,106206	96,39029	0,267047	0,462896	0,367789	0,303692	2,208288
4	0,123756	92,58147	0,342088	1,839402	0,644066	0,227443	4,365531
5	0,136922	86,45734	0,418186	4,340052	1,940145	0,272097	6,572179
6	0,147627	79,26744	0,553254	7,848071	3,518423	0,609227	8,203587
São Paulo							
Meses	E.P.	São Paulo	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,041819	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,072715	96,69193	0,647884	0,020482	1,258816	0,626861	0,754024
3	0,095507	93,86177	1,120631	0,512576	1,001022	0,914181	2,589823
4	0,111811	89,41140	1,351775	1,903934	0,975822	0,911132	5,445936
5	0,124513	82,55764	1,439874	4,372212	2,267249	0,767806	8,595217
6	0,135108	74,84655	1,513381	7,779042	3,987448	0,678035	11,19555

(Continua)

(Conclusão)

<b>Paraná</b>							
Meses	E.P.	Paraná	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,047323	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,083220	97,77974	0,050183	0,252871	0,921801	0,645192	0,350208
3	0,109843	95,35296	0,123871	1,332760	0,699574	1,109676	1,381158
4	0,128504	91,39651	0,201210	3,250481	0,802451	1,205215	3,144136
5	0,142457	85,26705	0,280672	6,014808	2,177878	1,047094	5,212501
6	0,153722	78,18008	0,402070	9,467337	4,004142	0,924149	7,022227
<b>Rio Grande do Sul</b>							
Meses	E.P.	Rio Grande do Sul	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,044851	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,078782	97,77294	0,000260	0,567169	0,815054	0,336074	0,508500
3	0,104255	94,85289	0,006609	2,298516	0,524381	0,516738	1,800866
4	0,123025	90,21960	0,023534	4,803819	0,957645	0,476600	3,518801
5	0,137773	83,81857	0,056576	7,942569	2,743431	0,380651	5,058201
6	0,149809	76,97004	0,140418	11,58472	4,730386	0,474054	6,100391
<b>Santa Catarina</b>							
Meses	E.P.	Santa Catarina	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,050167	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,087602	98,05419	0,034503	0,197809	0,868266	0,455210	0,390026
3	0,113388	95,70429	0,070809	1,176517	0,783747	0,657855	1,606786
4	0,129791	91,75590	0,098840	3,148982	0,732106	0,575772	3,688404
5	0,141358	85,44890	0,131094	6,162477	1,751729	0,514242	5,991556
6	0,150777	78,09509	0,212204	9,941915	3,262623	0,783224	7,704946
<b>Goiás</b>							
Meses	E.P.	Goiás	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,048892	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,087781	98,46999	0,508638	0,090717	0,343369	0,173210	0,414073
3	0,116493	97,24341	0,826372	0,051915	0,200794	0,152362	1,525143
4	0,135729	94,44005	0,942220	0,304093	0,646508	0,118113	3,549012
5	0,148998	89,06594	0,965251	1,349332	2,180372	0,246467	6,192635
6	0,159092	82,12007	0,989927	3,497900	4,047596	0,650588	8,693923
<b>Bahia</b>							
Meses	E.P.	Bahia	UE	NZ	EUA	AR	UR
1	0,039591	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,065663	96,38747	0,800250	0,640161	0,414319	0,586694	1,171106
3	0,085104	90,55549	1,684825	2,411505	0,249536	1,132655	3,965993
4	0,100391	82,92484	2,274424	5,371208	0,648115	1,408200	7,373209
5	0,113304	74,54337	2,684626	9,330398	1,589854	1,398586	10,45316
6	0,124615	66,63724	3,086727	13,97087	2,340096	1,220978	12,74409

Nota: (E.P) Erro padrão, (UE) União Europeia, (NZ) Nova Zelândia, (EUA) Estados Unidos, (AR) Argentina e (UR) Uruguai.  
Fonte: Dados da pesquisa

Ao observar o mercado brasileiro de leite, identificou-se que, em média, três quartos da variância são explicados por alterações no próprio mercado, resultado que se assemelha aos achados no estudo de Margarido, Bueno, Martins e Carnevalli (2004), que mostram que, da decomposição da variância, 12 meses após o choque inicial não antecipado, 66,50% e 81,59% das variações nos preços do óleo de soja no município de São Paulo e da soja em grão em Rotterdam na Holanda podem ser explicadas por alterações pretéritas no próprio mercado. Os resultados da presente pesquisa também corroboraram os encontrados por Figueiredo, Souza Filho, Guanzirolí e Valente Junior (2010), os quais evidenciaram que, decorridos seis meses de um choque não antecipado sobre os preços ao produtor de castanha de caju, 91% de seu comportamento são explicados por variações no próprio mercado.

Entretanto, os resultados apresentados na Tabela 4 diferem dos apresentados nos estudos de Mayorga, Khan, Mayorga, Lima e Margarido (2007) e Arêdes (2009), os quais demonstraram que menos de 40% da variância é associada a choques ocorridos nos próprios mercados, sendo o restante atribuído a outras variáveis, o que indica uma forte influência de outras variáveis nos preços dos mercados de melão e de carnes, que foram objetos dos estudos de Mayorga, Khan, Mayorga, Lima e Margarido (2007) e Arêdes (2009),

respectivamente.

Em suma, sugere-se que os resultados aproximados aos de Margarido, Bueno, Martins e Carnevalli (2004) e Figueiredo, Souza Filho, Guanziroli e Valente Junior (2010) se devem às similitudes do comportamento dos mercados do óleo de soja no município de São Paulo e da castanha de caju no estado do Ceará com o mercado do leite, enquanto que os resultados díspares aos de Mayorga, Khan, Mayorga, Lima e Margarido (2007) e Arêdes (2009) se devem às particularidades da comercialização e da gestão dos preços nas cadeias produtivas agrícolas do melão e de carnes, que são estruturadas e apresentam arcabouço de negociação diferente da cadeia produtiva do leite.

## 5 CONCLUSÕES

As investigações realizadas neste trabalho permitiram identificar se a volatilidade dos preços internacionais do leite é transmitida para os preços nas principais praças brasileiras produtoras de leite. Além disso, a análise da decomposição da variância indicou que, em média, um quarto das alterações nos preços do leite nas principais praças brasileiras é transmitido por variações nos preços dos principais mercados internacionais, com destaque para os mercados uruguaio, neozelandês e estadunidense.

Os resultados da pesquisa permitiram concluir também pela existência de relações de equilíbrio de longo prazo entre os preços nacionais (domésticos) e os preços internacionais do leite, o que foi possível a partir da análise de cointegração entre as séries de preços, tendo sido evidenciado que um choque ocorrido no mercado internacional de lácteos é efetivamente transmitido ao mercado doméstico, persistindo, no longo prazo, em uma relação de equilíbrio relacional.

Os resultados mostraram ainda a relação estatisticamente significativa entre os preços do leite praticados nos mercados neozelandês e uruguaio com os preços praticados nas principais praças produtoras de leite brasileiras, o que, em parte, pode ser explicado pelo fato de o mercado neozelandês se posicionar como um dos cinco dentre os países que mais exportam leite no mundo, segundo dados da USDA. Quanto ao relacionamento dos preços nas principais praças brasileiras produtoras de leite com o preço do leite uruguaio, destaca-se o fato de 43,2% das importações lácteas brasileiras, no ano de 2016, serem oriundas do Uruguai, segundo dados da CONAB, o que, hipoteticamente, indicia o fortalecimento do relacionamento dos preços nesses mercados.

Ao fim desta pesquisa, sugere-se que estudos futuros analisem também a relação entre as variações do preço do leite e dos preços dos insumos utilizados na pecuária bovina de leite, uma vez que informações provenientes desses estudos, em conjunto com as da presente pesquisa, podem permitir a ampliação da eficiência da gestão de preços pelos agentes da cadeia produtiva do leite. Ademais, espera-se que, em pesquisas futuras, possam ser utilizados outros métodos de análise, o que permitirá comparações não apenas com os resultados deste estudo, como também ampliar o campo de análise, contribuindo para o avanço científico e a tomada de decisões na gestão de preços e comercialização de lácteos.

## REFERÊNCIAS

- Apergis, N., & Papoulakos, D. (2013). The New Zealand dollar and milk prices. *International Journal of Financial Services Management*, 6(1), 1-16.
- Arêdes, A. F. (2009). Relação de causalidade entre os preços de carnes no varejo. *Informações Econômicas*, 39(12), 66-72.
- Barbosa, M. Z., Margarido, M. A., & Nogueira Junior, S. (2002). Análise da elasticidade de transmissão de preços no mercado brasileiro de algodão. *Nova Economia: Revista do Departamento de Ciências Econômicas da UFMG*, 2(12), 79-108.
- Barros, G. S. A. C. (1990). Transmissão de preços pela central de abastecimento de São Paulo, Brasil. *Revista brasileira de Economia*, 44(1), 5-20.
- Barros, G. S. A. C., & Bittencourt, M. V. L. (1997). Formação de preços sob oligopsônio: o mercado de frango em São Paulo. *Revista Brasileira de Economia*, 51(2), 181-200.
- Brasil (2018). *Ministério da saúde, política nacional de alimentação e nutrição*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Recuperado em 27 abr., 2018 de

- [http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf).
- Campos, K. C. (2007). Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio*, 5, (3), 303-328.
- Carvalho, B. H. P., Rosado, P. L., Shiki, S. F. N., & Cruz, A. C. (2014). Integração intra e inter-mercado: o caso dos preços do leite e derivados no Brasil. *Anais do Encontro Nacional de Economia*, Natal, RN, Brasil, 42.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. (2017). *PIB e performance do agronegócio*. Recuperado em 24 abr., 2017 de [http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02\\_pib.pdf](http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02_pib.pdf).
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. (2016). *Leite e derivados: conjuntura mensal*. Recuperado em 14 mai., 2017 de <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=526&t=>.
- Coronel, D. A., Amorim, A. L., Sousa, E. P., & Lima, J. E. (2010). Integração e transmissão de preços entre os mercados de trigo argentino e internacional. *Pesquisa & Debate*, 21(2), 279-305.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos quantitativo, qualitativo e misto* (3a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Cruz Júnior, J. C., Silveira, R. L., Capitani, D. H., Urso, F. S., & Martines Filho, J. G. (2016). The effect of brazilian corn and soybean crop expansion on price and volatility transmission. *Proceedings of the Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting*, Boston, MA, EUA, 2016.
- Dias, D. F., Kretzmann C. K., Alves, A. F., & Parré, J. L. (2008). Análise da transmissão de preço para o leite paranaense utilizando modelos de séries temporais. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 1(1), 09-24.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 49(4), 1057-1072.
- Dong, F, Du, X., & Gould B. W. (2011). Milk price volatility and its determinants. *Proceedings of the Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting and Narea Joint Annual Meeting*, Pittsburgh, PA, EUA, 2011.
- Enders, W. (1995). *Applied econometric time series* (1a ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-76.
- Engle, R. F., Kroner, K. F. (1995). Multivariate simultaneous generalized arch. *Econometric theory*, 11(1), 122-150.
- Figueiredo, A. M., Souza Filho, H. M., Guanziroli, C. E., & Valente Junior, A. S. (2010). Análise da transmissão de preços no mercado brasileiro de castanha de caju. *Revista Econômica do Nordeste*, 41(4), 716-730.
- Granger C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Harris, R. I. D. (1995). *Using cointegration analysis in econometric modelling*. Prentice-Hall/Harvester Wheatsheaf, London.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2016). *Produção da pecuária municipal* (1a ed.). Rio de Janeiro: IBGE.
- Isermeyer, F., Hemme, T., & Holzner, J. (2003). Analysis of international competitiveness of milk production in the framework of the IFCN. *Agricultural Economics - Czech*, 49(2), 94-100.
- Jay, M. (2007). The political economy of a productivist agriculture: New Zealand dairy discourses. *Food Policy*, 32(2), 266-279.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegrating vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2/3), 231-254.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration – with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Margarido, M. A., Bueno, C. R. F., Martins, V. A., & Carnevalli, L. B. (2004). Análise dos efeitos preço e câmbio sobre o preço do óleo de soja na cidade de São Paulo: uma aplicação do modelo VAR.



- Pesquisa & Debate*, 15(1), 69- 106.
- Marques, P. V., & Mello, P. C. (1999). *Mercados futuros de commodities agropecuárias: exemplos e aplicações para os mercados brasileiros*. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros.
- Mayorga, R. O., Khan, A. S., Mayorga, R. D., Lima, P. V. P. S., & Margarido, M. A. (2007). Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(3), 675-704.
- Pozo, V. F., & Schroeder, T. C. (2012). Price and volatility spillover between livestock and related commodity markets. *Proceedings of the Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting*, Seattle, WA, EUA.
- Taylor, S. (2005). *Asset price dynamics, volatility, and prediction*. New Jersey: Princeton University Press.
- Tejeda, H. A., & Barry, K. G. (2009). Price volatility, nonlinearity, and asymmetric adjustments in corn, soybean, and cattle markets: implications of ethanol-driven (market) shocks. *Proceedings of the Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management*, St. Louis, MO, EUA.
- United States Department of Agriculture – USDA. (2017). *Data*. Recuperado em 19 no., 2017 de <https://www.usda.gov/topics/data>.
- Weydmann, C. L., & Seabra, F. (2015). Transmissão de preços na cadeia de carne suína: uma aplicação para os preços de São Paulo. *Revista de Economia e Agronegócio*, 4(3), 269-289.
- Zivot, E., & Wang, J. (2006). Vector autoregressive models for multivariate time series. *Modeling Financial Time Series with S-Plus®*, 385-429.