

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS – FAGEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGAdm
GESTÃO ORGANIZACIONAL E REGIONALIDADE

EUNICE HENRIQUES PEREIRA VILELA

**COMPORTAMENTO E PREVISÃO DOS PREÇOS DO LEITE NO TRIÂNGULO
MINEIRO E ALTO PARANAÍBA**

UBERLÂNDIA
2023

EUNICE HENRIQUES PEREIRA VILELA

Comportamento e Previsão dos Preços do Leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração (PPGAdm) da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Administração.

Área de Concentração: Gestão Organizacional e Regionalidade (Ênfase em Finanças)

Orientador: Prof. Dr. Antônio Sérgio Torres Penedo

UBERLÂNDIA

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V699	Vilela, Eunice Henriques Pereira, 1994-
2023	Comportamento e previsão dos preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba [recurso eletrônico] :- / Eunice Henriques Pereira Vilela. - 2023.
<p>Orientador: Antonio Sérgio Torres Penedo . Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Administração. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.319 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p>	
<p>1. Administração. I. , Antonio Sérgio Torres Penedo, 1979-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Administração. III. Título.</p>	
CDU: 658	

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 5M, Sala 109 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4525 - www.fagen.ufu.br - ppgaadm@fagen.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Administração			
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, número 05, PPGADM			
Data:	23 de Junho de 2023	Hora de inicio:	09:00	Hora de encerramento:
Matrícula do Discente:	12013ADM002			
Nome do Discente:	Eunice Henriques Pereira Vilela			
Título do Trabalho:	Comportamento e Previsão dos Preços do Leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba			
Área de concentração:	Regionalidade e Gestão			
Linha de pesquisa:	Gestão Organizacional e Regionalidade			
Projeto de Pesquisa de vinculação:				

Reuniu-se na webconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Administração, assim composta: Prof. Dr. Vinícius Silva Pereira (PPGAdm/UFU), Prof. Dr. Marcelo Fodra (PPGAdm/UFU), Prof. Dr. Marcelo Augusto Ambrozini (PPGCC/FEA-RP), Prof. Dr. Fabiano Guasti Lima (PPGCC/FEA-RP) e Prof. Dr. Antonio Sérgio Torres Penedo (PPGAdm/UFU), orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Antonio Sérgio Torres Penedo, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Antônio Sérgio Torres Penedo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 23/06/2023, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Silva Pereira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 23/06/2023, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Fodra, Professor(a) do Magistério Superior**, em 23/06/2023, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Augusto Ambrozini, Usuário Externo**, em 23/06/2023, às 13:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiano Guasti Lima, Usuário Externo**, em 26/06/2023, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 4533255 e o código CRC C6311179.

Reitor da Universidade Federal de Uberlândia
Valder Steffen Júnior

Diretora da Faculdade de Gestão e Negócios
Cíntia Rodrigues de Oliveira Medeiros

Coordenador do Programa de Pós-Graduação
André Francisco Alcântara Fagundes

UBERLÂNDIA – MG
2023

Dedico esta tese à minha mãe.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais por sempre terem sido meu porto seguro e pelo apoio incondicional a todas as minhas decisões, mesmo muitas vezes sem entendê-las completamente.

Agradeço também ao meu orientador Antonio Sérgio Torres Penedo, por sua orientação e pela amizade construída ao longo do mestrado e do doutorado. Aos membros da banca de qualificação Vinícius Silva, Marcelo Fodra e Marcelo Ambrozini pelas importantes contribuições a este trabalho.

Também não posso deixar de agradecer aos demais professores do PPGA por sua contribuição a minha formação, mas principalmente, pela amizade e pelo exemplo de pessoas e profissionais que me fizeram ter certeza de estar no caminho certo. E à Juliana, secretária do PPGAdm, por todo apoio nas questões burocráticas e pelo carinho e atenção ao longo de todo esse período.

Aos colegas do doutorado, que de diversas formas contribuíram para que essa jornada se tornasse mais leve. Em especial agradeço à Juliane, que ao longo dos últimos anos deixou de ser simplesmente uma colega de estudo e se tornou uma amiga-irmã, estando presente desde os momentos bons até os mais difíceis.

E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

Resumo

Considerando a importância econômica e social da produção de leite para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP) e o fato do leite ser considerado uma das *commodities* agrícolas mais voláteis do mercado internacional, esta tese se propôs a examinar o comportamento dos preços do leite na região e, mais especificamente, desenvolver um modelo de previsão deste comportamento. Para tanto, a tese foi dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo consistiu em uma introdução geral do trabalho, apresentando a contextualização do tema bem como os objetivos e justificativas para a elaboração desta tese. O segundo capítulo consistiu em uma revisão sistemática da literatura, nacional e internacional, publicada nas últimas duas décadas (de 2000 a 2020) que tratavam da questão dos preços do leite, com objetivo de identificar quais fatores afetam o comportamento dos preços do leite. Os resultados indicaram que as condições climáticas, os preços da ração e da carne bovina, os preços do leite no mercado internacional, os preços dos derivados lácteos e o desequilíbrio das relações de mercado entre produtores e processadores são os principais fatores capazes de influenciar os preços do leite. A partir destes achados, os capítulos 3, 4 e 5 da tese tiveram por objetivo investigar se as relações identificadas em outros mercados se aplicavam ao mercado do leite do TMAP. Assim, no Capítulo 3 buscou-se verificar a existência de processos de transmissão espacial de preços do mercado internacional, do mercado nacional e dos mercados regionais para os preços recebidos pelos produtores de leite no TMAP. Utilizando a metodologia dos Vetores Autorregressivos (VAR), no nível internacional constatou-se que oscilações nos preços do leite no Uruguai e nos Estados Unidos são transmitidas para os preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; no nível nacional que os preços de Goiás e do Espírito Santo são transmitidos para o TMAP, e, no nível regional, que flutuações nos preços pagos aos produtores na região Metropolitana de Belo Horizonte e no Sul de Goiás são transmitidas para o TMAP. No capítulo 4 buscou-se identificar a presença de processos de transmissão de preços dos principais derivados lácteos comercializados no Brasil para os preços do leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os resultados indicaram a existência de transmissão dos preços do leite pasteurizado, do leite UHT e da muçarela para os preços do leite pagos aos produtores no TMAP. Já no capítulo 5 o objetivo foi analisar a existência de processos de transmissão de preços de outras *commodities* para os preços do leite no TMAP, sendo estas: os preços do milho, da soja, do boi gordo e do bezerro, e os preços da energia elétrica e dos combustíveis. Os resultados indicaram que, no curto prazo, modificações nos preços do bezerro e da energia elétrica são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Já no longo prazo, com exceção dos preços do milho e da energia elétrica, todas as *commodities* tem suas flutuações de preços transmitidas para os preços do leite. Com base nesses achados, no capítulo 6 se buscou estruturar o modelo de previsão de comportamento dos preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Para tanto dois, métodos de previsão foram testados, buscando identificar aquele que apresente o melhor desempenho preditivo: um modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis (ARIMA) na sua forma padrão e com a inclusão do componente sazonal (SARIMA) e um modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs). De acordo com as métricas de erro adotadas para avaliar os modelos identificou-se que, dentre os modelos ARIMA e SARIMA testados, aquele que apresentou o melhor desempenho foi o modelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)12, com um MSE de 0,285 e um R² de 0,557. Já dentre os modelos de RNAs testados, aquele que apresentou o melhor desempenho preditivo, com um MSE de 0,009 e um R² de 0,1946, foi o Modelo 2 que tinha como variáveis de entrada os preços do leite nos Estados Unidos e no Uruguai, os preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, os

preços da arroba do boi gordo e da energia rural, as taxas de câmbio Dólar/Real e Real/Peso Uruguai, o Índice Geral de preços de Mercado (IGPm) e a precipitação mensal na região, considerando uma defasagem de três meses. Comparando estes resultados é possível afirmar que o modelo desenvolvido a partir da metodologia de Redes Neurais Artificiais, tem uma melhor capacidade de prever tendências de elevação ou redução nos preços do leite pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o que corrobora estudos como o Shahriary e Mir (2016) e Romão et al. (2020), que identificaram que as previsões oferecidas pelos modelos de RNAs são consideravelmente mais precisas que aquelas oferecidas pelos modelos ARIMA e SARIMA.

ABSTRACT

Considering that milk production has economic and social importance for the region of Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba (TMAP) and milk is considered one of the most volatile agricultural commodities in the international market, this thesis proposed to examine the behavior of milk prices in the region and, more specifically, to develop a model to predict this behavior. For this, the work was divided into seven chapters. The first chapter consisted of an introduction, presenting the contextualization of the theme as well as the objectives and justifications for the elaboration of this thesis. The second chapter is a systematic review of the literature, national and international, published in the last two decades (from 2000 to 2020) that dealt with the issue of milk prices, with the objective of identifying which factors affect the behavior of milk prices. The results indicated that weather conditions, feed and beef prices, milk prices on the international market, prices of dairy derivatives and the imbalance of market relations between producers and processors are the main factors capable of influencing prices. Based on these findings, chapters 3, 4 and 5 of the thesis aimed to investigate whether the relationships identified in other markets applied to the TMAP milk market. Chapter 3 verified the existence of spatial transmission processes of prices from the international market, the national market and the regional markets for the prices received by milk producers in the TMAP. Using the Autoregressive Vectors (VAR) methodology, at the international level, it was found that fluctuations in milk prices in Uruguay and the United States are transmitted to prices in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba; at the national level that prices from Goiás and Espírito Santo are transmitted to the TMAP, and, at the regional level, that fluctuations in prices paid to producers in the metropolitan region of Belo Horizonte and in the south of Goiás are transmitted to the TMAP. In chapter 4, the objective was to identify the presence of price transmission processes of the main dairy products sold in Brazil for milk prices in the region of Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba. The results indicated the existence of transmission of the prices of pasteurized milk, UHT milk and mozzarella to the milk prices paid to producers in the TMAP. In chapter 5, the objective was to analyze the existence of processes of transmission of prices of Other commodities to milk prices in the TMAP, namely: corn, soybean, live cattle and calf prices, and energy prices electricity and fuel. The results indicated that, in the short term, changes in calf and electricity prices are transmitted to milk prices paid to producers in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba. In the long term, with the exception of corn and electricity prices, all commodities have their price fluctuations transmitted to milk prices. Based on these findings, chapter 6 aimed to structure a model for predicting the behavior of milk prices paid to producers in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba. For both, forecasting methods were tested, seeking to identify the one that presents the best predictive performance: an Integrated Autoregressive and Moving Averages model (ARIMA) in its standard form and with the inclusion of the seasonal component (SARIMA) and a Networks model Artificial Neurals (ANNs). According to the error metrics adopted to evaluate the models, it was identified that, among the ARIMA and SARIMA models tested, the one that presented the best performance was the SARIMA(0,1,1)(2,1,0)12 model., with an MSE of 0.285 and an R2 of 0.557. Among the tested ANN models, the one that presented the best predictive performance, with an MSE of 0.009 and an R2 0.1946, was Model 2, which had as input variables the prices of milk in the United States and Uruguay, the prices of pasteurized milk and mozzarella cheese, prices of live cattle at arroba and rural energy, the exchange rates Dollar/Real and Real/Uruguayan Peso, the General Market Price Index (IGPm) and monthly rainfall in the region , considering a lag of three months. Comparing these results, it is possible to state that the model developed from the methodology of Artificial Neural Networks, has a better capacity to predict trends of increase or decrease in milk prices paid to producers in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba, which corroborates studies such as the Shahriary and Mir (2016) and Romão et al.

(2020), who identified that the predictions offered by the ANN models are considerably more accurate than those offered by the ARIMA and SARIMA models.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Produção de leite no Brasil (2021) – por municípios
- Figura 2: Estrutura da tese.
- Figura 3: Volume de publicações por ano
- Figura 4: Número de pesquisas por país
- Figura 5: Publicações por periódico
- Figura 6: Resultados da Função Impulso Resposta - Resposta de Brasil à Mercado Internacional:
- Figura 7: Função Impulso Resposta – Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ao Mercado Internacional
- Figura 8: Resultados da Função Impulso Resposta - Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ao Mercado Nacional:
- Figura 9: Resultados da Função Impulso Resposta -Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba aos Mercados Regionais
- Figura 10: Resultados da Função Impulso Resposta - Respostas dos Mercados Regionais à Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba
- Figura 11: Representação Simplificada da Cadeia do Leite no Brasil:
- Figura 12: Resultados Função Impulso Resposta – Leite e Derivados
- Figura 13: Resultados Função Impulso Resposta – Série Commodities
- Figura 14: Série de preços pagos os produtores no TMAP – janeiro de 2015 a dezembro de 2021
- Figura 15: Componente sazonal da série de preços pagos os produtores no TMAP
- Figura 16: Componente de tendência da série de preços pagos os produtores no TMAP
- Figura 17: Resíduo da Decomposição de Tendência Sazonal (STL) da série de preços pagos os produtores no TMAP
- Figura 18: Série de preços pagos os produtores no TMAP ajustada pela Resíduo da Decomposição de Tendência Sazonal (STL)
- Figura 19: Função de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) da série em nível
- Figura 20: Funções de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) da série em diferença
- Figura 21: Resíduos da Estimação dos Modelos
- Figura 22: Funções de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) dos resíduos da estimação dos Modelos:
- Figura 23: Resultados da Previsão Modelos ARIMA e SARIMA.
- Figura 24: Valores previstos pelos Modelos com 1 defasagem
- Figura 25: Valores previstos pelos Modelos com 3 defasagens

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Termos de Busca e Booleanos
- Tabela 2: Principais assuntos abordados nos trabalhos
- Tabela 3: Exportações Mundiais de Leite - 2020
- Tabela 4 - Importações Brasileiras de Leite, Creme de Leite e Laticínios
- Variáveis Utilizadas no Trabalho – Séries de Preços Internacionais, Nacionais e Regionais:
- Tabela 6: Procedimentos adotados para realização dos testes econométricos
- Tabela 7: Estatísticas Descritivas - Mercado Internacional
- Tabela 8: Matriz de Correlação das Variáveis - Mercado Internacional
- Tabela 9: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - Mercado Internacional
- Tabela 10: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Internacional
- Tabela 11: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercado Internacional
- Tabela 12: Estimativas de ajustamento de curto prazo para o VECM - Mercado Internacional
- Tabela 13: Estimativas de ajustamento de longo prazo para o VECM - Mercado Internacional
- Tabela 14: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Brasil - Mercados Internacionais:
- Tabela 15: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Internacional com TMAP
- Tabela 16: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercado Internacional com TMAP
- Tabela 17: Estimativas de ajustamento VAR - Mercado Internacional com TMAP
- Tabela 18: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - Mercado Internacional:
- Tabela 19: Resultados Teste de Causalidade de Granger - Mercado Internacional com TMAP
- Tabela 20: Estatísticas Descritivas - Mercado Nacional
- Tabela 21: Matriz de Correlação das Variáveis - Mercado Nacional
- Tabela 22: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - Mercado Nacional
- Tabela 23: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Nacional
- Tabela 24: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercado Nacional
- Tabela 25: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Mercado Nacional
- Tabela 26: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM - Mercado Nacional
- Tabela 27: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - Mercado Nacional
- Tabela 28: Resultados do Teste de Causalidade de Granger -Mercado Nacional
- Tabela 29: Estatísticas Descritivas – Mercados Regionais

- Tabela 30: Matriz de Correlação das Variáveis – Mercados Regionais
- Tabela 31: Resultados dos Testes de Raiz Unitária – Mercados Regionais
- Tabela 32: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercados Regionais
- Tabela 33: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercados Regionais
- Tabela 34: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Mercados Regionais
- Tabela 35: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM - Mercados Regionais
- Tabela 36: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - Mercados Regionais
- Tabela 37: Resultados Teste de Causalidade Granger - Mercados Regionais
- Tabela 38: Variáveis utilizadas no trabalho - Leite e Derivados
- Tabela 39: Estatísticas Descritivas da Séries de Preços – Leite e Derivados
- Tabela 40: Matriz de Correlação das Variáveis - Leite e Derivados
- Tabela 41: Resultados dos Testes de Raiz Unitária Séries de Preços – Leite e Derivados
- Tabela 42: Aplicação dos Critérios de Informação para definição do número de defasagens - Leite e Derivados
- Tabela 43: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Leite e Derivados
- Tabela 44: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Leite e Derivados
- Tabela 45: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão do Preço Pago ao Produtor no TMAP - Leite e Derivados
- Tabela 46: Resultados Teste de Causalidade Granger - Leite e Derivados
- Tabela 47: Procedimentos adotados para realização dos testes econométricos
- Tabela 48: Variáveis utilizadas no trabalho - *Commodities*
- Tabela 49: Estatísticas Descritiva - *Commodities*
- Tabela 50: Matriz de Correlação das Variáveis – *Commodities*
- Tabela 51: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - *Commodities*
- Tabela 52: Aplicação dos Critérios de Informação para definição do número de defasagens - *Commodities*
- Tabela 53: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - *Commodities*
- Tabela 54: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM – *Commodities*
- Tabela 55: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM – *Commodities*
- Tabela 56: Resultados da Decomposição da Variância dos Erros de Previsão - *Commodities*
- Tabela 57: Resultados Teste de Causalidade de Granger - *Commodities*
- Tabela 58: Definição das Variáveis – Modelos de Redes Neurais Artificiais (RNAs)
- Tabela 59: Resultados Teste VIF
- Tabela 60: Definição dos Modelos de Redes Neurais Artificiais (RNAs)
- Tabela 61: Número de Neurônios da primeira camada escondida da Rede Neural Artificial

Tabela 62: Resultados do Teste de Raiz Unitária - Modelo ARIMA

Tabela 63: Resultados da Estimação dos Modelos ARIMA

Tabela 64: Resultados da Aplicação da Previsão ARIMA Automática.

Tabela 65: Resultados da Estimação dos Modelos ARIMA e SARIMA

Tabela 66: Resultados do Teste ARCH

Tabela 67: Estatísticas de Desempenhos dos Modelos ARIMA e SARIMA

Tabela 68: Desempenho dos Modelos na Etapa de Treinamento

Tabela 69: Desempenho dos Modelos na Etapa de Validação

SUMÁRIO

Capítulo 1: INTRODUÇÃO:.....	19
Capítulo 2: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	27
2. Introdução do Capítulo 2:.....	27
2.1. Aspectos Metodológicos:	28
2.2. Resultados.....	30
2.2.1. Fatores que influenciam os preços do leite:.....	34
2.2.2. Transmissão de Preços e Poder de Mercado	37
2.2.3. Estrutura de Mercado.....	44
2.2.4. Gestão de Riscos e Previsibilidade no Mercado do Leite	46
2.3. Considerações Finais	52
Capítulo 3: TRANSMISSÃO ESPACIAL DE PREÇOS.....	55
3. Introdução do Capítulo 3:.....	55
3.1. Referencial Teórico:	57
3.1.1. Integração de Mercados e Transmissão espacial de preços no mercado do leite ...	57
3.1.2. Dinâmica do mercado mundial de leite e importações brasileiras	61
3.1.3. Produção de Leite no Brasil e a Dinâmica Regional	66
3.2. Aspectos Metodológicos.....	70
3.3. Resultados e Discussão	77
3.4. Considerações Finais	111
Capítulo 4: ANÁLISE DA TRANSMISSÃO VERTICAL DE PREÇOS NO MERCADO DE LEITE E DERIVADOS.....	114
4. Introdução do Capítulo 4.....	114
4.1. Referencial Teórico	116
4.1.1. O Sistema Agroindustrial do Leite e Derivados.....	116
4.1.2. Transmissão Vertical de Preços no Mercado do Leite	119
4.1.3. Estrutura da Cadeia Produtiva do Leite no Brasil	122
4.2. Metodologia	123
4.3. Resultados e Discussão	125
4.4. Considerações Finais	135
Capítulo 5: ANÁLISE DA TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE <i>COMMODITIES</i>.137	
5. Introdução do Capítulo 5.....	137
5.1. Referencial Teórico	139

5.1.1. Transmissão de Preços entre <i>Commodities</i>	139
5.1.2. <i>Commodities</i> que afetam o preço do leite.....	141
5.2. Metodologia	145
5.3. Resultados.....	146
5.4. Considerações Finais	155
6. Introdução do Capítulo 6:.....	157
6.1. Referencial Teórico:	160
6.1.1. Riscos e Previsão de Preços no Mercado do Leite	160
6.1.2. Fatores que influenciam o comportamento dos preços do leite.....	164
6.2. Aspectos Metodológicos:	165
6.2.1. Construção dos Modelos ARIMA e SARIMA.....	165
6.2.2. Construção do Modelo de Redes Neurais Artificiais	168
6. 4. Resultados e Discussão.....	172
6.4.1. Resultados ARIMA/SARIMA.....	172
6.4.2. Resultados Modelo de Redes Neurais Artificiais	186
6. 5. Considerações Finais	189
7. CONCLUSÕES.....	192
Referências	197

Capítulo 1: INTRODUÇÃO:

O agronegócio, por motivos históricos, socioeconômicos e geográficos, é um dos setores de maior relevância no cenário nacional apresentando também desdobramentos significativos no âmbito do comércio internacional e reconhecimento como um vetor crucial do crescimento econômico brasileiro. Em 2019, a soma de bens e serviços gerados no agronegócio chegou a R\$ 1,55 trilhão ou 21,4% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, e o valor bruto da produção (VBP) agropecuária alcançou R\$ 651,5 bilhões, dos quais R\$ 400,7 bilhões correspondem à produção agrícola e R\$ 250,8 ao segmento pecuário (CNA, 2020).

Entre as principais cadeias agroindustriais brasileiras, destaca-se a da pecuária leiteira. O país é o terceiro maior produtor mundial de leite, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia (FAO, 2019). Em 2019, o setor gerou um valor bruto adicionado de cerca de R\$ 35 bilhões, ocupando a sétima posição entre os principais produtos agropecuários nacionais (BRASIL, 2020).

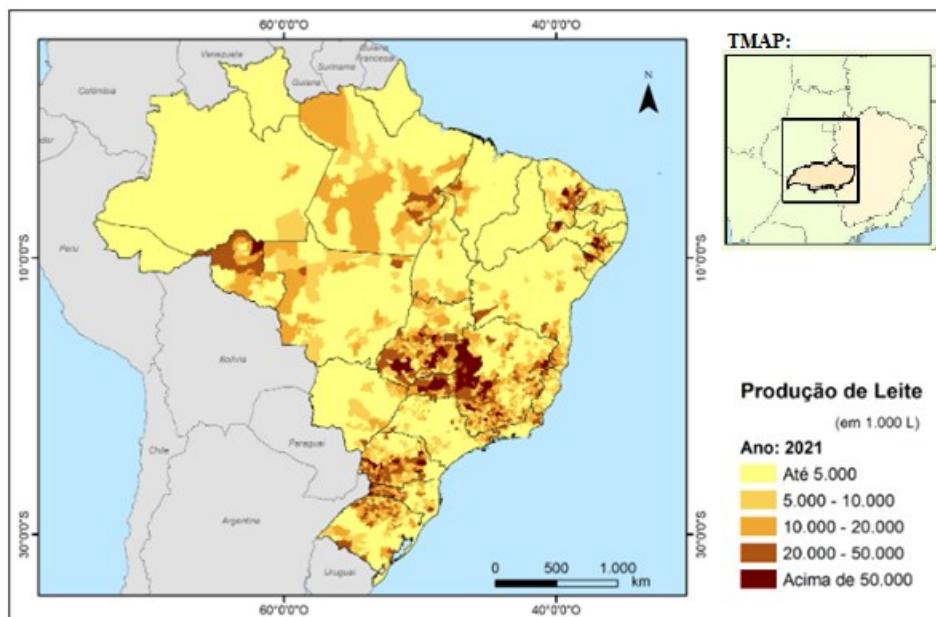
A cadeia produtiva do leite é capaz de gerar impactos em diversos setores da economia, devido aos efeitos de encadeamento produtivo tanto na relação de aquisição de insumos quanto no fornecimento para as indústrias de beneficiamento (MONTOYA; FINAMORE, 2005). Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos – ABIA (2020), o faturamento líquido gerado pelos laticínios em 2019 atingiu R\$ 70,9 bilhões, ficando atrás apenas dos setores de derivados de carne e beneficiados de café, chá e cereais. A atividade possui também um importante papel social, ao contribuir para a geração de emprego e renda em praticamente todos os municípios brasileiros (BRASIL, 2020; CAMPOS; PIACENTI, 2007; EMBRAPA, 2015; ROCHA, CARVALHO; RESENDE, 2020).

Conforme Berro et al. (2014), a atividade consolidou-se como estratégica para a agricultura familiar e para o desenvolvimento regional, ao criar empregos no interior do país de maneira contínua, visto que compreende atividades intensivas em mão de obra (CASTRO et al., 2010). Atualmente, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (BRASIL, 2020). Sendo reconhecida como uma das poucas atividades agrícolas capazes de fornecer renda suficiente para manter a viabilidade econômica da agricultura familiar (STAAL; DELGADO; NICHOLSON, 1997).

Com relação a distribuição geográfica, a produção de leite no Brasil está presente em cerca de 1,4 milhão de fazendas espalhadas por todo o território nacional, que representam cerca de 25% das propriedades rurais brasileiras (SIMÕES et al., 2018; MICHETTI, 2020). Todavia, essa produção se concentra especialmente em algumas regiões, como é o caso das regiões nas regiões Sudeste e Sul do país que juntas produzem 68% do leite brasileiro.

Dos estados brasileiros, Minas Gerais sempre foi, e ainda é, o maior produtor, concentrando, em 2020, 27,4% da produção nacional, com 9,7 bilhões de litros de leite produzidos. A produção está presente em todos os 853 municípios do estado (SEAPA, 2018). Dentro do estado também é possível observar a concentração da produção em determinadas regiões. Dados da última Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2021) apontam que 25% da produção do estado de Minas Gerais se concentra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (cerca de 2,4 bilhões de litros), sendo esta, portanto, a principal bacia produtora de leite do país. Como pode ser observado na Figura 1, que apresenta a distribuição geográfica da produção de leite no Brasil por municípios.

Figura 1: Produção de Leite no Brasil (2021) – por municípios



Fonte: Adaptado Embrapa Gado de Leite (2023).

No Brasil, o desenvolvimento da pecuária leiteira enquanto atividade econômica se deu a partir da década de 1950, motivada pela intensificação do processo de industrialização e urbanização que ocorreu após a Segunda Guerra Mundial. A partir de então iniciou-se um

processo de modernização através do estabelecimento de regras como a obrigatoriedade da pasteurização e de condições sanitárias de ordenha, processamento, comercialização e contagem microbiana (VILELA et al., 2017).

Nas décadas seguintes a produção brasileira cresceu sistematicamente – em 1961 eram produzidas 5,2 milhões de toneladas de leite, atingindo 35,1 milhões de toneladas em 2014 (VILELA et al., 2017). No entanto, nas últimas décadas, a cadeia produtiva do leite no Brasil vem passando por grandes transformações. O início dos anos 90 é considerado o ponto de ruptura da atividade no país, em decorrência de diversos fatores que provocaram mudanças profundas na estrutura existente, dentre as quais destacam-se: o fim do tabelamento do preço do produto; a abertura do setor à concorrência externa; a consolidação do Mercosul; a redução da inflação e a estabilização da economia (JANK; FARINA; GALAN, 1999; ACOSTA; SOUZA; BANKUTI, 2018; ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Outras mudanças ocorreram na estrutura da produção leite no Brasil, sendo as principais a redução expressiva do número de produtores e a intensificação dos sistemas de produção. Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias possibilitou um aumento significativo da produtividade dos animais, da terra e da mão de obra e consequentemente da escala de produção das fazendas, aumentando a volume produzido no país de 18,7 bilhões de litros em 1997 para 35,12 bilhões de litros em 2014.

No entanto, desde 2014 a trajetória de crescimento foi interrompida e a produção nacional começou a declinar, entrando em um período instabilidade que perdura até hoje – entre 2015 e 2018 a produção nacional teve uma retração de 3,46% (IBGE, 2021). Essa trajetória de queda foi revertida somente em 2018, quando a produção voltou a crescer atingindo a marca de 33,840 bilhões de litros.

A principal causa apontada para essa redução foi o aumento dos custos de produção do setor, que aliado a um cenário de preço baixo pago aos produtores, levou muitos produtores a reduzir ou abandonar a produção (CEPEA, 2017). Em 2019 e 2020 a trajetória de crescimento foi restabelecida, todavia isto não indica que a instabilidade tenha sido afastada no setor. Em 2020, o setor foi fortemente impactado pelos efeitos da pandemia do Covid-19 que impôs diversos desafios para setor. Desde então, vêm sendo observada uma grande oscilação nos preços de leite e insumos e um consumo instável, que em determinados momentos foi fortalecido por suportes governamentais e, em outros, foi penalizado pelas condições econômicas do país.

Vale destacar que ao longo de 2020, além do efeito renda sobre o consumo de lácteos, ocorreram também outras alterações relativas a hábitos de consumo: as famílias privilegiaram os gastos com alimentos e produtos de higiene pessoal; houve a substituição de alimentação fora do lar pela alimentação domiciliar, o que impulsionou a demanda por lácteos utilizados na culinária, entre eles, creme de leite, muçarela, leite condensado, queijos e requeijão; uma parcela da população teve ganhos de renda e passaram a gastar mais com alimentos (fruto, muitas vezes, de incentivos governamentais); outras tiveram crescimento de poupança devido a economias de outros gastos (viagens, combustível, etc.) e acabaram privilegiando uma alimentação mais elaborada (CARVALHO, 2021).

No mercado internacional, ocorreu uma forte valorização em quase todas as *commodities* sejam elas agrícolas, energéticas e metálicas. Um dos fatores para essa elevação está na própria desvalorização do dólar frente a outras moedas. No Brasil, de março de 2020 a março de 2021, o custo de produção de leite subiu 31%, sendo que o custo do concentrado aumentou 57%. Esse aumento esteve fortemente associado a elevação do milho e farelo de soja (CARVALHO, 2021).

Assim, o cenário atual da produção de leite no Brasil pode ser caracterizado por altos custos de produção, sucessivos desencontros entre oferta e demanda e poucas medidas por parte dos agentes públicos para diminuir as fragilidades do setor. Dentre os principais fatores de desestabilização do setor pode-se citar a volatilidade dos preços. O leite é considerado como uma das *commodities* agrícolas mais voláteis no mercado internacional, cujos preços têm um impacto sobre os preços domésticos (ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; BORAWSKI et al., 2020).

Tal contexto vem despertando a necessidade de se estudar esse mercado, buscando compreender melhor o processo de formação e transmissão de preços entre mercados, bem como discutir a possibilidade da adoção de mecanismos para previsão de preços para gerenciar os riscos no setor.

A busca por dados sobre o comportamento, a dinâmica, e a transmissão dos preços é fundamental para todos os elos da cadeia da produtiva. Uma vez que as informações sobre a forma como os preços são transmitidos inter e entre mercados podem ser utilizadas para estudos de previsões de preços, visando antecipar mudanças no mercado e consequentemente facilitar tomadas de decisões, seja para o empresário rural, para o industrial, o comerciante e até mesmo formuladores e gestores de políticas públicas (CAETANO; FIGUEIREDO; OLIVEIRA NETO, 2019).

Ante o exposto, dois problemas norteiam o desenvolvimento desta tese:

- Quais são os principais fatores que afetam e/ou influenciam o comportamento dos preços do leite pago aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)?
- É possível desenvolver um modelo de previsão para os preços do leite?

O foco na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba se dá pelo fato de ser atualmente a maior bacia produtora de leite no país, e pela elevada diversidade socioeconômica, cultural e climática que caracteriza os sistemas de produção, que conforme Oliveira et. al (2007), a geram a necessidades de estudos regionais sobre a produção leiteira.

Assim, os objetivos centrais desta tese consistem em:

- Analisar os fatores que afetam o comportamento dos preços do leite.
- Desenvolver um modelo de previsão para o comportamento destes preços.

Pretende-se ainda, como objetivos específicos:

- Analisar a literatura, nacional e internacional, que trata da questão do comportamento dos preços do leite, buscando identificar lacunas teóricas;
- Examinar a cadeia produtiva do leite na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba;
- Verificar a existência de processos de transmissão espacial de preços do mercado internacional para a região do TMAP;
- Verificar a existência de processos de transmissão espacial de preços dos mercados regionais para a região do TMAP;
- Verificar a existência de processos de transmissão vertical de preços na cadeia do leite na região do TMAP;
- Verificar a existência de processos de transmissão horizontal entre *commodities* para os preços do leite na região do TMAP.

A tese defendida aqui é, portanto:

“Uma vez compreendidos os fatores que influenciam o comportamento dos preços do leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, é possível desenvolver um modelo de previsão de preços que auxilie produtores na tomada de decisão no âmbito da comercialização de leite.”

Contribuições:

- **Teórica:**

No âmbito teórico, as contribuições do trabalho estão divididas em três, de acordo com os capítulos do trabalho.

No segundo capítulo, ao realizar uma revisão sistemática dos trabalhos que abordaram a questão dos preços do leite, tanto a nível nacional quanto internacional, pretende-se identificar os principais fatores que foram abordados nos estudos e as lacunas existentes na literatura. Esses achados podem contribuir para elevar a compreensão a respeito da dinâmica de preços do setor, bem como subsidiar a elaboração de novos trabalhos.

No terceiro capítulo, pretende-se alcançar avanços na literatura a respeito da questão de transmissão espacial de preços no mercado do leite, destacando o aspecto regional. O levantamento de literatura realizado indica uma escassez de trabalhos nesse sentido, principalmente para o mercado brasileiro, e a inexistência de trabalhos que analisem o contexto produtivo e comercial na região do TMAP.

No quarto capítulo, busca-se uma melhor compreensão a respeito das interrelações na cadeia produtiva do leite, analisando a questão da transmissão vertical de preços no mercado. Do mesmo modo como ocorre com a transmissão espacial, o levantamento de literatura indica uma escassez de trabalhos nessa área, especialmente para o mercado brasileiro, e a inexistência de trabalhos na região do TMAP.

No quinto capítulo espera-se contribuir para aumentar a compreensão acerca dos fatores que afetam e influenciam os preços do leite no Brasil e, mais especificamente no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

- **Prática:**

A análise da transmissão de preços entre os mercados poderá proporcionar aos produtores de leite uma maior compreensão a respeito dos movimentos de preços nesse setor de modo a servir como um instrumento que subsidie a tomada de decisão no âmbito dos investimentos feitos antes da produção.

E ao buscar propor um modelo precificação *ex-ante* pode contribuir para reduzir os riscos da produção e comercialização do leite por partes dos produtores, visto que possibilita um maior planejamento. O modelo proposto poderá também servir como uma ferramenta utilizada tanto por produtores quanto por compradores de leite para negociações em mercados

futuros, visto que a adoção deste tipo de negociação tem recebido destaque nos debates a respeito do futuro do setor.

- **Social:**

A pecuária leiteira está presente em todos os municípios brasileiros somando um total de 1,1 milhão de propriedades leiteiras (IBGE, 2019). Participa da formação da renda de grande número de produtores, além de ser também responsável por elevada absorção de mão-de-obra rural, propiciando a fixação do homem no campo (CAMPOS; PIACENTI, 2007). É uma das poucas atividades agrícolas capazes de fornecer renda suficiente para manter a viabilidade econômica da agricultura familiar (STAAL; DELGADO; NICHOLSON, 1997).

A cadeia produtiva do leite é, ainda, capaz de gerar impactos em diversos setores da economia, devido aos efeitos de encadeamento produtivo tanto na relação de aquisição de insumos quanto no fornecimento para as indústrias de beneficiamento (MONTOYA; FINAMORE, 2005). Nesse sentido, o estudo de seus determinantes de preço e a exploração de alternativas para o gerenciamento de riscos pode contribuir para melhorar o desempenho do setor e, consequentemente, de toda a cadeia a este relacionada.

- **Regional:**

A produção de leite em Minas Gerais foi, historicamente, a atividade econômica rural mais frequente, estando ligada à história do desenvolvimento econômico, social, ambiental e cultural do estado. O estado é o maior produtor de leite do Brasil, tendo a produção e a comercialização de leite praticadas em todos os seus 853 municípios, com uma produção anual de 9,0 bilhões de litros de leite (SEAPA, 2018).

Na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a importância socioeconômica das atividades agropecuárias datam todo seu período de formação histórica (BRANDÃO, 1989). Sendo a criação de gado – tanto corte quanto leite - dentre todos os produtos agrícolas, aquela que se mantém representativamente durante todo processo de formação socioeconômico regional (SOUZA, 2012). Atualmente a região é a principal bacia leiteira nacional – com aproximadamente 30% produção nacional. Assim, as contribuições práticas e teóricas fazem-se ainda mais relevantes nessa região, podendo contribuir para seu desenvolvimento econômico e social.

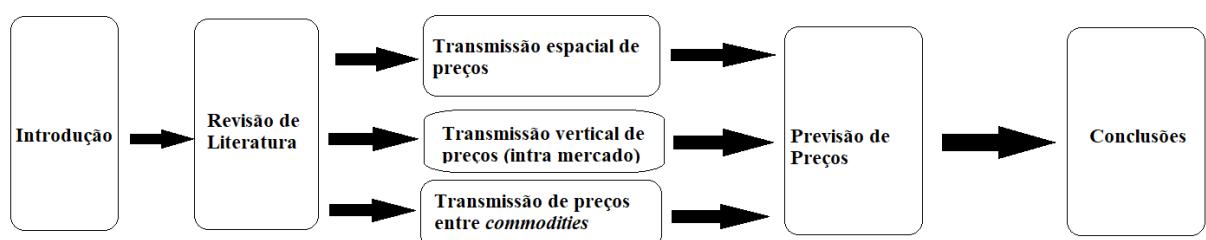
Estrutura:

O trabalho será dividido em sete capítulos: iniciando por esta introdução geral que busca contextualizar o tema de pesquisa, bem como apresentar suas justificativas; seguida por uma revisão sistemática da literatura que trata do comportamento dos preços do leite no mercado nacional e internacional; no terceiro capítulo são discutidos aspectos relacionados ao comportamento dos preços do leite, tendo como objetivo identificar a presença de transmissão espacial e cointegração entre os preços do leite no mercado internacional e nacional e do mercado do TMAP.

No quarto capítulo será analisada a cadeia produtiva do leite, tendo como objetivo verificar a existência de processos de transmissão vertical de preços ao longo da cadeia; o quinto capítulo consiste na análise dos principais fatores que interagem com o mercado do leite e podem afetar o seu preço, sendo estas a carne bovina, o milho e a soja, a energia elétrica e o petróleo, buscando identificar também a existência de processos de transmissão de preços entre essas *commodities*, e destas para os preços do leite; no sexto capítulo será discutida a problemática do gerenciamento de riscos na comercialização de leite, com o objetivo de se construir um modelo preditivo para as tendências de preços na região do TMAP; e um capítulo final sintetizando os principais resultados do trabalho e tecendo algumas considerações.

A Figura 2 busca representar a estrutura do trabalho:

Figura 2: Estrutura da tese.



Fonte: Elaboração própria.

Capítulo 2: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

2. Introdução do Capítulo 2:

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2021) aproximadamente 150 milhões de famílias em todo o mundo estão engajadas na produção de leite. Essa atividade tem um papel relevante tanto no âmbito econômico quanto social, especialmente nos países em desenvolvimento nos quais o leite é, majoritariamente, produzido por pequenos proprietários, e contribui para a subsistência das famílias, segurança alimentar e nutrição.

No Brasil, a produção de leite se apresenta como uma das principais atividades agrícolas, relevante, além do aspecto econômico, por promover o desenvolvimento regional e garantir emprego e renda para a população rural. Honorato et al. (2014) destacam a pulverização da produção de leite no país - presente em todo o território nacional, e a grande participação das pequenas propriedades familiares brasileiras na produção nacional, sendo responsáveis por mais de 50% da oferta total de leite para consumo.

Além de desempenhar um papel relevante no suprimento de alimentos e contribuir para a composição do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, o setor também se destaca por sua capacidade de geração de emprego e renda para a população. Contribuindo para a fixação do homem no campo, de modo a amortizar as pressões sociais nas áreas urbanas e colaborar para minimização do desemprego e da exclusão social nessas áreas (GONÇALVES et al., 2014; FAO, 2015).

Considerando a importância do setor, esse capítulo tem como objetivo principal realizar uma revisão sistemática de literatura brasileira e internacional que abordam o mercado do leite nas últimas duas décadas, focando principalmente na questão dos preços. Adicionalmente, pretende-se também identificar os principais fatores que foram apontados por esses estudos como relevantes ao processo de formação dos preços, e as lacunas existentes na literatura, de modo a subsidiar a elaboração dos demais capítulos da tese. Assim, a questão que norteia esta pesquisa é:

- Quais são os principais fatores que afetam o comportamento dos preços do leite?

A técnica de coleta de dados empregada foi a revisão sistemática, realizada na base de periódicos da Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, incluindo artigos de todos os idiomas, publicados entre 2000 e 2020, em periódicos revisados

por pares. Quanto ao método de análise de dados trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa.

O capítulo está dividido em 4 seções. Além desta introdução, a segunda seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados; uma quarta seção apresenta os resultados alcançados; e na última seção, as conclusões obtidas.

2.1. Aspectos Metodológicos:

Visando atender ao objetivo proposto, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa e quantitativa, com abordagem metodológica exploratória e descritiva, em que se utiliza o método dedutivo. Exploratória, pois, conforme Gil (2008), esse tipo de pesquisa tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

E descritiva visto que estas têm como objetivo a descrição das características de determinada população, o estabelecimento de relações entre variáveis, ou as características de um grupo (GIL, 2008). Nesse caso, o objetivo é compreender as características do processo de formação dos preços do leite.

Quanto ao delineamento, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, uma vez que é desenvolvida a partir de material já elaborado - os artigos científicos. Esse tipo de pesquisa permite a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2008).

A técnica de coleta empregada foi a revisão sistemática, conforme Kitchenham (2004) a revisão sistemática é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, ou área temática ou fenômeno de interesse. Ainda segundo a autora, a revisão sistemática é indicada para identificar eventuais lacunas na pesquisa atual, a fim de sugerir áreas para futuras investigações.

A análise de dados é ancorada numa metodologia mista, uma vez que a conjugação de técnicas quantitativas e qualitativas torna a pesquisa mais robusta e diminui o enviesamento dos resultados (MCKIM, 2017). Enquanto a pesquisa quantitativa aplica modelos e métodos matemáticos e estatísticos para estudar o comportamento e os efeitos da informação registrada, a pesquisa qualitativa visa desenvolver modelos, tipologias e teorias, para descrever e explicar as questões sociais (GIBBS, 2009).

Para realizar a revisão sistemática foi utilizada a base de periódicos da CAPES – Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Os periódicos consultados possuem seus artigos disponíveis para consulta *on-line*, facilitando assim, o levantamento dos dados.

A definição dos parâmetros para busca incluiu todas as bases de dados disponíveis no portal de periódicos da CAPES, nas quais foram consultados artigos de todos os idiomas, publicados nas últimas duas décadas (2000 a 2020), em periódicos revisados por pares. O processo de levantamento e análise dos se baseou nas seguintes etapas:

- i) Busca de termo;
- ii) Leitura dos títulos, resumos, palavras-chave dos artigos retornados;
- iii) Leitura da metodologia e dos resultados dos artigos retornados;
- iv) Tabulação e avaliação dos dados encontrados;
- v) Identificação do segmento de aplicação dos artigos;
- vi) Sugestões de aplicação de futuros trabalhos em segmentos com pouca exploração científica.

Inicialmente a busca foi feita por artigos que continham “*milk price*” no título e/ou no assunto, sendo encontrados 306 trabalhos. Foram ainda realizadas sete rodadas de busca adicionais com o objetivo de abranger todos os trabalhos que pudessem ser de interesse para a pesquisa. A Tabela 1 apresenta os termos e booleanos empregados como orientação de busca.

Tabela 1: Termos de Busca e Booleanos

Busca	Resultados da Busca	Selecionados por título, resumo e repetidos
no título = "milk price"; OR no assunto = "milk price"	306	65
no título = "dairy chain"; AND qualquer = "price"	68	3
no título = "dairy farming"; AND qualquer = "price"	12	1
no assunto = "milk production"; AND no assunto = "price"	51	4
no assunto = "dairy cattle"; AND no assunto= "price"	27	1
no assunto = " leite"; AND qualquer = "preço"	24	1
qualquer = "pecuária leiteira"; AND qualquer = "preço"	58	2
no título = "preços do leite"; OR no assunto = "preço do leite"	31	2
Total	577	79
Total – Duplicados		71

Fonte: elaboração própria.

Como critério de exclusão, por meio da análise do título e do resumo, foram retirados os artigos que não se enquadram no objetivo proposto pelo estudo e artigos duplicados entre as bases de pesquisa totalizando 71 trabalhos. O quadro com as informações de todos os trabalhos selecionados pode ser consultado no Anexo A.

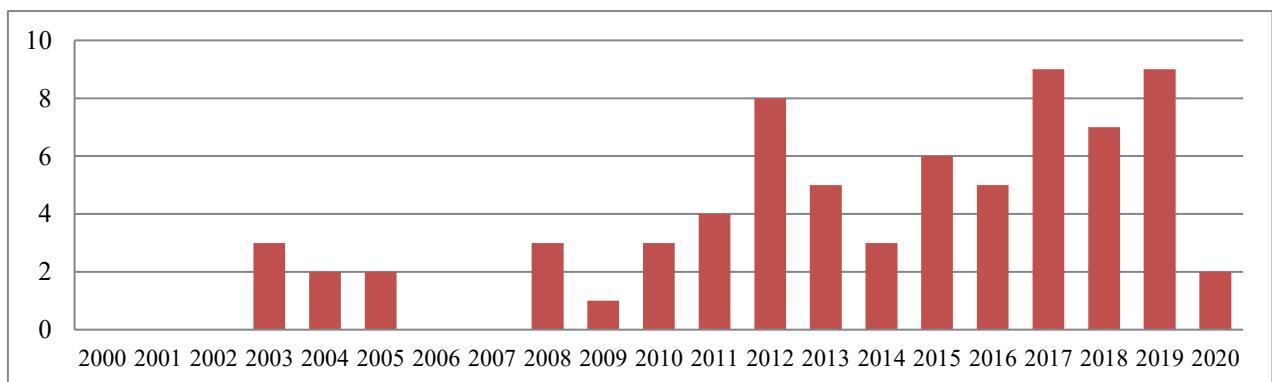
Ao final dessas etapas de triagem e da leitura dos artigos, seguiu-se então para a última fase: a tabulação e avaliação de suas características dos trabalhos, os resultados encontrados estão apresentados e discutidos a seguir.

2.2. Resultados

A apresentação dos resultados foi dividida em duas etapas: análise quantitativa contendo o volume das publicações por ano, distribuição geográfica dos trabalhos, classificação das publicações por periódicos e área temática das publicações; e análise qualitativa contendo as informações principais e os resultados dos trabalhos.

Com relação ao período de publicação, cabe destacar que o volume de trabalhos produzidos na década de 2011 a 2020 foi bastante superior àquele produzido entre 2000 e 2010 – entre 2000 e 2010 foram produzidos 14 artigos, enquanto entre 2011 e 2020 foram produzidos 57 trabalhos. Não é observado um crescimento consciente do número de publicações ao longo dos anos, no entanto, os anos de 2017 e 2019 foram os que somaram os maiores índices de produção (9). O número de publicações ano a ano poder ser verificado na Figura 3:

Figura 3: Volume de Publicações por Ano

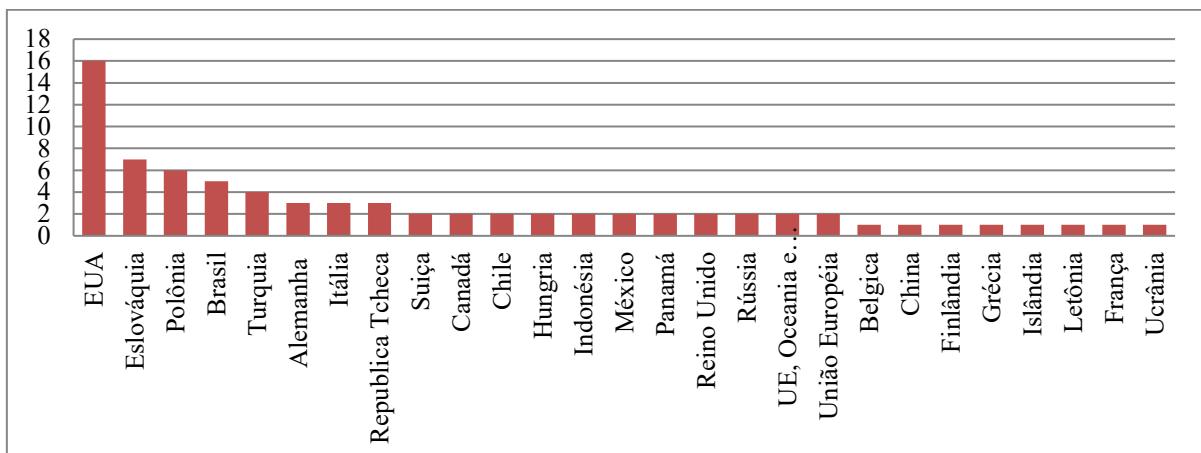


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Com relação à distribuição geográfica dos trabalhos, nota-se uma concentração das pesquisas que tem como mercado alvo os Estados Unidos (16), seguidos por Eslováquia (7),

Polônia (6) e Brasil (5). No caso dos EUA e Brasil tal concentração se justifica pelo fato de serem, respectivamente o primeiro e o terceiro maiores produtores mundiais de leite (FAO, 2019). A concentração da produção por país é apresentada na Figura 4:

Figura 4: Número de pesquisas por país



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados

Já em relação aos periódicos nos quais os trabalhos foram publicados, aproximadamente 36% do volume de trabalhos publicados se concentrou em 3 periódicos, sendo estes o periódico *Agribusiness* com 15 publicações, seguido pelo *Journal of Dairy Science* com 6 publicações, *Agricultural Economics* com 5 publicações e *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics* com 3 publicações, enquanto as outras 42 publicações estão dispersas em 37 periódicos, como pode ser observado na Figura 5:

Figura 5: Publicações por Periódico



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

A análise subsequente consistiu em verificar o assunto principal do qual tratavam os trabalhos. Com base nessa análise foi possível separar os trabalhos em quatro grupos – transmissão de preços, gestão de riscos e previsão, fatores que influenciam os preços do leite e estrutura/poder de mercado. Na Tabela 2 são apresentados os principais assuntos abordados nos trabalhos analisados, bem como o número que trabalhos que abordam cada assunto, e o percentual que estes representam no montante total de publicações no período.

Tabela 2: Principais assuntos abordados nos trabalhos

Assunto	Nº de Trabalhos	%
<u>Transmissão de preços</u>	32	45,1
Transmissão espacial	12	16,9
Transmissão vertical	18	25,3
Transmissão espacial e vertical	2	2,8
<u>Gestão de Riscos e Previsão</u>	18	25,3
Determinantes da adoção de ferramentas	1	1,4
Contratos de comercialização	2	2,8
Cotas de produção	5	7
Modelos de previsão de preços	4	5,6
Preços mínimos	1	1,4
Programas de garantia de renda	5	7
<u>Fatores que Influenciam os Preços do Leite</u>	12	16,9
Preço da carne bovina	2	2,8
Preço da energia elétrica	1	1,4
Preço da ração	2	4,2
Preço dos combustíveis	1	1,4
Volume produzido	3	4,2
Sazonalidade	3	4,2
<u>Estrutura/Poder de Mercado</u>	9	12,7
Poder de barganha	1	1,4
Poder de mercado	4	5,6
Poder de oligopólio	3	4,2
Poder de oligopsônio	1	1,4
Total	71	

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados

Nota-se uma preponderância de trabalhos relacionados a questão da transmissão de preços no mercado do leite, como 18 trabalhos dedicados a tratar dos processos de transmissão vertical de preços, 12 dos processos de transmissão espacial, e ainda outros 2 que analisaram os dois tipos de transmissão.

A partir dessa classificação buscou-se por meio da análise qualitativa construir um panorama com os principais resultados encontrados pelos trabalhos, como apresentado a seguir:

2.2.1. Fatores que influenciam os preços do leite:

Com base no levantamento da literatura foram identificados como fatores que afetam as flutuações dos preços do leite o volume produzido (ÇELIK, 2014; ÖZSAYIN, 2017) , a sazonalidade (MARIN; CAVALHEIRO; ANSCHAU, 2011; NICHOLSON; STEPHENSON, 2015; PAURA; ARHIPOVA, 2016), os preços da ração (HANSEN; LI, 2017; WOLF, 2010), da eletricidade (LI; LOPEZ; WANG, 2018) e dos combustíveis (LI; LOPEZ; YANG, 2018), e os preços da carne bovina (SAGHAIAN; OZERTAN; TEKGUC, 2013; REZITIZ, 2018).

A relação entre a produção e os preços têm base nos princípios da Lei da Oferta e Demanda, segundo a qual os preços tendem a se ajustar para levar a quantidade ofertada e a quantidade demandada a uma condição de equilíbrio. No caso do leite, como a demanda tende a ser inelástica, a flutuação de preços costuma ocorrer como resposta ao volume produzido, aumentando quando a oferta diminui e reduzindo quando a oferta aumenta.

Tal relação foi analisada nos trabalhos de Çelik (2014) e Özsayın (2017). Çelik (2014) analisou as relações entre número de bovinos, o volume produzido e o preço do leite no período entre 1980-2013, na Turquia. Os resultados indicam que as séries se movem juntas no longo prazo, ou seja, são cointegradas. Sendo encontrada uma relação negativa foi entre o preço do leite e a produção.

Özsayın (2017) ao investigar a relação entre a quantidade de produção de leite e seu preço entre 1985 e 2015, também na Turquia, constatou que a produção de leite foi afetada pelos preços de, no máximo, um ano retrospectivamente e que o tempo necessário para afetar drasticamente o volume produzido quando ocorre uma grande mudança nos preços foi 2,9 anos. Foi identificado também que o aumento de 1 Lira Turca (LT) no preço do leite diminui a produção em 183.372,4 toneladas.

Considerando que o preço é afetado pelo volume produzido, a sazonalidade, que compreende uma característica marcante da produção de leite, também está relacionada ao comportamento dos preços. A sazonalidade é determinada pelas condições climáticas, como resultado da variação pluviosidade/temperatura que afetam a disponibilidade de pastagens e

consequentemente os custos da produção. O impacto da sazonalidade nos preços do leite se dá em função das flutuações no volume produzido que ocorrem entre as estações do ano. Assim, em períodos mais chuvosos, a combinação de uma maior produção com menor custo cria condições para reduzir o preço pago ao produtor. Efeito contrário ocorre quando a pastagem se torna escassa devido à falta de chuvas e os produtores precisam suplementar a alimentação dos animais, elevando os custos de produção e reduzindo o volume de leite ofertado ao mercado.

O impacto da sazonalidade sobre os preços do leite foi investigado nos trabalhos de Marin, Cavalheiro e Anschau (2011), Nicholson e Stephenson (2015) e Paura e Arhipova (2016). Marin, Cavalheiro e Anschau (2011) testaram a influência sazonal sobre os preços pagos ao produtor no Rio Grande do Sul (Brasil), buscando identificar se esta influência difere entre o período de estabilização econômica (após 1994) e o período de instabilidade da economia brasileira. Os resultados indicaram a presença dos efeitos sazonais sobre os preços, destacando que estes foram menores no período de estabilidade econômica do que no período de altas taxas de inflação.

Nicholson e Stephenson (2015) desenvolveram um modelo para avaliar a natureza do comportamento cíclico do preço trimestral do leite dos EUA entre 1996 e 2014. Foi identificado que a tendência determinística e os movimentos sazonais de preços representam um ciclo estocástico de grande amplitude com um período de 3,3 anos e são a fonte predominante de variação no preço total do leite nos Estados Unidos.

Já Paura e Arhipova (2016) analisaram o impacto da sazonalidade sobre a produção e os preços do leite na Letônia, de 2003 a 2014. De acordo com os resultados da pesquisa, a oferta de leite depende significativamente da tendência temporal e do fator sazonal do mês, e o preço do leite depende da oferta de leite e dos efeitos de interação do ano e da oferta de leite.

Outro fator importante, capaz de afetar e influenciar a produção e os preços do leite é o preço das rações. Essa relação foi analisada por Hansen e Li (2017) e Wolf (2010). Wolf (2010) examinou a definição, o padrão histórico e a utilidade da relação entre o preço do leite e a ração (MF) como uma medida da lucratividade das fazendas leiteiras americanas entre 1985 e 2006. A relação entre os preços do leite e da ração foi identificada como determinante da lucratividade das propriedades.

Hansen e Li (2017) explicam que a alimentação animal é o primeiro passo na produção de leite, e a ração é o principal componente dos custos de produção nas fazendas leiteiras e determinante na lucratividade da atividade. Os autores, ao analisarem a dinâmica embutida nos e entre os preços mundiais do leite e da ração entre 2002 e 2015, identificaram que ambos são integrados e tem ciclos de negócios de aproximadamente 32 meses, sendo o preço da ração a variável determinante. Essa relação se constrói com base no tempo necessário para que o produtor, uma vez que identifique aumento de lucratividade na pecuária leiteira – decorrente de períodos de baixa nos preços da ração – consiga fazer os investimentos necessários para aumentar a produção.

Esse tempo decorre principalmente do processo de formação do rebanho. Visto que demora cerca de 3 anos até que o fazendeiro tome a decisão de não abater uma vaca, para obter através dela uma nova bezerra, e criá-la até que esteja no rebanho como uma vaca leiteira. Em contrapartida, em períodos de alta nos preços da ração – e consequente baixa na lucratividade, a decisão de abater um maior número de matrizes e “despovoar” o rebanho é imediata, reduzindo o volume de leite produzido e ofertado ao mercado e, consequentemente, forçando uma elevação dos preços (HANSEN; LI, 2017).

Outro fator determinante das flutuações de preço e produção de leite são os preços da carne bovina, caracterizada por uma relação de influência mútua. Esta relação foi analisada nos trabalhos de Saghaian, Ozertan e Tekguc (2013) na Turquia, Rezitiz (2018) na Finlândia, e Mudrak et al. (2019) na Ucrânia. De acordo com Saghaian, Ozertan e Tekguc (2013) contextos de baixos preços do leite levam à liquidação dos rebanhos leiteiros e queda dos preços da carne bovina num primeiro momento, devido ao aumento da oferta de carne. No entanto, com o passar dos meses, o impacto da redução do rebanho gerada pelo abate em larga escala tende a provocar em efeito de elevação, tanto dos preços da carne quanto do leite. Segundo os autores, esses impactos podem ser observados até dois anos após o abate.

Rezitiz (2018) ao analisar a dinâmica de longo e curto prazo, bem como a direção da causalidade entre os preços dos produtos agrícolas, os preços ao produtor e os preços ao consumidor ao longo da cadeia finlandesa de abastecimento de carne, laticínios e ovos, no período de 2005 a 2014, identificou a presença de cointegração entre as três séries de preços e de relações causais bidirecionais entre os três preços.

Já Mudrak et al. (2019) estudaram a dinâmica dos preços ao consumidor de carnes e laticínios na Ucrânia. Seus achados confirmaram a existência de uma ligação entre as flutuações sazonais nos volumes de produção de carnes e laticínios e os índices de preços ao

consumidor dos produtos correspondentes. Verificou-se que havia uma conexão estreita entre o declínio sazonal na produção da carne e produtos lácteos primários e o crescimento da participação das empresas agrícolas na estrutura de produção desses tipos de produtos animais.

Os demais fatores identificados na literatura como capazes de afetar os preços do leite são os preços da energia elétrica e dos combustíveis. Com relação à energia Li, Lopez e Wang (2018) analisaram como os preços da energia são transmitidos aos produtos lácteos de 12 cidades dos EUA entre 2001 e 2011. Os resultados indicam a existência de um repasse de preços assimétrico da energia para o leite (um aumento é transmitido mais rápido do que uma queda nos preços).

E Li, Lopez e Yang (2018) buscaram estimar as taxas de repasse entre o óleo diesel e os preços do leite no varejo no nível da marca do produto. Os resultados empíricos mostram que os preços do diesel impactaram significativamente os preços de varejo dos produtos lácteos e são um importante determinante da inflação dos preços dos alimentos.

2.2.2. Transmissão de Preços e Poder de Mercado

A transmissão de preços ocorre quando há influência de um mercado sobre o outro, de modo que os preços no mercado dominante influenciam os preços no mercado seguidor e, há o que se convencionou chamar de causalidade entre os preços nos dois mercados (ADAMI; MIRANDA, 2011). Em relação à transmissão de preços entre mercados há duas vertentes: transmissão vertical de preços e transmissão horizontal (ou espacial) de preços.

A transmissão horizontal ocorre quando uma variação de preços em um mercado, influencia variações de preços em outros mercados. Existem diversas denominações para caracterizar o grau de transmissão espacial de preços: integração espacial de mercados, eficiência espacial, lei do preço único e condição de arbitragem espacial. Sendo que o grau de integração entre os mercados pode variar, implicando em assimetrias na transmissão dos preços (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018).

A transmissão espacial de preços foi estudada nos trabalhos de Engler e Nahuelhual (2003); Nahuelhual e Engler (2004); Dias et al. (2008); Siqueira , Kilmer e Campos (2010); Tluczak (2012); Acosta, Ihle e Robles (2014); Fousekis e Grigoriadis (2016); Fousekis, Emmanouilides e Grigoriadis (2017); Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor

(2017); Vargova e Rajcaniova (2018); Bakucs, Benedek e Ferto (2019); Hillen e Cramon-Taubadel (2019); Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019); Kharin (2019) e Roman (2020).

Engler e Nahuelhual (2003) analisaram a influência do mercado internacional nos preços domésticos do leite pagos aos produtores no Chile. Os resultados indicaram que o preço pago aos produtores reagiu às alterações dos preços internacionais e que, diante do desequilíbrio, as variáveis nacionais se ajustaram para retornar o equilíbrio de longo prazo do sistema. Nahuelhual e Engler (2004) testaram a magnitude e a duração do impacto do preço de importação de produtos lácteos sobre o preço do leite pago aos produtores, também no Chile. Os resultados indicaram que o preço CIF (Custo, Seguro e Frete) de importação influenciou significativamente os preços. Também se verificou que, ao se deparar com um choque no vetor de cointegração, o sistema demorou aproximadamente 14 meses para retornar à sua relação de equilíbrio de longo prazo

No Brasil, Dias et al. (2008) analisaram a facilidade de transmissão dos preços do leite ao produtor paranaense. O objetivo foi analisar qual dos principais estados produtores de leite (MG, GO, SP, RS) afetou o preço praticado no Paraná, entre 1995 e 2006. Os resultados obtidos mostraram que, entre as propriedades analisadas, altas e baixas nos preços recebidos pelos produtores de Goiás são transmitidos aos preços recebidos pelos produtores do Paraná. E Siqueira, Kilmer e Campos (2010) estudaram a integração espacial do mercado e na formação do preço do leite ao produtor após o processo de desregulamentação do setor (1994 a 2005). Foi verificado que o mercado lácteo brasileiro tem uma baixa velocidade de ajustamento a choques e não há um líder na formação do preço do leite entre os estados.

Tluczak (2012) avaliou as ligações causais entre os preços do leite em países selecionados da União Europeia. Foram identificadas relações causais entre os preços do leite na Polônia, Alemanha, França, República Tcheca e Eslováquia. Também foi verificado que os preços do leite na Polônia dependem dos preços da França, Alemanha, República Tcheca e Eslováquia, enquanto os preços do leite na Eslováquia dependem dos preços do leite na Polônia.

Acosta, Ihle e Robles (2014) avaliaram a dinâmica da relação entre os preços globais e domésticos do leite no Panamá no período de 2000 a 2011. Os resultados indicam que existe uma relação de cointegração de longo prazo entre os preços dos produtores globais e domésticos; no entanto, apenas os preços dos produtores mostram respostas significativas aos

desequilíbrios de preços, o que parece ser plausível devido aos tamanhos relativos de ambos os mercados. Além disso, os indícios apontam para a presença de potencial de transmissão assimétrica de preços globais e domésticos do leite, indicando que aumentos nos preços globais tendem a ser transmitidos mais rapidamente aos produtores do que diminuições.

Fousekis e Grigoriadis (2016) investigaram o comovimento de preços nas principais regiões produtoras de leite em pó desnatado (União Europeia, Oceania e Estados Unidos) de 2001 a 2015. Os resultados empíricos sugerem que as ligações de preços são fracas, mas tornam-se progressivamente mais fortes à medida que se consideram horizontes de tempo mais longos; que o par de regiões (UE, Oceania) é mais integrado do que os pares (UE, EUA) e (Oceania, EUA); e que os preços na UE e na Oceania se movem juntos e influenciam os preços nos EUA.

Fousekis, Emmanouilides e Grigoriadis (2017) avaliaram a integração do mercado internacional de leite em pó desnatado, entre 2001 e 2014, nas três principais regiões produtoras (UE, Oceania e EUA). Os resultados empíricos apontam para um forte e crescente grau de co-movimento geral de preços e para probabilidades estatisticamente significativas de quebras e altas de preços conjuntas. Embora a UE e a Oceania tenham sido as regiões com maior grau de integração, os EUA estão a alcançá-las.

Vargova e Rajcaniova (2018) tiveram como objetivo avaliar a ligação e os padrões entre os preços do leite cru de vaca nos países V4 (Hungria, Polônia, República Checa e Eslováquia) entre 2005 e 2017. Os resultados confirmaram a existência da Lei do Preço Único, com a cointegração dos preços pagos aos produtores de leite em diferentes locais.

Kharin (2018) investigou a transmissão espacial de preços e a integração do mercado nos distritos federais russos usando os preços mensais do leite no período de 2000 a 2018. Usando a análise de integração de mercado revelou-se uma relação de longo prazo para todos os pares de preços nos mercados de leite, porém o grau de integração identificado foi bastante baixo, especialmente para o mercado de leite do Distrito Federal Sul.

Bakucs, Benedek e Ferto (2019) analisaram a transmissão horizontal de preços entre os países membros da União Europeia. Seus resultados indicaram que o volume de leite comercializado e a adesão à zona do euro afetam positivamente a probabilidade de transmissão perfeita de preços, enquanto a distância geográfica afeta negativamente.

Hillen e Cramon-Taubadel (2019), analisaram a transmissão de preços entre a Alemanha e a Suíça para vários produtos no atacado e para os preços dos produtores de leite

cru. Foi identificado que não é o nível de proteção de fronteira que determina o grau e a velocidade da transmissão de preços, mas sim a diferenciação qualitativa dos produtos suíços.

Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) examinaram o grau de transmissão espacial entre os preços do leite no mercado doméstico mexicano e os preços internacionais do leite. Foi identificada uma transmissão unidirecional dos preços internacionais do leite para os preços domésticos e do preço agrícola para o preço de varejo, juntamente com a existência de transmissão assimétrica de preços que depende se os preços do leite estão aumentando ou diminuindo. Os resultados mostraram que existe uma relação única de co-integração de longo prazo entre os preços internacionais e do agricultor; que a direção da transmissão tende a ir do preço internacional para o agricultor e que quando o preço internacional aumenta a velocidade do ajuste tende a ser significativamente mais lenta do que quando o preço internacional diminui. Já Roman (2020) teve como objetivo avaliar os processos de integração espacial no mercado de leite polonês no período de 1999 a 2018. Como resultado, verificou-se que existe um equilíbrio de longo prazo entre os preços em várias províncias na Polônia. Além disso, identificou-se que, quanto mais próximas essas províncias estivessemumas das outras, maior a covariabilidade de preços entre eles.

A transmissão vertical de preços, por sua vez, ocorre quando uma variação relativa no preço em um determinado nível de mercado influencia a variação no preço em outro nível. Um exemplo comum de transmissão vertical são os choques de preços no atacado que afetam os preços no âmbito do produtor e no do varejo (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018).

No mercado do leite, os principais estudos apontam a possibilidade de transmissão dentre os preços dos principais derivados do leite praticados no varejo, os preços destes produtos no âmbito processador (laticínios) e os preços pagos ao produtor na “porta da fazenda” pelo leite *in natura*.

Os trabalhos de Lass (2005); Capps Jr e Sherwell (2007); Fałkowski (2010); Rezitis e Reziti (2011); Bakucs, Fałkowski e Fertő (2012); Weldesenbet (2013); Lajdová e Bielik (2015); Acosta e Valdés (2014); Dudová e Bečvářová (2015); Rosa, Weaver e Vasciaveo (2015); Weaver, Rosa e Vasciaveo (2016); Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017); Setianti, Ekowati e Setiadi (2017); Kharin (2018); Stuble et al. (2018); Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) e Borawski et al. (2020) analisaram a questão da transmissão vertical de preços na cadeia do leite.

Lass (2005) analisou as respostas dos preços do leite no varejo às mudanças nos preços agrícolas em Boston, Massachusetts, Hartford e Connecticut. O estudo encontrou

evidências de assimetria de longo prazo. Segundo os autores, quando ocorrem aumentos e diminuições de preços agrícolas equivalentes, os preços de varejo não voltam aos mesmos níveis que eram observados antes das mudanças de preços.

Capps Jr e Sherwell (2007) testaram a transmissão assimétrica de preços e calcularam as elasticidades da transmissão entre os níveis de fazenda e varejo para sete cidades dos EUA, entre 1994 e 2002. Os resultados empíricos sugerem que o processo de transmissão do preço de fazenda-varejo para o leite é assimétrico. As elasticidades de transmissão de preço, em conjunto com o aumento dos preços agrícolas, são geralmente maiores do que as elasticidades correspondentes associadas à queda dos preços agrícolas, mas todas são bastante inelásticas.

Fałkowski (2010) examinaram o mecanismo de transmissão de preços entre agricultores, processadores e varejistas na Polônia. Os resultados sugerem que a transmissão de preços entre os níveis de fazenda e varejo é afetada por assimetrias de curto e longo prazo. Além disso, o comportamento dos preços no setor do leite fluido na Polônia é consistente com a utilização do poder de mercado pelo setor a jusante.

O trabalho de Rezitis e Rezitis (2011) investigou o ajuste não linear entre os preços ao consumidor e ao produtor no setor de leite grego. Os resultados rejeitam a hipótese nula de cointegração linear em favor de um modelo de cointegração de limiar de 2 regimes. Nesse caso, os preços ao consumidor precisam aumentar mais rapidamente do que os preços ao produtor para restaurar o equilíbrio de longo prazo entre os preços do leite ao consumidor e ao produtor.

Bakucs, Fałkowski e Fertő (2012) investigaram o mecanismo de transmissão de preços em dois países da Europa Central e Oriental - Polônia e Hungria - e compararam os resultados com organizações de mercado de lácteos específicas para esses países. Usando a autorregressão do vetor cointegrado e controlando possíveis quebras estruturais, foi identificado que os preços do leite polonês, ao contrário dos húngaros, são caracterizados por assimetrias de curto e longo prazo.

Weldesenbet (2013) analisou a transmissão de preços entre os mercados produtor, atacadista e varejista de leite líquido na Eslováquia, usando dados mensais de 1993 a 2010. Os resultados mostram que as mudanças nos preços ao produtor causam mudanças nos preços no atacado e no varejo; há um *feedback* do varejo para os preços ao produtor. Além disso, a direção da causalidade entre os preços no atacado e no varejo flui nas duas direções. As

elasticidades de longo prazo da transmissão de preço são maiores do que as elasticidades de curto prazo.

Lajdová e Bielik (2015) analisaram a transmissão de preços do setor de laticínios na Eslováquia e examinaram a natureza dos ajustes de preços e a eficiência do mercado ao longo da cadeia vertical, no período de 2004 a 2012. Revelou-se que as séries temporais eram cointegradas, significando que existia uma relação de longo prazo entre elas. Os resultados demonstraram a existência de um poder de mercado do lado da procura, a existência de estruturas imperfeitas de mercado e que o fato do leite ser uma mercadoria altamente perecível pode ser a explicação para a assimetria dos ajustes de preço.

Acosta e Valdés (2014) examinaram o grau de transmissão vertical de preços entre atacadistas e pequenos produtores de leite para avaliar o nível de eficiência da cadeia do mercado de laticínios no Panamá. Os resultados apontam para duas questões principais: uma transmissão unidirecional dos preços do leite dos produtores para o atacadista e que a transmissão dos preços do leite é assimétrica, dependendo se os preços estão aumentando ou diminuindo.

Dudová e Bečvářová (2015) focaram sua análise na transmissão de preços dentro da cadeia de *commodities* de leite na República Tcheca. Os resultados mostraram uma transmissão de preços assimétrica na direção da oferta. Na direção da demanda foi encontrada uma transferência de preços mais simétrica. A segunda parte da análise de transmissão de preços, focada na análise das diferenças de preços de mudanças de preços positivas e negativas, mostrou melhor transferência de aumentos de preços do que a transferência de reduções de preços nos mercados a jusante das cadeias de *commodities*.

Rosa, Weaver e Vasciaveo (2015) testaram a hipótese de assimetria e ineficiências de transmissão de preços na cadeia de laticínios da Itália, usando o modelo de oligopólio sucessivo de McCorriston e Sheldon, e encontraram evidências de transmissão de preço alterada e distribuição de excedente do consumidor ao longo da cadeia vertical no período examinado.

Weaver, Rosa e Vasciaveo (2016) examinaram a dinâmica de preços ao longo da cadeia de laticínios da Itália e ofereceram algumas evidências empíricas sobre a cointegração e transmissão assimétrica de preços em diferentes níveis de mercado. Os resultados apoiam a hipótese de que a estrutura e a política do mercado na cadeia de lácteos italiana não afeta a assimetria de preços. No entanto, para o mercado da manteiga, a intervenção pública parece

ter gerado um comportamento especulativo entre os operadores e gerado respostas assimétricas dos preços às variações positivas / negativas dos preços.

Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) analisaram a estrutura do mercado de laticínios chileno. A análise quantitativa mostra que existe uma assimetria na transmissão dos preços, transmitindo os efeitos negativos mais rapidamente do que os positivos. Os resultados obtidos indicam ainda que a indústria nacional chilena apresenta uma concentração preocupante, formando um oligopsônio com os processadores de leite, o que faz com que estes tenham um alto poder de mercado e influenciem no preço.

Setianti, Ekowati e Setiadi (2017) verificaram a integração de mercado do setor de laticínios entre distritos da Indonésia. Os resultados mostraram que houve uma integração entre o preço do leite em nível da indústria de processamento de laticínios e houve correlação de causalidade na área de negócios dos laticínios analisados, e que o sistema de integração de mercado funciona com eficiência.

Kharin (2018) investigou a transmissão vertical de preços ao longo da cadeia de abastecimento de leite no mercado russo. Não foi encontrada nenhuma evidência empírica para a cointegração entre preços da fazenda e preços de varejo. No entanto, existe causalidade bidirecional dos preços agrícolas aos preços de varejo e vice-versa. Sendo, a resposta do preço de varejo a uma mudança no preço de varejo é maior e um pouco mais longa do que a resposta do preço de varejo a uma mudança no nível da fazenda. Os resultados suportam a suposição de que as mudanças de preço não são transmitidas de maneira eficiente de um nível para outro.

Stubley et al. (2018) tiveram como objetivo investigar a transmissão do preço do leite entre os produtores e os varejistas no Reino Unido para entender a influência dos grandes varejistas no mercado. As principais conclusões foram que existe uma transmissão unidirecional dos preços do leite no Reino Unido entre produtores e varejistas que vai do varejista ao produtor, mas não do produtor ao varejista.

Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) examinaram o grau de transmissão vertical de preços entre os preços do leite na fazenda e os preços do leite no varejo, a fim de avaliar o nível de eficiência do mercado de lácteos mexicano. Foi identificada uma transmissão unidirecional do preço agrícola para o preço de varejo, juntamente com a existência de transmissão assimétrica de preços que depende se os preços do leite estão aumentando ou diminuindo.

Ramoshaba, Belete e Jan Hlongwane (2019) investigaram a natureza do mecanismo de transmissão de preços do leite pasteurizado líquido na África do Sul entre 2000 e 2016. E descobriram que existe uma relação causal bidirecional entre os preços do processador e os preços da fazenda (pagos aos produtores), e entre os preços de varejo e do processador. Por outro lado, identificaram também que os preços de varejo têm um efeito de causalidade unidirecional sobre os preços na fazenda.

Borawski et al. (2020) analisaram a relação entre os preços de varejo do leite pasteurizado e outros produtos alimentícios na Polônia durante o período de 2004 a 2018. Os resultados indicam que o mercado de leite teve uma resposta significativa por ser um dos poucos fortemente administrado pela União Europeia. Essas políticas levaram a um aumento significativo dos preços do leite no período analisado. Essa situação mudou quando os limites de produção foram eliminados após 2015.

2.2.3. Estrutura de Mercado

Como apontado nos trabalhos de Fałkowski (2010); Lajdová e Bielik (2015); Rosa, Weaver e Vasciaveo (2015); Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) a concentração do poder de mercado ou poder de oligopólio é um dos principais fatores que contribuem para a existência de assimetrias no processo de transmissão de preços entre os níveis na cadeia produtiva de leite e derivados.

Esse poder de mercado pode existir tanto lado dos produtores quanto do lado dos processadores e varejistas. Neste sentido, os trabalhos de Chidmi, Lopez e Cotterill (2004), Ahn e Sumner (2009) Ahn e Sumner (2012), Cakir e Balagtas (2012), Tekgürç (2013), Guo e Chen (2016), Madau, Furesi e Pulina (2016), e Grau e Hockmann (2017) se debruçaram em analisar a estrutura do mercado de leite e laticínios.

Chidmi, Lopez e Cotterill (2004) buscaram avaliar os impactos do poder de oligopólio por parte dos varejistas sobre os preços do leite fluido em Boston. Os resultados mostraram que os aumentos de preços causados pelo poder de oligopólio superaram em quase sete vezes os causados pelo *Northeast Dairy Compact* – acordo que estabeleceu um preço mínimo para o leite nos seis estados participantes da Nova Inglaterra.

Ahn e Sumner (2009) investigaram o poder de mercado político revelado no padrão de discriminação de preços das ordens de comercialização de leite dos EUA. Seus resultados

mostram que o padrão de preços que maximizaria os lucros do produtor, se os produtores operassem um cartel com poder de monopólio em um mercado regional, estaria muito acima dos reais diferenciais de preços estabelecidos pelo governo entre o leite usado para produtos fluidos e o usado para produtos manufaturados.

Ahn e Sumner (2012) buscaram estimar uma equação empírica de preço que contém o parâmetro do poder de barganha como um indicador da competição entre fornecedores de leite dos EUA. Os resultados das estimativas indicam que o poder de barganha relativo das cooperativas de laticínios na definição dos preços regionais do leite cru é pequeno em comparação com o poder dos engarrafadores de leite.

O trabalho de Cakir e Balagtas (2012) adotou um modelo econométrico estrutural de relações verticais para identificar o comportamento de preços na cadeia de abastecimento de leite fluido nos Estados Unidos. O modelo consiste em um sistema de equações que permite estimar o poder de oligopólio das cooperativas de laticínios e empresas a jusante, explorando as regulamentações federais de pedidos de comercialização de leite para identificar o custo marginal das cooperativas. Os achados da pesquisa evidenciam que a concentração na comercialização de leite, processamento e no varejo nos Estados Unidos criaram um potencial para as empresas na cadeia de abastecimento de leite exercerem poder de mercado.

Tekgürç (2013) buscou verificar se as empresas de processamento de laticínios abusam de seu poder de mercado para aumentar os lucros às custas de outras na cadeia de comercialização, estudando a transmissão de preços dos agricultores para os consumidores finais. Foram encontradas evidências de uma tendência de queda no preço do leite no atacado, sem um declínio correspondente nos preços no produtor. A tendência de queda coincide com o aumento da concorrência na indústria de laticínios e com a crescente participação de mercado do setor formal em detrimento do setor informal. De modo que as principais empresas de processamento de laticínios expandem sua participação no mercado e, ainda assim, continuam a desfrutar de lucros saudáveis graças aos retornos crescentes devido às economias de escala em suas operações de processamento e distribuição em um mercado em crescimento.

Guo e Chen (2016) investigaram o poder de mercado da indústria de laticínios na China. Especificamente, os autores analisam o poder de mercado para diferentes tamanhos de empresas, localizações de regiões e cidades. Os resultados mostram que a indústria de laticínios chinesa como um todo é uma indústria competitiva, no entanto, as grandes empresas ganharam considerável poder de mercado.

Madau, Furesi e Pulina (2016) buscaram estimar a existência de poder de compra no mercado italiano de leite fresco. Os resultados estimados sugerem que existe poder de compra na cadeia de abastecimento de leite fresco italiano e que o comportamento oligopsonístico afeta a diferença entre os preços a jusante e a montante. E Grau e Hockmann (2017) analisaram o poder de mercado na cadeia de valor do leite alemão. Os resultados indicam uma concorrência quase perfeita no mercado de leite cru e uma concorrência imperfeita no mercado de produção de lácteos, que, no entanto, está longe de ser monopsônio.

No Brasil, Camilo (2019) analisou a influência criada pelas *Trade Company* no mercado nacional de leite e derivados lácteos, promovendo por meio da oferta, a regulação dos preços destes produtos no mercado e assim desdobrando flutuações nos preços praticados por toda a cadeia produtiva do leite. As informações e dados apresentados fundamentaram análises que apontam para o fato de que grandes empresas multinacionais oligopolizadas presentes no Brasil mantêm mecanismos de controle de preço, des/abastecimento, redução de capacidade ociosa (para unidades industriais) em níveis regionais, por meio de um amplo processo especulativo promovido em nível internacional, onde grandes volumes de derivados lácteos são comercializados, importados ou exportados de vários países do mundo, inclusive do Brasil.

Sob tais condições os preços praticados internamente são controlados de forma direta pelas empresas, e estas por sua vez convertem e manejam suas políticas de pagamento ao produtor, e preços ao consumidor de forma a garantirem seus lucros mesmo frente as sazonalidades produtivas ou de demanda. Da mesma forma garantem sua receita mesmo sob distintas condições com as quais as questões estruturais e conjunturais da economia configuram o mercado.

2.2.4. Gestão de Riscos e Previsibilidade no Mercado do Leite

O leite é considerado como uma das *commodities* agrícolas mais voláteis no mercado internacional (ACOSTA; ILHES; ROBLES, 2014). O aumento da volatilidade impõe desafios adicionais ao planejamento de negócios, ao pagamento de dívidas e, até a solvência dos negócios. Essa volatilidade é, em grande parte, causada pelas próprias características do setor como a extrema perecibilidade do leite e seus derivados, a inelasticidade da demanda e o comportamento sazonal da produção. Porém, outros fatores como as mudanças nas políticas ou questões regulatórias e o aumento da exposição aos mercados internacionais também têm

contribuído para o aumento da volatilidade em diversos mercados (DONG; DU; GOULD, 2011).

Partindo dessa constatação diversos trabalhos têm se preocupado em analisar os mecanismos que são, ou podem vir a ser, utilizados pelos produtores para gerenciar e mitigar os riscos da atividade. Nesse sentido, o trabalho de Wolf (2012) examinou até que ponto as ferramentas de gerenciamento de risco de preços têm sido usadas, as características da fazenda e do operador que explicam o uso dessas ferramentas e os motivos pelos quais os produtores não as usam. A pesquisa foi realizada em Michigan, nos EUA, considerando como período de análise os anos entre 1999 e 2011.

Seus resultados indicaram que ao longo do período analisado o uso de ferramentas de gerenciamento de risco por parte dos produtores aumentou, e que o tamanho do rebanho e da propriedade foram positivamente relacionados à adoção de ferramentas de gestão de risco, enquanto a idade do operador foi negativamente relacionada. As razões pelas quais os agricultores não usaram ferramentas de gerenciamento de risco de preço incluíram risco de base, custo, falta de tempo de gerenciamento, filiação à cooperativa e falta de compreensão.

Dentre os tipos de ferramentas geralmente utilizadas para a gestão de risco estão a adoção de cotas de produção, programas que visão garantir a renda dos produtores como as políticas de preços mínimos e margem de renda, e contratos futuros com preços preestabelecidos.

Os sistemas de cotas de produção foram adotados em diversos países e regiões do mundo e as implicações desse sistema foram estudadas nos trabalhos de Frahan et al. (2011), Cairns e Meilke (2012), Briner e Finger (2013), Chernoff (2015) e Atsbeha (2017). Frahan et al. (2011) avaliaram a oferta no nível da fazenda e os efeitos da renda decorrentes da eliminação das cotas de leite e da redução dos preços ao produtor nas fazendas leiteiras belgas. Levando em conta a heterogeneidade das fazendas, as simulações mostraram que as fazendas leiteiras sem cotas podem responder de forma diferente às mudanças nos preços e mudanças estruturais que podem ocorrer no setor de laticínios. A remoção da quota com uma redução de 20 por cento nos preços do leite mantém a oferta agregada de leite e a renda agrícola aproximadamente no mesmo nível do ano de referência de 2006.

Cairns e Meilke (2012) tiveram como objetivo explorar as razões para o aumento nos valores das cotas de produção no Canadá e avaliar os efeitos de bem-estar e distribuição de cada um dos dois esquemas de política de cotas adotados no país. Os resultados sugerem que

o aumento nos valores das cotas foi motivado por fatores econômicos básicos e que as perdas de eficiência da intervenção na troca de cotas não são triviais.

Chernoff (2015) buscou desenvolver um modelo de demanda dos agricultores por cotas e estimar um parâmetro estrutural necessário para os experimentos contra fatuais, no período de 1993 a 2011 também no Canadá. Os experimentos indicam que o preço das cotas poderia ser reduzido ao preço máximo por meio de uma expansão de 4,16% da oferta agregada de cotas, ou por meio da liberalização moderada do comércio de laticínios canadenses. O autor desenvolveu um modelo de demanda de cotas pelos agricultores e calibrou um parâmetro estrutural necessário para experimentos com alternativas. Esses experimentos indicaram que o preço da cota poderia ser reduzido, seja pela expansão da oferta da cota, seja pela liberalização moderada do comércio canadense de produtos lácteos.

Briner e Finger (2013) aplicaram um modelo bioeconômico para avaliar dois sistemas de cotas produção de leite na Suíça. Os resultados mostram que a margem bruta é ligeiramente superior no contrato anual do que no contrato mensal. A variabilidade da margem bruta também é maior no contrato anual do que no contrato mensal. Se o agricultor for considerado avesso ao risco, em ambos os contratos ele pode reduzir o coeficiente de variação da margem bruta em quase 20% com custos de oportunidade abaixo de 1% da margem bruta. Para reduzir a variabilidade da margem bruta em ambos os contratos, o tamanho da matéria-prima precisa ser aumentado. Esse aumento, entretanto, deveria ser consideravelmente maior no contrato mensal do que no contrato anual.

Já Atsbeha (2017) estimou a probabilidade de excesso de produção e a importância relativa das mudanças de preços em diferentes mercados para fazendas leiteiras islandesas. Os resultados indicam que a fazenda média planeja exceder sua cota, e que as mudanças de preço no mercado de leite excedente são aproximadamente três vezes mais eficazes na geração de resposta da oferta do que as mudanças de preço no mercado de leite com cota.

Outra possibilidade é a adoção de programas que visam garantir uma margem de renda aos produtores, como o *Income Over Feed Cost* - IOFC, o Seguro de Margem Bruta de Pecuária, o *Northeast Diary Compact*, o Contrato de Perda de Renda do Leite e os Pedidos Federais de Comercialização de Leite, praticados nos Estados Unidos. Os trabalhos de Bozic et al. (2012), Valvekar et al. (2011), D'antoni e Mishra (2012), Cotterill (2005), Bolotova (2016) trataram da adoção desses programas nos EUA; já Costa- Font e Revoredo-Giha (2017) discutiram a adoção de contratos de comercialização de leite no Reino Unido, e

Brambila-Paz et al. (2013) buscaram determinar o preço mínimo que deveria ser pago aos produtores de leite no México, para reduzir a dependência da importação.

Bozic et al. (2012) analisam a adoção de programas de gestão de risco que abordam o *Income Over Feed Cost - IOFC* (risco de margem de renda sobre custo de ração). Para tanto, foram estimadas as margens futuras da IOFC usando preços futuros de leite, milho e farelo de soja. A análise incluiu a dinâmica das margens IOFC realizadas em 2009 sob 4 estratégias diferentes de gestão de risco. Os resultados indicam que as estratégias tiveram sucesso na redução do declínio nas margens IOFC em 2009 em 93% para o perfil *Home-Feed* e por 47% para o perfil *Market-Feed*, e eles tiveram um desempenho substancialmente melhor do que as estratégias alternativas sugeridas pela literatura.

Valvekar et al. (2011) investigaram a interação entre as preferências de risco do produtor, o desenho do contrato e o subsídio do Seguro de Margem Bruta de Pecuária para Gado Leiteiro - programa de seguro ressegurado pelo governo federal que permite aos produtores de laticínios dos Estados Unidos estabelecer níveis mínimos de receita de leite sem custos de ração. Foi encontrado que a cobertura ideal total aumentou significativamente com o nível de risco de aversão em franquias mais baixas, mas que, conforme o nível de franquia aumentou, o nível de aversão a risco teve um impacto menor nas coberturas ideais totais. Conforme esperado, nos mesmos níveis de franquia e aversão ao risco, a inclusão de um subsídio de prêmio aumentou a cobertura ótima total.

Cotterill (2005) buscou identificar os impactos do *Northeast Diary Compact* – acordo que estabeleceu um preço mínimo para o leite nos seis estados participantes da Nova Inglaterra – sobre os preços do leite. Seus achados indicam que o *Compact* aumentou o preço do leite cru de 2 a 3 centavos por galão, e que se o acordo não estivesse em vigor durante os primeiros três anos de operação, os preços do leite cru teriam sido aproximadamente 10 centavos mais baixos. Com o tempo, os preços de varejo subiram muito mais do que 2-3 centavos porque outros custos aumentaram e as empresas de processamento aumentaram o conluio tácito e os lucros líquidos.

D'antonio e Mishra (2012) investigaram os fatores que afetam a decisão de um fazendeiro de participar do MILC (Contrato de Perda de Renda do Leite) - programa de apoio à renda anticíclico que foi projetado para fornecer suporte de preço aos produtores de leite dos EUA. Foi identificado que a participação no programa MILC foi positivamente correlacionada com o nível educacional do agricultor, a participação no programa de subsídio de divisão de custos de certificação orgânica, trabalho fora da fazenda pelos cônjuges e

manutenção de registros financeiros; e negativamente correlacionada com o preço do leite. Também se verificou que fazendas de leite de médio porte têm mais probabilidade do que grandes fazendas de participar do programa.

Bolotova (2016) analisou o comportamento de preços dos FMMOs (Pedidos Federais de Comercialização de Leite), durante três regimes de preços do leite: Série de preços de Minnesota – Wisconsin (1960 – 1995), *Basic Formula Price* (1995–1999) e *Multiple Price* do componente (2000-2016). A evidência empírica apresentada no artigo indica que as mudanças no nível do preço do leite foram menores em magnitude. No entanto, as mudanças na volatilidade do preço do leite foram dramáticas. Há evidências empíricas indicando que o preço do queijo à vista da Bolsa privada é o principal determinante do preço do leite de Classe III, o que é consistente com o desenho de preços do leite de Classe III durante os regimes de preços do leite de FMMOs analisados.

Brambila-Paz et al. (2013), por sua vez, buscaram determinar o preço mínimo que deveria ser pago aos produtores de leite no México, para que, a longo prazo, a dependência da importação de leite fosse reduzida sem aumentar o preço ao consumidor. Os resultados indicam que a estrutura de produção de 50, 21 e 29% por sistema intensivo, sistema semi-intensivo e familiar, mude para 71, 15 e 14%, respectivamente. Com essa estrutura produtiva, os produtores de leite aumentariam seu poder de barganha e permitiriam obter uma parcela maior do preço pago pelo consumidor. De modo que o preço mínimo ao produtor pudesse aumentar sem necessariamente aumentar o preço ao consumidor.

Já Costa-Font e Revoredo-Giha (2017) buscaram identificar quais fatores impulsionam os preços dos contratos de laticínios no Reino Unido. Os resultados indicam que os fatores de mercado influenciam os preços dos contratos e que, na maior parte, seu efeito é diferente por tipo de contrato, com cada contrato se ajustando em velocidades diferentes aos choques dos períodos anteriores. Os autores também destacam que os preços dos contratos dependem também de uma série de fatores que parecem mudar de importância ao longo do tempo. Além disso, os resultados sugerem que a eliminação das cotas de leite não teve impacto significativo no comportamento dos preços dos contratos.

No Brasil, Siqueira et al. (2008) avaliaram a viabilidade da introdução de contratos futuros de leite analisando atributos específicos de *commodities* e aspectos relacionados ao mercado para leite cru resfriado, leite de ultra alta temperatura (UHT) e leite em pó. A constatação foi que o leite cru é o mais indicado para a negociação futura, pela alta

volatilidade de seus preços, natureza competitiva de seus mercados, ausência de ferramentas de gestão de risco concorrentes e impossibilidade de hedge cruzado.

Em entrevistas com os 100 maiores produtores de leite, Siqueira et al., (2008) verificaram ainda que aproximadamente 92% desses tinham interesse em adotar contratos futuros de leite como ferramentas de gerenciamento de risco de preço. Concluindo que seria esta uma alternativa eficaz para reduzir as distorções de mercado e financeiras inerentes ao segmento.

No entanto, para realizar negociações em mercados futuros, bem como firmar qualquer tipo de contrato com preços pré-estabelecidos é necessário que os produtores consigam fazer alguma estimativa do comportamento dos preços, a fim de comparar suas alternativas e escolher a melhor opção. Nesse sentido, recentemente começaram a surgir estudos que se propõem a desenvolver modelos que possibilitem essa previsão. Nesta revisão, foram encontrados os trabalhos de Septiani et al. (2017); Bergmann, O'connor e Thümmel (2019) e Váryová et al. (2019).

Septiani et al. (2017) formularam um modelo para calcular o preço do leite ao nível do agricultor com base no risco na região de West Java, na Indonésia. A pesquisa construiu uma relação entre os riscos nas pequenas propriedades leiteiras e os custos de produção a serem incorridos pelos produtores. O trabalho de Bergmann, O'connor e Thümmel (2019) teve como objetivo realizar previsões pontuais e de densidade de vários modelos de séries temporais para os preços do leite na porta da fazenda na Alemanha, Irlanda e para uma série de preços médios da UE e avaliá-las usando uma estrutura de janela móvel. Os resultados da avaliação mostram que os modelos do tipo ARIMA funcionam bem em horizontes de previsão curtos (1 a 3 meses).

Váryová et al. (2019) buscaram analisar a evolução dos preços médios do leite no período de 2006 a 2018 na Eslováquia e prever a evolução desses preços até junho de 2019. Para tanto, foi utilizada a metodologia Box-Jenkins. Já Vries e Feleke (2008) avaliaram a precisão de 3 métodos que de previsão de preços no *Federal Milk Marketing Order 6* (Flórida). As previsões foram feitas de 1 a 12 meses no futuro, no período de janeiro de 2003 a maio de 2007. O método CURRENT assumiu que os preços uniformes do leite futuros eram iguais ao último preço uniforme do leite anunciado. Os métodos F + BASIS e F + UTIL foram baseados nos mercados futuros de leite porque os preços futuros refletem a expectativa do mercado dos preços à vista das classes III e IV que são anunciados mensalmente pelo USDA. O método F + BASIS adicionou uma média móvel exponencialmente ponderada da diferença

entre o preço à vista da classe III e o preço uniforme histórico do leite (também conhecido como base) ao preço futuro da classe III. O método F + UTIL usou os preços futuros da classe III e IV, o preço da manteiga anunciado mais recentemente e utilizações históricas para prever os preços do leite desnatado, preços da gordura da manteiga e utilizações em todas as 4 classes.

2.3. Considerações Finais

Esta revisão de literatura teve como objetivo identificar e analisar os estudos realizados nacional e internacionalmente nas últimas duas décadas, que abordam o mercado do leite, focando principalmente na questão dos preços. Utilizando a metodologia de coleta de revisão sistemática foram identificados 71 trabalhos, os quais foram analisados de forma quantitativa e qualitativa.

A parte quantitativa consistiu em analisar o perfil dos trabalhos em termos de período de publicação, país ou países analisados, e periódico no qual foi publicado. Os trabalhos foram separados em quatro grupos de acordo com o assunto tratado: 32 trabalhos trataram da questão da transmissão de preços, sendo 12 estudos focados na transmissão espacial, 18 na transmissão vertical, e 2 estudos que trataram tanto da transmissão espacial quanto da vertical; 18 trabalhos discutindo a questão da gestão de riscos na comercialização de leite, dos quais 13 discutiram a aplicação e as implicações de ferramentas de gestão de risco com contratos de comercialização, cotas de produção, programas de garantia de renda e política de preços mínimos, 1 trabalho discutiu os fatores determinantes da adoção dessas ferramentas, e 4 buscaram desenvolver e/ou avaliar modelos de previsão de preços; outros 12 trabalhos discutiram fatores que influenciam a produção e o comportamento dos preços do leite como os preços da ração e da carne da carne bovina e a sazonalidade; e 9 trabalhos analisaram e discutiram a estrutura da cadeia produtiva de leite e derivado investigando a presença de poder de mercado.

Já na análise qualitativa os trabalhos foram agrupados de acordo com o assunto principal que abordavam e assim construída uma síntese de seus principais achados e constatações. Dentre os fatores identificados como capazes de influenciar tanto o volume produzido quanto o comportamento dos preços, destacam-se as condições climáticas, que determinam o comportamento sazonal da produção forçando movimentos de elevação ou baixa dos preços, e os preços da ração e da carne bovina que tem impacto direto na tomada de

decisão dos produtores de investir ou não na formação de rebanho para aumentar a produção da propriedade.

Como elemento desestabilizador destas relações tem-se os processos de transmissão de preços. No caso da transmissão entre mercados, ou transmissão espacial, a análise dos diversos estudos permite concluir que os preços do leite no mercado internacional costumam influenciar os preços praticados no mercado interno. Fator que também contribui para a instabilidade de preços nos mercados locais, uma vez que ficam suscetíveis a choques de preços causados por fatores externos.

Com relação à transmissão vertical de preços entre os níveis que compõe a cadeia de produção de leite e laticínios, todos os trabalhos analisados concluem por sua existência. No entanto, não há um consenso sobre o sentido no qual esta transmissão se dá. Existem tanto estudos que indicam que a transmissão ocorre no sentido do setor produtivo para os processadores e varejistas, quanto trabalhos relatando a ocorrência da transmissão no sentido oposto.

Outro fator relevante que deve ser considerado no estudo dos determinantes da formação de preços do leite é o desequilíbrio das relações de mercado entre produtores e processadores. Esse fator também é apontado como determinante das relações assimétricas de transmissão de preços entre os níveis de mercado.

Todo este cenário coloca o setor produtivo em uma condição de vulnerabilidade, que atinge principalmente os pequenos produtores, muitas vezes inviabilizando a sua permanência na atividade. Assim, torna-se cada vez mais necessária a discussão a respeito da adoção de ferramentas para tentar mitigar os riscos da atividade, bem como proteger a renda dos produtores, especialmente os pequenos. A negociação em mercados futuros vem sendo defendida como uma possível e interessante ferramenta para tal finalidade.

No entanto, para maximizar os resultados ao negociar nesse tipo de mercado é necessário que os produtores e demais participantes do mercado consigam fazer estimativas de preços à longo prazo que subsidiem a tomada de decisão. Nesse sentido, a compreensão do comportamento dos preços é apontada como um elemento crítico, capaz influenciar significativamente os retornos obtidos em tais negociações. Visando atender a esta finalidade, faz-se crescente o interesse por modelos de previsão de comportamento de preços.

Diante do quadro exposto, podem ser levantadas sugestões de pesquisa para aprofundar a compreensão sobre os temas debatidos. A primeira seria uma análise dos

processos de transmissão espacial de preços entre o mercado internacional e o Brasil, visto que os poucos trabalhos realizados nessa temática focaram na transmissão entre os estados brasileiros produtores de leite (FERNANDES; BRAGA; LIMA, 2008; CARVALHO et al., 2014; RAMOS et al., 2018; MEDEIROS; MORAES; BENDER FILHO, 2017).

Outra possibilidade, tendo vista o crescente interesse pela adoção de negociações de leite em mercados futuros, seria o desenvolvimento de um modelo de previsão para o comportamento dos preços do leite ajustado às características do mercado nacional. Estas questões serão, portanto, exploradas nos próximos capítulos da tese.

Como limitação, destaca-se que, pelo fato de a coleta de dados ter ocorrido em agosto de 2020, os resultados em termos de número de publicações daquele ano, podem não refletir completamente a realidade.

Capítulo 3: TRANSMISSÃO ESPACIAL DE PREÇOS

3. Introdução do Capítulo 3:

A globalização e a consequente integração dos mercados, resultante do aumento dos fluxos de mercadorias, informações e capitais, fazem com que os preços de determinados produtos sejam influenciados não apenas pela oferta e demanda existentes na região produtora, mas também pelas ofertas e demandas das demais regiões que compõem os sistemas de mercados integrados (MEDEIROS; MORAES; BENDER FILHO, 2017).

Tal conceito se baseia nos princípios da Lei do Preço Único (LPU), formulada por Mundlak e Larson (1992), segundo a qual, em situações iguais de concorrência, dois produtos homogêneos vendidos em países ou regiões diferentes, na ausência de barreiras de comércio e custos de transporte, devem ser ofertados pelo mesmo preço quando expresso na mesma moeda (KRUGMAN; OBSTFELD, 2005).

A validade da Lei do Preço Único está diretamente relacionada ao processo de arbitragem entre regiões que tende a igualar os preços nos dois mercados no longo prazo. Mediante a arbitragem os mercados que tenham os maiores preços tendem à redução, por causa do aumento da oferta. Em contrapartida, os mercados com preços baixos serão levados ao aumento de preços, em razão do aumento na demanda. Esse processo ocorre até que os preços se tornem iguais em diferentes países (BARBOSA; MARGARIDO; JUNIOR, 2002).

Nesse sentido, a análise da transmissão de preços entre regiões fornece informações importantes a respeito das operações e funcionamento do mercado. No qual, o preço é consequência de um conjunto de serviços de comercialização, a partir do resultado de uma demanda e de uma oferta por tais serviços. O preço é ainda visto como um mecanismo que promove a união em vários mercados, através da dinâmica que permite obter informações de grande relevância e compreender como o mercado se comporta (GOODWIN; HARPER, 2000; RAMOS, 2018).

Em relação à transmissão de preços entre mercados há duas vertentes: transmissão vertical de preços e transmissão horizontal de preços. A transmissão vertical de preços ocorre quando uma variação relativa no preço em um determinado nível de mercado influencia a variação no preço em outro nível. Um exemplo comum de transmissão vertical são os choques de preços no atacado que afetam os preços no âmbito do produtor e no do varejo (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018).

Já a transmissão horizontal ocorre quando uma variação de preços em um mercado, influencia variações de preços em outros mercados, ou quando os preços de uma mercadoria são transmitidos para outra. A primeira forma é geralmente chamada de transmissão espacial de preços. No entanto, existem diversas denominações para caracterizar o grau de transmissão espacial de preços: integração espacial de mercados, eficiência espacial, lei do preço único e condição de arbitragem espacial. Sendo que o grau de integração entre os mercados pode variar, implicando em assimetrias na transmissão dos preços (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018).

A questão da transmissão espacial de preços é particularmente importante, visto que mede a extensão e a velocidade com que os choques de preços são transmitidos entre locais separados espacialmente (AMIKUZUNO, 2009). No mercado do leite, essa transmissão é verificada principalmente entre mercados de diferentes regiões/ países ou do mercado internacional para os mercados nacionais ou regionais.

Nessa perspectiva, o objetivo deste capítulo é verificar a existência de processos de transmissão espacial para os preços pagos aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Para tanto, a metodologia utilizada é a dos Vetores Autorregressivos (VAR) e três hipóteses são investigadas:

- *H1: Há transmissão de preços do mercado internacional de leite para os preços pagos do mercado brasileiro*
- *H2: Há transmissão de preços do mercado internacional para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*
- *H3: Há transmissão de preços do mercado nacional para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*
- *H4: Há transmissão de preços dos mercados regionais para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*

Para realizar a análise foram coletadas as séries de preços seis principais países/regiões exportadores de leite do mundo, sendo estes Argentina, Brasil, Estados Unidos, Nova Zelândia, União Europeia e Uruguai; dos dez maiores estados produtores de leite no Brasil (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo); e de nove importantes mesorregiões produtoras de leite no país - região de Campinas; Centro Oriental Paranaense; região Metropolitana de

Belo Horizonte; Oeste do Paraná; região de São José do Rio Preto; Sul e Sudeste de Minas Gerais; Sul de Goiás; região do Vale do Rio Doce e região da Zona da Mata Mineira.

Além desta introdução, este capítulo conta com um tópico destinado a apresentação do referencial teórico utilizado para a construção da pesquisa, seguido pelos aspectos metodológicos, apresentação e análise dos resultados, e considerações finais.

3.1.Referencial Teórico:

3.1.1. Integração de Mercados e Transmissão espacial de preços no mercado do leite

A integração de mercado é um conceito multidimensional que se relaciona com o fluxo de bens e informações através do espaço, tempo e forma. A primeira definição deste conceito é atribuída a Cournot (1838) que afirmou que um mercado integrado é um território inteiro, cujas partes estão tão conectadas por relações de comércio irrestrito e que os preços prontamente e rapidamente alcançam o mesmo nível em todo o território (ROMAN; ŽÁKOVÁ KROUPOVÁ, 2022). Nessa perspectiva, a integração de mercado poderia se dar em três dimensões: vertical (ao longo da cadeia de suprimentos), horizontal (entre locais) e intertemporal (entre os mercados à vista e futuros ou futuros) (GOODWIN et al., 2021).

O conceito de integração horizontal de mercados deriva dos princípios da Lei do Preço Único (LPU), formulada por Mundlak e Larson (1992), segundo a qual em situações iguais de concorrência, dois produtos homogêneos vendidos em países ou regiões diferentes, na ausência de barreiras de comércio e custos de transporte, devem ser ofertados pelo mesmo preço quando expresso na mesma moeda (KRUGMAN; OBSTFELD, 2005). A LPU apresenta ainda como as variações dos preços internacionais afetam o comportamento dos preços domésticos. De modo que o preço doméstico de um produto pode ser definido como função de preços domésticos, internacionais e da taxa de câmbio nominal (KRUGMAN; OBSTFELD, 2005). Definida pela equação:

$$P_{it} = \alpha + \beta P_{jt} + ut \quad (1)$$

Onde:

- P_{it} e P_{jt} : preços de uma *commodity* nos mercados de duas regiões i e j, para um dado período t;
- α : constante;
- ut : termo de erro;

- β : coeficiente de elasticidade de transmissão de preço entre as regiões.

O coeficiente β pode ser afetado pela política comercial adotada nos países e pelo grau de integração do produto com o mercado (BARBOSA; MARGARIDO; JUNIOR, 2002). Goodwin e Schroeder (1991) destacam que o conceito ligado à LPU preconiza que os mercados são considerados integrados à medida que interagem comercialmente e possuem uma arbitrariedade comum.

A integração de mercados permite que as informações de preços sejam transmitidas mais eficientemente, beneficiando a especialização e as decisões que envolvem a comercialização, bem como a movimentação do produto, o que resulta em uma relação de equilíbrio de longo prazo, de modo que os preços em diferentes regiões evoluem de forma semelhante ao longo do tempo (GOODWIN; SCHROEDER, 1991).

Nesse sentido, Roman (2020) destaca que a integração é uma condição necessária, mas não suficiente para a ocorrência de eficiência de alocação de um mercado e otimização do bem-estar econômico global, estando relacionada com a transferência de excedentes de oferta de áreas excedentárias para áreas com escassez. De acordo com a autora, em mercados espacialmente integrados, os sinais são transferidos entre regiões superavitárias e deficitárias, tendo como efeito a especialização do comércio e da produção. Como resultado da troca de bens, serviços ou informações, há um ajuste mútuo de demanda, oferta e preços, o que leva a uma ótima alocação de recursos.

Da mesma forma, a ausência de integração de mercado ou a incompleta operação de transmissão de preços de um mercado para outro, tem importantes consequências para o bem-estar econômico (RAPSOMANIKIS, HALLAM e CONFORTI, 2004). Em mercados não integrados pode haver informações inconsistentes de preços, ocasionando distorções nos processos de negociação dos agentes e direcionando para uma movimentação ineficiente de produtos (PEREZ; BACHA, 2007).

O grau de integração entre mercados pode ser medido pela velocidade e intensidade em que choques de oferta ou de demanda provenientes de uma região são transmitidos para outras, podendo ocorrer de forma perfeita ou imperfeita (assimétrica) (FACKLER; GOODWIN, 2001; MEYER; CRAMON-TAUBADEL, 2004). Nessa perspectiva, existe um mercado primário no qual as condições de preços são determinadas e um mercado secundário que se adapta à realidade do primeiro (COSTA; FERREIRA FILHO, 2000; SANTANA; MEYER, 2003).

No caso do mercado do leite, a aplicabilidade da Lei de Preços Únicos (LPU) foi testada, recentemente, nos estudos de Vargova e Rajcaniova (2017) e Bakucs, Benedek e Ferto (2019). Vargova e Rajcaniova (2017) tiveram como objeto de análise os preços do leite nos países V4 - Hungria, Polônia, República Checa e Eslováquia – entre 2005 e 2017, e Bakucs, Benedek e Ferto (2019) analisaram os mercados de 20 países membros da União Europeia, entre 2002 e 2014. Ambos constaram a aplicabilidade da Lei de Preço Único, no entanto, Bakucs, Benedek e Ferto (2019) ponderam que distância geográfica pode afetar negativamente a probabilidade de transmissão perfeita de preços.

Dentro da perspectiva da LPU outro conceito amplamente estudado é o da transmissão espacial de preços. A transmissão espacial (ou horizontal) de preços ocorre quando uma variação de preços em um mercado, influencia variações de preços em outros mercados (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018). Os preços são, consequentemente, vistos como conectados por um equilíbrio estável de longo prazo, com as forças de atração desse equilíbrio resultando na correção dos desvios temporais que ocorrem devido a choques de oferta ou demanda (ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014).

Dessa forma, um aumento proporcional no preço internacional de uma *commodity* agrícola levará a um aumento igualmente proporcional de seu preço nos mercados domésticos, em todos os momentos, assumindo que os mercados estejam perfeitamente integrados (MUNDLAK; LARSON, 1992). De acordo com Conforti, (2004) há, pelo menos, seis fatores que podem afetar a transmissão espacial de preços, são eles:

- Custos de transação e transporte;
- Poder de mercado;
- Rendimentos crescentes de escala de produção;
- Diferenciação e homogeneidade do produto;
- Taxa de câmbio;
- Políticas alfandegárias e internas.

Recentemente, a transmissão espacial de preços entre mercados foi estudada nos trabalhos de Bakucs, Benedek e Ferto (2019); Hillen e Cramon-Taubadel (2019) e Kharin (2019). Bakucs, Benedek e Ferto (2019) analisaram a transmissão horizontal de preços entre os países membros da União Europeia. Seus resultados indicaram que o volume de leite comercializado e a adesão à zona do euro afetam positivamente a probabilidade de transmissão perfeita de preços, enquanto a distância geográfica afeta negativamente.

Hillen e Cramon-Taubadel (2019), por sua vez, analisaram a transmissão de preços entre os mercados alemão e suíço de leite, identificando que, no nível do produtor, os preços do leite para processamento de queijo estão menos fortemente ligados aos preços externos do que os preços do leite para a produção industrial de laticínios. O que sugere que é a diferenciação qualitativa dos produtos suíços que determina o grau e a velocidade da transmissão de preços.

Os trabalhos de Engler e Nahuelhual (2003); Acosta, Ihle e Robles (2014); Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017); e Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) também analisaram a questão da transmissão horizontal de preços no mercado do leite, buscando verificar a existência de transmissão dos preços internacionais do leite para os preços dos mercados locais do Chile, Panamá e México.

Engler e Nahuelhual (2003) e Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) verificaram que existe transmissão espacial assimétrica de preços entre o mercado internacional de laticínios e o preço pago ao produtor de leite no Chile. Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) constataram ainda que os choques negativos são transmitidos mais rapidamente do que positivos.

Resultado semelhante foi verificado por Acosta, Ihle e Robles (2014) e Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) ao examinar o grau de transmissão espacial entre os preços internacionais do leite e os preços dos mercados panamenho e mexicano, respectivamente. Foi identificado que a transmissão do mercado internacional para o local existe e que quando o preço internacional aumenta a velocidade do ajuste tende a ser significativamente mais lenta do que quando o preço internacional diminui.

Os estudos de Fernandes, Braga e Lima (2008), Carvalho et al. (2014), Ramos et al. (2018), e Medeiros, Moraes e Bender Filho (2017) trataram de analisar a transmissão espacial dos preços do leite entre regiões no mercado brasileiro. O estado de Minas Gerais foi identificado pelos três trabalhos como formador (ou mercado primário) do preço do leite pago aos produtores no Brasil. Esta posição, de acordo com Ramos et al. (2018) se explica devido à condição de maior produtor de leite do país, investimento em tecnologia e o grande número de indústrias de transformação instaladas.

Dissonante dos demais, o estudo de Medeiros, Moraes e Bender Filho (2017) aponta na direção oposta, afirmando que os preços dos estados da Bahia e do Paraná exercem maior influência sobre os preços pagos aos produtores pelo leite *in natura* nos demais estados

brasileiros pelo fato de possuírem custos de produção mais baixos em relação aos outros estados. Sobre o estado de Minas Gerais, os autores afirmam que este possui os custos de produção mais elevados, e que por isso não transmite seus preços para os outros estados, mesmo tendo grande representatividade na produção.

Já Siqueira, Kilmer e Campos (2010) examinaram as mudanças na integração espacial do mercado e na formação do preço do leite ao nível da fazenda após a desregulamentação do setor, identificando que o mercado lácteo brasileiro tem uma baixa velocidade de ajustamento a choques e não há um líder na formação do preço do leite no país.

3.1.2. Dinâmica do mercado mundial de leite e importações brasileiras

A produção mundial de leite em 2020 foi estimada em 532,3 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores, em ordem decrescente: União Europeia, Estados Unidos, Índia, China, Rússia, Brasil, Nova Zelândia, México, Argentina e Canadá (USDA, 2022). No entanto, quando se trata de exportação, esse cenário se altera. Segundo dados do USDA (2022) o maior exportador de leite do mundo é a Nova Zelândia, responsável por cerca de 22% do leite exportado, seguida pela Alemanha, com 10% das exportações, e Estados Unidos, com cerca de 8%. Na Tabela 3 são apresentados os 15 maiores exportadores de leite do mundo em 2020, bem como o montante (em dólares) exportado, e sua participação no total de exportações mundiais:

Tabela 3: Exportações Mundiais de Leite - 2020

País	Valor exportado (em dólares)	Participação
Nova Zelândia	6,5 bilhões	22,4%
Alemanha	2,9 bilhões	10,1%
Estados Unidos	2,3 bilhões	7,9%
Holanda	2,2 bilhões	7,5%
França	1,8 bilhão	6,2%
Bélgica	1,5 bilhão	5,2%
Austrália	946,4 milhões	3,3%
Polônia	833,8 milhões	2,9%
Irlanda	774,2 milhões	2,7%
Reino Unido	726 milhões	2,5%
Bielorrússia	597,7 milhões	2,1%
Arábia Saudita	528,8 milhões	1,8%
Argentina	519,3 milhões	1,8%
Hong Kong	514,8 milhões	1,8%
Uruguai	475,1 milhões	1,6%

Fonte: USDA (2022).

Os 15 países listados são responsáveis, em valor, por quase quatro quintos (79,5%) do leite exportado no mundo. É importante destacar que dentre os 10 maiores exportadores, 6 países estão no continente europeu, o que evidencia a importância do continente para o abastecimento mundial. E, mais especificamente, da União Europeia, visto que todos os países citados pertenciam ao bloco econômico até 2020 – Reino Unido deixou o bloco em 1 de janeiro de 2021, no processo conhecido como BREXIT.

A produção total de leite na União Europeia é estimada em cerca de 155 milhões de toneladas por ano e está presente em todos os países do bloco. A respeito de tal contexto, Bórawska et al. (2020) afirmam que o leite e os produtos lácteos constituem o maior setor agrícola e uma das indústrias mais importantes da UE. A atividade, contudo, se concentra principalmente em oito países: Alemanha, França, Polónia, Países Baixos (Holanda, Bélgica e Luxemburgo), Itália e Espanha, que juntos respondem por quase 70 % da produção da UE (EUROPEAN COMISSION, 2021).

É pertinente destacar a União Europeia utiliza uma série de mecanismos para proteger o setor do leite. Dentre as principais medidas destacam-se a adoção de tarifas alfandegárias comuns em relação a países terceiros - Política Agrícola Comum (PAC) - e a imposição, praticada até 2015, de uma política de cotas que estabelecia limites de produção e, por consequência, atuava com regulador dos preços, tanto internos ao bloco, quanto do mercado mundial, tendo em vista seu importante papel enquanto exportador. A política de cotas, no entanto, gerava dificuldade para o desenvolvimento de uma produção eficiente de leite, uma vez que a garantia preços desestimulava a busca por formas mais eficientes de produção e os produtores que excediam a cotas tinham de pagar multas (BORAWSKI et al., 2018).

Desde 2015, em decorrência da crescente demanda por leite e produtos lácteos no mercado global os limites de produção foram abolidos. Tal mudança vem sendo analisada por diversos pesquisadores que investigam as possíveis implicações que a eliminação das cotas provocara no setor de laticínios em toda a Europa e no restante do mundo. Nesse sentido, Voneki et al. (2015), Bórawska et al. (2020); Skarżynska e Jabłoński (2016), destacam que o efeito imediato da abolição das cotas foi o aumento da produção de leite nos países do bloco e, tendo em vista que o mercado do leite opera de acordo com a lei da oferta e demanda, a consequente queda dos preços do leite nesses países e no mercado global.

Outro importante mecanismo de suporte ao setor adotado pelo bloco econômico foi o Pacote Leite, introduzido em 2012, que consiste em uma série de instrumentos destinados a melhorar a cadeia de abastecimento do setor dos laticínios e a aumentar a sua resiliência após

o final do sistema de cotas. Dentre as ações estabelecidas dentro do pacote destacam-se a obrigatoriedade de contratos escritos entre os produtores e os processadores de leite celebrados antes da entrega e que incluem elementos específicos como o preço, o volume, a duração, informações pormenorizadas relativas ao pagamento e à coleta, regras aplicáveis em caso de força maior; e a possibilidade dos produtores se associarem em organizações que podem negociar coletivamente as condições contratuais (dentro de certos limites quantitativos, por forma a não distorcerem a concorrência), incluindo o preço do leite cru (EC, 2021).

Outro país que também recebe fortes incentivos estatais à produção de leite é a Nova Zelândia. Com uma produção estimada em 21,7 bilhões de litros em 2020, o país vivenciou nas últimas décadas uma drástica expansão da pecuária leiteira, tornando-se o maior exportador de derivados lácteos do mundo. Tal desempenho, segundo Leite e Stock (2022) está estreitamente vinculado ao aumento da eficiência de sua produção e processamento, que proporciona produtos competitivos em preço e qualidade. O país é o terceiro produtor de leite mais barato no mundo, atrás apenas da Argentina e do Chile (BASSET-MENS; LEDGARD; CARRAN, 2005).

Em 2001, toda a cadeia leiteira do país foi reestruturada através de um ato público que estabeleceu diretrizes relacionadas a sustentabilidade, bem-estar animal e políticas de mercado - o *Dairy Industry Restructuring Act*. Como consequência, nas últimas décadas, os sistemas de fazendas leiteiras da Nova Zelândia passaram por uma rápida intensificação, adoção de uma série de ferramentas para melhorar os resultados de sustentabilidade e de produtividade dos rebanhos (BASSET-MENS; LEDGARD; CARRAN, 2005).

Segundo Ristow (2018) três itens definem a produção de leite neozelandesa, são estes o volume, a tecnologia e a estrutura operacional. A primeira é explicada pelo tamanho dos rebanhos, que apresentam tendência de crescimento, permitindo as fazendas aumentarem o volume produzido, utilizando-se de economias de escala e consequentemente, reduzir o custo de produção. No que tange à tecnologia, o autor destaca dois aspectos: a adoção de sistemas de irrigação de pastagens e o investimento no melhoramento genético dos rebanhos, os quais aliados aumentam significativamente a eficiência de todo o sistema leiteiro.

Com relação ao sistema operacional, as fazendas leiteiras são operadas por três sistemas diferentes: “*owner-operator*,” “*sharemilking*” e “*contract milker*”. No primeiro sistema, os fazendeiros contratam um gerente e uma equipe para tocar as atividades, recebendo 100% da receita bruta, enquanto arciam com 100% dos custos de produção. No

segundo sistema, o “*sharemilker*” acorda com dono da propriedade uma porcentagem dos lucros, e opera a fazenda utilizando toda a estrutura já pré-estabelecida. O modelo de contrato mais comum é o 50/50%, onde o *sharemilker* arca com os custos de produção e salários dos funcionários e o dono da fazenda com custos de manutenção da propriedade. O terceiro sistema funciona através da contratação, por parte do dono da terra, de uma pessoa para produzir leite, recebendo uma remuneração de acordo com o montante produzido, não arcando com custos de produção, nem com investimentos na propriedade (RISTOW, 2018).

Segundo o autor, estas inovações permitiram que a produção leiteira Nova Zelândia se transformasse em uma indústria altamente atrativa, superando os problemas de sucessão na produção agrícola que afetam diversos países e fazendo com que muitos jovens se interessem por ela.

Outro país que se destaca na produção de leite são os Estados Unidos. Segundo dados do USA (2018) o volume de produção do país é três vezes maior que o da Austrália e da Nova Zelândia juntas, e a produtividade do rebanho americano também é bastante superior aos demais países. Uma vaca dos EUA produz em média 10,15 kg de leite por ano, enquanto na União Europeia a média é de 6,2 kg/ano e na Nova Zelândia de 4,1 kg/ano.

A produção de leite está presente em seus 50 estados, no entanto, concentra-se especialmente em cinco estados: Califórnia, Wisconsin, Idaho, Nova Iorque e Pensilvânia, os quais são responsáveis por mais de metade da produção nacional (U.S. DAIRY EXPORT COUNCIL, 2016). Desde 1940, a produção de leite no país tem crescido consistentemente. Esse crescimento se dá num contexto em que o número de propriedades leiteiras passa por uma redução acentuada, ao mesmo tempo que o tamanhos dos rebanhos e a produtividade aumentam. Segundo dados do ERS (2020), de 1992 a 2017 o número de fazendas leiteiras diminuiu 74,1%. Já o rebanho leiteiro que em 2010 era de 9,1 milhões de cabeças; em 2020 passou para 9,3 milhões, e a produtividade média passou de 9,6 mil litros para 10,8 mil litros de leite vaca/ano (LEITE, STOCK, BELLINI, 2021).

No Brasil, a cadeia agroindustrial do leite tende a ser mais sensível às influências do Mercosul, pelo fato de que cerca de 85% das importações de leite e derivados realizada pelo país, advém da Argentina e do Uruguai (como pode ser visto na Tabela 4). Isto se dá, pelo fato do acordo que propiciou a formação do bloco econômico, garantir o livre comércio entre os países membros e os sistemas de produção adotados no Brasil serem muito menos produtivos que aqueles praticados em outros países do Mercosul, especialmente pela

Argentina, tornando a importação, muitas vezes, mais barata do que a aquisição do produto no mercado interno.

Tabela 4: Importações Brasileiras de Leite, Creme de Leite e Laticínios

Origem do produto	Valor FOB US\$	Participação
Argentina	141 milhões	45%
Uruguai	123 milhões	39%
Estados Unidos	14,3 milhões	4,6%
Paraguai	11,6 milhões	3,7%
França	7,2 milhões	2,3%
Nova Zelândia	6,3 milhões	2,0%
Chile	2,6 milhões	0,8%
Canadá	1,5 milhões	0,5%
Dinamarca	1,48 milhões	0,5%
Finlândia	1,44 milhões	0,5%
Lituânia	1,28 milhões	0,4%
Alemanha	1,10 milhões	0,3%

Fonte: Comexstat (2021).

Da mesma forma que nos países anteriormente citados, a cadeia agroindustrial do leite da Argentina vem passando por um processo de mudança e reestruturação. Principalmente por meio da concentração e intensificação da produção em propriedades maiores e mais produtivas. Tais mudanças ficaram mais aceleradas após o início do plano de estabilização econômica, em 1991. Todavia, apesar das modificações em sua cadeia produtiva, o volume de leite produzido no país não apresentou modificações significativas nas últimas décadas. Segundo dados da Secretaría de Agroindustria Argentina (2018), a produção de leite foi de 10,3 bilhões de litros/ano em 1999 a 10,5 bilhões de litros/ano em 2018, se mantendo praticamente estável ao longo de duas décadas.

A maior parte da produção de leite da Argentina está concentrada na região conhecida como pampa úmida, que inclui as províncias de Santa Fé, Córdoba, Buenos Aires e Entre Ríos. Essa região apresenta condições naturais de clima e de solo altamente favoráveis à produção leiteira, principalmente devido à elevada fertilidade do solo que viabiliza sistemas de produção de leite baseados em pasto, possibilitando operar com custos de produção mais baixos (GOMES; 1997). No entanto, a não regulação dos preços do leite pelo governo e a falta de subsídios para os produtores de leite argentinos, são apontados como fatores que contribuíram para que os preços do leite argentino se mantivessem historicamente próximos dos mais baixos entre os países exportadores nos últimos anos (IDF, 2017).

Isto, por um lado, contribui para as exportações de leite e derivados – entre 15 e 28% do total de leite produzido é exportado anualmente, principalmente como leite em pó e queijo,

sendo Brasil, Rússia, Argélia, Chile, Paraguai e China os principais destinos (OCLA, 2018); e por outro, pressiona o setor produtivo. Segundo Lazzarini et al. (2019) um grupo significativo de fazendas menores está deixando a indústria; as principais razões incluem a baixa rentabilidade, a idade do proprietário e a falta de membros da família que desejam continuar com a pecuária leiteira.

Situação diferente ocorre no Uruguai. Lá, o setor de lácteos tem mostrado crescimento contínuo desde meados de 1970. Segundo Ferrari e Braga (2021), a produção de leite uruguai a avançou de 742 milhões de litros em 1976 para 2,141 milhões de litros em 2015. A estrutura produtiva do setor leiteiro, assim como nos demais países analisados, experimentou importantes mudanças, tendo gerado um notável dinamismo no setor. Esse crescimento e dinamismo permitiu que o setor ocupasse um papel importante na economia do país.

O leite é o terceiro produto agropecuário mais importante da economia uruguai representando cerca de 10% do produto interno bruto agropecuário, atrás da carne e da soja. A maior parte da produção de leite é orientada para as exportações (70%) na forma de leite em pó (em sua maioria) e produtos processados. Em 2015, as exportações de lácteos atingiram 8,1% do total de bens uruguaios exportados (DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS, 2017; FERRARI; BRAGA, 2021).

O sistema de produção de leite tradicionalmente adotado no Uruguai, o pastoril extensivo, baseado em pastagens naturais, evoluiu ao longo dos anos para um sistema intensivo de agricultura, baseado em pastagens cultivadas e maior oferta de ração, permitindo melhorias no desempenho e aumento na quantidade de vacas por hectare. Essa mudança, de acordo com Duran (2004), implicou um aumento contínuo no processo de incorporação de novas tecnologias. A adoção dessas tecnologias, possibilitou a operação com menores custos de produção, o que levou a um aumento da competitividade internacional do setor.

No entanto, o país também enfrenta importantes desafios para manter a competitividade no mercado internacional. Principalmente pelo fato de tratar-se de um dos mercados mais protegidos e subsidiados, e dominado por poucas empresas de grande porte (CHADDAD, 2009).

3.1.3. Produção de Leite no Brasil e a Dinâmica Regional

A cadeia produtiva do leite no Brasil que vem passando por grandes transformações ao longo das últimas décadas. O início dos anos 90 é considerado o ponto de ruptura da atividade

no país, em decorrência de diversos fatores que provocaram mudanças profundas na estrutura existente, dentre as quais destacam-se: o fim do tabelamento do preço do produto; a abertura do setor à concorrência externa; a consolidação do Mercosul; a redução da inflação e a estabilização da economia (JANK; FARINA; GALAN, 1999; ACOSTA; SOUZA; BANKUTI, 2018; ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Esse novo cenário expôs também os problemas existentes no Sistema Agroindustrial (SAG) do leite brasileiro, como: a qualidade inferior do leite transacionado, se comparada ao padrão internacional; a existência de uma legislação ultrapassada; e uma ineficiente fiscalização sanitária da atividade, que gera um baixo nível de competitividade (ACOSTA; SOUZA; BANKUTI, 2018).

Outras mudanças ocorreram na estrutura da produção leite no Brasil, sendo as principais a redução expressiva do número de produtores e a intensificação dos sistemas de produção. Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias possibilitou um aumento significativo da produtividade dos animais, da terra e da mão de obra e consequentemente da escala de produção das fazendas, aumentando a volume produzido no país de 18,7 bilhões de litros em 1997 para 35,12 bilhões de litros em 2014. No entanto, desde 2014 a produção nacional começou a declinar, fato que durou três anos. Essa trajetória de queda foi revertida somente em 2018, quando a produção voltou a crescer atingindo a marca de 33,840 bilhões de litros.

Atualmente, o setor produtor de leite é composto por uma grande diversidade de sistemas de produção e combinações tecnológicas, que são influenciadas por fatores sociais, culturais e climáticos. De modo que é possível caracterizar o uso da tecnologia como um sistema bimodal, no qual existe um grupo de propriedades de agricultura familiar que empregam menos tecnologia e, consequente, obtêm menor produtividade, se utilizando, por exemplo, de ordenha manual, enquanto o outro grupo é composto por grandes propriedades com uso de tecnologias sofisticadas, como sistemas de irrigação, fertilização e rotação de pastagens, desmame precoce, uso adequado de ração concentrada e inseminação artificial (GOMES, 2006; SIMÕES et al., 2017).

De acordo com Michetti (2020), o uso da tecnologia está correlacionado ao tamanho da propriedade. Neste sentido, tem-se que uma das principais características da produção de leite é a presença de economias de escala. A economia de escala ocorre quando o aumento do volume da produção de um bem por um período reduz os seus custos. Esta redução

geralmente se dá pela possibilidade de utilização de métodos produtivos mais automatizados ou mais avançados (SZWARCFITER; DALCOL, 1997).

Assim, fazendas leiteiras menores costumam apresentar custos de produção unitários mais altos em comparação com propriedades maiores, sendo menos eficientes e competitivas, o que resulta, muitas vezes, em dificuldades para sobreviver no mercado, levando à concentração da produção em propriedades maiores (BÓRAWSKI et al., 2020). Estima-se que no Brasil, 51% da produção de leite concentra-se em apenas 25% das fazendas - consideradas grandes e médias propriedades (com mais de 50 hectares), enquanto o restante da produção é realizado essencialmente por pequenos agricultores que, geralmente, têm dificuldade de acesso e assimilação de novas tecnologias (IBGE, 2018).

A geografia da produção de leite brasileira também apresentou mudanças ao longo das últimas décadas. A produção está amplamente dispersa pelo país, presente em 1,4 milhão de fazendas, que representam cerca de 25% das propriedades rurais brasileiras (SIMÕES et al., 2018; MICHETTI, 2020). Apesar desta dispersão, algumas regiões concentram grande parte da produção nacional. Tradicionalmente a produção se concentra nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, que juntas produzem 68% do leite brasileiro. No entanto, nos últimos anos a produção vêm se fortalecendo no Sul, enquanto o Sudeste perde espaço. Em 1997, o Sudeste era o principal produtor, com quase o dobro da produção do Sul; em 2014 a produção dos estados do Sul superou a do Sudeste, tornando-se a principal na produção nacional, posição que vem se consolidando a cada ano.

Dos estados brasileiros, Minas Gerais sempre foi, e ainda é o maior produtor, concentrando, em 2020, 27,4% da produção nacional de leite, com 9,7 bilhões de litros produzidos. Todavia, a participação do estado na produção nacional vem diminuindo. Em 1997, o estado produziu 5,6 bilhões de litros, 1,26 bilhão a mais que o volume total dos três estados do Sul. Entre 1997 e 2018, a produção de Minas Gerais cresceu 60%, porém, no mesmo período, na região Sul, a produção cresceu 122% no Rio Grande do Sul, 177% no Paraná e 249% em Santa Catarina. Assim, em 2018, apesar de Minas Gerais ainda se manter como o maior produtor nacional, a produção dos três estados do Sul já superava a mineira em mais de 2,6 bilhões de litros (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Essa desaceleração do crescimento e redução da participação na produção nacional pode ser observada em maior escala, em outros estados. São Paulo, que em 1997 detinha a segunda maior produção do Sudeste, com mais de 2 bilhões de litros, teve uma redução de

cerca de 18% em sua produção até 2018. No Centro-Oeste, Goiás que era responsável pela segunda maior produção do Brasil no início dos anos 2000, foi perdendo espaço e fechou 2018 na quarta posição (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Mesmo dentro dos estados, é possível observar a concentração da produção em algumas regiões específicas. Dados da última Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2021) apontam que 25% da produção do estado de Minas Gerais se concentra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (cerca de 2,4 bilhões de litros), sendo esta a principal bacia produtora de leite do país. A PPM-2021 aponta ainda que, entre os 10 municípios com maior produção de leite no Brasil sete são mineiros: Patrocínio, Coromandel, Pompéu, Lagoa Formosa, Prata e Carmo do Paranaíba. Destes, apenas Pompéu não está localizado na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

A concentração da produção nessa região, de acordo com Gomes (2006), se deu a partir da década de 1980 em decorrência de um processo de alargamento das tradicionais bacias leiteiras, e por razões como o menor custo da suplementação alimentar do rebanho; as facilidades criadas pela indústria de laticínios e os incentivos governamentais por meio de programas especiais de crédito rural. Outra característica que contribuiu para a disseminação da atividade na região é a predominância do bioma cerrado, que propicia a utilização do pasto como base para a alimentação do rebanho, e permitiu o desenvolvimento de sistemas com baixo custo de produção e elevado poder de competição em relação a outras regiões tradicionais na produção de leite (CAMPOS, 2001).

No Paraná, segundo maior produtor do país, três regiões se destacam como as principais bacias leiteiras do estado, sendo estas: Sudoeste, Centro Oriental e o Oeste Paranaense. A região Sudoeste é a maior produtora de leite em volume no Paraná, responsável por 25% do volume produzido em todo o estado (CAUNETTO, 2021). A região apresentou um crescimento de 98% em sua produção entre os anos de 2007 e 2017, chegando a uma produção de 1 bilhão de litros. A região Oeste, com 21% da produção estadual, ocupa a segunda posição no estado. No entanto, esta foi a que menos cresceu quando comparada às outras duas regiões, nos últimos dez anos. Entre 2007 e 2017, essa região apresentou um crescimento de apenas 5,4% no volume de leite produzido. Em contrapartida, a região Centro-Oriental, responsável por 16% da produção paranaense, se destaca pelo uso de tecnologias de ponta para a produção, em especial nos municípios de Castro, Carambeí, Palmeira e Arapoti (MEZZADRI, 2020).

3.2. Aspectos Metodológicos

Buscando atender ao objetivo da pesquisa de examinar o processo de transmissão espacial de preços no mercado do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP), será utilizada uma abordagem quantitativa, fundamentada na abordagem epistemológica positivista, com o método de abordagem hipotético-dedutivo. O método quantitativo utilizado é dos Vetores Autorregressivos (VAR), que permitem uma análise empírica sobre a participação de cada variável nas mudanças que ocorrem nos outros.

Para explorar o processo de transmissão horizontal dos preços do leite no TMAP a análise quantitativa consistirá em quatro etapas, sendo a primeira uma análise de transmissão de preços entre o mercado internacional e os preços brasileiros, a segunda uma verificação de existência de processos de transmissão de preços do mercado internacional para os preços da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP), a terceira etapa consiste no exame dos processos de transmissão de preços entre o mercado nacional e os preços no TMAP, e na quarta etapa será investigada a transmissão entre os principais mercados regionais produtores de leite no Brasil e o TMAP.

Os dados utilizados neste trabalho são de natureza secundária, com periodicidade mensal. As séries de preços utilizadas na análise compreendem o período de janeiro de 2015 a dezembro de 2021, totalizando 84 observações. Tal recorte temporal foi utilizado devido à disponibilidade dos dados relativos ao mercado internacional que se limitavam a esse período e pelo fato de o ano de 2015 marcar o fim do período de utilização das cotas de produção de leite na União Europeia, o que afetou fortemente o volume de leite produzido na região, bem como o comportamento dos preços - que deixaram de ser regulamentados.

As séries de preços utilizadas no trabalho, bem como sua definição e fonte, são apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5: Variáveis Utilizadas no Trabalho – Séries de Preços Internacionais, Nacionais e Regionais:

Variável	Sigla	Definição	Fonte
Variável de Interesse			
Preço líquido médio pago ao produtor na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	TMAP	R\$/litro	CEPEA/USP
Variáveis Mercado Internacional			
Preço líquido médio pago aos produtores no Brasil	BR	R\$/litro	CEPEA/USP
Média de preços pagos aos produtores na Argentina	ARG	R\$/litro	CLAL.IT
Média de preços pagos aos produtores nos países da União Europeia	UE	R\$/litro	CLAL.IT
Média de preços pagos aos produtores na Nova Zelândia	NZ	R\$/litro	CLAL.IT
Média de preços pagos aos produtores no Uruguai	URU	R\$/litro	CLAL.IT
Média de preços pagos aos produtores nos Estados Unidos	EUA	R\$/litro	CLAL.IT
Variáveis Mercado Nacional			
Preço líquido médio pago aos produtores na Bahia	BA	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores no Espírito Santo	ES	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores em Goiás	GO	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores em Minas Gerais	MG	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores em Mato Grosso do Sul	MS	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores no Paraná	PR	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores no Rio de Janeiro	RJ	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores no Rio Grande do Sul	RS	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores em Santa Catarina	SC	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores em São Paulo	SP	R\$/litro	CEPEA/USP
Variáveis Mercados Regionais			
Preço líquido médio pago aos produtores na região de Campinas	CAM	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores no Centro Oriental Paranaense	COP	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região Metropolitana de Belo Horizonte	MBH	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região Oeste do Paraná	POR	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região de São José do Rio Preto	SJRP	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região Sul e Sudeste de Minas Gerais	SMG	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região Sul de Goiás	SGO	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região do Vale do Rio Doce	VRD	R\$/litro	CEPEA/USP
Preço líquido médio pago aos produtores na região da Zona da Mata Mineira	ZMA	R\$/litro	CEPEA/USP

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados das séries de preços internacionais foram convertidos de Dólar (US\$) para Real (R\$) com base na taxa de câmbio vigente no período. As séries dos preços não foram deflacionadas, pois segundo Wang e Tomek (2007) o deflacionamento pode incorporar uma tendência nos dados.

A metodologia de análise quantitativa selecionada, como citado anteriormente, foram os Vetores Autorregressivos (VAR), que possibilitam uma análise empírica sobre a participação de cada variável nas mudanças que ocorrem nas outras, através de análise de decomposição de variância, que leva em conta a resposta de uma variável em relação a um choque em outra, através da análise das funções de resposta ao impulso (BROOKS, 2002).

Os modelos VAR possuem três formas básicas: o VAR irrestrito, o VAR estrutural (SVAR) e o Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM). Assim, a fim de apoiar a especificação do modelo apropriado, a modelagem VAR exige que seja feita uma análise econométrica das séries *a priori*. Tal análise consistem em: (i) análise de estacionariedade; (ii) análise de correlação, e (iii) análise de cointegração.

Essa análise permite determinar se o modelo será aplicado com as variáveis em nível ou em suas diferenças e, qual será o modelo mais adequado, sendo este um VAR na sua forma original, ou na forma de um VAR em um modelo de correção de erro vetorial (VECM) no caso de que há pelo menos uma associação de séries cointegradas.

Dessa forma, o procedimento metodológico para a aplicação da metodologia VAR é composto pela aplicação de diversos testes. Os testes utilizados nesse trabalho, foram realizados utilizando o software Eviews 12.0, e são apresentados na Tabela 6, bem como o método de procedimento adotado:

Tabela 6: Procedimentos adotados para realização dos testes econôméticos:

Teste	Procedimento
Número de defasagens	Critérios de AIC (Akaike); Schwarz (SBIC) e Hannah-Quinn (HQIC)
Raiz Unitária	Dickey Fuller Aumentado (ADF); Philips Peron (PP)
Correlação	Matriz de Correlação das Variáveis
Cointegração	Teste de Johansen
Relação de curto e longo prazo	VECM/ VAR
Impulso resposta	Função Impulso Resposta
Decomposição da variância	Decomposição da Variância dos Erros de Previsão
Causalidade	Teste de Causalidade Granger

Fonte: Elaboração Própria.

A correta determinação do número de defasagens é de suma importância para garantir que os resíduos das autorregressões dos testes de raiz unitárias sejam não correlacionados, de forma a garantir resultados não enviesados dos respectivos testes (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018). Para a determinação do número de defasagens foram utilizados o critério de Akaike (AIC), Schwarz (SBIC) e Hannah-Quinn (HQIC).

De acordo com Bueno (2012), é necessário observar o menor valor dado pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens em todas as variáveis endógenas. Caso sejam encontradas respostas diferentes entre os três critérios, é preciso escolher um deles, o que é feito levando-se em conta a possível perda de graus de liberdade.

Para a análise de estacionariedade, é necessário realizar testes de raiz unitária nas variáveis que serão incluídas no modelo. A condição para estacionariedade é um dos

requisitos antes da estimação uma vez que os modelos de regressão envolvendo séries temporais de não-estacionariedade podem produzir regressões espúrias (HARRIS, 1995; BROOKS, 2002).

Dentre os diversos tipos de testes possíveis para tal propósito o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) é o mais antigo e famoso método formal para verificar se uma série temporal é ou não estacionária, e, portanto, um dos mais comumente utilizados. A hipótese nula do teste é a presença da raiz unitária ou não-estacionariedade da série. O teste ADF é expresso pela equação:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

onde y_t é a série sendo testada e γ_{t-1} é o operador da 1a diferença. As hipóteses nula e alternativa são respectivamente $H_0: \gamma = 0$ e $H_1: \gamma < 0$. Este é um teste da hipótese de que a série tem uma raiz unitária, o que significa que é não-estacionária quando o valor estatístico é menor que o valor crítico.

Buscando dar validade aos resultados obtidos através do teste de Dickey-Fuller Aumentado geralmente opta-se pela aplicação de um segundo teste, neste caso, o teste de Phillips e Peron (1988). O teste de Phillips e Perron (1988) faz uma correção não paramétrica ao teste de Dickey e Fuller, permitindo que seja consistente mesmo que haja variáveis defasadas dependentes e correlação serial nos erros, tornando assim desnecessária a especificação de um modelo com ordem suficientemente autorregressivo para expurgar a correlação serial dos resíduos. Phillips e Perron (1988) também definem testes diretamente sobre os coeficientes do modelo, em vez de usar a estatística t, como anteriormente. As equações estimadas e os testes designados são idênticos aos de Dickey-Fuller. Dessa forma, a interpretação também é análoga (BUENO, 2012).

A matriz de correlação, por sua vez, indica a intensidade e a direção da relação linear entre as variáveis. Matrizes de correlação cruzada permitem a análise da relação entre variáveis contábeis e entre estas e as variáveis econômicas exógenas. Outra finalidade da análise de correlação é avaliar a possibilidade de multicolinearidade que traria problemas de estimação no VAR (MEDEIROS; VAN DOORNIK; OLIVEIRA, 2011).

Para a análise de cointegração, optou-se pela utilização do teste de Johansen (1988). O conceito de cointegração indica a existência de um equilíbrio de longo prazo para o qual o sistema econômico converge no tempo (HARRIS, 1995). Assim, quando duas séries não

estacionárias tendem a se mover juntas através do tempo, diz-se que elas são cointegradas, ou seja, se relacionam no longo prazo (ADKINS, 2014).

O teste de Johansen (1988) permite testar a presença de múltiplos vetores de cointegração, através dos estimadores de máxima verossimilhança. O número de vetores cointegrados pode ser obtido por testes estatísticos de rastreamento (*trace statistics ltrace*), e a estatística de autovalor máximo (*maximum eigenvalue = lmax*) usando seus respectivos valores críticos (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

O teste estatístico de rastreamento é uma série de testes em que a hipótese nula se refere a que o número de vetores cointegrados seja menor ou igual a r , contra a hipótese alternativa de que existem mais (que) r vetores. O teste de autovalor máximo é feito separadamente para cada valor, tendo como hipótese nula que o número de vetores cointegrados é igual a r , contra a hipótese alternativa de que existem $r+1$ vetores cointegrados (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990). Formalmente, as estatísticas dos testes λ_{trace} e λ_{max} são dadas por:

$$\lambda_{\text{trace}}(r) = -T \sum_{i=r+1}^g \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

$$\lambda_{\text{max}}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1})$$

onde r é o número de vetores co-integrados na hipótese nula; T é o número de observações e λ_i é o valor estimado do autovalor (*eigenvalue*) i , sendo que os autovalores estão em ordem decrescente.

Além de verificar se existe autocorrelação dos resíduos, é necessário observar o menor valor dado pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens em todas as variáveis endógenas, e então utilizar o teste de cointegração (BUENO, 2012). O resultado da análise de cointegração permite decidir se o modelo a ser especificado será um modelo VAR na sua forma de grupo, no caso de que não haja cointegração entre as variáveis, ou se será um modelo VAR na forma de um Modelo de Correção de Erro Vetorial – VECM - se houver pelo menos uma relação de cointegração entre as variáveis (MEDEIROS; DOORNIK; OLIVEIRA, 2011).

Usando uma notação matricial, um modelo VAR pode ser descrito como:

$$y_t = A_0 + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + B_0 z_t + B_1 z_{t-1} + \dots + B_p z_{t-r} + e_t$$

onde:

- y é um vetor $n \times 1$ que inclui as variáveis endógenas do modelo;
- z é um vetor $m \times 1$ cujos elementos são variáveis exógenas do modelo;
- A_0 é um vetor $n \times 1$ vetor de interceptação;
- A_1, \dots, A_p são $n \times n$ matrizes de coeficientes que associam valores defasados de variáveis endógenas a seus valores atuais;
- B_1, \dots, B_p são $n \times m$ matrizes de coeficientes que associam valores atuais de variáveis exógenas a valores de variáveis endógenas ; e
- e_t é um vetor $n \times 1$ de distúrbios aleatórios $IID \sim N(0, \sigma^2)$.

No entanto, caso sejam verificadas relações de cointegração é necessária a utilização de um Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM) seja usado ao invés de um modelo VAR. Os modelos VECM desenvolvidos por Engle e Granger (1987) têm como objetivo a inserção de ajustes de curto prazo, devido à presença de cointegração. Um modelo VECM pode ser representado da seguinte forma:

$$\Delta y_t = \Pi_1 y_{t-k} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta y_{t-(k-1)} + u_t$$

onde: é um vetor de diferenças com n variáveis,

sendo $u_t \sim (0, \Sigma)$ onde Σ é uma matriz de u_t variâncias com $E(u_t u_s') = 0, \forall t \neq s$. O modelo VECM tem g v $\Pi = (\sum_{j=1}^k \beta_j) - I_g$; $\Gamma_i = (\sum_{j=1}^i \beta_j) - I_g$; Δy_t ição e $k-1$ variáveis dependentes defasadas no lado direito, cada uma das quais esta associada a uma matriz de coeficientes Γ_i (JOHANSEN; JUSELIUS, 1990).

É importante ressaltar que, no contexto do VECM, tem-se que os resultados terão seu alicerce em testes de raiz unitária. Entretanto, é sabido que os efeitos de heteroscedasticidade condicional tendem a gerar rejeição exagerada em testes de raiz unitária (KIM; SCHMIDT, 1993) e a enfraquecer as relações de cointegração (WONG et al., 2005). A

Os modelos VAR e VECM permitem obter também a Função Impulso-Resposta (FIR) e a Decomposição da Variância dos Erros de Previsão (DVEP) a partir dos modelos nas formas convencional ou estruturado. Como destaca Enders (2008), a FIR e DVEP são utilizadas para examinar as relações entre as variáveis.

A Função de Impulso Resposta (FIR) analisa o comportamento das séries em resposta a choques provocados por variáveis residuais, e pode ser utilizada para mostrar a trilha

temporal percorrida para cada variável, como para choques originados nas demais variáveis do sistema sobre a variável de interesse (MEDEIROS; DOORNIK; OLIVEIRA, 2011). E a Decomposição da Variância dos Erros de Previsão (DVEP) informa o quanto a variância do erro de previsão de uma série é explicada pela própria série ou por outras séries.

No entanto, é importante destacar que, conforme Matos (2000), a função impulso resposta ao ser utilizada no modelo VECM tende a se anular com o tempo. Indicando que que as variáveis endógenas tenderiam para uma trajetória de equilíbrio de longo prazo. O contrário acontece em um modelo VAR, no qual as variáveis não são estacionárias, e os choques podem ter efeitos permanentes. Havendo o uso do modelo VECM e cointegração das variáveis, a FIR pode ser analisada como uma sucessão de decorrências ou respostas sobre alguma variável, causados por desvios de seu equilíbrio inicial em relação a outra variável.

Após a aplicação do modelo VAR ou VECM, recorre-se a aplicação do teste de Granger (1969) para identificar a direção de causalidade entre as variáveis. O teste de causalidade de Granger pressupõe que as informações relevantes à previsão das variáveis preditivas estão contidas unicamente nos dados de série temporal dessas variáveis, ou seja, os valores defasados de uma determinada variável têm poderes de explicar suas variações subsequentes. A causalidade bilateral será sugerida quando os conjuntos de coeficientes de X e Y forem estatisticamente diferentes de zero em ambas as regressões (GUJARATI; PORTER, 2011).

O teste envolve a estimativa do seguinte par de regressões:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i M_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + \mu_{1t}$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \gamma_i M_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{t-j} + u_{2t}$$

Em que se supõe que os termos de erro μ_{1t} e u_{2t} não estejam correlacionados.

A causalidade no sentido Granger acontece quando se rejeita a hipótese nula de parâmetros α_i e δ_i iguais a zero. Por se tratar de um modelo de séries temporais os números de defasagens devem ser estabelecidos por meio dos critérios já citados, assim como as variáveis observadas devem atender a condição de estacionariedade.

De acordo com Gujarati e Porter (2011), é possível alcançar quatro tipos de resultados com a causalidade Granger:

1. Causalidade unidirecional: quando existe causalidade de X para Y, mas não de Y para X;
2. Causalidade unidirecional: quando ocorre causalidade de Y para X, mas não de X para Y;

3. Causalidade bilateral: quando existe causalidade de X para Y e de Y para X;
4. Independência: quando nenhuma das regressões for estatisticamente significativa.

3.3. Resultados e Discussão

Inicialmente foi realizada a análise da transmissão de preços no mercado internacional do leite, buscando identificar se os preços dos principais países exportadores de leite são transmitidos para o mercado brasileiro e para os preços do TMAP, e, se sim, quais são estes. A apresentação dos resultados tem início com a exposição, na Tabela 7, do conjunto estatístico descritivo das séries mensais dos preços internacionais do leite.

Tabela 7: Estatísticas Descritivas - Mercado Internacional

	ARG	BR	UE	NZ	URU	EUA	TMAP
Média	1,1637	1,4134	1,5552	1,4206	1,2486	1,6799	1,486
Mediana	1,0881	1,3514	1,4742	1,2915	1,1520	1,4724	1,390
Máximo	1,8836	2,3827	2,6038	2,7146	1,9390	3,2736	2,469
Mínimo	0,7030	0,8382	0,9512	0,7084	0,8875	1,0824	0,876
Desv. Padrão	0,2682	0,4184	0,4400	0,4819	0,2987	0,5040	0,429
Assimetria	0,9439	0,8223	0,7530	0,8947	0,9541	1,3604	0,834
Curtose	3,3181	2,6654	2,5030	3,0113	2,6600	4,2752	2,631
Jarque-Bera	12,6754	9,8582	8,6972	11,0742	12,9914	30,8475	10,219
p-valor	(0,0018)	(0,0072)	(0,0129)	(0,0039)	(0,0015)	(0,0000)	(0,006)
Obs.	83	84	83	83	83	82	84

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Analizando as estatísticas descritivas das séries de preços dos principais países exportadores de leite no mundo é possível observar que, enquanto os Estados Unidos apresentam as maiores médias de preço e valores mais elevados de preços mínimos e máximos, a Argentina possui os menores preços, seguida pelo Uruguai. Argentina e Uruguai são os países que apresentam menores oscilações de preços no período analisado, medidas pelo desvio padrão. Da mesma forma, os EUA foi o país com maiores oscilações de preço.

Sobre as estatísticas de dispersão dos dados expostas na Tabela 7, as assimetrias e as curtoses apresentadas pelas distribuições das séries de preços sugerem, com exceção da série da União Europeia, que elas não se comportam como uma distribuição normal, o que é confirmado pelos valores dos testes de Jarque-Bera (1987), os quais rejeitam a hipótese nula de normalidade distribucional dos dados.

Com relação à serie de preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, cabe destacar que esta apresenta uma média superior a média brasileira, porém inferior às médias dos

mercados europeu e norte-americano. A variação dos preços no período analisado – medida pelo desvio padrão – foi superior à de EUA, UE e Nova Zelândia. Da mesma forma que as demais séries, a normalidade dos dados foi descartada pelo teste de Jarque-Bera.

O próximo passo foi analisar a correlação linear entre os preços, que é uma importante informação preliminar para a tomada de decisão. Assim sendo, apresenta-se, na Tabela 8, a matriz de correlação das variáveis:

Tabela 8: Matriz de Correlação das Variáveis - Mercado Internacional

	TMAP	BR	ARG	EU	NZ	URU	EUA
TMAP	1						
BR	0,9959*	1					
ARG	0,7730*	0,7864*	1				
UE	0,8434*	0,8595*	0,8415*	1			
NZ	0,8805*	0,8961*	0,8623*	0,9631*	1		
URU	0,8858*	0,8963*	0,9001*	0,9584*	0,9720*	1	
EUA	0,7530*	0,7671*	0,7137*	0,8341*	0,7811*	0,8033*	1

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Todas as correlações lineares identificadas se mostraram significantes ao nível de 5%, e são positivas, indicando que os preços se movem na mesma direção. Apresentaram-se correlações de moderadas a fortes, tanto entre as séries de preços do leite no mercado internacional, como entre estas e os preços pagos aos produtores no TMAP. As relações mais fortes que puderam ser identificadas ocorrem entre Brasil e TMAP; Uruguai e Nova Zelândia; Nova Zelândia e União Europeia; Uruguai e União Europeia; e Uruguai e Argentina.

Após realizar a análise descritiva dos dados seguiu-se para a aplicação dos testes de estacionariedade, cujos resultados estão na Tabela 9:

Tabela 9: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - Mercado Internacional

Critério	ADF		PP			
	Nível		1ªDif			
	SC	AIC	SC	AIC		
ARG	-2,217*	-1,287 (0,474)	-6,928* (0,000)	-6,928* (0,000)	-1,584 (0,791)	-6,707 (0,000)
BR	-3,358* (0,065)	-1,951 (0,619)	-4,814* (0,001)	-4,814* (0,001)	-2,371 (0,392)	-4,952 (0,001)
EU	-1,491 (0,825)	-1,491 (0,825)	-8,665* (0,000)	-5,838* (0,000)	-1,564 (0,799)	-8,670 (0,000)
NZ	-1,600 (0,785)	0,188 (0,998)	-9,557* (0,000)	-9,557* (0,000)	-1,436 (0,843)	-10,085 (0,000)
URU	-1,670 (0,756)	-0,375 (0,987)	-8,677* (0,000)	-8,532* (0,000)	-1,397 (0,855)	-9,203 (0,000)
EUA	-2,199* (0,483)	-2,199* (0,483)	-10,553* (0,000)	-9,989* (0,000)	-3,730 (0,026)*	-14,150 (0,000)
TMAP	-3,195* (0,093)	-1,987* (0,599)	-5,125* (0,000)	-5,125* (0,000)	-2,276 (0,442)	-4,979 (0,001)

Nota: Valores críticos do teste ADF aos níveis de 1%, 5% e 10% são respectivamente iguais a: (-2,5979), (-1,9455) e (-1,6138).

Legenda: (Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz.

(ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os resultados do teste ADF aplicados às séries originais, apontam para a não rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária para as séries de preços da Argentina, Brasil, EUA e TMAP segundo o critério de Schwarz. Isso porque o valor da estatística t apresentou valores maiores que os críticos ao nível 5%. Segundo o critério de Akaike Modificado apenas as séries de preços dos EUA e do TMAP se mostraram estacionárias.

Posteriormente, verificou-se que, quando transformadas em retornos, todas as séries tornam-se estacionárias, independentemente do critério de informação aplicado e, portanto, integradas de primeira ordem, ou seja, não possuem raiz unitária na primeira diferença. Os resultados no teste Philips-Peron indicaram que, com exceção das séries de preços dos EUA, todas são não estacionárias em nível, porém tornam-se estacionárias quando testadas na primeira diferença.

Uma vez descartada a presença de raiz unitária dos dados na primeira diferença, prossegue-se para o Teste de Cointegração de Johansen buscando identificar se as séries são ou não cointegradas, de modo a decidir qual modelo VAR deve ser adotado - um VAR na sua forma original, ou na forma de um Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM), caso exista pelo menos uma associação de cointegração. Antes, no entanto, é necessário definir o número de defasagens a ser adotado na realização do teste. Para tanto são utilizados os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Kin.

Nessa etapa a análise será realizada em duas fases: inicialmente apenas com as séries de preços dos países e regiões produtores de leite do mercado internacional e, posteriormente, incluindo a série do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os resultados da aplicação dos testes dos critérios de informação para a série de preços do mercado internacional estão dispostos na Tabela 10:

Tabela 10: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Internacional

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	-4,880	-4,697	-4,807
1	-12,962	-11,683*	-12,450*
2	-12,995	-10,620	-12,045
3	-13,074	-9,604	-11,686
4	-13,358	-8,792	-11,532
5	-13,376*	-7,714	-11,111

Nota: Os asteriscos * indicam ordem de defasagem selecionada pelo critério.

Legenda: AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

De acordo com os critérios de Schwartz e Hannan-Kin deve-se utilizar apenas 1 defasagem para a realização do Teste de Cointegração de Johansen, o critério de Akaike sugere a adoção de 5 defasagens. De acordo com Bueno (2012), caso sejam encontradas respostas diferentes entre os critérios, é preciso escolher um deles, sendo necessário observar o menor valor dado pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens devido à possibilidade de perda de graus de liberdade. Assim, optou-se pela utilização de 1 defasagem na realização do teste. Os resultados do Teste Cointegração de Johansen são apresentados na Tabela 11:

Tabela 11: Resultados do Teste de Johansenn para Análise de Cointegração - Mercado Internacional

H₀	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,336	103,893	95,754	0,012*
r≤1	0,330	71,149	69,819	0,039*
r≤2	0,199	39,477	47,856	0,242
r≤3	0,129	21,727	29,797	0,314
r≤4	0,109	10,715	15,495	0,230
r≤5	0,019	1,514	3,841,	0,218
Teste do máximo autovalor				
r=0	0,336	32,744	40,078	0,264
r≤1	0,327	31,671	33,877	0,090
r≤2	0,199	17,750	27,584	0,516
r≤3	0,129	11,012	21,132	0,646
r≤4	0,109	9,200	14,265	0,270
r≤5	0,019	1,514	3,841	0,218

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Analizando os resultados do Teste de Cointegração de Johansen, foi rejeitada a hipótese nula da existência de nenhum vetor de cointegração, uma vez que o valor crítico da estatística traço é inferior ao seu respectivo valor calculado. O teste do traço indica que há um vetor de cointegração ao nível de 5% de significância, sugerindo que as séries de preços possuem relação de equilíbrio de longo prazo, ou seja, possuem cointegração.

Assim, sendo as variáveis do modelo estacionárias em primeira ordem e cointegradas, o modelo VECM se apresenta como mais adequado, pois, segundo Bueno (2012), quando diferenciadas, as variáveis podem omitir informações importantes, e o VECM corrige este problema, além de explicar os fatores de curto e longo prazo entre as variáveis endógenas cointegradas.

Depois de verificada a existência de dois vetores de cointegração no Teste de Johansen, foi estimado o Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM), cujos resultados são expostos nas Tabelas 12 e 13:

Tabela 12 - Estimativas de ajustamento de curto prazo para o VECM - Mercado Internacional

Variáveis	D(BR)	D(ARG)	D(UE)	D(NZ)	D(UR)	D(EUA)
CointEq1	-0,101 (-0,037) [-2,73]*	0,000 (-0,040) [0,004]	-0,046 (-0,046) [-1,005]	0,072 (-0,054) [1,321]	-0,060 (-0,030) [-2,027]	0,306 (-0,145) [2,108]*
D(BR(-1))	0,589 (-0,097) [6,074]*	0,079 (-0,104) [0,759]	0,210 (-0,120) [1,745]	0,135 (-0,143) [0,949]	0,168 (-0,078) [2,149]*	0,073 (-0,381) [0,193]
D(ARG(-1))	-0,067 (-0,115) [-0,581]	0,273 (-0,124) [2,204]*	0,059 (-0,143) [0,411]	0,178 (-0,169) [1,051]	0,175 (-0,093) [1,889]	-0,303 (-0,452) [-0,670]
D(UE(-1))	-0,114 (-0,131) [-0,873]	-0,091 (-0,141) [-0,648]	-0,094 (-0,163) [-0,577]	-0,174 (-0,192) [-0,9060]	-0,107 (-0,106) [-1,014]	-0,024 (-0,515) [-0,046]
D(NZ(-1))	-0,110 (-0,105) [-1,041]	0,007 (-0,114) [0,063]	0,079 (-0,131) [0,605]	0,034 (-0,155) [0,216]	0,056 (-0,085) [0,662]	-0,082 (-0,415) [-0,198]
D(URU(-1))	0,068 (-0,171) [0,398]	0,077 (-0,184) [0,419]	0,089 (-0,213) [0,419]	0,190 (-0,252) [0,753]	0,038 (-0,138) [0,277]	0,612 (-0,673) [0,909]
D(EUA(-1))	0,027 (-0,031) [0,886]	-0,020 (-0,033) [-0,614]	0,024 (-0,038) [0,639]	0,045 (-0,045) [0,996]	-0,042 (-0,025) [-1,699]	-0,035 (-0,121) [-0,287]
C	0,011 (-0,008) [1,424]	0,007 (-0,008) [0,839]	0,013 (-0,010) [1,311]	0,019 (-0,011) [1,630]	0,006 (-0,006) [1,012]	0,016 (-0,031) [0,526]

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

O resultado do ajustamento de curto indicou que flutuações nos preços do leite são transmitidas entre o mercado brasileiro e o mercado uruguai, visto que a estatística do teste *t* se situa na região crítica, sendo estatisticamente significativo a 5%. Esses resultados podem se justificar pelo fato de o Uruguai ser um dos principais exportadores que abastecem o mercado brasileiro – responsável por 35% das importações de lácteos do país. De modo que modificações dos preços do mercado uruguai podem ter impacto direto e rápido sobre o mercado brasileiro.

Assim, em momentos em que o preço do leite uruguai está mais baixo que o brasileiro, os laticínios e comerciantes tendem a optar por importar o produto. A entrada de mais leite no país e a consequente elevação da oferta exerce uma pressão para a redução do

preço no mercado nacional. Da mesma forma, quando o preço do leite no Uruguai se eleva, torna-se menos atrativo importar, assim a oferta de leite no mercado nacional fica reduzida e, muitas vezes, os laticínios precisam pagar preços mais elevados aos produtores brasileiros para conseguir suprir sua demanda.

Também foi possível observar que choques nos preços do mercado brasileiro no período $t-1$ tendem a ser transmitidos para o período seguinte. O mesmo pode ser observado com relação ao comportamento dos preços no mercado argentino. Já com relação aos demais países não foram encontradas relações de transmissão de preços estatisticamente significativas.

Tabela 13: Estimativas de ajustamento de longo prazo normalizado para o VECM - Mercado Internacional

	Coeficiente	Desvio padrão	<i>t</i> -valor
BR(-1)	1		
ARG(-1)	-0,173	(0,321)	[-0,538]
UE(-1)	1	(0,353)	[2,916]**
NZ(-1)	-2	(0,42)	[-4,679]*
URU(-1)	1	(0,754)	[1,728]
EUA(-1)	-0,606	(0,141)	[-4,286]*
C	-0,623		

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

As estimativas de ajustamento de longo prazo, por sua vez, indicam que a existência de transmissão dos preços da União Europeia, da Nova Zelândia e dos Estados Unidos para o mercado brasileiro, como pode observado na Tabela 13. Isto se justifica pelo fato de Nova Zelândia, Estados Unidos e diversos países membros da União Europeia ocuparem as primeiras posições no *ranking* de exportadores mundiais de leite. Desse modo, mesmo que o Brasil não importe leite e derivados em grande escala diretamente desses países, oscilações dos preços do leite nessas regiões são transmitidas ao longo do tempo por meio das cadeias de comércio global, até que impactem os mercados locais.

Tais resultados estão alinhados aos princípios da Lei do Preço Único, segundo os quais, o processo de arbitragem entre regiões tende a igualar os preços nos dois mercados espacialmente separados no longo prazo. O processo de arbitragem “força” os mercados que tenham os maiores preços à redução, por causa do aumento da oferta e em contrapartida, os mercados com preços baixos são levados ao aumento de preços, em razão do aumento na

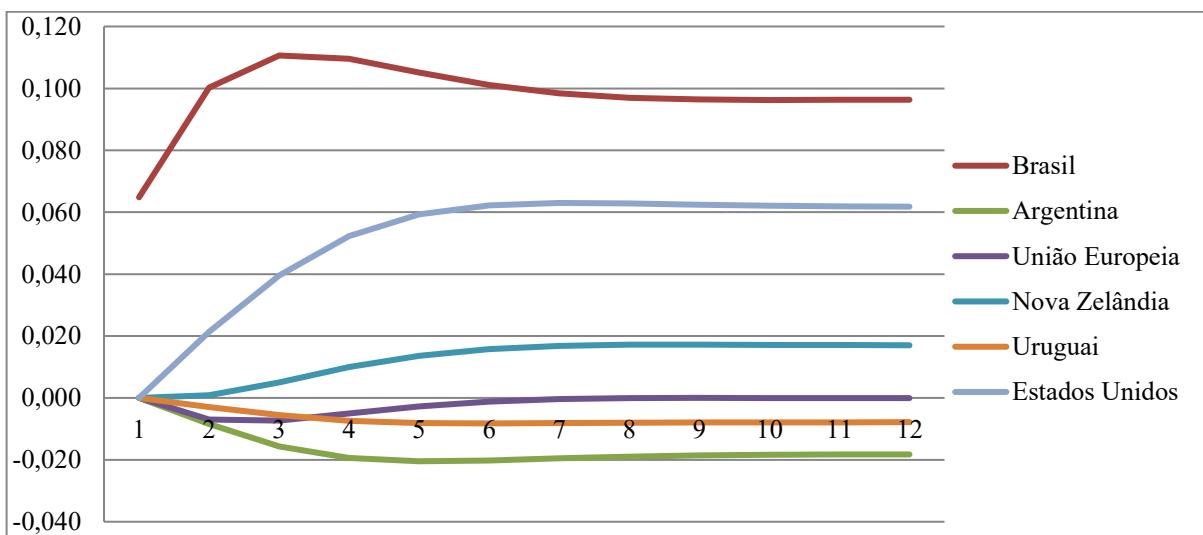
demanda. Esse processo ocorre até que os preços se tornem iguais em diferentes países (BARBOSA; MARGARIDO; JUNIOR, 2002).

O tempo necessário para que o ajuste ocorra, varia, de acordo com Bakucs, Benedek e Ferto (2019) em função a distância geográfica entre os países. Desse modo, pode-se afirmar que a menor distância e a relação comercial intensa entre Brasil e Uruguai no mercado lácteo fazem com que oscilações nos preços do leite uruguai sejam rapidamente transmitidas para o mercado nacional. Já os impactos de flutuações nos preços do leite na União Europeia, na Nova Zelândia e nos Estados Unidos ainda que sejam transmitidas ao mercado brasileiro, demoram mais para serem percebidas em decorrência do tempo necessário para que o processo de arbitragem ocorra em nível global.

Esses achados estão ainda em consonância com os trabalhos de Engler e Nahuelhual (2003), Acosta, Ihle e Robles (2014), Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) e Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) que comprovaram a existência de processos de transmissão horizontal de preços dos preços do leite do mercado internacional para seus respectivos países.

Para aprofundar a compreensão a respeito dessa relação, a seguir são apresentados, na Figura 6, os resultados da Função Impulso Resposta dos preços do leite no mercado brasileiro em relação a choques não antecipados nos próprios preços, e em relação a choques nos preços do demais mercados internacionais estudados para 12 períodos.

Figura 6: Resultados da Função Impulso Resposta - Resposta de Brasil à Mercado Internacional:



Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados na função impulso resposta indicam que os preços do leite no Brasil respondem negativamente a choques de preço nos mercados argentino, uruguaios e da União Europeia. No caso de alterações positivas nos preços da Argentina, os preços brasileiros tendem a apresentar uma queda expressiva entre o segundo e o quinto mês, se estabilizando entre o quinto e o sétimo mês, e apresentar uma lenta trajetória de recuperação a partir daí. No caso de choques positivos de preço no mercado uruguaios, os preços brasileiros apresentam uma redução leve e gradativa nos quatro primeiros meses, se estabilizando num patamar inferior ao preço inicial a partir do quinto mês.

Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de estes serem os principais países que exportam leite e derivados para o Brasil, e pelo fato de os preços no mercado do leite responderem a oscilações de oferta e demanda. Já no caso da União Europeia, os preços brasileiros apresentam uma leve nos primeiros meses, que tende a se dissipar nos meses subsequentes, desaparecendo o impacto a partir do 7º mês.

Por outro lado, os preços brasileiros tendem a responder positivamente a choques nos mercados neozelandês e norte-americano. Sendo, a resposta ao mercado norte-americano mais expressiva. Em ambos os casos, os preços tendem a se estabilizar após o sétimo mês, num patamar acima do inicial. A função impulso resposta para os demais mercados está disponível no Anexo B.

Para complementar essa análise, na Tabela 14 é apresentada a Decomposição da Variância dos Erros de Previsão dos preços leite no mercado brasileiro para o período de 12 meses:

Tabela 14: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Brasil – Mercado Internacional:

Período	S.E.	BR	ARG	EU	NZ	URU	EUA
1	0,065	100	0	0	0	0	0
2	0,122	96,045	0,478	0,325	0,006	0,058	3,088
3	0,170	91,358	1,095	0,351	0,091	0,135	6,968
4	0,210	86,920	1,570	0,287	0,285	0,211	10,727
5	0,244	83,225	1,871	0,226	0,524	0,267	13,887
6	0,273	80,380	2,046	0,183	0,754	0,305	16,331
7	0,298	78,264	2,144	0,153	0,951	0,331	18,156
8	0,321	76,700	2	0,132	1,108	0,349	19,511
9	0,342	75,532	2,233	0,117	1,230	0,362	20,527
10	0,361	74,637	2,255	0,104	1,325	0,371	21,308
11	0,380	73,932	2,271	0,094	1,400	0,379	21,924
12	0,398	73,361	2,283	0,086	1,461	0,385	22,424

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão para o Brasil permitem afirmar que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços nacionais, aproximadamente 73% da sua variação decorre de alterações nos preços ocorridas no próprio mercado, enquanto algo em torno de 27% são transmitidos por variações nos preços dos mercados internacionais selecionados, com destaque para o percentual de 22,42% de transmissibilidade gerada pelo mercado norte-americano. A decomposição da variância para os demais mercados está disponível no Anexo C.

Posteriormente, foram feitos os testes de aplicação dos critérios de informação, agora com a inclusão da série de preços do TMAP na análise. Os resultados estão apresentados na Tabela 15:

Tabela 15: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Internacional com TMAP

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	-8,635	-8,422	-8,549
1	-17,823	-16,118*	-17,141*
2	-17,679	-14,483	-16,401
3	-17,858	-13,171	-15,983
4	-18,464	-12,285	-15,992
5	-19,040*	-11,369	-15,972

Nota: Os asteriscos * indicam ordem de defasagem selecionada pelo critério

Legenda: AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os critérios de informação de Schwarz e Hannan-Quinn apontam para a utilização de 1 defasagem e o critério de Akaike indica a adoção de 5 defasagens. Assim, o Teste de Cointegração de Johansen, agora incluindo a série do TMAP, foi realizado adotando 1 defasagem. Os resultados estão dispostos na Tabela 16:

Tabela 16: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercado Internacional com TMAP

H₀	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,345	124,751	125,615	0,056
r≤1	0,321	90,915	95,754	0,103
r≤2	0,247	59,943	69,819	0,237
r≤3	0,186	37,259	47,856	0,335
r≤4	0,129	20,813	29,797	0,369
r≤5	0,091	9,785	15,495	0,298
Teste do máximo autovalor				
r=0	0,345	33,836	46,231	0,536
r≤1	0,321	30,972	40,078	0,362
r≤2	0,247	22,683	33,877	0,555
r≤3	0,186	16,446	27,584	0,628
r≤4	0,129	11,028	21,132	0,645
r≤5	0,091	7,620	14,265	0,419

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

O Teste de Cointegração de Johansen não indicou a existência de vetores de cointegração. Nesse caso, levando em consideração que as variáveis do modelo são estacionárias de ordem 1 e não cointegradas, é recomendada à adoção do modelo VAR com as variáveis em primeira diferença. Seus resultados são apresentados na Tabela 17:

Tabela 17: Estimativas de ajustamento VAR - Mercado Internacional com TMAP

	D(TMAP)	D(BR)	D(ARG)	D(UE)	D(NZ)	D(URU)	D(EUA)
D(TMAP(-1))	0,699 (0,417) [1,677]	0,602 (0,352) [1,711]	0,454 (0,364) [1,248]	0,638 (0,421) [1,516]	-0,025 (0,508) [-0,050]	0,494 (0,278) [1,780]	-0,300 (1,384) [-0,217]
D(BR(-1))	-0,235 (0,474) [-0,495]	-0,146 (0,400) [-0,366]	-0,422 (0,414) [-1,020]	-0,526 (0,478) [-1,100]	0,214 (0,578) [0,369]	-0,419 (0,316) [-1,329]	0,620 (1,573) [0,394]
D(ARG(-1))	-0,124 (0,139) [-0,895]	-0,124 (0,117) [-1,064]	0,267 (0,121) [2,202]*	0,027 (0,140) [0,194]	0,213 (0,169) [1,260]	0,139 (0,092) [1,504]	-0,149 (0,460) [-0,324]
D(UE(-1))	0,021 (0,162) [0,129]	-0,033 (0,137) [-0,242]	-0,056 (0,142) [-0,399]	-0,029 (0,164) [-0,176]	-0,201 (0,198) [-1,017]	-0,048 (0,108) [-0,447]	-0,152 (0,538) [-0,283]
D(NZ(-1))	-0,118 (0,125) [-0,939]	-0,057 (0,106) [-0,542]	-0,005 (0,109) [-0,047]	0,093 (0,127) [0,738]	-0,015 (0,153) [-0,095]	0,084 (0,083) [1,008]	-0,282 (0,416) [-0,678]
D(URU(-1))	-0,077 (0,213) [-0,363]	-0,070 (0,179) [-0,391]	0,023 (0,186) [0,122]	-0,018 (0,215) [-0,082]	0,239 (0,259) [0,923]	-0,061 (0,142) [-0,428]	0,848 (0,706) [1,201]
D(EUA(-1))	0,065 (0,035) [1,833]	0,055 (0,030) [1,860]	-0,021 (0,031) [-0,670]	0,037 (0,036) [1,040]	0,025 (0,043) [0,576]	-0,025 (0,024) [-1,080]	-0,121 (0,117) [-1,034]
C	0,013 (0,010) [1,330]	0,012 (0,008) [1,549]	0,008 (0,008) [0,959]	0,014 (0,010) [1,461]	0,019 (0,012) [1,592]	0,007 (0,006) [1,176]	0,015 (0,032) [0,478]
R²	0,307	0,355	0,119	0,085	0,080	0,143	0,050

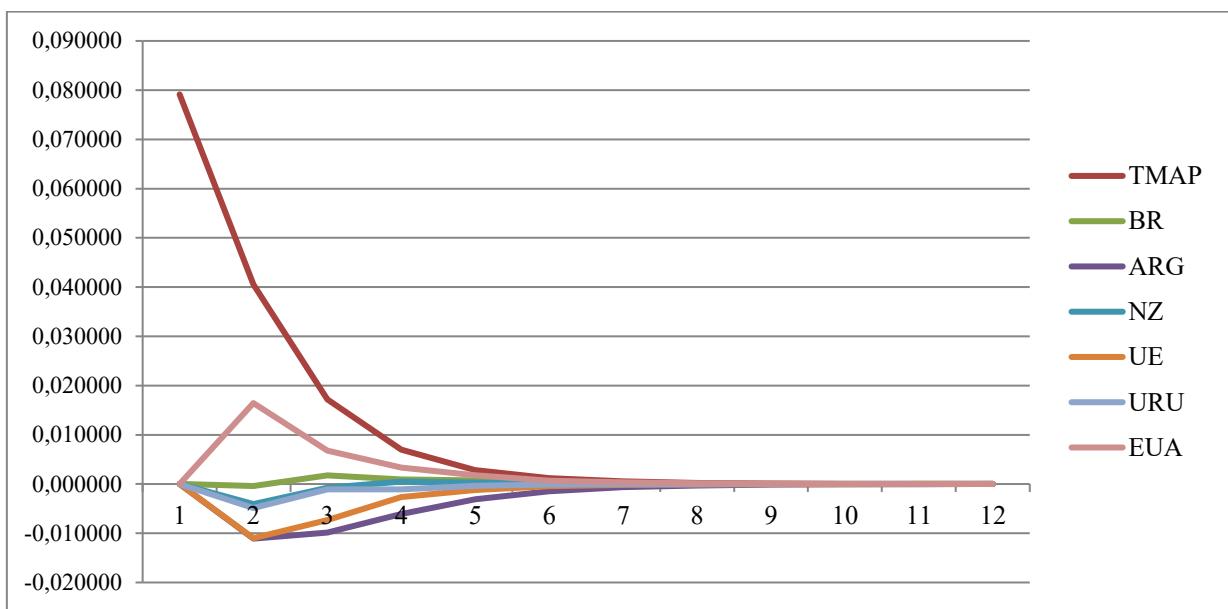
Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Nesse caso não foram identificadas relações estatisticamente significantes de transmissão entre as séries de preços do mercado internacional e do TMAP. No entanto, cabe ainda verificar os resultados da Função Impulso Resposta do modelo VAR, representados na Figura 7:

Figura 7: Resultados da Função Impulso Resposta – Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ao Mercado Internacional



Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os resultados da Função Impulso Resposta mostram um pequeno impacto dos choques de preços do mercado internacional sobre os preços pagos aos produtores no TMAP. Sendo estes, em todos os casos, choques que provocam uma oscilação de preço no curto prazo, geralmente até o sétimo mês, e depois desse período os preços retomam ao patamar inicial. No caso dos preços dos mercados brasileiro e norte-americano essa resposta inicial é positiva, e negativa em relação aos demais mercados. Esse comportamento é confirmado através dos resultados da decomposição da variância dos erros de previsão para o TMAP que são apresentados na Tabela 18:

Tabela 18: Decomposição da Variância de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba- Mercado Internacional:

Período	S.E.	D(TMAP)	D(BR)	D(ARG)	D(UE)	D(NZ)	D(URU)	D(EUA)
1	0,0791	100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0920	93,4413	0,0020	1,4530	0,1963	1,4302	0,2812	3,1961
3	0,0947	91,5484	0,0362	2,4546	0,1916	1,9549	0,2779	3,5363
4	0,0952	91,0144	0,0459	2,8317	0,1921	2,0082	0,2883	3,6196
5	0,0953	90,8747	0,0518	2,9284	0,1925	2,0196	0,2889	3,6442
6	0,0954	90,8467	0,0533	2,9499	0,1926	2,0208	0,2889	3,6478
7	0,0954	90,8411	0,0537	2,9542	0,1926	2,0210	0,2889	3,6485
8	0,0954	90,8400	0,0538	2,9550	0,1926	2,0211	0,2889	3,6487
9	0,0954	90,8398	0,0538	2,9551	0,1926	2,0211	0,2889	3,6487
10	0,0954	90,8398	0,0538	2,9552	0,1926	2,0211	0,2889	3,6487
11	0,0954	90,8398	0,0538	2,9552	0,1926	2,0211	0,2889	3,6487
12	0,0954	90,8398	0,0538	2,9552	0,1926	2,0211	0,2889	3,6487

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

A análise da decomposição da variância permite afirmar que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços do TMAP, mais de 90% da sua variação, decorrem de alterações nos preços ocorridas na própria região, sendo apenas algo em torno de 9% transmitidos por variações nos preços dos mercados internacionais. Deve-se destacar ainda que 3,65% são transmitidos do mercado norte-americano, 2,95% do mercado argentino e 2% do mercado neozelandês. De modo que as participações do mercado europeu, uruguai e do mercado brasileiro são praticamente irrelevantes nas flutuações dos preços pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os resultados da função impulso resposta para os demais mercados no modelo que inclui o TMAP, bem como da decomposição da variância estão disponíveis nos Anexos D e E, respectivamente.

A fim de confirmar os resultados dos modelos VAR e VECM e identificar o sentido da transmissão de preços no mercado internacional, e entre este e o TMAP foi aplicado o Teste de Causalidade de Granger, cujos resultados estão descritos na Tabela 19.

Tabela 19: Resultados Teste de Causalidade de Granger - Mercado Internacional com TMAP

	TMAP	ARG	BR	EU	NZ	URU	EUA
TMAP		4,333 (0,041)*	4,180 (0,044)*	4,271 (0,042)*	9,167 (0,003)*	1,890 (0,173)	6,579 (0,012)*
ARG	1,023 (0,315)		0,710 (0,402)	5,930 (0,0171)*	4,006 (0,0488)*	1,559 (0,215)	11,978 (0,0009)*
BR	1,404 (0,240)	5,294 (0,024)*		4,738 (0,0325)*	10,552 (0,0017)*	2,540 (0,115)	7,056 (0,0096)*
EU	2,707 (0,104)	1,149 (0,287)	2,442 (0,122)		0,008 (0,930)	0,244 (0,623)	9,605 (0,0027)*
NZ	1,110 (0,295)	3,227 (0,076)	0,938 (0,336)	6,426 (0,0132)*		3,922 (0,051)	8,444 (0,0048)*
URU	5,666 (0,020)*	3,351 (0,071)	5,928 (0,0172)*	7,513 (0,0076)*	7,023 (0,0097)*		14,430 (0,0003)*
EUA	5,225 (0,025)*	0,023 (0,879)	5,658 (0,0198)*	2,759 (0,101)	1,704 (0,196)	0,218 (0,642)	

Nota: Os asteriscos (*) representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

As estatísticas do Teste de Causalidade de Granger indicam que modificações nos preços do leite no mercado argentino causam flutuações sobre os preços praticados na União Europeia, Nova Zelândia e Estados Unidos; choques nos preços do leite brasileiro causam impacto nos preços de todos os países e regiões analisadas, exceto do Uruguai; oscilações nos preços do leite no mercado europeu impactam apenas os preços no mercado norte americano; choques nos preços da Nova Zelândia influenciam os preços da União Europeia e Estados Unidos; oscilações de preços do Uruguai afetam os preços de todos os demais mercados, com exceção da Argentina; e que os preços praticados nos EUA impactam apenas o mercado brasileiro.

Com relação aos preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, os resultados indicam que flutuações nos preços do Uruguai e Estados Unidos causam efeitos nos preços pagos aos produtores no TMAP, e que oscilações nos preços praticados no TMAP causam impactos em todos os mercados analisados, com exceção do uruguai. Enquanto “recebe” transmissão dos

O passo seguinte consistiu na análise das relações estabelecidas no mercado interno, buscando identificar as relações de transmissão de preço entre os principais estados produtores de leite no Brasil, bem como da média nacional e dos preços do TMAP. Na Tabela 20 é possível observar as estatísticas descritivas das séries de preço do mercado nacional:

Tabela 20: Estatísticas Descritivas - Mercado Nacional

	BR	BA	ES	GO	MG	MS	PR	RJ	RS	SC	SP	TMAP
Média	1,422	1,343	1,328	1,429	1,440	1,220	1,416	1,425	1,355	1,380	1,450	1,486
Mediana	1,354	1,248	1,216	1,337	1,358	1,141	1,385	1,330	1,267	1,294	1,408	1,390
Máximo	2,383	2,153	2,202	2,413	2,412	2,213	2,334	2,456	2,255	2,284	2,385	2,469
Mínimo	0,838	0,912	0,816	0,789	0,851	0,733	0,817	0,852	0,809	0,793	0,886	0,876
Desvio Padrão	0,423	0,382	0,365	0,445	0,422	0,386	0,415	0,452	0,409	0,412	0,401	0,429
Assimetria	0,783	0,904	0,878	0,768	0,795	0,967	0,632	0,865	0,735	0,761	0,838	0,834
Curtose	2,553	2,530	2,709	2,453	2,595	2,948	2,464	2,586	2,479	2,475	2,751	2,631
Jarque-Bera	9,391	12,360	11,219	9,416	9,540	13,093	6,675	11,219	8,609	9,181	10,174	10,219
p-valor JB	0,009	0,002	0,004	0,009	0,008	0,001	0,036	0,004	0,014	0,010	0,006	0,006
Obs	85	85	85	85	85	84	85	85	85	85	85	84

Legenda: (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Analizando as estatísticas descritivas das séries de preços do leite pago ao produtor nos principais estados produtores brasileiros é possível observar uma forte oscilação nos preços dentro do período analisado em todos os estados, indo de um valor mínimo (média nacional) de R\$0,838 até R\$ 2,383. O estado que apresentou a maior média de preços foi São Paulo, seguido por Minas Gerais e Goiás. Enquanto, as menores médias foram registradas em Mato Grosso do Sul e Espírito Santo. Já a região do TMAP, quando comparada à média brasileira, bem como aos demais estados é a série de preços que apresenta maior média, e maiores valores mínimos e máximos. Com relação ao desvio padrão, a região apresentou oscilações menores que os estados do Rio de Janeiro e Goiás. Na análise de normalidade dos dados, todas as séries apresentaram p-valor do teste de Jarque-Bera inferior a 5%, levando a rejeição da hipótese de normalidade.

O passo seguinte consiste na análise da matriz de correlação das variáveis, que é apresentada na Tabela 21:

Tabela 21: Matriz de Correlação das Variáveis - Mercado Nacional

	TMAP	BR	BA	ES	GO	MG	MS	PR	RJ	RS	SC	SP
TMAP	1											
BR	0,996*	1										
BA	0,957*	0,972*	1									
ES	0,986*	0,987*	0,966*	1								
GO	0,996*	0,994*	0,960*	0,980*	1							
MG	0,997*	0,999*	0,966*	0,990*	0,993*	1						
MS	0,978*	0,985*	0,965*	0,975*	0,976*	0,985*	1					
PR	0,987*	0,995*	0,967*	0,978*	0,986*	0,993*	0,977*	1				
RJ	0,971*	0,980*	0,968*	0,967*	0,968*	0,977*	0,978*	0,975*	1			
RS	0,990*	0,996*	0,971*	0,985*	0,987*	0,994*	0,978*	0,992*	0,970*	1		
SC	0,992*	0,996*	0,968*	0,983*	0,994*	0,995*	0,981*	0,989*	0,974*	0,993*	1	
SP	0,987*	0,995*	0,972*	0,985*	0,982*	0,994*	0,983*	0,993*	0,985*	0,989*	0,986*	1

Nota: Os asteriscos (*) representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Analisando a matriz de correlação das séries de preços do mercado nacional observa-se que todas as correlações lineares identificadas se mostraram significantes ao nível de 5%, apresentando correlações positivas e fortes, o que indica que os preços se movem na mesma direção e se comportam de maneira muito semelhante, o que indica que o mercado de leite brasileiro é bastante integrado. As relações mais fortes foram identificadas entre os preços do leite pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e os preços do leite em Minas Gerais e em Goiás.

Posteriormente foram aplicados os testes de Dikey Fuller Aumentado (ADF) e Philips Peron, para verificar a estacionariedade dos dados. Os resultados são apresentados na Tabela 22:

Tabela 22: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - Mercado Nacional

Critério	ADF		PP			
	Nível	SC	1ªDif	Nível	1ªDif	
BR	-3,347 (0,066)	-1,961 (0,613)	-4,906 (0,001)	-4,906 (0,001)	-2,405 (0,374)	-5,040 (0,001)
BA	-3,133 (0,106)	-2,360 (0,398)	-5,541 (0,000)	-5,072 (0,000)	-2,411 (0,372)	-4,703 (0,001)
ES	-2,769 (0,213)	-1,736 (0,726)	-5,589 (0,000)	-5,589 (0,000)	-2,296 (0,431)	-5,609 (0,000)
GO	-3,540 (0,042)	-1,915 (0,637)	-4,944 (0,001)	-4,944 (0,001)	-2,527 (0,315)	-4,888 (0,001)
MG	-3,240 (0,084)	-1,880 (0,655)	-5,121 (0,000)	-5,121 (0,000)	-2,378 (0,388)	-5,214 (0,000)
MS	-3,279 (0,077)	-1,147 (0,914)	-5,597 (0,000)	-5,628 (0,000)	-2,494 (0,330)	-5,628 (0,000)
PR	-3,487 (0,047)	-2,267 (0,447)	-5,213 (0,000)	-5,213 (0,000)	-2,613 (0,276)	-5,317 (0,000)
RJ	-2,652 (0,259)	-1,149 (0,914)	-5,253 (0,000)	-4,355 (0,004)	-1,862 (0,665)	-7,579 (0,000)
RS	-3,005 (0,137)	-2,095 (0,540)	-5,408 (0,000)	-5,408 (0,000)	-2,412 (0,371)	-5,408 (0,000)
SC	-3,167 (0,098)	-1,576 (0,794)	-5,491 (0,000)	-5,491 (0,000)	-2,412 (0,371)	-5,405 (0,000)
SP	-3,335 (0,068)	-1,462 (0,834)	-4,573 (0,002)	-4,573 (0,002)	-2,300 (0,429)	-4,770 (0,001)
TMAP	-3,195 (0,093)	-1,987 (0,599)	-5,125 (0,000)	-5,125 (0,000)	-2,276 (0,442)	-4,979 (0,001)

Nota: (Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz. Os asteriscos (*) representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Tanto os resultados no teste ADF quanto do Philips-Peron indicam que as séries não são estacionárias em nível, e quando transformada em retornos, tornam-se estacionárias, independentemente do critério de informação aplicado e, portanto, integradas de primeira ordem, ou seja, não possuem raiz unitária na primeira diferença.

Uma vez identificado que as séries devem ser diferenciadas, o passo seguinte consiste na aplicação dos critérios de informação para identificar o número de defasagem que deve ser

utilizada no Teste de Cointegração de Johansen. Os resultados do Teste de Cointegração de Johansen são apresentados na Tabela 23:

Tabela 23: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercado Nacional

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	-40,909	-40,552	-40,766
1	-52,602	-47,957*	-50,740*
2	-52,278	-43,345	-48,696
3	-52,780	-39,560	-47,480
4	-54,433*	-36,926	-47,414
5	-40,909	-40,552	-40,766

Nota: * indica ordem de defasagem selecionada pelo critério.

Legenda: AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Da mesma forma que no modelo anterior, os resultados dos critérios indicaram o uso de quantidades diferentes de defasagens, assim optou-se por seguir os resultados dos critérios de Schwarz e Hannan-Quinn. Com base nesses resultados, foi realizado o Teste de Cointegração de Johansen com 1 defasagem, cujos resultados são apresentados na Tabela 24:

Tabela 24: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercado Nacional

H0	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,6219	363,9218	334,9837	0,045*
r≤1	0,4894	284,1656	285,1425	0,163
r≤2	0,4802	229,0521	239,2354	0,536
r≤3	0,4358	175,3996	197,3709	0,705
r≤4	0,3507	128,4680	159,5297	0,7197
Teste do Máximo Autovalor				
r=0	0,6219	79,7562	76,5784	0,0309*
r≤1	0,4894	55,1136	70,5351	0,3158
r≤2	0,4802	53,6525	64,5047	0,166
r≤3	0,4358	46,9316	58,4335	0,7197
r≤4	0,3507	35,4072	52,3626	0,709

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados do teste de cointegração de Johansen indicaram que as séries de preços são cointegradas. Assim, considerando que estas são estacionárias de ordem I(1), a recomendação é que se deva estimar um modelo de correção de erros vetoriais (VECM). Os resultados da estimativa do modelo VECM para o curto e longo prazos estão apresentados nas Tabelas 25 e 26:

Tabela 25: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Mercado Nacional

	D(TMAP)	D(BR)	D(BA)	D(ES)	D(GO)	D(MG)	D(MS)	D(PR)	D(RJ)	D(RS)	D(SC)	D(SP)
CointEq1	-0,033 (0,094) [-0,35]	-0,011 (0,080) [-0,14]	-0,218 (0,066) [-3,32]*	0,003 (0,079) [0,04]	-0,067 (0,102) [-0,66]	-0,014 (0,084) [-0,17]	0,065 (0,087) [0,75]	0,083 (0,082) [1,01]	0,008 (0,079) [0,10]	0,057 (0,080) [0,72]	-0,090 (0,087) [-1,03]	-0,061 (0,061) [-0,99]
	1,156 (0,530) [2,18]*	1,055 (0,448) [2,35]*	0,361 (0,369) [0,98]	0,564 (0,444) [1,27]	1,487 (0,571) [2,60]*	1,097 (0,472) [2,33]*	0,493 (0,487) [1,01]	0,726 (0,464) [1,56]	0,967 (0,444) [2,18]*	1,040 (0,448) [2,32]*	1,428 (0,491) [2,91]*	0,746 (0,343) [2,17]*
	-0,781 (2,459) [-0,32]	-0,551 (2,078) [-0,26]	-1,467 (1,710) [-0,86]	0,265 (2,059) [0,13]	-1,325 (2,651) [-0,50]	-0,231 (2,187) [-0,10]	3,942 (2,261) [1,74]	-0,194 (2,152) [-0,09]	-0,891 (2,060) [-0,43]	-0,943 (2,078) [-0,45]	-1,414 (2,278) [-0,62]	-0,027 (1,593) [-0,02]
D(BA(-1))	-0,002 (0,242) [-0,01]	0,080 (0,205) [0,39]	0,364 (0,168) [2,16]*	-0,112 (0,203) [-0,55]	0,071 (0,261) [0,27]	-0,006 (0,215) [-0,03]	-0,367 (0,223) [-1,65]	0,103 (0,212) [0,48]	0,150 (0,203) [0,74]	0,065 (0,205) [0,32]	0,226 (0,224) [1,01]	0,097 (0,157) [0,62]
	0,538 (0,256) [2,10]*	0,493 (0,216) [2,28]*	0,184 (0,178) [1,03]	0,142 (0,214) [0,66]	0,507 (0,276) [1,84]	0,491 (0,228) [2,16]	0,465 (0,235) [1,98]*	0,461 (0,224) [2,06]*	0,231 (0,214) [1,08]	0,725 (0,216) [3,35]*	0,433 (0,237) [1,83]	0,336 (0,166) [2,03]*
	0,826 (0,393) [2,10]*	0,665 (0,332) [2,00]*	0,168 (0,274) [0,62]	0,534 (0,329) [1,62]	0,694 (0,424) [1,64]	0,719 (0,350) [2,06]*	0,205 (0,362) [0,57]	0,624 (0,344) [1,81]	0,561 (0,330) [1,70]	0,608 (0,333) [1,83]	0,617 (0,365) [1,69]	0,336 (0,255) [1,32]
D(MG(-1))	-1,898 (1,402) [-1,35]	-1,762 (1,185) [-1,49]	0,256 (0,975) [0,26]	-1,080 (1,174) [-0,92]	-1,760 (1,512) [-1,16]	-2,050 (1,247) [-1,64]	-2,888 (1,289) [-2,24]*	-1,552 (1,227) [-1,26]	-1,552 (1,174) [-1,32]	-1,629 (1,185) [-1,37]	-1,630 (1,299) [-1,25]	-1,152 (0,908) [-1,27]
	0,184 (0,203) [0,91]	0,254 (0,172) [1,48]	0,063 (0,141) [0,44]	0,241 (0,170) [1,42]	0,221 (0,219) [1,01]	0,241 (0,181) [1,33]	0,073 (0,187) [0,39]	0,306 (0,178) [1,72]	0,372 (0,170) [2,18]*	0,280 (0,172) [1,63]	0,296 (0,188) [1,57]	0,178 (0,132) [1,35]
	0,548 (0,529) [1,03]	0,481 (0,447) [1,07]	0,546 (0,368) [1,48]	0,087 (0,443) [0,19]	0,719 (0,570) [1,26]	0,355 (0,470) [0,75]	-0,641 (0,486) [-1,32]	0,184 (0,463) [0,40]	0,289 (0,443) [0,65]	0,696 (0,447) [1,56]	0,809 (0,490) [1,65]	0,330 (0,343) [0,96]
D(RJ(-1))	0,008 (0,189) [0,04]	0,048 (0,160) [0,30]	-0,112 (0,132) [-0,85]	-0,012 (0,159) [-0,07]	0,084 (0,204) [0,41]	0,048 (0,168) [0,28]	0,266 (0,174) [1,53]	0,051 (0,166) [0,31]	-0,209 (0,159) [-1,32]	0,195 (0,160) [1,22]	0,181 (0,175) [1,03]	0,049 (0,123) [0,40]
	-0,234 (0,403) [-0,58]	-0,246 (0,340) [-0,72]	-0,105 (0,280) [-0,37]	0,118 (0,337) [0,35]	-0,464 (0,434) [-1,07]	-0,234 (0,358) [-0,65]	-0,786 (0,370) [-2,12]*	-0,204 (0,352) [-0,58]	-0,552 (0,337) [-1,64]	-0,220 (0,340) [-0,65]	-0,389 (0,373) [-1,04]	-0,365 (0,261) [-1,40]
	0,552 (0,440) [1,26]	0,466 (0,372) [1,25]	0,179 (0,306) [0,58]	-0,231 (0,368) [-0,63]	0,666 (0,474) [1,41]	0,404 (0,391) [1,03]	0,043 (0,404) [0,10]	0,591 (0,385) [1,54]	0,278 (0,368) [0,76]	0,446 (0,372) [1,20]	0,713 (0,407) [1,75]	0,358 (0,285) [1,26]
D(SP(-1))	-0,467 (0,546) [-0,85]	-0,477 (0,461) [-1,03]	0,196 (0,380) [0,52]	-0,218 (0,457) [-0,48]	-0,382 (0,589) [-0,65]	-0,357 (0,486) [-0,73]	-0,350 (0,502) [-0,70]	-0,508 (0,478) [-1,06]	0,842 (0,457) [1,84]	-0,658 (0,462) [-1,43]	-0,861 (0,506) [-1,70]	-0,330 (0,354) [-0,93]
	0,010 (0,009) [1,21]	0,009 (0,007) [1,22]	0,004 (0,006) [0,59]	0,008 (0,007) [1,17]	0,009 (0,009) [0,96]	0,009 (0,008) [1,18]	0,005 (0,008) [0,64]	0,007 (0,008) [0,97]	0,012 (0,007) [1,60]	0,006 (0,007) [0,87]	0,010 (0,008) [1,25]	0,007 (0,006) [1,34]
	R ²	0,455	0,500	0,526	0,344	0,449	0,481	0,422	0,492	0,410	0,510	0,467

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos (*) representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Lenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados do ajustamento de curto prazo apontam para a existência de uma relação de transmissão espacial dos preços do leite de Goiás e do Espírito Santo para os preços pagos aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. E dos preços praticados na

região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba para os mercados de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

Também foi identificado que os preços do Espírito Santo são transmitidos para o Mato Grosso do Sul, para o Paraná, para o Rio de Janeiro e para São Paulo; que os preços de Goiás são transmitidos para Minas Gerais; os de Minas Gerais são transmitidos para os preços do Mato Grosso do Sul; os do Mato Grosso do Sul são transmitidos para o Rio de Janeiro; e do Rio Grande do Sul para o Mato Grosso do Sul.

Tabela 26: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM - Mercado Nacional

	Coef.	Desvio Padrão	p-valor
TMAP(-1)	1,000		
BR(-1)	-16,588	-2,594	[-6,395]*
BA(-1)	1,738	-0,214	[8,115]*
ES(-1)	-2,026	-0,312	[-6,502]*
GO(-1)	0,442	-0,348	[1,271]
MG(-1)	9,474	-1,442	[6,571]*
MS(-1)	-0,396	-0,203	[-1,952]
PR(-1)	1,389	-0,474	[2,931]*
RJ(-1)	-0,644	-0,191	[-3,373]*
RS(-1)	-0,205	-0,387	[-0,530]
SC(-1)	3,151	-0,435	[7,249]*
SP(-1)	2,838	-0,522	[5,434]*
C	-0,583		

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos (*) representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

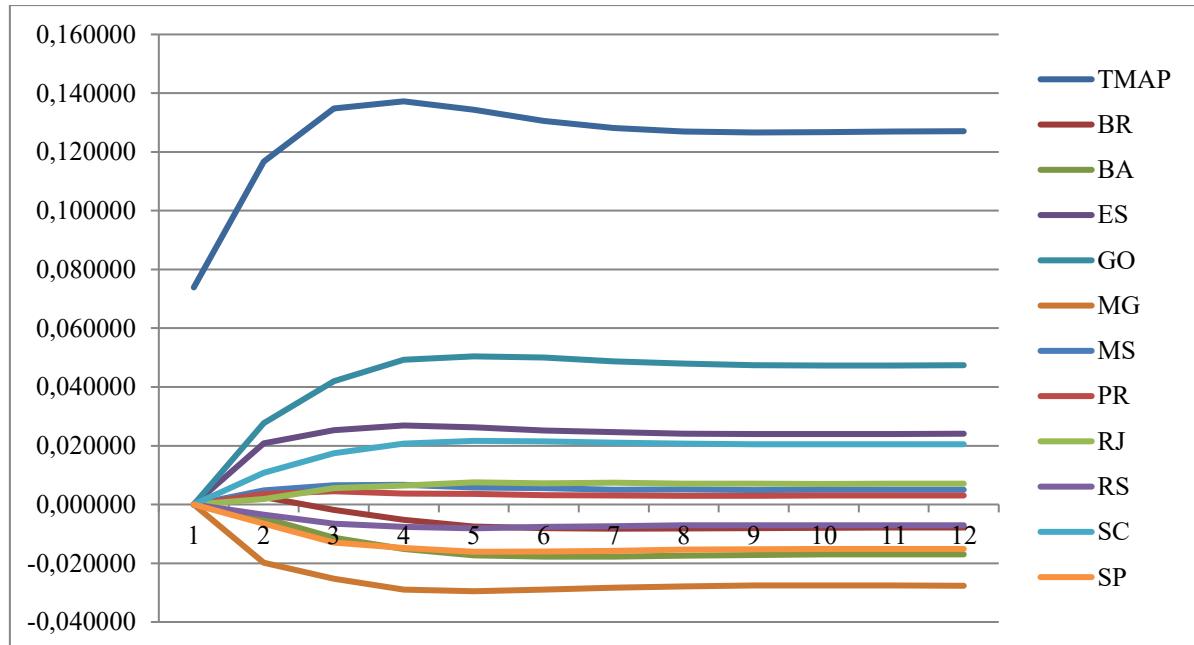
Já no longo prazo, as estatísticas de ajustamento indicam que, com exceção de Goiás, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, todos estados apresentaram um *t-valor* estatisticamente significante a 5% indicando que oscilações nos preços do leite nestes estados são transmitidos para os preços pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Estes resultados, mais uma vez, indicam uma grande integração do mercado lácteo brasileiro, de modo que as relações de compra e venda de leite entre os estados promovem o equilíbrio das relações de oferta e demanda e, por meio do processo de arbitragem, os preços em todos os estados tendem a se equiparar ao longo do tempo.

Esse resultado dissona dos achados de Fernandes, Braga e Lima (2008), Carvalho et al. (2014), Ramos et al. (2018), e Medeiros, Moraes e Bender Filho (2017) que

identificaram o estado Minas Gerais como formador (ou mercado primário) do preço do leite pago aos produtores no Brasil. E de Medeiros, Moraes e Bender Filho (2017) que encontraram que os preços do leite dos estados da Bahia e do Paraná exercem maior influência sobre os preços pagos aos produtores pelo leite *in natura* nos demais estados brasileiros.

Para detalhar as relações estabelecidas entre os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e os demais estados produtores do Brasil, a seguir serão apresentados os resultados da função impulso resposta e da decomposição da variância. Iniciando pela função impulso resposta do TMAP, cujos resultados podem ser observados na Figura 8:

Figura 8: Resultados da Função Impulso Resposta - Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ao Mercado Nacional:



Legenda: (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados da função impulso resposta indicam que os preços pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba respondem negativamente a choques de preços ocorridos na Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, e positivamente a choques na nos preços do Espírito santo, Mato Grosso do Sul e Paraná e Rio de Janeiro. Essa resposta, em todos os casos, tende a ser mais intensa nos primeiros meses e se equilibrar com o passar do tempo. Também foram analisados os resultados da Decomposição da Variância dos Erros

de Previsão para os preços pagos aos produtores no TMAP em relação ao mercado nacional, como pode ser observado na Tabela 27:

Tabela 27: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – Mercado Nacional

Período	S.E.	TMAP	BR	BA	ES	GO	MG	MS	PR	RJ	RS	SC	SP
1	0,074	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,145	91,221	0,030	0,099	2,079	3,678	1,884	0,111	0,062	0,017	0,059	0,554	0,207
3	0,207	86,897	0,023	0,349	2,501	5,907	2,414	0,154	0,078	0,081	0,127	0,979	0,490
4	0,258	84,009	0,055	0,568	2,689	7,432	2,812	0,166	0,071	0,115	0,169	1,268	0,646
5	0,300	82,221	0,103	0,754	2,755	8,320	3,049	0,160	0,067	0,148	0,198	1,459	0,766
6	0,335	81,097	0,141	0,884	2,775	8,896	3,194	0,156	0,063	0,165	0,210	1,579	0,841
7	0,366	80,385	0,169	0,978	2,783	9,247	3,282	0,150	0,059	0,180	0,217	1,657	0,893
8	0,393	79,920	0,189	1,041	2,782	9,483	3,340	0,146	0,057	0,189	0,221	1,709	0,925
9	0,419	79,599	0,203	1,085	2,780	9,643	3,378	0,143	0,056	0,195	0,223	1,747	0,948
10	0,443	79,360	0,213	1,118	2,778	9,764	3,408	0,140	0,054	0,200	0,225	1,775	0,964
11	0,466	79,170	0,221	1,143	2,777	9,858	3,432	0,138	0,053	0,204	0,226	1,799	0,978
12	0,488	79,013	0,228	1,163	2,777	9,938	3,452	0,137	0,053	0,207	0,228	1,817	0,989

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão indicam que os preços do TMAP após 12 meses de um choque não antecipado sobre os preços do leite *in natura*, tem 79% da sua variação relacionada a movimentos de preços do próprio mercado, enquanto 9,93% são explicados por flutuações no mercado goiano, 2,77% do mercado capixaba.

E para finalizar essa etapa da análise foi aplicado do Teste de Causalidade de Granger visando identificar o sentido da transmissão de preços. Seus resultados são detalhados na Tabela 28:

Tabela 28: Resultados do Teste de Causalidade de Granger - Mercado Nacional

	TMAP	BR	BA	ES	GO	MG	MS	PR	RJ	RS	SC	SP	
TMAP		4,180 (0,044)*	15,185 (0,00)*	2,961 (0,089)	0,018 (0,893)	4,692 (0,033)*	2,993 (0,088)	9,904 (0,002)*	8,420 (0,005)*	6,983 (0,010)*	0,289 (0,593)	25,709 (0,00)*	
BR		1,404 (0,240)		13,675 (0,00)*	0,705 (-0,403)	2,134 (-0,148)	0,016 (-0,898)	1,21 (-0,275)	7,744 (0,007)*	7,846 (0,006)*	2,169 (-0,144)	5,261 (0,024)*	27,879 (0,00)*
BA		0,590 (0,445)	1,155 (-0,286)		0,425 (-0,516)	1,307 (-0,256)	0,792 (-0,376)	0,21 (-0,648)	0,001 (-0,98)	2,004 (-0,161)	0,429 (-0,515)	1,087 (-0,3)	0,011 (-0,915)
ES		0,329 (0,568)	1,241 (-0,268)	13,615 (0,00)*		0,051 (-0,823)	1,213 (-0,274)	0,96 (-0,33)	4,242 (0,043)*	7,917 (0,006)*	2,973 (-0,088)	0 (-0,99)	16,356 (0,00)*
GO		1,461 (0,230)	5,841 (0,018)*	19,998 (0,00)*	3,756 (-0,056)		4,47 (0,038)*	2,518 (-0,116)	12,207 (0,001)*	10,57 (0,002)*	7,543 (0,007)*	0,008 (-0,93)	22,831 (0,00)*
MG		2,342 (0,130)	0,28 (-0,598)	12,842 (0,001)*	0,905 (-0,344)	1,604 (-0,209)		1,203 (-0,276)	7,119 (0,009)*	7,68 (0,007)*	2,591 (-0,111)	3,25 (-0,075)	28,332 (0,000)*
MS		0,009 (0,924)	0,409 (-0,524)	20,703 (0,00)*	1,878 (-0,174)	0,005 (-0,946)	0,221 (-0,639)		2,463 (-0,12)	6,556 (0,012)*	1,064 (-0,305)	0,004 (-0,948)	9,143 (0,003)*
PR		2,630 (0,109)	3,029 (-0,086)	9,766 (0,002)*	0,001 (-0,971)	3,273 (-0,074)	1,83 (-0,18)	0,114 (-0,737)		3,04 (-0,085)	0,001 (-0,971)	5,689 (0,019)*	5,044 (0,027)*
RJ		0,002 (0,963)	0,002 (-0,961)	2,217 (-0,14)	0,003 (-0,957)	0,177 (-0,675)	0,03 (-0,862)	1,531 (-0,22)	0,612 (-0,436)		0,048 (-0,827)	0,008 (-0,929)	2,576 (-0,112)
RS		1,589 (0,211)	0,736 (-0,393)	11,682 (0,001)*	0,757 (-0,387)	2,378 (-0,127)	0,536 (-0,466)	0,648 (-0,423)	1,941 (-0,167)	2,763 (-0,1)		6,144 (0,015)*	8,981 (0,004)*
SC		2,770 (0,100)	13,019 (0,001)*	18,765 (0,00)*	5,287 (0,024)*	0,66 (-0,419)	9,09 (0,003)*	5,614 (0,02)*	18,92 (0,000)*	10,483 (0,002)*	13,875 (0,00)*		32,221 (0,00)*
SP		7,051 (0,010)*	13,369 (0,000)*	3,114 (-0,081)	2,396 (-0,125)	6,068 (0,016)*	9,516 (0,003)*	0,455 (-0,502)	0,962 (-0,33)	2,293 (-0,134)	3,43 (-0,068)	9,266 (0,003)*	

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

O Teste de Granger indica a presença de causalidade entre os preços do Espírito Santo, Bahia, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, sendo os preços do ES transmitidos para os demais estados. Também é verificada a presença de causalidade entre os preços do estado de Goiás e os preços da Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, dos preços de Minas Gerais para Bahia, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, e dos preços de Mato Grosso do Sul para Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo.

Já os preços do Paraná apresentam relação de causalidade, sendo transmitidos para Bahia Santa Catarina e São Paulo, o mesmo acontece com os preços do Rio Grande do Sul. Os preços de Santa Catarina são transmitidos para todos os demais estados, com exceção de Goiás, e os preços de São Paulo são transmitidos para Goiás, Minas Gerais e Santa Catarina. A

região do TMAP, por sua vez, não apresentou relações de causalidade Granger com nenhum dos estados analisados.

Por fim, a última parte da análise consiste no exame da transmissão entre os preços dos principais mercados regionais produtores de leite no Brasil, buscando verificar as relações destes com o preço da região de interesse da pesquisa, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A análise das estatísticas descritivas das séries de preços regiões estão dispostas na Tabela 29:

Tabela 29: Estatísticas Descritivas – Mercados Regionais

	CAM	COP	MBH	OPR	SJRP	SMG	SGO	TMAP	VR	ZMA
Média	1,456	1,498	1,421	1,419	1,439	1,415	1,421	1,486	1,380	1,337
Mediana	1,393	1,478	1,328	1,372	1,388	1,384	1,325	1,390	1,292	1,272
Máximo	2,404	2,422	2,368	2,352	2,380	2,437	2,374	2,469	2,265	2,267
Mínimo	0,889	0,992	0,905	0,785	0,809	0,630	0,821	0,876	0,998	0,637
Desvio Padrão	0,373	0,388	0,389	0,428	0,416	0,463	0,424	0,429	0,357	0,411
Assimetria	0,934	0,812	0,907	0,599	0,759	0,504	0,792	0,834	1,018	0,690
Curtoza	3,171	2,842	2,804	2,474	2,738	2,624	2,531	2,631	2,852	2,610
Jarque-Bera	12,320	9,328	11,651	5,994	8,305	4,045	9,541	10,219	14,574	7,197
Probabilidade	0,002	0,009	0,003	0,050	0,016	0,132	0,009	0,006	0,001	0,027
Obs.	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Analizando a Tabela 29 é possível verificar que a região que apresentou as maiores médias de preços no período analisado foi a região do Centro Oriental Paranaense, seguida pelo Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. No entanto, com relação aos valores máximos, o TMAP ocupa a primeira posição, sendo a região que pagou o maior preço aos produtores. A região Sul e Sudoeste de Minas foi a que apresentou maiores oscilações de preço no período, mediada pelo desvio padrão.

Com relação a análise de normalidade dos dados, do mesmo modo que nas análises anteriores, todas as séries apresentaram p-valor do teste de Jarque-Bera inferior a 5%, levando a rejeição da hipótese de normalidade. Seguindo com a análise descritiva das séries, é apresentada, na Tabela 30, a matriz de correlação das variáveis:

Tabela 30: Matriz de Correlação das Variáveis – Mercados Regionais

	CAM	COP	MBH	POR	SJRP	SMG	SGO	TMAP	VRD	ZMA
CAM	1									
COP	0,9781*	1								
MBH	0,9891*	0,9765*	1							
POR	0,9774*	0,9741*	0,9843*	1						
SJRP	0,9880*	0,9798*	0,9897*	0,9851*	1					
SMG	0,9818*	0,9739*	0,9828*	0,9854*	0,9876*	1				
SGO	0,9720*	0,9565*	0,9856*	0,9728*	0,9682*	0,9610*	1			
TMAP	0,9840*	0,9725*	0,9931*	0,9792*	0,9815*	0,9766*	0,9931*	1		
VRD	0,9748*	0,9608*	0,9826*	0,9623*	0,9652*	0,9523*	0,9879*	0,9887*	1	
ZMA	0,9842*	0,9682*	0,9892*	0,9838*	0,9822*	0,9837*	0,9883*	0,9929*	0,9795*	1

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Todas as correlações lineares identificadas se mostraram significantes ao nível de 5%, apresentando correlações positivas e fortes, indicando que os preços se movem na mesma direção e se comportam de maneira muito semelhante. As relações mais fortes (quase correlações perfeitas) foram identificadas entre os preços do leite no Triângulo Mineiro a Alto Paranaíba e das demais regiões do estado de Minas Gerais – Zona da Mata Mineira, Região Metropolitana de Belo Horizonte e Vale do Rio Doce – corroborando que a distância geográfica tende a facilitar o processo de transmissão de preços, e também entre os preços da região Metropolitana de Belo Horizonte e os preços da regiões produtoras do estado de São Paulo – região de São José do Rio Preto e região de Campinas.

Posteriormente foram aplicados os testes de Dikey Fuller Aumentado (ADF) e Philips Peron, para verificar a estacionariedade dos dados. Os resultados são apresentados na Tabela 31:

Tabela 31: Testes de Raiz Unitária – Mercados Regionais

Critério	ADF		PP			
	Nível	1ªDif	Nível	1ªDif		
	SC	AIC	SC	AIC		
CAM	-3,469 (0,050)*	-1,323 (0,875)	-5,251 (0,000)*	-5,251 (0,000)*	-2,547 (0,306)	-5,299 (0,000)*
COP	-2,451 (0,351)	-2,451 (0,351)	-5,605 (0,000)*	-4,503 (0,003)*	-1,931 (0,629)	-5,584 (0,000)*
MBH	-2,890 (0,171)	-1,549 (0,804)	-6,301 (0,000)*	-6,301 (0,000)*	-2,468 (0,343)	-6,319 (0,000)*
POR	-3,469 (0,050)*	-3,469 (0,050)*	-5,249 (0,000)*	-5,249 (0,000)*	-2,678 (0,248)	-5,249 (0,000)*
SJRP	-3,354 (0,065)	-1,415 (0,849)	-5,505 (0,000)*	-5,505 (0,000)*	-2,447 (0,353)	-5,488 (0,000)*
SMG	-3,210 (0,090)	-1,841 (0,675)	-5,156 (0,000)*	-5,156 (0,000)*	-2,385 (0,385)	-5,100 (0,000)*
SGO	-3,695 (0,028)*	-1,988 (0,598)	-5,393 (0,000)*	-4,725 (0,001)*	-2,540 (0,309)	-4,454 (0,003)*
TMAP	-3,195 (0,093)	-1,987 (0,599)	-5,125 (0,000)*	-5,125 (0,000)*	-2,276 (0,442)	-4,979 (0,001)*
VRD	-3,250 (0,082)	-1,605 (0,782)	-5,875 (0,000)*	-5,257 (0,000)*	-2,200 (0,483)	-4,761 (0,001)*
ZMA	-3,115 (0,110)	-1,828 (0,682)	-5,628 (0,000)*	-5,628 (0,000)*	-2,521 (0,318)	-5,628 (0,000)*

Nota: Valores críticos do teste ADF aos níveis de 1%, 5% e 10% são respectivamente iguais a: (-2,5979), (-1,9455) e (-1,6138).

Legenda:(Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz.

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os resultados no teste ADF indicam que as séries de preço da região de Campinas, do Oeste Paranaense e do Sul de Goiás são estacionárias em nível, enquanto as demais não. Porém quando transformadas em retornos, todas as tornam-se estacionárias, independentemente do critério de informação aplicado e, portanto, integradas de primeira ordem, ou seja, não possuem raiz unitária na primeira diferença. Já o teste de Philips Peron indica que todas as séries são não estacionárias em nível e se tornam, quando analisadas na primeira diferença.

O passo seguinte consiste na aplicação dos testes de critérios de informação para verificar o número de defasagens que devem ser utilizadas, os resultados estão na Tabela 32:

Tabela 32: Aplicação dos testes dos critérios de informação - Mercados Regionais

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	-27,273	-26,973	-27,153
1	-36,292	-32,993*	-34,971*
2	-36,387	-30,088	-33,863
3	-36,853	-27,555	-33,128
4	-37,222	-24,925	-32,295
5	-38,952*	-23,655	-32,824

Nota: * indica ordem de defasagem selecionada pelo critério.

Legenda: AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Tendo em vista que os critérios de Schwarz e Hannan-Quinn indicaram a utilização de uma defasagem e que se prioriza a adoção do menor número de defasagens, os testes posteriores aplicaram essa quantidade. Os resultados do Teste de Cointegração de Johansen são apresentados na Tabela 33:

Tabela 33: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - Mercados Regionais

H0	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,588	312,956	239,23	0,000*
r≤1	0,486	240,216	197,371	0,000*
r≤2	0,474	185,641	159,530	0,009*
r≤3	0,358	132,987	125,615	0,107
r≤4	0,316	96,620	95,754	0,316
Teste do Máximo Autovalor				
r=0	0,588142	72,7402	64,50472	0,008*
r≤1	0,486005	54,57439	58,43354	0,004*
r≤2	0,473829	52,65462	52,36261	0,051
r≤3	0,35821	36,36649	46,23142	0,276
r≤4	0,316408	31,19236	40,078	0,641

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Verifica-se que tanto o teste do traço quanto o teste do máximo autovalor constataram a presença de cointegração entre as séries. Sendo identificado, no teste do traço, a presença de dois vetores de cointegração, e no teste do máximo autovalor, de um vetor de cointegração. Assim recorre-se mais uma vez a utilização do modelo de Correção de Erros Vetoriais

(VECM) para investigar os processos de transmissão de preços. Seus resultados estão apresentados nas Tabelas 34 e 35:

Tabela 34: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Mercados Regionais

	D(TMAP)	D(CAM)	D(COP)	D(MBH)	D(OPR)	D(SJRP)	D(SMG)	D(SGO)	D(VRD)	D(ZMA)
CointEq1	-0,019 (0,057) [-0,325]	0,000 (0,047) [0,009]	0,036 (0,036) [1,018]	-0,022 -0,053 [-0,417]	-0,039 -0,054 [-0,715]	0,058 -0,051 [1,122]	0,130 -0,047 [2,743]	0,034 -0,064 [0,524]	0,030 -0,052 [0,576]	-0,082 -0,055 [-1,483]
D(TMAP(-1))	0,429 (0,360) [1,190]	0,392 (0,293) [1,338]	0,522 (0,224) [2,333]*	0,406 (0,335) [1,210]	0,494 (0,342) [1,445]	0,638 (0,323) [1,975]*	0,737 (0,297) [2,480]*	0,482 (0,404) [1,192]	0,371 -0,325 [1,143]	0,369 -0,346 [1,065]
D(CAM(-1))	0,017 -0,218 [0,078]	-0,273 -0,178 [-1,535]	0,067 -0,136 [0,491]	0,005 -0,203 [0,025]	-0,138 -0,207 [-0,668]	-0,051 -0,196 [-0,259]	0,069 -0,180 [0,382]	-0,173 -0,245 [-0,706]	0,014 -0,197 [0,073]	0,004 -0,210 [0,017]
D(COP(-1))	-0,262 -0,218 [-1,199]	-0,004 -0,178 [-0,022]	-0,020 -0,136 [-0,144]	-0,365 -0,203 [-1,798]	-0,257 -0,207 [-1,240]	-0,114 -0,196 [-0,583]	-0,126 -0,180 [-0,701]	-0,326 -0,245 [-1,330]	-0,047 -0,197 [-0,240]	-0,150 -0,210 [-0,717]
D(MBH(-1))	-0,669 -0,308 [-2,171]*	-0,459 -0,251 [-1,833]	-0,237 -0,191 [-1,239]	-0,834 -0,287 [-2,906]	-0,335 -0,292 [-1,146]	-0,596 -0,276 [-2,156]*	-0,775 -0,254 [-3,049]*	-0,783 -0,346 [-2,265]*	-0,840 -0,278 [-3,020]*	-0,413 -0,296 [-1,395]
D(OPR(-1))	0,179 -0,210 [0,854]	0,106 -0,171 [0,624]	-0,095 -0,130 [-0,731]	0,113 -0,195 [0,578]	0,139 -0,199 [0,700]	0,234 -0,188 [1,244]	0,136 -0,173 [0,784]	0,282 -0,235 [1,198]	0,281 -0,189 [1,488]	0,179 -0,202 [0,889]
D(SJRP(-1))	-0,193 -0,252 [-0,766]	-0,221 -0,205 [-1,076]	-0,070 -0,157 [-0,446]	-0,232 -0,235 [-0,985]	-0,251 -0,239 [-1,049]	-0,211 -0,226 [-0,933]	-0,075 -0,208 [-0,359]	-0,053 -0,283 [-0,185]	-0,180 -0,228 [-0,793]	-0,020 -0,243 [-0,081]
D(SMG(-1))	0,055 -0,245 [0,226]	0,220 -0,199 [1,103]	0,058 -0,152 [0,383]	0,171 -0,228 [0,748]	0,400 -0,232 [1,723]	0,229 -0,219 [1,045]	0,113 -0,202 [0,558]	0,089 -0,275 [0,324]	0,116 -0,221 [0,525]	0,054 -0,235 [0,228]
D(SGO(-1))	0,933 -0,317 [2,944]*	0,807 -0,258 [3,131]*	0,285 -0,197 [1,446]	0,887 -0,295 [3,008]*	0,428 -0,301 [1,424]	0,727 -0,284 [2,559]*	0,801 -0,261 [3,065]*	0,936 -0,356 [2,632]*	0,924 -0,286 [3,234]*	0,749 -0,305 [2,459]*
D(VRD (-1))	-0,090 -0,247 [-0,363]	-0,042 -0,201 [-0,207]	0,157 -0,154 [1,020]	0,042 -0,230 [0,182]	-0,086 -0,235 [-0,368]	0,001 -0,222 [0,006]	0,032 -0,204 [0,158]	0,008 -0,278 [0,029]	-0,130 -0,223 [-0,584]	-0,205 -0,238 [-0,861]
D(ZMA(-1))	-0,181 -0,269 [-0,675]	-0,076 -0,219 [-0,346]	-0,308 -0,167 [-1,844]	-0,068 -0,250 [-0,270]	-0,059 -0,255 [-0,2329]	-0,551 -0,241 [-2,288]*	-0,627 -0,222 [-2,830]*	-0,212 -0,301 [-0,704]	-0,141 -0,242 [-0,582]	-0,188 -0,258 [-0,728]
C	0,011 -0,009 [1,299]	0,006 -0,007 [0,799]	0,010 -0,006 [1,833]	0,011 -0,008 [1,394]	0,008 -0,008 [0,968]	0,011 -0,008 [1,420]	0,013 -0,007 [1,768]	0,009 -0,010 [0,923]	0,004 -0,008 [0,474]	0,008 -0,009 [0,929]
R²	0,405	0,556	0,476	0,431	0,402	0,430	0,484	0,400	0,466	0,445

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

As estimativas de ajustamento de curto prazo indicam a presença de processos de transmissão de preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba para a região de São José do Rio Preto e para o Sul e Sudoeste de Minas. Da região Metropolitana de Minas para o TMAP, para a região de São José do Rio Preto, para o Sul e Sudoeste de Minas, para o Sul de Goiás e para a região do Vale do Rio Doce.

Também foram identificados processos de transmissão dos preços do Sul de Goiás para todas as demais regiões, com exceção do Centro Oriental Paranaense e do Oeste Paranaense. Já os preços da Zona da Mata Mineira são transmitidos para região de São José do Rio Preto e para o Sul e Sudoeste Mineiro.

Tabela 35: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM - Mercados Regionais

	CointEq1	Desvio Padrão	p-valor
TMAP(-1)	1		
CAM(-1)	0,556	-0,426	[1,30516]
COP(-1)	-0,481	-0,253	[-1,89736]
MBH(-1)	2,859	-0,592	[4,83268]*
OPR(-1)	1,123	-0,322	[3,48910]*
SJRP(-1)	-1,329	-0,421	[-3,15905]*
SMG(-1)	-3,047	-0,395	[-7,71241]*
SGO(-1)	-3,135	-0,521	[-6,02176]*
VRD(-1)	-1,539	-0,406	[-3,78980]*
ZMA(-1)	4,324	-0,601	[7,19827]*
C	-0,218		

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

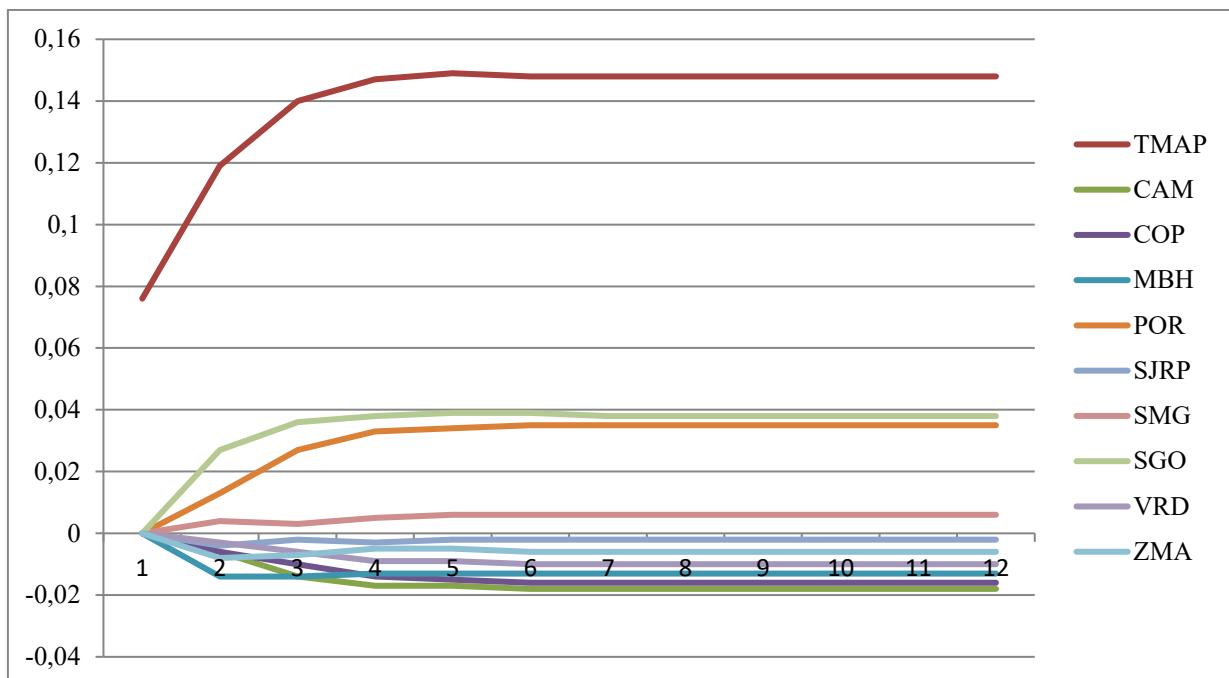
Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Já no longo prazo, as estatísticas de ajustamento indicam que, com exceção do Centro Oriental Paranaense (COP), todas as demais regiões produtoras transmitem seus choques de preços para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o que confirma, mais uma vez, a integração dos preços do leite entre os mercados regionais brasileiros.

Buscando detalhar as relações estabelecidas entre os preços do TMAP e os das demais regiões, na Figura 9 são apresentados os resultados na função impulso resposta:

Figura 9: Resultados da Função Impulso Resposta - Respostas de Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba aos Mercados Regionais



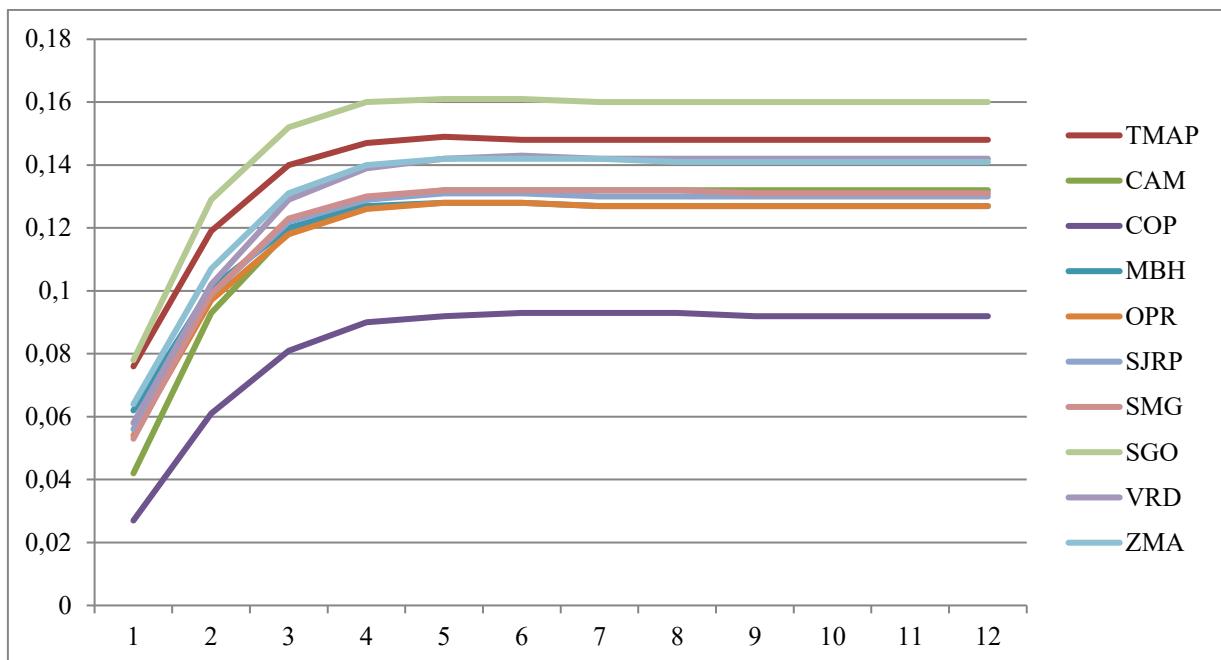
Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa

Analizando os resultados da função impulso resposta é possível observar que os preços do TMAP respondem negativamente a choques de preços nos mercados da região de Campinas, Centro Oriental Paranaense, Metropolitana de BH, São José do Rio Preto, Vale do Rio Doce e Zona da Mata Mineira. Em todos os casos, com tendência a estabilidade após o sexto mês, com os preços em um patamar inferior ao inicial. E respondem positivamente a choques de preços no Oeste Paranaense, no Sul e Sudoeste de Minas e no Sul de Goiás, também com tendência a estabilização, porém um período de ajustamento menor – cerca de 5 meses.

Para examinar o papel do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba com possível formador de preços no mercado nacional, optou-se por também apresentar os resultados da função impulso resposta das demais regiões em relação ao TMAP. Os resultados estão apresentados na Figura 10:

Figura 10: Resultados da Função Impulso Resposta - Respostas dos Mercados Regionais à Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba



Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os resultados da função impulso resposta indicam que os preços do leite de todas as regiões analisadas responder positivamente a choques nos preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Sendo esta uma relação menos intensa no primeiro mês, que tende a aumentar nos meses seguintes, até se estabilizar num patamar acima do inicial por volta do 5º ou 6º mês.

Também foi feita a decomposição da variância dos erros de previsão para os preços do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, cujos resultados são apresentados na Tabela 36:

Tabela 36: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão para Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – Mercados Regionais

Período	S.E.	TMAP	CAM	COP	MBH	OPR	SJRP	SMG	SGO	VRD	ZMA
1	0,076	100,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,146	93,887	0,158	0,144	0,923	0,794	0,091	0,080	3,548	0,053	0,322
3	0,209	91,037	0,558	0,293	0,919	2,062	0,058	0,055	4,640	0,119	0,258
4	0,262	89,575	0,757	0,468	0,834	2,859	0,046	0,065	5,013	0,184	0,200
5	0,307	88,636	0,871	0,587	0,793	3,342	0,039	0,082	5,243	0,229	0,176
6	0,346	88,034	0,945	0,664	0,774	3,656	0,035	0,092	5,373	0,258	0,167
7	0,381	87,646	0,995	0,718	0,760	3,865	0,032	0,099	5,445	0,278	0,161
8	0,413	87,379	1,029	0,756	0,750	4,009	0,030	0,105	5,494	0,292	0,156
9	0,443	87,184	1,053	0,784	0,742	4,114	0,029	0,109	5,530	0,303	0,152
10	0,470	87,034	1,072	0,805	0,737	4,194	0,028	0,112	5,558	0,310	0,150
11	0,497	86,916	1,087	0,822	0,732	4,257	0,027	0,114	5,580	0,317	0,148
12	0,522	86,820	1,099	0,836	0,729	4,309	0,026	0,116	5,598	0,322	0,146

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

A análise da decomposição da variância dos erros de previsão permite afirmar que, decorridos 12 meses de um choque aleatório nos preços do TMAP, 86,82% de sua variação são explicados por movimentos de preços da própria região, 5,59% são transmitidos do Sul Goiano, 4,31% transmiritidos do Oeste Paranaense e, 1,099% são transmitidos da região de Campinas.

Este comportamento pode ser explicado pelo fato do Sul Goiano ser a região, dentre as maiores regiões produtoras, geograficamente mais próxima do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o que facilita as trocas comerciais e, consequentemente, o processo de arbitragem de preços. E o estado do Paraná, o segundo maior produtor do país, com uma produção que vem crescendo sistematicamente nos últimos anos, tanto em volume quanto em produtividade, e a região Oeste Paranaense como uma das principais bacias leiteiras do estado, responsável por cerca de 21% da produção do estado (MEZZADRI, 2020; ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

Para finalizar a análise da transmissão espacial de preços do leite para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, foi aplicado o Teste de Causalidade Granger para

identificar o sentido da transmissão de preços entre os mercados regionais. Os resultados são apresentados na Tabela 37:

Tabela 37: Resultados Teste de Causalidade Granger – Mercados Regionais:

	TMAP	CAM	COP	MBH	POR	SJRP	SMG	SGO	VRD	ZMA
TMAP		41,813 (0,000)*	24,562 (0,000)*	8,585 (0,004)*	3,976 (0,050)*	14,074 (0,000)*	5,995 (0,017)*	0,073 (0,788)	8,847 (0,004)*	14,528 (0,000)*
CAM	13,922 (0,000)*		2,087 0,153	3,054 0,084	1,429 0,235	0,010 0,922	1,388 0,242	7,025 (0,010)*	0,494 0,484	1,305 0,257
COP	1,439 (0,234)	2,612 (0,110)		0,067 (0,796)	0,024 (0,877)	0,682 (0,412)	0,460 (0,500)	1,313 (0,255)	0,111 (0,739)	0,002 (0,968)
MBH	2,431 (0,123)	24,321 (0,000)*	17,856 (0,000)*		0,668 (0,416)	11,085 (0,001)*	1,449 (0,232)	1,022 (0,315)	1,724 (0,193)	1,817 (0,182)
OPR	0,340 (0,562)	9,344 (0,003)*	6,882 (0,010)*	0,717 (0,400)		8,615 (0,004)*	1,469 (0,229)	0,181 (0,672)	1,275 (0,262)	1,534 (0,219)
SJRP	5,288 (0,024)*	4,743 (0,032)*	3,690 (0,058)*	0,773 (0,382)	2,313 (0,132)		0,813 (0,370)	3,051 (0,085)	0,004 (0,950)	0,117 (0,734)
SMG	0,851 (0,359)	8,581 (0,004)*	6,511 (0,013)*	0,562 (0,456)	0,653 (0,422)	6,221 (0,015)*		0,482 (0,489)	0,651 (0,422)	0,446 (0,506)
SGO	0,474 (0,493)	24,216 (0,000)*	20,715 (0,000)*	4,174 (0,044)*	3,495 0,065	8,977 (0,004)*	4,379 (0,040)*		12,385 (0,001)*	12,941 (0,001)*
VRD	2,235 (0,139)	7,212 (0,009)*	9,556 (0,003)*	0,040 (0,842)	0,122 (0,728)	2,768 (0,100)	0,412 (0,523)	2,783 (0,099)		0,674 (0,414)
ZMA	4,462 (0,038)*	14,795 (0,000)*	10,550 (0,002)*	0,373 (0,543)	0,407 (0,525)	4,400 (0,039)*	2,022 (0,159)	2,219 (0,140)	1,188 (0,279)	

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com bases nos resultados da pesquisa.

Os resultados do Teste de Causalidade de Granger indicam que variações dos preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba causam impacto nos preços de Campinas, Centro Oriental Paranaense, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste Paranaense, São José do Rio Preto, Sul e Sudeste de Minas, Vale do Rio Doce e Zona da Mata Mineira. Enquanto, seus preços são influenciados por variações nos mercados de Campinas, São José do Rio Preto e Zona da Mata Mineira.

Também foi identificada a presença de transmissão de preços da região de Campinas para o Sul Goiano; da região Metropolitana de BH, do Oeste Paranaense e do Sul e Sudeste de Minas e da Zona da mata para Campinas, Centro Oriental Paranaense e São José do Rio Preto; de São José do Rio Preto para Campinas e Centro Oriental Paranaense; do Sul Goiano para

Campinas, Centro Oriental Paranaense, região Metropolitana de BH, São Jose do Rio Preto, Sul e Sudeste de Minas, Vale do Rio Doce e Zona da Mata Mineira; e do Vale do Rio Doce para Campinas e Centro Oriental Paranaense.

Estes resultados, mais uma vez, mostram uma grande integração do mercado brasileiro de leite, o que sugere que modificações nos preços de outras regiões do país tendem a impactar os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, de modo que estes fatores devem ser levados em consideração na tentativa de prever os preços do leite na região e pelos formuladores de políticas públicas na tentativa de reduzir a volatilidade de preços no setor.

3.4.Considerações Finais

Este capítulo teve como objetivo verificar a existência de processos de integração e transmissão espacial de preços para o mercado do leite do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, principal região produtora de leite do Brasil. A transmissão espacial, ou transmissão horizontal, é aquela que ocorre entre os preços de determinado produto em mercados espacialmente separados. Esta se baseia nas premissas da integração de mercados e Lei do Preço Único.

Para tanto, a metodologia utilizada foi a dos Vetores Autorregressivos (VAR) e quatro hipóteses de pesquisas foram investigadas. A primeira hipótese é a de que “*há transmissão de preços do mercado internacional de leite para os preços pagos do mercado brasileiro*”. Foram utilizadas para esta análise as séries de preços dos principais países e regiões exportadores de leite no mundo - Nova Zelândia, União Europeia, Estados Unidos, e dos principais países que exportam leite e derivados para o Brasil - Argentina e Uruguai.

Os resultados indicaram a presença de cointegração entre as séries de preços do Brasil e dos demais países analisados, e a existência de processos de transmissão de preços do mercado uruguai para o brasileiro, no curto prazo, e dos preços dos mercados europeu, neozelandês e norte-americano para os preços do mercado brasileiro, no longo prazo. Esses resultados foram confirmados pelo Teste de Causalidade de Granger que indicou que oscilações nos preços do leite no Uruguai e nos Estados Unidos são transmitidos para o mercado brasileiro. Assim, a hipótese 1 foi confirmada, de modo que é possível afirmar, com

base nos resultados do trabalho que ocorre transmissão dos preços do leite do mercado internacional para o mercado brasileiro.

A segunda hipótese do trabalho teve como foco a análise da transmissão internacional dos preços do leite para a região alvo de estudo desta tese: o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Assim a Hipótese 2 foi enunciada da seguinte forma: *Há transmissão de preços do mercado internacional de leite para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP).*

Nessa análise, não foi identificada a presença de cointegração entre as séries de preços analisadas. No entanto, os resultados no Teste de Causalidade de Granger sugeriram que oscilações nos preços do leite no Uruguai e nos Estados Unidos causam impacto sobre os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, enquanto as flutuações de preços no TMAP impactam os preços do leite na Argentina, União Europeia, Nova Zelândia, Estados Unidos e a média de preços nacional.

Assim, por mais que existam indícios de que oscilações nos preços internacionais causem impacto nos preços pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a existência de transmissão espacial de preços do mercado internacional para o TMAP não foi estatisticamente confirmada, de modo que a Hipótese 2 foi pode ser aceita.

A terceira hipótese levantada neste capítulo trata da possibilidade de transmissão de preços do mercado nacional para os preços do leite pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Para tanto foram analisadas as séries de preços dos dez principais estados produtores de leite no Brasil, sendo estes: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. A Hipótese 3 foi enunciada a seguinte forma: *Há transmissão de preços do mercado nacional para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP).*

Os resultados indicaram a presença de cointegração entre as séries de preços e a presença de transmissão de preços, no curto prazo, dos preços de Goiás e do Espírito Santo para o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, e dos preços do TMAP para os estados de Goiás, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e para o restante do estado de Minas Gerais. No longo prazo, os resultados do modelo VECM sugeriram que choques nos preços do leite na Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo são transmitidos para os preços do TMAP.

Dessa forma, a hipótese 3 foi confirmada, sendo possível afirmar que ocorrem processos de transmissão dos preços do leite no mercado nacional para os preços pagos aos produtores de leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Por fim, a última etapa de análise deste capítulo consistiu em verificar a existência de processos de transmissão de preços dos mercados regionais produtores de leite para os preços do TMAP. Os mercados regionais analisados foram: região de Campinas; Centro Oriental Paranaense; região Metropolitana de Belo Horizonte; Oeste do Paraná; região de São José do Rio Preto; Sul e Sudeste de Minas Gerais; Sul de Goiás; região do Vale do Rio Doce e região da Zona da Mata Mineira. Desse modo que a Hipótese 4 foi assim enunciada: *Há transmissão de preços dos mercados regionais para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP).*

Os resultados do modelo VECM indicaram a existência de cointegração entre as séries de preços, sugerindo que, no curto prazo, flutuações nos preços pagos aos produtores na região metropolitana de Belo Horizonte e no Sul de Goiás são transmitidas para o TMAP, e que, modificações nos preços pagos aos produtores no Oeste Paranaense são transmitidos para o TMAP, no longo prazo. O teste de causalidade de Granger, por sua vez, indicou que oscilações nos preços na região de Campinas, São José do Rio Preto e Sul de Minas afetam os preços pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, enquanto modificações nos preços pagos aos produtores do TMAP impactam todos os mercados regionais analisados, com exceção do Sul Goiano.

Assim, a Hipótese 4 também pode ser confirmada, sendo possível afirmar que ocorrem processos de transmissão de preços dos mercados regionais para os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP).

Com base nesses achados, considera-se que o objetivo principal deste capítulo foi atingido, de modo foi verificada a existência de processos de transmissão espacial para os preços pagos aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba advindos do mercado nacional e dos mercados regionais. A transmissão de preços do mercado internacional para o TMAP não foi comprovada estatisticamente, no entanto, foi verificada a ocorrência de processos de transmissão dos preços do leite no mercado internacional para os preços do mercado brasileiro.

Capítulo 4: ANÁLISE DA TRANSMISSÃO VERTICAL DE PREÇOS NO MERCADO DE LEITE E DERIVADOS

4. Introdução do Capítulo 4

O leite e seus derivados compreendem a mais extensa e complexa cadeia de valor do agronegócio brasileiro, sendo além de uma fonte vital de nutrição para as pessoas, também meio de subsistência e oportunidades para pequenos produtores, processadores, comerciantes e outros segmentos da cadeia láctea (EMBRAPA, 2019).

No que tange à produção de derivados, o leite é um dos produtos mais versáteis da agroindústria de alimentos. Estima-se que todos os dias, bilhões de pessoas no mundo inteiro consomem o produto nas suas mais diversas formas (FAO, 2013). Além do consumo *in natura*, o leite pode ser transformado em diversos tipos de produtos, que variam desde alimentos salgados como os diferentes tipos de queijos e manteiga até alimentos considerados sobremesas como iogurte, bebida láctea, leite condensado, leite fermentado e doce de leite.

No Brasil, a indústria de laticínios é o segundo segmento mais importante da indústria de alimentos. O consumo estimado *per capita* no Brasil em 2018 foi de 166,4 litros por habitante (SIQUEIRA, 2019), e o faturamento líquido gerado pelos laticínios em 2019 atingiu R\$ 70,9 bilhões (ABIA, 2020).

A atividade possui também um importante papel social, ao contribuir para a geração de emprego e renda em praticamente todos os municípios brasileiros. Atualmente, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo e está presente em cerca de 1,4 milhão de fazendas espalhadas por todo o território nacional, que representam cerca de 25% das propriedades rurais brasileiras, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (BRASIL, 2020; MICHETTI, 2020).

No entanto, apesar de sua presença em todo o território nacional, a produção de leite tende a concentrar-se especialmente em algumas regiões, como o caso do estado de Minas Gerais e, mais especificamente, da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

O estado sempre foi, e ainda é, o maior produtor de leite do Brasil, concentrando, em 2020, 27,4% da produção nacional, com 9,7 bilhões de litros de leite produzidos (SEAPA, 2018). Dos quais, 25% (cerca de 2,4 bilhões de litros) são produzidos na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, sendo esta, portanto, a principal bacia produtora de leite do país (IBGE, 2021).

A cadeira produtiva do leite é composta por diversos segmentos, sendo os principais a produção, a transformação (industrialização) e a comercialização. Segmentos estes, que são fortemente interdependentes, de modo que, os choques de preços ocorridos em um segmento do sistema podem ser transmitidos aos demais. Esse processo é conhecido como transmissão vertical de preços.

A transmissão vertical de preços se dá quando uma variação relativa no preço em um determinado nível de mercado influencia a variação no preço em outro nível (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018). Desse modo, quando ocorrem choques de preços em um nível da cadeia produtiva, os outros níveis tendem a responder na mesma magnitude. Este processo é uma condição de harmonização das relações econômicas entre os agentes do mercado, de modo a atingir a eficiência do mercado (BEN ABDALLAH; FEKETE FARKAS; LAKNER, 2020; ONEGINA et al., 2022).

Os principais estudos que tratam dos processos de transmissão vertical de preços apontam para a possibilidade de transmissão entre os preços dos principais derivados praticados no varejo; entre os preços destes derivados no âmbito processador (laticínios) e os preços pagos ao produtor na “porta da fazenda” pelo leite *in natura*. Os derivados lácteos mais consumidos no Brasil, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida – ABLV (2021), são os queijos, o leite UHT, o leite em pó e o leite pasteurizado, e a manteiga. No segmento queijos, os mais consumidos são o queijo muçarela, o queijo minas e o queijo prato. No entanto, questões regionais provocam diferenças no consumo dos diferentes tipos de queijos (SIQUEIRA; SCHETTINO, 2021).

Buscando compreender melhor o processo de formação dos preços do leite pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, este capítulo tem como objetivo verificar a existência de transmissão vertical de preços do leite pagos aos produtores na região, e de seus principais derivados, sendo estes: o leite pasteurizado, o leite ultra alta temperado (UHT), o leite e pó, a manteiga, e os queijos muçarela e prato. Logo, as hipóteses a serem testadas neste capítulo são:

*H1: Há transmissão dos preços do leite pasteurizado para os preços do leite *in natura* pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*

*H2: Há transmissão dos preços do leite ultra alta temperatura (UHT) para os preços do leite *in natura* pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*

H3: Há transmissão dos preços do leite em pó para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)

H4: Há transmissão dos preços da manteiga para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)

H5: Há transmissão dos preços do queijo muçarela para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)

H6: Há transmissão dos preços do queijo prato para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)

Os dados utilizados são de natureza secundária, coletados na base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP, e compreendem os preços médios dos derivados do leite no estado de Minas Gerais. São dados mensais, que compreendem todo o período disponível na base consultada - de janeiro de 2005 a dezembro de 2021. O método quantitativo utilizado para a análise dos dados será, como no capítulo anterior, o dos Vetores Autorregressivos (VAR).

Este capítulo está estruturado em cinco tópicos, sendo o primeiro esta introdução; seguida pelo referencial teórico; no terceiro tópico são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa, no quarto tópico os resultados e as discussões pertinentes, e o quinto e último tópico é destinado às considerações finais.

4.1. Referencial Teórico

4.1.1. O Sistema Agroindustrial do Leite e Derivados

Uma cadeia produtiva atua como um sistema, composto por uma ou mais empresas/indústrias ligadas a diferentes áreas do setor econômico, no qual se estabelecem interações que convergem na realização de um processo produtivo, que compreende desde a captação de matérias primas (insumos) até a elaboração do produto/serviço final, normalmente orientado para a oferta no mercado (PEROBELLI, ARAÚJO JUNIOR; CASTRO, 2018).

Direcionando esse conceito ao campo agropecuário, uma cadeia de produção agroindustrial pode ser definida como o somatório das atividades realizadas para oferecer um produto agroindustrial. Esta, no entanto, existe como parte integrante de um Sistema

Agroindustrial (SAG). Os Sistemas Agroindustriais, de acordo com Goldberg (1986), englobam os segmentos de produção, transformação e comercialização de um produto agropecuário básico, até chegar ao consumidor final.

Segundo Ribeiro et al. (2021), o SAG contempla a ideia de organização sistêmica que coordena parte das cadeias produtivas agroalimentares e compreende um conjunto de agentes econômicos, posicionados sequencialmente antes, dentro e depois da porteira. Esses agentes são responsáveis por diferentes etapas da produção, transformação e comercialização de um produto de origem do agronegócio (ZYLBERSZTAJN, 1995).

Nesse sentido, Batalha (2012) defende que a organização do agronegócio pode ser segmentada em três níveis de análise. O primeiro nível, mais amplo, é o Sistema Agroindustrial (SAG), que envolve todas as atividades que concorrem para a produção de bens agroindustriais, desde a produção de insumos, máquinas e equipamentos, passando pelas estratégias de distribuição até a chegada do produto final ao consumidor.

O nível intermediário, chamado de Complexo Agroindustrial, compreende todas as atividades ligadas a uma matéria-prima de base geradora de outros produtos derivados dela – como, por exemplo, o complexo agroindustrial do leite. O terceiro nível, trata-se da Cadeia Produtiva, definida a partir de um determinado produto final, envolvendo todas as inter-relações existentes de jusante a montante (operações técnicas, comerciais e logísticas).

Considerando o SAG do leite as operações a montante da cadeia de abastecimento referem-se a todos os processos necessários para produzir o leite cru e entregar as matérias-primas às plantas processadoras. A outra parte da cadeia de abastecimento abrange as operações a jusante desde os processadores e comerciantes até os clientes, incluindo logística, processamento, atacado, varejo e consumo (ONEGINA et al., 2022).

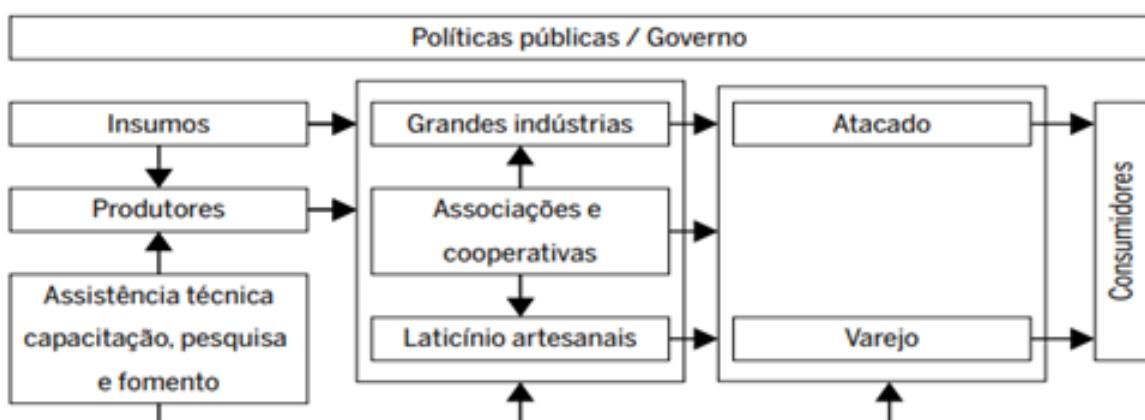
Jank, Farina e Galan (1999) dividiram a configuração do SAG leiteiro no Brasil em quatro segmentos principais: fornecimento de insumos; produção primária de leite; processamento e distribuição. No primeiro estágio encontram-se todos os produtos essenciais para a produção de um leite, desde produtos veterinários, rações, equipamentos da propriedade até assistência de prestadores de serviço. No segundo estágio encontram-se os produtores de leite, quer sejam ele especializados ou não especializados.

No terceiro estágio, localiza-se o segmento processador, composto por empresas multinacionais, cooperativas singulares, cooperativas centrais, grupos nacionais, pequenos laticínios e miniusinas. Em paralelo, ficam os comerciais importadores, que não

industrializam o leite, apenas importam produtos lácteos de diversas origens e comercializam no mercado interno, em uma relação direta com o segmento de distribuição. E como último estágio, aparece o segmento de distribuição, responsável pela comercialização do leite e derivados diretamente ao consumidor final. Nesse segmento encontram-se padarias, pequenos varejos, redes de supermercados e mercado institucional (JANK; FARINA; GALAN, 1999).

Numa análise mais recente, Perobeli, Araújo Junior e Castro (2018) definem o Sistema Agroindustrial do Leite, como sendo composto por seis elos, o primeiro elo (produção) comprehende os insumos para o trato com o animal, bem como de maquinário para ordenha, resfriamento, armazenagem e distribuição do leite, dentre outros; o segundo comprehende os produtores ou unidades de produção primária; o terceiro elo representa a rede de distribuição e logística; o quarto elo abrange os estabelecimentos responsáveis pelo beneficiamento do leite, tais como laticínios artesanais e grandes indústrias; o quinto elo comprehende o papel de instituições públicas e privadas em prol da assistência técnica, da capacitação, da pesquisa e do fomento no setor; e o sexto elo diz respeito as unidades de comercialização final, incluindo as redes atacadistas, supermercados, empresas de alimentos padarias, lanchonetes, bares e restaurantes. Tal relação pode ser observada na Figura 11:

Figura 11: Representação Simplificada da Cadeia do Leite no Brasil:



Fonte: LEITE; GOMES (2001).

No entanto, é preciso levar em consideração que estes segmentos ou elos, são fortemente interdependentes. De modo que choques de preços em um segmento do sistema podem ser transmitidos aos demais. Da mesma forma, a existência de ganhos de algum elo da cadeia em detrimento dos demais levam à redistribuição ineficiente de renda, o que pode levar, em última instância, à desintegração do sistema (ONEGINA et al., 2022). Assim, faz-se fundamental analisar os processos de transmissão vertical de preços.

A avaliação da transmissão de preços ao longo da cadeia de abastecimento alimentar, ou seja, quanto e quanto rápido as mudanças de preços são transmitidas entre os diferentes estágios da cadeia, é frequentemente usada como um indicador da eficácia e eficiência da cadeia, bem como do grau de competição no processamento e distribuição de alimentos. Além disso, como resultado da transmissão de preços, a distribuição de valor agregado entre produtores agrícolas, processadores de alimentos, atacadistas e varejistas é crucial para o desenvolvimento sustentável de toda a cadeia.

4.1.2. Transmissão Vertical de Preços no Mercado do Leite

A transmissão vertical de preços se dá pela transmissão de choques de mercado por meio das etapas da cadeia de suprimentos. Neste caso, uma variação relativa no preço em um determinado nível de mercado influencia a variação no preço em outro nível (MARGARIDO; SHIKIDA; CALVO, 2018). A ideia de transmissão vertical se baseia na Hipótese de Eficiência do Mercado (HEM), segundo a qual, o funcionamento eficiente de um mercado pressupõe que os preços sejam ajustados instantânea e precisamente assim que qualquer informação relevante seja divulgada pelas empresas que dele participam (JENSEN, 1978; FAMA, 1991).

Assim, quando os choques de preços ocorrem em um nível da cadeia em um mercado competitivo, os outros níveis respondem na mesma magnitude, o que reflete a eficiência do mercado (JARAMILLO-VILLANUEVA; PALACIOS-OROZCO, 2019; BEN ABDALLAH; FEKETE FARKAS; LAKNER, 2020). De acordo com Oneginina et al. (2022), a transmissão simétrica de preços é uma condição importante de harmonização das relações econômicas entre os agentes do mercado, e desenvolvimento sustentável de todos os elementos da cadeia agroalimentar.

No mercado do leite, os principais estudos apontam para a possibilidade de transmissão entre os preços dos principais derivados praticados no varejo; entre os preços destes derivados no âmbito processador (laticínios) e os preços pagos ao produtor na “porta da fazenda” pelo leite *in natura*.

Os trabalhos de Ramoshaba, Belete e Jan Hlongwane (2019) na África do Sul; Lajdová e Bielik (2015) na Eslováquia; Dudová e Bečvářová (2015) na República Tcheca; e Stublej et al. (2018) no Reino Unido identificaram a presença de transmissão unidirecional

dos níveis a jusante para os níveis a montante. De modo que os preços de varejo influenciam os preços do processador, que por sua vez, influenciam os preços pagos aos produtores pelo leite *in natura* na “porta da fazenda” (RAMOSHABA; BELETE; JAN HLONGWANE, 2019).

Em contrapartida os estudos de Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) no México; Acosta e Valdés (2013) no Panamá; e Capps Jr e Sherwell (2007) nos EUA apontam para a existência de uma transmissão no sentido oposto, na qual os preços dos produtores são transmitidos para os varejistas (JARAMILLO-VILLANUEVA; PALACIOS-OROZCO, 2019) e para os atacadistas (ACOSTA; VALDÉS, 2013). Já os trabalhos de Weldeisenbet (2013) na Eslováquia, Weaver, Rosa e Vasciaveo (2016) na Itália, e Kharin (2018) na Rússia identificaram uma transmissão bidirecional entre os preços do atacado e do varejo.

A análise da transmissão vertical de preços pode ainda determinar a magnitude da transmissão de choques de preços entre os atores do mercado, servindo como um indicador político significativo para determinar a alocação do bem-estar e o quanto o mercado é competitivo e sustentável (BEN ABDALLAH; FEKETE FARKAS; LAKNER, 2020).

No entanto, existem aspectos mais complexos acerca da transmissão de preços e precificação eficiente, como é o caso da transmissão assimétrica de preços. Esta é definida como uma diferença no ajuste a um choque de preços nas diferentes etapas da cadeia de suprimentos, e pode ocorrer na direção, velocidade ou magnitude do ajuste causando distorções no equilíbrio do mercado (VAVRA; GOODWIN, 2005; KRAVCHENKO et al., 2020; ONEGINA et al., 2022).

Dependendo do ambiente em que os mercados operam, os preços podem ser transmitidos de diferentes maneiras: 1) ajustando-se total ou parcialmente, 2) lenta ou instantaneamente, e 3) de maneira linear ou não linear (IHLE et al., 2009).

Dentre os principais fatores que restringem a transmissão completa e simétrica dos preços das *commodities* agrícolas de um nível de mercado para outro estão: à concentração de poder de mercado em níveis além da porta da fazenda; os custos de ajuste quando as empresas mudam as quantidades e/ou preços dos insumos e produtos; a intervenção governamental na fixação de preços; a informação imperfeita; diferentes elasticidades de preço em diferentes níveis da cadeia de mercado; e bens rapidamente perecíveis – como é o caso do leite (SERRA; GOODWIN, 2002).

Onegina et al. (2022) afirmam ainda que a transmissão assimétrica de preços na cadeia de abastecimento do leite pode ser consequência das estruturas de mercado, da crescente concentração dos setores de processamento e varejo, e do poder de mercado de alguns agentes, podendo ser considerada como um sinal de falhas de mercado.

Os estudos de Lajdová e Bielik (2015), Fałkowski (2010), Kharin (2018), Acosta e Valdés (2014), Capps Jr e Sherwell (2007), Weaver, Rosa e Vasciaveo (2016), Weldeisenbet (2013) e Dudová e Bečvářová (2015) identificaram a presença transmissão assimétrica de preços em diferentes níveis de mercado.

Kharin (2018) afirma que a resposta do preço pago aos produtores a uma mudança no preço de varejo é maior e um pouco mais longa do que a resposta do preço de varejo à uma mudança no nível da fazenda. Lajdová e Bielik (2015) e Fałkowski (2010) destacam que a existência de poder de mercado por parte dos setores a jusante da cadeia produtiva (laticínios e varejo) afeta o processo de transmissão de preços, provocando assimetrias de mercado. Já Acosta e Valdés (2014) afirmam que a transmissão é assimétrica, dependendo se os preços estão aumentando ou diminuindo. De modo que elevações nos preços são mais rapidamente transmitidas do que as reduções destes.

Nesse sentido, Meyer e Von Cramon-Taubadel (2004), e Assefa et al. (2014) explicaram a causalidade entre o poder de mercado dos agentes em uma cadeia de suprimentos e a transmissão assimétrica de preços e comprovaram que os agentes com poder de mercado poderiam atrasar os ajustes de preços.

E Bakucs et al. (2014) apontaram que as configurações institucionais e as características socioeconômicas da cadeia agroalimentar influenciam nas assimetrias de transmissão de preços. Suas descobertas incluem as seguintes explicações: a assimetria da transmissão de preços agrícolas-varejo ocorre mais raramente quando o volume de negócios dos produtores de alimentos é superior ao volume de negócios dos varejistas; a limitada concorrência de preços entre os varejistas tende a uma transmissão de preços mais assimétrica; existe influência positiva da regulação governamental na assimetria de transmissão de preços.

No Brasil, Carvalho et al. (2014) buscaram identificar a transmissão entre os preços do leite pago ao produtor, e os preços do leite cru integral, do leite pasteurizado, do leite UHT, do leite em pó, da manteiga, do queijo muçarela e do queijo prato, no período de 2000 a 2013.

Como resultado, foi identificado que variações no preço pago ao produtor são explicadas em 44,95% pela própria variável, em 14,84% por variações no preço do leite cru, em 12,07% por variações no preço leite pasteurizado, em 8,51 % por variações no preço leite UHT, e em 15,90% por variações no preço da manteiga. O que indica transmissão de preços desses produtos para os preços recebidos pelos produtores brasileiros.

Também foi verificada a ocorrência de transmissão de preços entre estes produtos, com destaque para o preço do leite pasteurizado, que é bastante influente ao longo da cadeia produtiva. O que se explica visto que o leite pasteurizado é utilizado como matéria prima para a produção dos demais itens.

4.1.3. Estrutura da Cadeia Produtiva do Leite no Brasil

Na cadeia produtiva do leite, o setor produtivo, e principalmente os pequenos e médios produtores, representam o segmento mais vulnerável, devido às limitações tecnológicas e gerenciais, e por situações de mercado. Segundo Alencar et al. (2001), enquanto os produtores são um grupo amplo, heterogêneo e disperso, as indústrias que atuam tanto no beneficiamento do leite, quanto na produção de insumos tem uma quantidade reduzida e estão organizadas em associações de interesses.

Essa estrutura de forças possibilita à indústria facilidade de estabelecer os preços que irá pagar, permitindo-lhes a imposição de perdas ao segmento produtor da matéria-prima (LEITE; GOMES, 2001). Assim, as relações que se estabelecem entre o produtor e os segmentos da indústria são típicas de concorrência imperfeita e assumem características de oligopólio e oligopsônio (ALENCAR et al., 2001).

Já no caso da indústria de laticínios, Clemente e Hespanol (2009) explicam que, a partir da década de 1990, com a entrada de grandes empresas estrangeiras no mercado brasileiro e a exigência do resfriamento e da granelização do transporte do leite (obrigatória a partir de junho de 2002), viabilizou-se a formação de um oligopólio do capital industrial no setor de laticínios no Brasil. Segundo os autores, a partir de então essas empresas passaram a dominar e a extraírem renda dos produtores.

Nesse sentido, Campos (2018) afirma que a indústria apropriou-se de diversos elementos, incluindo os sistemas logísticos de transporte para criar vantagens frente aos demais agentes que compõem a cadeia produtiva do leite. Em algumas regiões, a relação

entre empresa processadora de laticínios e agricultor pode assumir, temporariamente, a característica de um monopsônio, ou seja, o agricultor possui na sua região apenas uma empresa interessada na aquisição da matéria prima (apenas uma opção de venda do leite). Essa estrutura possibilita que a empresa detentora do poder de monopsônio defina o preço e opere com uma margem de lucro superior àquele que obteria em condições de concorrência (VASCONCELLOS; GARCIA, 2005; BREITENBACH; SOUZA, 2018).

Na cadeia produtiva do leite, a formação de uma estrutura oligopsônica geralmente se dá através do isolamento geográfico dos vendedores (produtores de leite) em relação a outros compradores (empresas de laticínios). Todavia, de acordo com Campos (2018) um monopsônio eventualmente criado por uma empresa de laticínios, pode não perdurar por muito tempo pelo fato de que, com o passar do tempo, outras empresas e seus transportadores “invadem” o território sob o monopsônio ofertando preços melhores para os produtores de leite. Essa penetração é facilitada pela capacidade do transporte ao expandir sua área de captação e da formação de entrepostos de captação. Dessa forma, o transporte atua como um elemento que pode desmantelar monopsônios.

No entanto, da mesma forma que desmantela monopsônios, o transporte é também uma ferramenta para manutenção de uma estrutura oligopsônica – mercado no qual existe um número pequeno de consumidores, sobre os quais está depositado o controle e o poder sobre os preços e as quantidades de um produto no mercado. Uma vez que são poucas as empresas que terão condições logísticas e/ou financeiras de transportar o leite resfriado por longas distâncias, ou estabelecer entrepostos de captação (VASCONCELLOS; GARCIA, 2005; CAMPOS, 2018).

Assim, estrutura oligopsônica que caracteriza a cadeia produtiva do leite na maioria das regiões brasileiras faz com que os benefícios se concentrem nos compradores e não nos produtores, os quais não recebem um preço razoável pelo que produzem, o que explica, em grande parte, os desafios enfrentados pelo setor (BREITENBACH; SOUZA, 2018).

4.2. Metodologia

Para verificar a existência de processos de transmissão vertical de preços na cadeia produtiva do leite, será utilizada uma abordagem quantitativa, cujo método econométrico utilizado será o dos Vetores Autorregressivos (VAR). Como explicado no capítulo anterior,

para determinar qual tipo de modelo VAR será utilizado é necessário seguir o procedimento de análise econométrica das séries de preços que consiste em:

- Definição do número de defasagens que deve ser aplicação nos demais testes: para a qual serão adotados os critérios de informação de Akaike (AIC), Schwarz (SBIC) e Hannah Quinn (HQIC);
- Análise de estacionariedade das séries: realizada através da aplicação dos testes de raiz unitária, sendo estes o teste Dickey Fuller Aumentado (ADF) e o teste de Philips Peron (PP);
- Análise da correlação linear das variáveis;
- Análise de cointegração: através da aplicação do Teste de Cointegração de Johansen;
- Análise da transmissão de preços: realizado do meio do modelo VAR irrestrito ou do Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM) a depender dos resultados das análises anteriores.
- Análise do comportamento das séries em resposta a choques provocados por variáveis residuais por meio dos resultados da Função Impulso Resposta;
- Análise da decomposição da variância dos erros de previsão;
- Análise da direção da causalidade entre as séries de preços: através da aplicação do Teste de Causalidade de Granger.

Os testes econométricos foram realizados com software Eviews 12. Os dados utilizados são de natureza secundária, coletados na base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP. São dados mensais, de janeiro de 2005 a dezembro de 2021, que compreendem todo o período disponível. As séries de preços utilizadas no trabalho, bem como sua definição e fonte, são apresentadas na Tabela 38:

Tabela 38: Variáveis utilizadas no trabalho - Leite e Derivados:

Variável	Sigla	Definição
Preço líquido médio pago ao produtor pelo leite <i>in natura</i> *	PROD	R\$/litro
Preço do leite pasteurizado em Minas Gerais	PAST	R\$/litro
Preço do Leite UHT em Minas Gerais	UHT	R\$/litro
Preço do leite em Pó Integral em Minas Gerais	PO	R\$/sachê 400g
Preço da Manteiga em Minas Gerais	MANT	R\$/200g
Preço do Queijo Muçarela em Minas Gerais	MUC	R\$/ kg
Preço do Queijo Prato em Minas Gerais	PRAT	R\$/kg

* na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

4.3. Resultados e Discussão

Antes de iniciar a apresentação dos resultados da análise de transmissão, é necessário proceder a descrição das variáveis utilizadas. Assim, na Tabela 39 são apresentadas as estatísticas descritivas das séries de preços que compõem o modelo de análise.

Tabela 39: Estatísticas Descritivas – Leite e Derivados

	Produtor	Pasteurizado	UHT	Pó	Manteiga	Muçarela	Prato
Média	1,0418	1,6596	1,9464	13,8752	15,8480	14,3028	15,6800
Mediana	0,9219	1,5200	1,8700	13,3300	13,0500	13,2850	14,9350
Máximo	2,4688	3,6800	3,5100	24,8900	33,4200	30,0300	31,5800
Mínimo	0,3806	0,8900	1,0300	8,0900	7,4200	5,9800	7,0600
Desvio Padrão	0,4765	0,5797	0,5846	3,8647	7,6449	5,9102	6,2592
Assimetria	1,1113	0,8165	0,8542	0,6325	0,6166	0,8105	0,7162
Curtose	3,8785	3,0554	3,2855	2,8514	1,8192	3,0908	2,8475
Jarque-Bera	48,5485	22,6918	25,5031	12,3009	24,0494	22,4054	17,6357
p-valor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,0000	0,0000	0,0001
Obs	204	204	204	182	198	204	204

Legenda: Produtor: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; Pasteurizado: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; Pó: Preço Leite em Pó; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; Muçarela: Preço Quilo Muçarela; Prato: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Dentre as estatísticas descritivas apresentadas é importante destacar a grande variação nos preços do leite pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, que variou no período analisados de 38 centavos/litro a 2,47 reais/litro. Tal comportamento, refletiu-se também nos preços de todos os derivados analisados. Com relação a análise de normalidade dos dados todas as séries apresentaram *p-valor* do teste de Jarque-Bera inferior a 5%, levando a rejeição da hipótese de normalidade.

Seguindo com a análise descritiva das séries, é apresentada, na Tabela 40, a matriz de correlação das variáveis:

Tabela 40: Matriz de Correlação das Variáveis - Leite e Derivados

	PROD	PAST	UHT	PO	MANT	MUC	PRAT
PROD	1						
PAST	0,9675*	1					
UHT	0,9378*	0,9481*	1				
PO	0,9289*	0,9345*	0,8912*	1			
MANT	0,9113*	0,9546*	0,8672*	0,8990*	1		
MUC	0,9743*	0,9809*	0,9699*	0,9264*	0,9272*	1	
PRAT	0,9739*	0,9865*	0,9575*	0,9327*	0,9428*	0,9951*	1

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; PÓ: PÓ; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Muçarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Todas as correlações lineares identificadas se mostraram significantes ao nível de 5%, apresentando correlações positivas e fortes, o que indica que os preços do leite e dos derivados se movem na mesma direção. As correlações mais fortes foram identificadas entre os preços dos queijos muçarela e prato, entre o preço do leite *in natura* e do leite pasteurizado, e entre os preços do leite pasteurizado e do queijo prato.

Posteriormente foram aplicados os testes de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e Philips Peron, para verificar a estacionariedade dos dados, cujos resultados são apresentados na Tabela 41:

Tabela 41: Resultados dos Testes de Raiz Unitária Séries de Preços – Leite e Derivados

Critério	ADF		PP			
	Nível	SC	1ª dif	Nível	1ª dif	
Preço Pago ao Produtor	-3,901 (0,014)*	-1,622 (0,781)	-8,712 (0,000)*	-8,261 (0,000)*	-2,703 (0,2365)	-7,133 (0,000)*
Preço Leite Pasteurizado	-0,43416 (0,9857)	0,883045 (0,9998)	-8,488 (0,000)*	-6,203 (0,000)*	-0,46832 (0,9843)	-8,120 (0,000)*
Preço Leite UHT	-6,161 (0,000)*	-2,260 (0,4531)	-8,875 (0,000)*	-8,035 (0,000)*	-4,074 (0,008)*	-6,807 (0,000)*
Preço Leite em Pó	-3,402 (0,0544)	-2,790 (0,2032)	-9,651 (0,000)*	-7,091 (0,000)*	-3,073 (0,1159)	-9,233 (0,000)*
Preço Manteiga	-1,151 (0,9165)	-1,151 (0,9165)	-11,162 (0,000)*	-2,309 (0,4263)	-1,145 (0,9177)	-11,177 (0,000)*
Preço Queijo Muçarela	-2,045 (0,5724)	-1,478 (0,8339)	-6,430 (0,000)*	-8,308 (0,000)*	-3,350 (0,0613)	-7,185 (0,000)*
Preço Queijo Prato	-3,267 (0,0748)	-1,600 (0,790)	-1,065 (0,000)*	-10,646 (0,000)*	-2,178 (0,499)	-10,321 (0,000)*

Nota: Valores críticos do teste ADF aos níveis de 1%, 5% e 10% são respectivamente iguais a: (-2,5979), (-1,9455) e (-1,6138).

Legenda: (Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz.

Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; PÓ: PÓ; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Muçarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Os resultados do teste ADF aplicados às séries originais, apontam para a não rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária para as séries dos preços pagos ao produtor e do leite UHT, segundo o critério de Schwarz. Isso porque o valor da estatística t apresentou valores maiores que os críticos ao nível 5%. Segundo o critério de Akaike Modificado nenhuma das séries de preços se mostrou estacionária. Porém, quando transformadas em retornos, todas as séries tornam-se estacionárias, independentemente do critério de informação aplicado e, portanto, integradas de primeira ordem. Já os resultados no teste Philips-Peron indicaram que, com exceção das séries de preços do leite UHT, todas são não estacionárias em nível, porém tornam-se estacionárias quando testadas na primeira diferença.

Uma vez descartada a estacionariedade dos dados em nível, prossegue-se as análises estatísticas buscando identificar se as séries são ou não cointegradas, de modo a decidir qual modelo VAR deve ser adotado. No entanto, antes de realizar o Teste de Cointegração de Johansen é necessário definir o número de defasagens a ser utilizado. Para tanto são adotados os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Kin, cujos resultados estão dispostos na Tabela 42:

Tabela 42: Aplicação dos Critérios de Informação para definição do número de defasagens – Leite e Derivados

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	10,542	10,674	10,596
1	-3,202	-2,144*	-2,773
2	-4,071	-2,086	-3,265*
3	-4,126*	-1,215	-2,944
4	-3,989	-0,152	-2,431
5	-3,824	0,939	-1,890

Legenda: AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Como os resultados dos critérios indicaram o uso de quantidades diferentes de defasagens, optou-se por seguir os resultados do critério de Schwarz, visto que, de acordo com Bueno (2012), caso sejam encontradas respostas diferentes entre os critérios, é preciso escolher um deles, sendo necessário observar o menor valor dado pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens devido a possibilidade de perda de graus de liberdade.

Com base nesses resultados, foi realizado o Teste de Cointegração de Johansen com 1 defasagem, como apresentado na Tabela 43:

Tabela 43: Teste Johansen para Análise de Cointegração - Leite e Derivados

H0	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,384	202,455	125,615	0,000*
r≤1	0,230	119,067	95,754	0,001*
r≤2	0,189	74,102	69,819	0,022*
r≤3	0,108	38,089	47,856	0,298
r≤4	0,079	18,369	29,797	0,539
Teste do Máximo Autovalor				
r=0	0,384	83,388	46,231	0,000*
r≤1	0,230	44,965	40,078	0,013*
r≤2	0,189	36,013	33,877	0,027*
r≤3	0,108	19,720	27,584	0,361
r≤4	0,079	14,229	21,132	0,347

Nota: (p-valor) p-values de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Analizando os resultados do teste de Cointegração de Johansen, foi rejeitada a hipótese nula da existência de nenhum vetor de cointegração, uma vez que o valor crítico da estatística traço é inferior ao seu respectivo valor calculado. Tanto o teste do traço, quanto o teste do máximo autovalor, indicam a presença de dois vetores de cointegração ao nível de 5% de significância, sugerindo que as séries de preços possuem relação de equilíbrio de longo prazo, ou seja, possuem cointegração.

Dessa forma, considerando que as séries são estacionárias em primeira ordem e cointegradas, o modelo mais adequado para testar a existência transmissão vertical de preços é o Modelo de Correção Vetorial de Erros - VECM, visto que, de acordo com Bueno (2012), quando diferenciadas, as variáveis podem omitir informações importantes, e o VECM corrige este problema além de explicar os fatores de curto e longo prazo entre as variáveis endógenas cointegradas.

Depois de verificada a existência de dois vetores de cointegração no Teste de Johansen, foi estimado o Modelo VECM, cujos resultados são expostos na Tabela 44:

Tabela 44: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM - Leite e Derivados

	D(PROD)	D(PAST)	D(UHT)	D(PO)	D(MANT)	D(MUC)	D(PRAT)
Coef.	0,0004 (0,0005) [0,677]	-0,0027 (0,0007) [-3,696]*	0,0062 (0,0012) [5,353]*	0,0081 (0,0067) [1,201]	-0,0122 (0,0049) [-2,473]*	0,0007 (0,0067) [0,105]	-0,0109 (0,0073) [-1,481]
	0,2658 (0,0623) [4,269]*	-0,2113 (0,0869) [-2,432]*	0,1049 (0,1365) [0,769]	0,2127 (0,7904) [0,269]	-0,5128 (0,5792) [-0,885]	-0,4255 (0,7933) [-0,536]	-0,2060 (0,8650) [-0,238]
	0,3282 (0,0900) [3,646]*	-0,1799 (0,1256) [-1,433]	-0,5956 (0,1972) [-3,020]*	-0,7700 (1,1425) [-0,674]	-1,6625 (0,8373) [-1,986]	-2,3535 (1,1467) [-2,052]*	-3,6854 (1,2504) [-2,947]*
D(PO(-1))	0,1209 (0,0403) [2,998]*	0,1965 (0,0563) [3,492]*	0,6799 (0,0884) [7,693]*	0,7210 (0,5119) [1,408]	1,4852 (0,3751) [3,959]*	3,1321 (0,5138) [6,096]*	1,7614 (0,5603) [3,144]*
	0,0020 (0,0064) [0,311]	0,0008 (0,0089) [0,089]	-0,0067 (0,0140) [-0,479]	0,1578 (0,0808) [1,952]	-0,0182 (0,0592) [-0,307]	-0,0348 (0,0811) [-0,429]	-0,0396 (0,0885) [-0,447]
	-0,0128 (0,0095) [-1,346]	0,0123 (0,0132) [0,933]	0,0563 (0,0208) [2,709]*	0,0766 (0,1203) [0,637]	0,0712 (0,0882) [0,808]	0,0906 (0,1208) [0,750]	0,1626 (0,1317) [1,235]
D(MANT(-1))	0,0235 (0,0094) [2,501]*	-0,0186 (0,0131) [-1,415]	0,0385 (0,0206) [1,869]	0,1863 (0,1193) [1,562]	-0,0825 (0,0874) [-0,944]	0,2765 (0,1197) [2,310]*	0,5425 (0,1305) [4,156]*
	0,0004 (0,0076) [0,046]	0,0346 (0,0106) [3,255]*	-0,0031 (0,0167) [-0,188]	0,0822 (0,0967) [0,849]	0,0164 (0,0709) [0,231]	0,0750 (0,0971) [0,773]	-0,2318 (0,1059) [-2,190]*
	-0,0001 (0,0037) [-0,020]	0,0122 (0,0051) [2,386]*	-0,0007 (0,0080) [-0,093]	0,0344 (0,0464) [0,740]	0,1143 (0,0340) [3,360]*	0,0560 (0,0466) [1,202]	0,0854 (0,0508) [1,681]
R²	0,5980	0,3373	0,4686	0,1975	0,1769	0,4707	0,3377

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; Pó: PÓ; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Muçarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

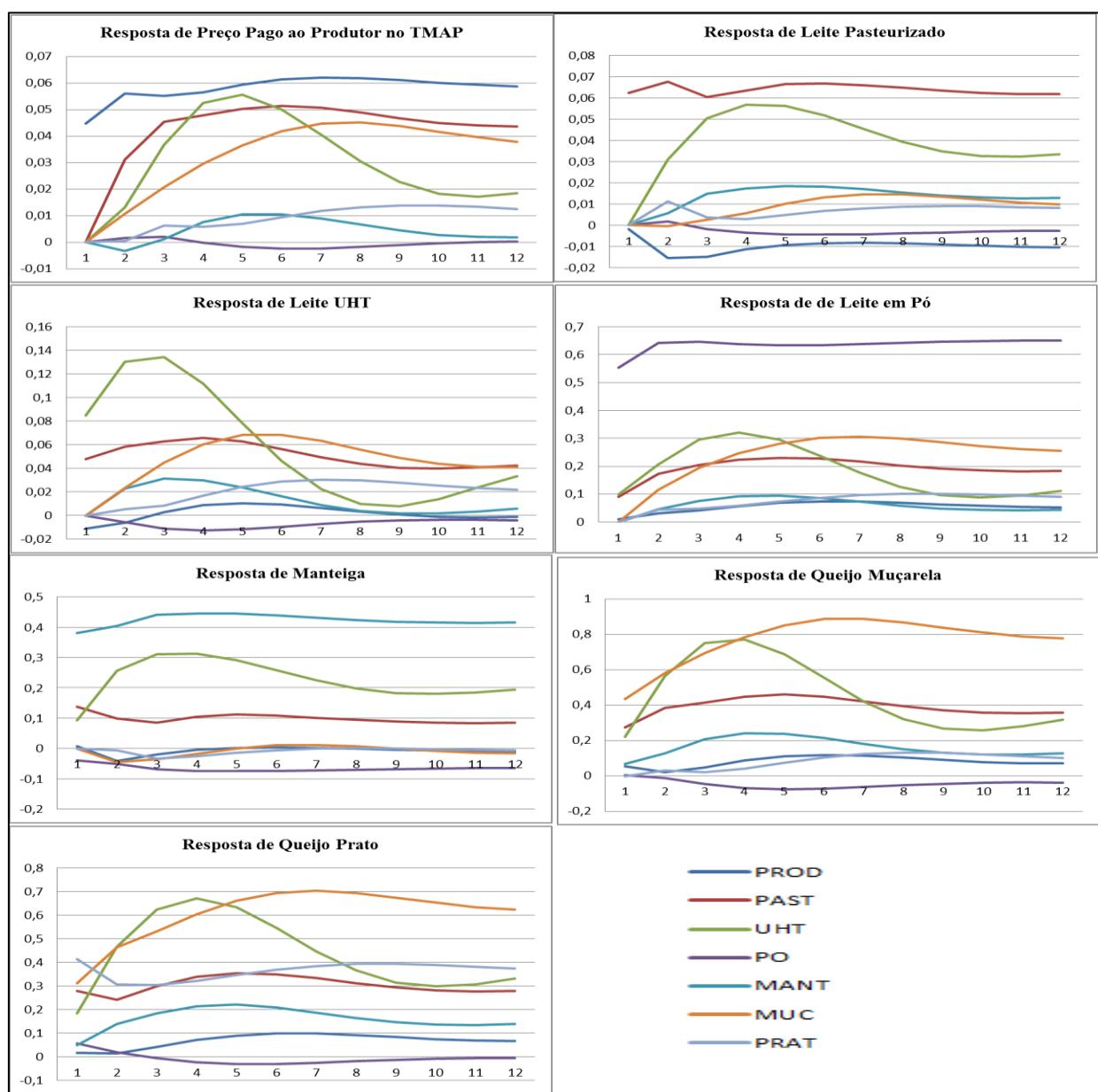
Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

O resultado do ajustamento de curto prazo indicou que flutuações nos preços do leite *in natura* pago aos produtores são transmitidos para os preços do leite pasteurizado, e vice-versa. Os preços do leite pasteurizado também são transmitidos para os preços do leite UHT e dos queijos muçarela e prato. Os preços do leite UHT são transmitidos para todos os demais itens, com exceção do leite em pó, que por sua vez, não apresenta relação transmissão de preços no curto prazo com as outras séries de preços. Tais resultados estão em consonância com os achados de Carvalho et al. (2014), que destacam que o preço do leite pasteurizado, é bastante influente ao longo da cadeia produtiva, visto que é utilizado como matéria prima para a produção dos demais itens.

Ademais, observa-se que os preços da manteiga são transmitidos para o leite UHT. E que os queijos apresentam relação de transmissão de preços entre si, nos dois sentidos, da muçarela para os preços pagos ao produtor, e do queijo prato para os preços do leite pasteurizado. O que pode ser explicado por se tratarem de produtos substitutos.

Para aprofundar a compreensão a respeito dessas relações, na Figura 12 são apresentados os resultados da função impulso resposta dos preços em relação a choques não antecipados nos próprios preços, bem como a choques nos demais produtos para 12 períodos.

Figura 12: Resultados Função Impulso Resposta – Leite e Derivados



Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; PÓ: PÓ; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Muçarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Analizando os resultados da função impulso resposta é possível observar que os preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba respondem positivamente a altas nos preços de todos os derivados analisados, com exceção da manteiga, sendo as respostas mais significativas quando essas altas ocorrem nos preços do leite pasteurizado, do leite UHT e do queijo muçarela. Nos três casos essa resposta é mais intensa nos primeiros meses e tende a reduzir após o sexto mês, sendo a redução mais expressiva quando se trata de altas nos preços do leite UHT.

Com relação a choques nos preços do leite em pó ocorre uma alta nos primeiros três meses, seguida por uma redução nos preços do leite pago aos produtores no TMAP, o que pode ser justificado pelo fato do leite em pó ser o produto mais fácil de ser comercializado em longas distâncias e o derivado lácteo mais importado no Brasil, devido a sua menor perecibilidade. Assim, quando a oferta de leite e derivados no mercado nacional diminui, e os preços consequentemente se elevam, os laticínios costumam importar mais leite em pó, aumentando a oferta, e consequentemente reduzindo os preços. Já no caso da manteiga, os preços do leite pago aos produtores tendem a reduzir no primeiro mês após um aumento nos preços da manteiga e subir a partir do segundo mês.

A resposta dos preços do leite pasteurizado a choques de preços de todos os derivados, com exceção de choques nos preços do leite em pó, é positiva, sendo mais intensa em relação a choques nos preços do leite UHT. Já com relação a choques nos preços do leite *in natura* pago aos produtores no TMAP, a resposta do leite pasteurizado tende a ser negativa, sendo uma resposta mais intensa nos primeiros meses.

Com relação a resposta do leite UHT em relação a choques nos preços do leite e de seus derivados, com exceção de choques nos preços do leite em pó, esta tende a ser positiva. O mesmo acontece com as respostas dos preços da manteiga, do queijo muçarela e do queijo prato. Já em relação as respostas dos preços do leite em pó, estas são positivas em relação a choques nos preços de todos os derivados e do leite *in natura*.

Finalizando a análise dos resultados do Modelo VECM, a Tabela 45 apresenta a decomposição da variância dos preços leite pago ao produtor para o período de 12 meses.

Tabela 45: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão do Preço Pago ao Produtor no TMAP - Leite e Derivados:

Período	S.E.	PROD	PAST	UHT	PO	MANT	MUC	PRAT
1	0,045	100,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,080	80,167	15,121	2,683	0,049	0,163	1,813	0,005
3	0,116	61,350	22,706	11,421	0,058	0,091	4,083	0,292
4	0,151	50,491	23,615	18,918	0,034	0,319	6,297	0,326
5	0,183	44,952	23,656	22,137	0,032	0,550	8,305	0,368
6	0,210	42,411	23,833	22,349	0,037	0,668	10,222	0,480
7	0,234	41,469	24,068	21,130	0,039	0,691	11,960	0,644
8	0,253	41,344	24,269	19,472	0,038	0,660	13,391	0,826
9	0,269	41,598	24,420	17,878	0,035	0,610	14,463	0,997
10	0,284	41,998	24,539	16,529	0,031	0,560	15,205	1,139
11	0,297	42,421	24,647	15,454	0,029	0,516	15,688	1,244
12	0,309	42,798	24,755	14,632	0,027	0,481	15,993	1,315

Legenda: Produtor: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; Pasteurizado: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; Pó: Preço Leite em Pó; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; Muçarela: Preço Quilo Muçarela; Prato: preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

A análise da decomposição da variância dos erros de previsão permite afirmar que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços do leite *in natura*, aproximadamente 43% de sua variação, decorrem de alterações nos preços ocorridas na própria região, cerca de 25% transmitidos por variações nos preços do leite pasteurizado, 16% transmitidos por variações nos preços da muçarela e 14,6% transmitidos por variações nos preços do leite UHT. O que indica transmissão de preços desses produtos para os preços recebidos pelos produtores. Os resultados da função impulso resposta para os derivados, bem como da decomposição da variância estão disponíveis nos Anexos J e K, respectivamente.

A fim de confirmar os resultados do modelo VECM e identificar o sentido da transmissão de preços entre os derivados lácteos e entre estes e o leite foi aplicado o Teste de Causalidade de Granger, cujos resultados estão descritos na Tabela 46.

Tabela 46: Resultados do Teste de Causalidade Granger - Leite e Derivados:

	PROD	PAST	UHT	PO	MANT	MUS	PRAT
PROD		0,251 (0,617)	0,501 (0,480)	1,459 (0,229)	1,727 (0,190)	14,019 (0,000)*	2,947 (0,088)
PAST	29,744 (0,000)*		0,287 (0,593)	6,496 (0,012)*	4,039 (0,046)*	0,349 (0,555)	1,938 (0,165)
UHT	108,634 (0,000)*	21,464 (0,000)*		12,966 (0,000)*	9,792 (0,002)*	16,449 (0,000)*	15,073 (0,000)*
PO	8,763 (0,004)*	2,489 (0,117)	0,335 (0,563)		1,931 (0,166)	0,039 (0,843)	0,063 (0,803)
MANT	4,573 (0,034)*	0,562 (0,454)	3,114 (0,079)	5,376 (0,022)*		2,087 (0,150)	2,418 (0,122)
MUC	90,145 (0,000)*	1,711 (0,192)	0,737 (0,392)	13,012 (0,000)*	4,761 (0,030)*		10,986 (0,001)*
PRAT	51,531 (0,000)*	4,763 (0,030)*	1,939 (0,165)	11,115 (0,001)*	4,649 (0,032)*	0,432 0,512	

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Legenda: Produtor: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; Pasteurizado: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; Pó: Preço Leite em Pó; Manteiga: Preço Manteiga 200gr; Muçarela: Preço Quilo Muçarela; Prato: preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

As estatísticas do teste de causalidade de Granger indicam que modificações nos preços do leite pasteurizado causam flutuações sobre os preços do leite em pó e da manteiga e que flutuações nos preços do leite UHT provocam impactos sobre preços de todos os demais produtos. Enquanto oscilações nos preços do leite em pó afetam apenas os preços pagos aos produtores, que também são afetados por flutuações nos preços da manteiga e dos queijos muçarela e prato. Modificações nos preços da manteiga causam também impacto sobre os preços do leite em pó. Nos preços da muçarela afetam os preços do leite em pó, da manteiga e do queijo prato. E nos preços do queijo prato impactam os preços do leite pasteurizado, do leite em pó e da manteiga.

Nesse sentido, cabe destacar que os resultados no teste de causalidade Granger indicam que a transmissão de preços no mercado do TMAP ocorre no sentido descendente, ou seja, dos derivados para o leite *in natura*, corroborando os achados de Dudová e Bečvářová (2015); Lajdová e Bielik (2015); Stublej et al. (2018) e Ramoshaba, Belete e Jan Hlongwane (2019). Esses achados corroboram a compreensão do setor produtor como tomador dos preços estabelecidos pelos laticínios.

4.4. Considerações Finais

Buscando identificar e compreender os fatores que afetam e influenciam os preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, este capítulo teve por objetivo verificar a existência de processos de cointegração e transmissão vertical entre os preços do leite pago aos produtores no TMAP e os preços dos principais derivados lácteos comercializados no Brasil. Para tanto foi utilizada a metodologia dos Vetores Autorregressivos.

Os resultados indicaram a presença de cointegração entre as séries de preços analisadas indicando que as séries se movem juntas ao longo do tempo, e a existência de transmissão dos preços do leite pasteurizado, do leite UHT e da muçarela para os preços do leite pagos aos produtores no TMAP. Nesse sentido, a análise da decomposição da variância indicou que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços do TMAP, aproximadamente 25% de sua variação, decorrem de alterações nos preços do leite pasteurizado, 16% de variações nos preços da muçarela e 14,6% de variações nos preços do leite UHT. Já o teste de causalidade de Granger indica oscilações nos preços de qualquer um dos derivados analisados (Leite Pasteurizado, Leite UHT, Leite em Pó, Manteiga, Muçarela, e Queijo Prato) impactam os preços pagos aos produtores pelo *leite in natura* no TMAP.

Tais resultados levam a aceitação das hipóteses de pesquisa H1 “*Há transmissão dos preços do leite pasteurizado para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*”, H2 “*Há transmissão dos preços do leite ultra alta temperatura (UHT) para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*” e H5 “*Há transmissão dos preços do queijo muçarela para os preços do leite in natura pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)*” e à não aceitação das demais hipóteses.

O que pode ser explicado pelo fato de os queijos e o leite UHT são, respectivamente o primeiro e o terceiro derivados lácteos mais consumidos no Brasil. Sendo o queijo muçarela o mais amplamente consumido na maioria das regiões do país. Os preços da muçarela acabam também por influenciar e ser influenciados pelos preços do demais tipo de queijo, uma vez que estes são produtos substitutos. Já leite pasteurizado é a base para a fabricação de praticamente todos os derivados lácteos produzidos no país, de modo que seus preços, incidem sobre os demais derivados na forma de matéria prima, compondo portanto os custos de produção destes.

Cabe destacar ainda que estes resultados indicam que a transmissão de preços no mercado do TMAP ocorre no sentido descendente, ou seja, dos derivados para o leite *in natura*, corroborando os achados de Dudová e Bečvářová (2015); Lajdová e Bielik (2015); Stublej et al. (2018) e Ramoshaba, Belete e Jan Hlongwane (2019). Corroborando a compreensão do setor produtor como tomador dos preços estabelecidos pelos laticínios, em um mercado no qual o poder de mercado detido pelos laticínios e estruturas de mercado que chegam a assumir a forma de oligopsônios “sequestram” as margens de lucro dos produtores, especialmente dos pequenos e médios, expondo-os a uma condição de vulnerabilidade.

Capítulo 5: ANÁLISE DA TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE *COMMODITIES*

5. Introdução do Capítulo 5

O leite é uma das *commodities* agropecuárias mais importantes do mundo, estando entre os cinco produtos mais comercializados no mercado internacional (GDP, 2017). Sua cadeia produtiva é capaz de gerar impactos em diversos setores da economia, devido aos efeitos de encadeamento produtivo tanto na relação de aquisição de insumos quanto no fornecimento para as indústrias de beneficiamento (MONTOYA; FINAMORE, 2005).

A atividade possui também um importante papel social, ao contribuir para a geração de emprego e renda. No Brasil, a produção de leite está presente em praticamente todos os municípios e em quase 90% das propriedades rurais do país, e envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (BRASIL, 2020; CAMPOS; PIACENTI, 2007; ROCHA, CARVALHO; RESENDE, 2020).

A cadeia produtiva do leite desperta um interesse especial também por sua capacidade de estabelecer relações com outras cadeias produtivas, dentre as quais destacam-se a cadeia produtiva da carne bovina e a cadeia produtiva dos grãos – especialmente aqueles utilizados na alimentação dos animais (BRUM; KELM; ALBORNOZ, 2018). Nesse sentido, Bini, Canever e Denardim (2015), explicam que os produtos agropecuários apresentam natureza de substituição e/ou complementaridade durante as fases de produção e consumo. Em virtude das quais, podem surgir relações de causalidade entre seus preços, o que se convencionou chamar de transmissão de preços.

Conforme explicado nos capítulos anteriores desta tese, a transmissão de preços pode ser estudada nos aspectos vertical, horizontal e *cross-commodity*. A transmissão vertical de preços é a aquela que ocorre ao longo da cadeia de abastecimento, ou seja, quando as mudanças de preços são transmitidas entre os diferentes estágios de uma mesma cadeia produtiva, a transmissão horizontal ocorre no comércio inter-regional ou internacional, e a transmissão entre *commodities* está relacionada às mudanças de preços de mercados relacionados horizontalmente (KRAVCHENKO et al., 2020; ONEGINA et al. 2022).

Além da carne bovina e dos grãos, outras *commodities* que, conforme a literatura, também podem ter seus preços transmitidos para os preços do leite são a energia elétrica, que compõe parte relevante dos custos de produção de leite – principalmente nos sistemas de

produção mecanizados. E o petróleo, cujos derivados são utilizados no transporte do leite e fazem parte do processo produtivo dos grãos utilizados na alimentação animal, quer seja por meio dos fertilizantes que tem em sua formulação derivados do petróleo, ou como combustíveis das máquinas e equipamentos utilizados no plantio, colheita, beneficiamento e transporte desses produtos.

Conhecer as relações entre essas cadeias produtivas é de relevância para quem tem interesse em expandir o conhecimento sobre o processo de formação dos preços do leite. Desse modo, para complementar a análise dos elementos que podem influenciar o comportamento desses preços, este capítulo tem como objetivo verificar a existência de processos de transmissão horizontal das *commodities* agrícolas - carne, milho e soja, e não agrícolas – petróleo e energia elétrica, para os preços do leite pago ao produtor na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Assim, as hipóteses que fundamentam este capítulo são:

- H_1 : *Modificações no preço do milho são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*
- H_2 : *Modificações no preço da soja são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*
- H_3 : *Modificações no preço do boi gordo são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*
- H_4 : *Modificações no preço do bezerro são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*
- H_5 : *Modificações no preço da energia elétrica são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*
- H_6 : *Modificações no preço do petróleo são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP.*

Para investigar estas hipóteses, a metodologia utilizada, bem como nos capítulos anteriores, é a dos Vetores Autorregressivos (VAR). Os dados utilizados são mensais, de natureza secundária e compreendem o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2021, totalizando 204 observações.

O capítulo está estruturado em cinco sessões, iniciando por esta introdução. A próxima sessão trata do referencial teórico que fundamenta o estudo. Na terceira sessão são apresentados os aspectos metodológicos pertinentes a elaboração do estudo. Na quarta sessão

são apresentados e discutidos os resultados obtidos através da aplicação do modelo VAR. E na quinta e última sessão, são tecidas as considerações finais do capítulo.

5.1. Referencial Teórico

5.1.1. Transmissão de Preços entre *Commodities*

A relação entre os preços das *commodities* é uma importante área de pesquisa dos mercados de produtos agrícolas. Em geral, existem duas formas comuns de transmissão de preços - transmissão vertical e horizontal de preços. Os estudos em transmissão vertical de preços analisam a ligação de preços na cadeia de valor de uma mercadoria, enquanto estudos em transmissão horizontal de preços analisam a ligação de preços entre mercados e diferentes mercadorias (GIZAW; MYRLAND, 2021).

A literatura geralmente aborda a noção de transmissão horizontal de preços se referindo às ligações de preços entre mercados (transmissão espacial de preços), no entanto está também pode se referir à transmissão de preços entre mercadorias, podendo ocorrer: entre diferentes *commodities* agrícolas (transmissão *cross-commodities*), de produtos não agrícolas para *commodities* agrícolas (de preços de energia/petróleo a preços agrícolas); e em diferentes contratos de compra para os mesmos produtos - normalmente, de futuros para mercados à vista e vice-versa (ESPOSTI; LISTORTI, 2013; TRAORE; DIOP, 2021).

Enquanto o fundamento teórico da transmissão espacial de preços é a arbitragem espacial e a Lei do Preço Único (LPU), a base para a transmissão de preços entre mercadorias consiste na substitutibilidade e nas relações de complementariedade entre *commodities* (SINGH et al., 2015). Tais relações se explicam pelo fato de as *commodities* agrícolas se caracterizarem como bens substitutos no processo produtivo, competindo pelas áreas de cultivos, e muitas vezes serem complementares na fase de consumo (BINI; CANEVER; DENARDIM, 2015).

Nesse sentido Pindyck e Rotemberg (1998) defendem que existe um movimento coordenado nos preços de amplo grupo de *commodities*, embora muitas não possuam interrelação entre si. Os autores consideram que os preços das *commodities* têm tendência a crescerem juntos, independentemente de serem complementares ou substitutos.

Diversos estudos trabalharam, por exemplo, com a questão da transmissão dos preços do petróleo para as *commodities* agrícolas. Hanson, Robinson e Schluter (1993) afirmam que os preços do petróleo afetam a agricultura por meio do custo de insumos diretos e indiretos. Zhang et al. (2009) encontraram relações de longo prazo entre os preços do petróleo e milho e soja. Chen, Kuo e Chen (2010) mostraram que as mudanças nos preços do milho, soja e trigo são significativamente influenciadas por variações no preço do petróleo. Ciaian e Kancs (2011) encontram que os preços do petróleo bruto e dos produtos agrícolas (trigo, arroz, açúcar, soja, algodão, banana, sorgo e chá) são interdependentes. Avalos (2014) avaliou a relação do preço do milho, soja e trigo com petróleo e encontrou que os preços do milho e soja estão relacionados com os preços do petróleo no curto e longo prazo.

Minga, Alves e Parré (2016) afirmam que as *commodities* agrícolas apresentaram como principais responsáveis por suas variações de preços o comportamento de seus congêneres. Em seu trabalho foi identificado que 9,20% da variância dos preços da soja é explicada por flutuações no preço do trigo, 8,87% da variância do trigo é relacionada à soja, e 30,58% da variância dos preços do milho é oriunda da soja. Estes resultados indicam a existência de algum grau de complementariedade e substitutibilidade entre essas *commodities*, o que, do ponto de vista teórico, justificaria o peso elevado que umas têm sobre o comportamento das outras.

Bini, Canever e Denardim (2015), explicam que as interações entre os mercados de *commodities* podem implicar a presença de volatilidade *spillover*, que é a transmissão de impulsos comerciais entre os mercados. Tal processo, de acordo com os autores, vem acompanhado da integração entre as próprias *commodities* agrícolas, em virtude da qual podem surgir relações de causalidade entre seus preços.

Já Algieri e Leccadito (2020) distinguem quatro diferentes canais de transmissão de preços entre *commodities*: o “canal fundamental” que inclui fatores tradicionais ligados à demanda e oferta; o canal financeiro vinculado ao mercado de ações; o canal de energia que leva em conta as mudanças no preço do petróleo; e o canal de sentimento que compreende fatores psicológicos, incluindo a incerteza da política econômica e ‘medo’ no mercado.

Embora as explicações teóricas subjacentes sejam diferentes para cada uma das possibilidades de transmissão horizontal de preços, Esposti e Listorti (2013) explicam que a estrutura empírica e as implicações econometrísticas de ambas as formas permanecem as mesmas.

5.1.2. *Commodities* que afetam o preço do leite

Um dos principais fatores apontados pela literatura como capaz de influenciar o volume de produção e o preço do leite, é o preço da carne bovina. Sendo está uma relação caracterizada por influência mútua. Emrah e Hayran (2021) explicam que a produção de leite e carne bovina são ramos produtivos complementares. Enquanto Michetti et al. (2022) afirmam que existe uma relação intrínseca entre pecuária de corte e de leite. Segundo os autores, a integração entre estas cadeias ocorre de forma complementar e, em alguns casos, há uma relação de competição (substituição) entre as atividades.

A produção, o consumo e a exportação de carne bovina podem estimular o descarte de gado leiteiro caso os preços sejam compensadores frente à produção de leite, da mesma forma, em um contexto no qual a lucratividade da produção de leite esteja elevada, os produtores tendem em investir na formação de rebanho, reduzindo o número de animais enviados para engorda e abate (LEITE; ZOCAL, 2016).

Os trabalhos de Saghaian, Ozertan e Tekguc (2013) na Turquia, Rezitiz (2018) na Finlândia, e Mudrak et al. (2019) na Ucrânia analisaram a relação entre os preços do leite e da carne bovina. Saghaian, Ozertan e Tekguc (2013) explicam que contextos de baixos preços do leite levam à liquidação dos rebanhos leiteiros e queda dos preços da carne bovina num primeiro momento, devido ao aumento da oferta de carne. No entanto, com o passar dos meses, o impacto da redução do rebanho gerada pelo abate em larga escala tende a provocar um efeito de elevação, tanto dos preços da carne quanto do leite. Segundo os autores, esses impactos podem ser observados até dois anos após o abate.

Rezitiz (2018) ao analisar a dinâmica de longo e curto prazos, bem como a direção da causalidade entre os preços dos produtos agrícolas, os preços ao produtor e os preços ao consumidor ao longo da carne finlandesa, laticínios e cadeias de abastecimento de ovos entre 2005 e 2014, identificou a presença de cointegração entre as três séries de preços e de relações causais bidirecionais entre os três preços.

Já Mudrak et al. (2019) estudaram a dinâmica dos preços ao consumidor de carnes e laticínios na Ucrânia. Seus achados confirmaram a existência de uma ligação entre as flutuações sazonais nos volumes de produção de carnes e laticínios e os índices de preços ao consumidor dos produtos correspondentes. Verificou-se que havia uma conexão estreita entre o declínio sazonal na produção da carne e produtos lácteos primários e o crescimento da

participação das empresas agrícolas na estrutura de produção desses tipos de produtos animais.

Ademais, Çoban, Çoban e Coşkun (2019) explicam que os bezerros machos, que constituem o insumo básico da produção de carne, são produzidos por empresas de pecuária leiteira e pequenas empresas familiares. Quando o gado leiteiro perde sua lucratividade, os fazendeiros enviam as vacas leiteiras para o abate, reduzindo também o número de bezerros produzidos. De modo que a estabilidade e a rentabilidade da pecuária leiteira, principalmente os preços do leite, estão entre os fatores mais importantes para garantir a sustentabilidade na produção deste insumo. Nesse sentido, Michetti et al. (2022) afirmam que a variável que mais impacta na decisão do produtor em relação à produção de leite, além do preço do próprio leite, é o preço do bezerro.

A dinâmica da produção de leite tem ainda uma forte correlação e dependência com outras cadeias produtivas, dentre as quais destacam-se as cadeias de soja (soja grão e farelo de soja), milho. Isto se dá pelo fato de que a alimentação compreende o principal insumo da produção de leite, e o milho e a soja são os principais grãos utilizados na produção de ração animal, sendo considerados ingredientes bases da dieta de vacas leiteiras devido a seus ricos fatores nutricionais (SANTOS et al., 2008).

Os preços da soja e do milho têm, portanto, um impacto direto nos custos de produção, percebido no preço de ração. No Brasil, conforme Barreto (2020), a ração representa de 9% a 66% dos desembolsos realizados pelos produtores de leite, variando de acordo com o sistema produtivo adotado. Conforme Leite e Zoccal (2016) os sistemas de produção da pecuária leiteira podem variar desde os totalmente a pasto, sem nenhuma suplementação, até os totalmente confinados, onde a ração é completa e servida nos cochos. No entanto, independentemente do tipo de sistema, a alimentação animal é sempre um item de grande impacto no custo de produção, sendo o milho e a soja os insumos mais relevantes, principalmente nos sistemas mais intensivos, sendo este modelo uma tendência atual da produção de leite no Brasil.

Diante de tal cenário há fortes indícios de que variações nos preços dessas *commodities* agrícolas geram variações nos preços do leite (e também da carne bovina), visto que uma alta nos preços dos grãos deve impactar os custos de produção da pecuária, o que pode influenciar negativamente a oferta dessas *commodities* e das proteínas de origem animal no país (IPEA, 2021).

Hansen e Li (2017) analisaram a dinâmica embutida nos e entre os preços mundiais do leite e da ração entre 2002 e 2015, e identificaram que ambos são integrados e tem ciclos de negócios de aproximadamente 32 meses, sendo o preço da ração a variável determinante. Essa relação se constrói com base no tempo necessário para que o produtor, uma vez que identifique aumento de lucratividade na pecuária leiteira – decorrente de períodos de baixa nos preços da ração – consiga fazer os investimentos necessários para aumentar a produção.

Esse tempo decorre principalmente do processo de formação do rebanho. Visto que demora cerca de 3 anos até que o fazendeiro tome a decisão de não abater uma vaca, para obter através dela uma nova bezerra, e criá-la até que esteja no rebanho como uma vaca leiteira. Em contrapartida, em períodos de alta nos preços da ração – e consequente baixa na lucratividade, a decisão de abater um maior número de matrizes e “despovoar” o rebanho é imediata, reduzindo o volume de leite produzido e ofertado ao mercado e, consequentemente, forçando uma elevação dos preços (HANSEN; LI, 2017).

Os preços do milho e da soja também influenciam os preços da carne bovina, exercendo uma influência indireta sobre a oferta e os preços do leite. A este respeito, Hebert e Anderson (2011) examinaram a relação entre os preços do milho e os preços da carne nos EUA e encontraram que, no período em que os preços das rações começaram a subir, os produtores enviaram seu gado para o abate, diminuindo a produção de leite. Identificando assim, uma relação negativa entre os preços da ração e da carne, uma vez que o aumento da oferta de carne exerce uma pressão para a redução dos preços.

Tejeda e Goodwin (2009), ao analisar a volatilidade de preços nos mercados de milho, soja e bovinos de corte, identificaram a presença de correlações dinâmicas positivas entre milho e soja que, por sua vez, foram transferidas para os preços dos bovinos de corte. Cevger e Sakarya (2006) ao examinar as mudanças nos preços da carne vermelha na Turquia concluíram que os preços da carne aumentaram a uma taxa maior que os preços das rações. E Aydin et al. (2011) ao comparar as variações dos preços da carne vermelha com os preços do gado e dos alimentos para animais, observaram que o aumento do preço da carne foi superior ao aumento do preço da ração.

O trabalho de Galvão et al. (2015) identificou existe uma forte interação do mercado de milho com o de soja, com uma relação de substitutibilidade na oferta e de complementaridade na demanda. Os autores afirmam que tais *commodities* são substitutas no processo produtivo – concorrendo pela área e pelos insumos para seu plantio, e complementares na fase de consumo, principalmente na composição de ração. Decorrente

disso se espera uma relação de causalidade e de transferência de choques nos preços de um segmento para o outro.

Os demais fatores identificados na literatura como capazes de afetar os preços do leite são os preços da energia elétrica e dos combustíveis. Com relação à energia elétrica cabe destacar que o desenvolvimento e a modernização tecnológica ocorridos no setor nas últimas décadas, proporcionaram um aumento da utilização de energia elétrica. A eletricidade passou a ser utilizada na ordenha, processamento e conservação do leite, higienização do local e até mesmo na irrigação dos pastos (COSTA; ANDRADE JÚNIOR, 2021), constituindo parcela significativa dos custos de produção de leite.

Dessa forma, alterações nos preços da energia elétrica podem afetar a lucratividade do setor, impactando as decisões dos produtores, de modo a modificar o volume de leite ofertado no mercado. Tais modificações tendem a influenciar os preços, uma vez que os preços são balizados pela relação de oferta e demanda. A este respeito Li, Lopez e Wang (2018) analisaram como os preços da energia são transmitidos aos produtos lácteos de 12 cidades dos EUA entre 2001 e 2011. Os resultados indicam a existência de um repasse de energia assimétrico (um aumento é transmitido mais rápido do que uma queda nos preços).

Em relação ao petróleo, Baffes (2007) afirmam que mudanças nos preços do petróleo afetam a maioria dos setores econômicos dos países. Relação confirmada por trabalhos como Hanson et al. (1993), Chen, Kuo e Chen (2010) e Avalos (2014) que identificaram a existência de transmissão dos choques dos preços do petróleo para as principais *commodities* agrícolas.

Diversas são as razões pelas quais essa transmissão se dá. A primeira e mais comumente citada é o fato de que a variação nos preços do petróleo pode se transmitir para as *commodities* agrícolas pelo impacto nos custos dos transportes, tanto para a internalização dos insumos até as regiões produtoras, quanto para fazer o caminho inverso nas exportações das próprias *commodities* (BINI et al., 2016).

Outra razão é utilização de derivados de petróleo na composição dos fertilizantes utilizados na produção de grãos, especialmente milho e soja. Assim, variações nos preços do petróleo são repassados para os insumos agrícolas (BAFFES, 2007), estes, por sua vez, impactam os preços dos grãos que são utilizados na alimentação dos animais, cujas flutuações de preço, como explicado anteriormente, podem impactar o mercado do leite.

A terceira razão consiste na adoção, cada vez mais frequente, de sistemas mecanizados de cultivo para o cultivo desses grãos. Tais sistemas utilizaram os derivados do petróleo como combustível para as máquinas e implementos agrícolas. Cujas flutuações de preços vão impactar diretamente os custos de produção e a oferta dos produtos no mercado, impactando seus preços. Além disso, Oliveira (2008) aponta que a produção e consumo de biocombustíveis – especialmente etanol - provocou uma elevação dos preços do milho e de outras *commodities* agrícolas, uma vez que estas passaram a concorrer com o milho e a cana-de-açúcar pelas áreas de cultivo e pelos insumos agrícolas (BINI; CANEVER; DENARDIM, 2015).

Relacionando diretamente os preços dos combustíveis e do leite Li, Lopez e Yang (2018) buscaram estimar as taxas de repasse entre o óleo diesel e os preços do leite no varejo nos EUA. Os resultados empíricos mostram que os preços do diesel impactaram significativamente os preços de varejo dos produtos lácteos e são um importante determinante da inflação dos preços dos alimentos.

5.2. Metodologia

Para atender ao objetivo proposto de verificar a existência de transmissão horizontal de preços das *commodities* agrícolas (soja, milho, boi) e não agrícolas (energia e petróleo) para os preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o método utilizado foi o dos Vetores Autorregressivos (VAR). A metodologia do VAR requer que se siga um procedimento de análise econometrística das séries composto por diversos testes, os quais são apresentados na Tabela 47:

Tabela 47: Procedimentos adotados para realização dos testes econometricos

Teste	Procedimento
Número de defasagens	Critérios de AIC (Akaike); Schwarz (SBIC) e Hannan-Quinn (HQIC)
Raiz Unitária	Dickey Fuller Aumentado (ADF); Philips Peron (PP)
Correlação	Matriz de Correlação das Variáveis
Cointegração	Teste de Johansen
Relação de curto e longo prazo	VECM/ VAR
Impulso resposta	Função Impulso Resposta
Decomposição da variância	Decomposição da Variância dos Erros de Previsão
Causalidade	Teste de Causalidade Granger

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados utilizados são de natureza secundária, coletados na base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP, na Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, e na Bolsa de Valores de Nova York - NASDAQ. São dados

mensais, de janeiro de 2005 a dezembro de 2021, totalizando 204 observações, que compreendem todo o período disponível. As séries de preços utilizadas no trabalho, bem como sua definição e fonte, são apresentadas na Tabela 48:

Tabela 48: Variáveis utilizadas no trabalho - *Commodities*:

Variável	Sigla	Definição	Fonte
Preço líquido médio pago ao produtor pelo leite <i>in natura</i> na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	LEITE	R\$/litro	CEPEA/USP
Indicador do Boi Gordo Cepea/B3	BOI	R\$/arroba	CEPEA/USP
Indicador do Bezerro ESALQ/BM&FBOVESPA	BEZERRO	R\$/unidade	CEPEA/USP
Indicador do Milho ESALQ/BM&FBOVESPA	MILHO	R\$/ saca 60kg	CEPEA/USP
Indicador da Soja CEPEA/ESALQ	SOJA	R\$/ saca 60kg	CEPEA/USP
Tarifa Energia Rural CEMIG	ENERGIA	R\$/KWh	ANEEL
Preço por Barril do Petróleo Bruto <i>Brent</i> (FOB)	PETROLEO	R\$/barril	NASDAQ

Fonte: Elaboração Própria.

5.3. Resultados

Inicialmente foi realizada a análise descritiva das séries de preços das *commodities* que compõem o modelo proposto, referente à quantidade de observações, média, desvio padrão, máximo e mínimo, assimetria, curtose e estatística de Jarque-Bera. Os dados são apresentados na Tabela 49:

Tabela 49: Estatísticas Descritivas – *Commodities*

	LEITE	BOI	BEZERRO	MILHO	SOJA	ENERGIA	PETROLEO
Média	1,042	124,874	1032,911	33,821	65,834	0,315	195,631
Mediana	0,922	105,815	792,675	28,380	63,000	0,247	180,709
Máximo	2,469	320,900	3140,550	100,720	171,360	0,828	463,421
Mínimo	0,381	48,830	334,510	14,440	24,910	0,194	99,007
Desvio Padrão	0,477	64,087	635,510	18,129	33,886	0,132	67,609
Assimetria	1,111	1,405	1,557	2,087	1,659	1,709	1,368
Curtose	3,879	4,824	5,302	7,185	5,708	6,017	5,357
Jarque-Bera	48,549	95,412	127,453	296,948	155,932	176,692	110,851
p-valor	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Obs	204	204	204	204	204	204	204

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Dentre as estatísticas descritivas apresentadas é importante destacar todas as variáveis apresentaram grande variação no período analisado, especialmente os preços do bezerro, que tiveram as maiores variações proporcionalmente aos demais. As menores variações, por sua

vez, ocorreram nos preços da energia elétrica e do petróleo, respectivamente. Com relação a análise de normalidade dos dados todas as séries apresentaram p-valor do teste de Jarque-Bera inferior a 5%, levando a rejeição da hipótese de normalidade.

A etapa seguinte de descrição das séries de preços das *commodities* consiste na análise da matriz de correlação das variáveis, a qual é apresentada na Tabela 50:

Tabela 50: Matriz de Correlação das Variáveis – *Commodities*

	LEITE	BOI	BEZERRO	MILHO	SOJA	ENERGIA	PETROLEO
LEITE	1						
BOI	0,9451*	1					
BEZERRO	0,9341*	0,9933*	1				
MILHO	0,8992*	0,9422*	0,9398*	1			
SOJA	0,9397*	0,9620*	0,9594*	0,9510*	1		
ENERGIA	0,8942*	0,8837*	0,8828*	0,8679*	0,8549*	1	
PETROLEO	0,7808*	0,7454*	0,7318*	0,7496*	0,7932*	0,7077*	1

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Todas as correlações lineares identificadas se mostraram significantes ao nível de 5%, apresentando correlações positivas, indicando que os preços se movem na mesma direção. A variável que apresentou a correlação mais forte com o preço do leite foi o preço da arroba do boi gordo, seguida pelos preços da soja e do bezerro, enquanto as ligações mais fracas foram identificadas com os preços do petróleo. Com relação as demais variáveis, as ligações mais fortes foram identificadas entre os preços do bezerro e do boi gordo, e entre os preços do boi e da soja, respectivamente. A *commodity* que apresentou ligações mais fraca com as demais foi o petróleo, no entanto, estas ainda podem ser consideradas ligações fortes.

Posteriormente foram aplicados os testes de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e Philips Peron, para verificar a estacionariedade dos dados. Os resultados são apresentados na Tabela 51:

Tabela 51: Resultados dos Testes de Raiz Unitária - *Commodities*

Critério	ADF		Philips Peron		Nível	1ª dif
	Nível		SC	AIC		
	SC	AIC	SC	AIC		
LEITE	-3,901 (0,014)	-1,622 (0,781)	-8,712 (0,000)	-8,261 (0,000)	-2,703 (0,237)	-7,133 (0,000)
BOI	0,062 (0,997)	-0,265 (0,991)	-12,132 (0,000)	-2,650 (0,259)	-0,119 (0,994)	-12,053 (0,000)
BEZERRO	0,117 (0,997)	0,823 (1,000)	-7,991 (0,000)	-2,099 (0,542)	0,039 (0,997)	-8,087 (0,000)
MILHO	-1,082 (0,929)	-1,082 (0,929)	-11,822 (0,000)	-6,585 (0,000)	-1,255 (0,896)	-11,941 (0,000)
SOJA	-0,929 (0,950)	-0,527 (0,982)	-11,979 (0,000)	-4,270 (0,004)	-1,010 (0,939)	-11,983 (0,000)
ENERGIA	0,475 (0,999)	0,475 (0,999)	-8,893 (0,000)	-8,829 (0,000)	0,791 (1,000)	-8,327 (0,000)
PETRÓLEO	-1,713 (0,742)	-1,713 (0,742)	-10,587 (0,000)	-10,274 (0,000)	-1,679 (0,757)	-9,739 (0,000)

Legenda: (Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Os resultados dos testes de ADF e Philips-Peron aplicados às séries originais, apontam para a não rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária para as séries de preços. Porém, quando testadas na primeira diferença, todas tornam-se não estacionárias em ambos os testes.

Posteriormente foram realizadas as análises estatísticas buscando identificar se as séries são ou não cointegradas, de modo a decidir como modelo VAR deve ser adotado. Todavia, antes de realizar o teste de cointegração de Johansen é necessário definir o número de defasagens a ser utilizado. Para tanto são adotados os critérios de Akaike, Schwartz e Hannan Kinn, os resultados estão dispostos na Tabela 52:

Tabela 52: Aplicação dos Critérios de Informação para definição do número de defasagens - *Commodities*:

Defasagem	AIC	SC	HQ
0	42,276	42,392	42,323
1	26,498	27,425	26,873
2	25,612	27,350*	26,315*
3	25,378	27,926	26,409
4	25,457	28,816	26,816
5	25,365*	29,535	27,053

Nota: Os asteriscos * indicam ordem de defasagem selecionada pelo critério. **Legenda:** AIC: critério de informação Akaike; SC: critério de informação de Schwarz; HQ: critério de informação Hannan-Quinn.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados

Com os resultados dos critérios indicaram o uso de quantidades diferentes de defasagens, optou-se por seguir os resultados dos critérios de Schwarz e Hannan-Quinn, visto que, de acordo com Bueno (2012), caso sejam encontradas respostas diferentes entre os critérios, é preciso escolher um deles, sendo necessário observar o menor valor dado pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens devido a possibilidade de perda de graus de liberdade. Com base nesses resultados, foi realizado o Teste de Cointegração de Johansen com duas defasagens, como apresentado na Tabela 53:

Tabela 53: Resultados do Teste Johansen para Análise de Cointegração - *Commodities*:

H0	Autovalor	Estatística	Valor Crítico 5%	Prob.
Teste do Traço				
r=0	0,2747	206,5163	125,6154	0,0000*
r≤1	0,1863	141,6381	95,7537	0,0000*
r≤2	0,1589	100,0019	69,8189	0,0000*
r≤3	0,1414	65,0519	47,8561	0,0006*
r≤4	0,0899	34,2558	29,7971	0,0144*
r≤5	0,0501	15,2299	15,4947	0,0548
r≤6	0,0237	4,8517	3,8415	0,0276*
Teste do Máximo Autovalor				
r=0	0,2747	64,8781	46,2314	0,0002*
r≤1	0,1863	41,6362	40,0776	0,0331*
r≤2	0,1589	34,9500	33,8769	0,0371*
r≤3	0,1414	30,7960	27,5843	0,0187*
r≤4	0,0899	19,0259	21,1316	0,0961
r≤5	0,0501	10,3782	14,2646	0,1883
r≤6	0,0237	4,8517	3,8415	0,0276*

Nota: (p-valor) *p-values* de MacKinnon-Haug-Michelis (1999). Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Analizando os resultados do teste de Cointegração de Johansen, foi rejeitada a hipótese nula da existência de nenhum vetor de cointegração, uma vez que o valor crítico da estatística traço é inferior ao seu respectivo valor calculado. O teste do traço indica que há vários vetores de cointegração ao nível de 5% de significância, sugerindo que as séries de preços possuem relação de equilíbrio de longo prazo, ou seja, possuem cointegração.

Assim, sendo as variáveis do modelo estacionárias em primeira diferença e cointegradas, o Modelo de Correção de Erros Vetoriais (VECM) segue como o mais adequado pois, segundo Bueno (2012), quando diferenciadas, as variáveis podem omitir

informações importantes, e o VECM corrige este problema, além de explicar os fatores de curto e longo prazo entre as variáveis endógenas cointegradas. Assim, foi aplicado o Modelo VECM cujos resultados são expostos nas Tabelas 54 e 55:

Tabela 54: Estimativas de ajustamento de curto prazo VECM – *Commodities*

Error Correction:	D(LEITE)	D(BEZERRO)	D(BOI)	D(MILHO)	D(SOJA)	D(ENERGIA)	D(PETROLEO)
CointEq1	-0,0665 (0,0219) [-3,035]*	-18,1575 (14,6040) [-1,243]	10,4715 (2,4333) [4,303]	-1,5214 (1,0020) [-1,518]	-0,2502 (1,6389) [-0,153]	0,0063 (0,0055) [1,135]	-12,5541 (6,2752) [-2,001]
D(LEITE(-1))	0,5667 (0,0657) [8,622]*	-9,7943 (43,7745) [-0,224]	-0,7940 (7,2937) [-0,109]	0,9440 (3,0034) [0,314]	13,6727 (4,9126) [2,783]*	0,0112 (0,0166) [0,674]	17,2254 (18,8094) [0,916]
D(BEZERRO(-1))	0,0003 (0,0001) [2,509]*	0,3744 (0,0740) [5,058]*	0,0032 (0,0123) [0,257]	0,0142 (0,0051) [2,802]*	0,0146 (0,0083) [1,758]	0,0000 (0,0000) [0,548]	-0,0208 (0,0318) [-0,653]
D(BOI(-1))	-0,0009 (0,0008) [-1,132]	1,2165 (0,5353) [2,272]*	0,2406 (0,0892) [2,698]*	0,0647 (0,0367) [1,762]	-0,0207 (0,0601) [-0,344]	0,0002 (0,0002) [0,750]	0,0202 (0,2300) [0,088]
D(MILHO(-1))	-0,0021 (0,0019) [-1,115]	1,1002 (1,2751) [0,863]	0,5155 (0,2125) [2,426]*	0,1042 (0,0875) [1,191]	-0,1758 (0,1431) [-1,229]	-0,0001 (0,0005) [-0,308]	-0,9899 (0,5479) [-1,807]
D(SOJA(-1))	-0,0018 (0,0012) [-1,516]	-0,8050 (0,7882) [-1,021]	-0,1260 (0,1313) [-0,959]	-0,0808 (0,0541) [-1,494]	0,1668 (0,0885) [1,885]	-0,0001 (0,0003) [-0,205]	0,4438 (0,3387) [1,310]
D(ENERGIA(-1))	0,6401 (0,2707) [2,365]*	-227,9006 (180,283) [-1,264]	-28,8703 (30,0387) [-0,961]	9,4987 (12,3694) [0,768]	13,9408 (20,2323) [0,689]	0,4403 (0,0684) [6,436]*	13,8871 (77,4654) [0,179]
D(PETROLEO(-1))	-0,0001 (0,0002) [-0,577]	0,4172 (0,1595) [2,616]*	0,0481 (0,0266) [1,811]	-0,0050 (0,0109) [-0,461]	-0,0212 (0,0179) [-1,186]	0,0001 (0,0001) [0,902]	0,3089 (0,0685) [4,508]*
C	0,0014 (0,0043) [0,323]	7,1609 (2,8458) [2,516]*	0,9074 (0,4742) [1,914]	0,0918 (0,1953) [0,470]	0,3546 (0,3194) [1,110]	0,0013 (0,0011) [1,167]	1,1628 (1,2228) [0,951]
R²	0,3167	0,3246	0,1430	0,1541	0,0912	0,2316	0,1354

Nota: Valores entre parênteses indicam o desvio padrão e valores entre colchetes indicam o teste t calculado. Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Os resultados do ajustamento de curto prazo indicam que flutuações nos preços do bezerro e da energia elétrica são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O que está em linha com os trabalhos de Michetti et al. (2022) que afirmam que a variável que mais impacta à produção de leite, além do preço do próprio leite, é o preço do bezerro, e de Li, Lopez e Wang (2018) que identificaram a existência de um repasse dos preços da energia para os produtos lácteos de 12 cidades dos EUA.

No caso do bezerro essa relação se estabelece pelo fato de os bezerros machos, que constituem o insumo básico da produção de carne, serem produzidos por empresas de pecuária leiteira e pequenas empresas familiares. De modo que, quando o gado leiteiro perde sua lucratividade em decorrência de uma redução nos preços do leite, os fazendeiros enviam as vacas leiteiras para o abate, reduzindo o volume de leite produzido e também o número de bezerros produzidos. Essa redução da produção tende a provocar uma elevação dos preços, tanto do leite quanto dos bezerros, devido à relação de oferta e demanda que baliza a formação de preços. Já no caso da energia elétrica esta relação se dá pelo fato desta compor parte relevante dos custos de produção de leite, principalmente nos sistemas de produção mecanizados.

Também foi identificado que oscilações nos preços do petróleo são transmitidas para o preço do bezerro, variações nos preços do bezerro são transmitidas para os preços do milho, que por sua vez são transmitidos para os preços do boi; variações nos preços da arroba do boi são transmitidas para os preços do bezerro; e flutuações no preço do leite são transmitidas para os preços da soja. Já no longo prazo, como pode ser observado na Tabela 55, com exceção dos preços do milho e da energia elétrica, todas as *commodities* tem suas flutuações de preços transmitidas para os preços do leite.

Tabela 55: Estimativas de ajustamento de longo prazo VECM – *Commodities*

	CointEq1	Desv. Pad.	p.valor
LEITE(-1)	1		
BEZERRO(-1)	0,0026	(0,0003)	[7,77670]*
BOI(-1)	-0,0298	(0,0035)	[-8,55429]*
MILHO(-1)	0,0055	(0,0043)	[1,26866]
SOJA(-1)	-0,0089	(0,0030)	[-2,92029]*
ENERGIA(-1)	-0,7260	(0,3830)	[-1,89566]
PETROLEO(-1)	0,0014	(0,0006)	[2,43099]*
C	0,3045		

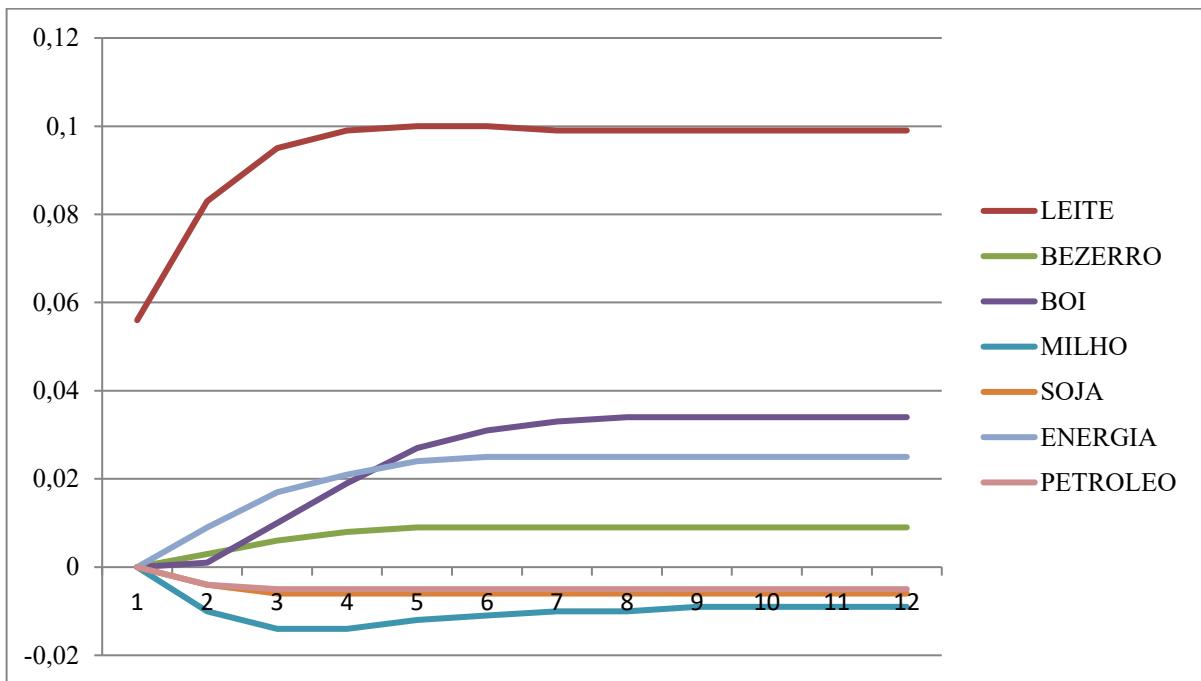
Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Esses resultados corroboram a literatura pesquisada indicando que as relações que complementariedade e substituibilidade que se estabelecem entre as *commodities* pesquisadas fazem com que choques nos preços de uma *commodity* sejam transmitidos ao longo do tempo para todas as outras.

Completando essa análise, é interessante observar os resultados da função impulso resposta dos preços do leite no TMAP em relação a choques não antecipados nos próprios preços, e em relação a choques nos preços do demais mercados internacionais estudados para 12 períodos, cujos resultados são apresentados na Figura 13:

Figura 13: Resposta do Preço do Leite Pago ao Produtor no TMAP – *Commodities*



Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Os resultados da função impulso resposta indicam que, indicam que os preços do leite pagos aos produtores no TMAP respondem positivamente a variações nos preços do bezerro, do boi e da energia, e negativamente a oscilações nos preços dos componentes da ração (milho e soja), e do petróleo. No caso dos preços do bezerro, esta reposta tende a ser pequena no primeiro mês, aumentar nos três meses subsequentes e se estabilizar num patamar acima do inicial após o quinto mês. Comportamento semelhante se dá também em relação aos preços do boi e da energia, no entanto, no caso de variações nos preços do boi, essa estabilidade é atingida somente a partir do oitavo mês, e da energia, a partir do sexto mês. A Tabela 56

apesenta a decomposição da variância dos preços leite no mercado brasileiro para o período de 12 meses.

Tabela 56: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão – *Commodities*

Período	S.E.	LEITE	BEZERRO	BOI	MILHO	SOJA	ENERGIA	PETROLEO
1	0,056	100,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,101	97,900	0,086	0,007	0,951	0,164	0,762	0,130
3	0,141	95,642	0,223	0,461	1,457	0,260	1,767	0,189
4	0,176	93,469	0,342	1,525	1,558	0,296	2,607	0,204
5	0,206	91,540	0,425	2,813	1,493	0,306	3,218	0,205
6	0,233	89,974	0,477	4,005	1,390	0,308	3,643	0,203
7	0,257	88,774	0,511	4,976	1,293	0,308	3,938	0,200
8	0,279	87,876	0,533	5,723	1,213	0,308	4,148	0,199
9	0,300	87,204	0,549	6,289	1,151	0,308	4,302	0,197
10	0,319	86,694	0,561	6,720	1,101	0,308	4,419	0,196
11	0,337	86,295	0,571	7,057	1,063	0,309	4,510	0,195
12	0,354	85,976	0,579	7,325	1,031	0,310	4,584	0,194

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

A análise da decomposição da variância permite afirmar que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços do TMAP, cerca de 86% da sua variação, decorrem de alterações nos preços ocorridas na própria região, 7,32% advêm de variações nos preços do boi e 4,58% de alterações nos preços da energia, e 1,03% de flutuações nos preços do milho. As demais *commodities* apresentam impacto muito pouco significativo sobre os preços do leite. Os resultados da função impulso resposta para as demais *commodities*, bem como os da decomposição da variância estão disponíveis nos Anexos L e M, respectivamente.

A fim de confirmar os resultados dos modelos VAR e VECM e identificar o sentido da transmissão de preços foi aplicado o Teste de Causalidade de Granger, cujos resultados estão descritos na Tabela 57:

Tabela 57: Resultados Teste de Causalidade de Granger - *Commodities*

	LEITE	BEZERRO	BOI	MILHO	SOJA	ENERGIA	PETROLEO
LEITE		0,1668 (0,6834)	2,6584 (0,1046)	1,6645 (0,1985)	2,3531 (0,1266)	5,2463 (0,0230)*	9,7704 (0,0020)*
BEZERRO	13,6998 (0,0003)*		6,5428 (0,0113)*	12,5926 (0,0005)*	8,8605 (0,0033)*	15,6294 (0,0001)*	8,4046 (0,0042)*
BOI	12,0410 (0,0006)*	15,5244 (0,0001)*		17,4116 (0,0000)*	7,4898 (0,0068)*	10,3497 (0,0015)*	9,2019 (0,0027)*
MILHO	8,4264 (0,0041)*	0,1793 (0,6725)	0,2167 (0,6421)		0,0381 (0,8454)	15,2237 (0,0001)*	15,9336 (0,0001)*
SOJA	6,1443 (0,0140)*	3,3700 (0,0679)	4,1054 (0,0441)*	9,5320 (0,0023)*		8,5903 (0,0038)*	17,2709 (0,0001)*
ENERGIA	0,8134 (0,3682)	0,0673 (0,7956)	4,1511 (0,0429)*	3,1779 (0,0762)	2,9776 (0,0860)		6,5461 (0,0113)*
PETROLEO	0,0096 (0,9221)	0,5392 (0,4636)	1,1400 (0,2869)	0,1566 (0,6927)	1,3492 (0,2468)	4,3358 (0,0386)*	

Nota: Os asteriscos * representam estatísticas significantes ao nível de 5%.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados

Os resultados do Teste de Causalidade de Granger indicam que variações nos preços da energia e do petróleo causam oscilações nos preços do leite e que variações nos preços do leite causam variações nos preços do bezerro, do boi, do milho e da soja.

Também foi identificado que modificações nos preços do bezerro, do milho, da soja, da energia e do petróleo afetam os preços do boi; variações nos preços do boi; variações nos preços do boi, do milho, da soja, da energia e do petróleo influenciam os preços do bezerro; alterações nos preços do boi, do milho, da energia e do petróleo afetam os preços soja; modificações nos preços do boi e do petróleo influenciam os preços da energia; e oscilações dos preços da energia afetam os preços do petróleo.

Como descrito anteriormente esses resultados corroboram a grande integração existente entre os mercados de *commodities*, quer sejam estas *commodities* agrícolas ou energéticas. Destaca-se também que, a partir desses resultados é possível afirmar que todas as *commodities* pesquisadas podem afetar os preços do leite, quer seja de maneira direta – como os preços da energia elétrica e da carne, ou de maneira indireta, através do impacto nos preços de variáveis que afetam os preços do leite, como é o caso dos grãos (milho e soja) que por mais que não tenha seus preços transmitidos diretamente para o leite, impactam os preços da carne bovina que, por sua vez, podem ser transmitidos para o leite.

5.4. Considerações Finais

Complementando a análise a respeito dos fatores que podem influenciar os preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, este capítulo teve como objetivo verificar a existência de transmissão horizontal de preços, entre as principais *commodities* agrícolas (milho, soja e carne) e não agrícolas (energia elétrica e petróleo) para os preços do leite, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2021. Para tanto foi adotada a metodologia dos Vetores Autorregressivos (VAR).

A partir dos resultados obtido foi possível identificar que, no curto prazo, choques nos preços dos bezerros e da energia elétrica são transmitidos para os preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e que, no longo prazo, variações nos preços do boi gordo, da soja e do petróleo são transmitidos para os preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Dessa forma, com exceção da hipótese H1 “*Modificações no preço do milho são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*” todas as demais hipóteses investigadas nessa pesquisa puderam ser comprovadas. No caso das hipóteses H4 “*Modificações no preço do bezerro são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*” e H5 “*Modificações no preço da energia elétrica são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*”. A transmissão de preços ocorre já no curto prazo, uma vez que os preços dos bezerros podem influenciar a decisão dos produtores manterem ou não as vacas em lactação, podendo aumentar ou reduzir a produção de leite em um curto espaço de tempo o que, consequentemente, impacta seus preços. Já a energia elétrica, por constituir um insumo da produção de leite, tem impacto direto sobre seus custos, de modo que elevações ou reduções em seus preços são repassadas para os preços do leite.

As hipóteses H2 “*Modificações no preço da soja são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*” e H3 “*Modificações no preço do boi gordo são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*” e H6 “*Modificações no preço do petróleo são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no TMAP*” também puderam ser confirmadas, no entanto cabe destacar que esta transmissão ocorre apenas no longo prazo.

Completando essa análise, os resultados da função impulso resposta indicam que os preços do leite pagos aos produtores no TMAP respondem positivamente a variações nos preços do bezerro, do boi e da energia, e negativamente a oscilações nos preços dos componentes da ração (milho e soja), e do petróleo. No caso dos preços do bezerro, a resposta

tende a ser menor no primeiro mês, aumentando nos três meses subsequentes e se estabilizar num patamar acima do inicial após o quinto mês. Comportamento semelhante se dá também em relação aos preços do boi e da energia, no entanto, no caso de variações nos preços do boi, essa estabilidade é atingida somente a partir do oitavo mês, e da energia, a partir do sexto mês.

Também foi analisada a decomposição da variância dos erros de previsão, indicou que, decorridos 12 meses após um choque não antecipado sobre os preços do TMAP, cerca de 86% da sua variação, decorrem de alterações nos preços ocorridas na própria região, 7,32% advêm de variações nos preços do boi e 4,58% de alterações nos preços da energia, e 1,03% de flutuações nos preços do milho. As demais *commodities* apresentam impacto muito pouco significativo sobre os preços do leite.

Já os resultados do Teste de Causalidade de Granger indicam que variações nos preços da energia e do petróleo causam oscilações nos preços do leite e que variações nos preços do leite causam variações nos preços do bezerro, do boi, do milho e da soja. No caso da energia, esses resultados podem ser justificados, conforme Costa e Andrade Júnior (2021) pelo fato de a energia elétrica ser amplamente utilizada na ordenha, processamento e conservação do leite, higienização do local e até mesmo na irrigação dos pastos constituindo parcela significativa dos custos de produção de leite

Já no caso do petróleo, os resultados corroboram trabalhos como os de Hanson et al. (1993), Chen, Kuo e Chen (2010) e Avalos (2014) que identificaram a existência de transmissão dos choques dos preços do petróleo para as principais *commodities* agrícolas. Dentre as principais rações apresentadas pelos autores para a ocorrência desse processo destacam-se o fato de que a variação nos preços do petróleo pode se transmitir para as *commodities* agrícolas pelo impacto nos custos dos transportes, tanto para a internalização dos insumos até as regiões produtoras, quanto para fazer o caminho inverso nas exportações das próprias *commodities* (BINI et al., 2016), e a utilização de derivados de petróleo na composição dos fertilizantes utilizados na produção de grãos, especialmente milho e soja, que são utilizados na alimentação animal, e por sua vez, podem impactar os preços dos produtos de origem animal (BAFFES, 2007; BINI et al., 2016).

Assim, pode-se concluir que o mercado de *commodities* agrícolas e enérgicas é bastante integrado e que variações de preço de uma *commodity* tendem a ser transmitidas para as demais, quer sejam de forma direta, provocando variações nos preços já no curto prazo, ou de maneira indireta, através dos elos das cadeias produtivas e de mercado, de modo que os impactos no preço serão percebidos apenas no médio ou longo prazo.

CAPÍTULO 6: PREVISÃO DO COMPORTAMENTO DOS PREÇOS DO LEITE NA REGIÃO DO TMAP USANDO MODELOS ARIMA, SARIMA E DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)

6. Introdução do Capítulo 6:

A volatilidade dos preços dos produtos agropecuários é uma questão crítica para países com grandes setores agrícolas, como é o caso brasileiro. As oscilações dos preços desestabilizam o mercado econômico e afetam as decisões de gestão de produtores, intermediários e consumidores. No atual cenário, o leite é considerado como uma das *commodities* agrícolas mais voláteis no mercado internacional. Tal volatilidade pode ser resultado de diversos fatores como clima, inflação, oscilações na oferta e demanda, renda do consumidor e política governamental, bem como das preferências dos consumidores (ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; BORAWSKI et al., 2020)

Conforme, Dong, Du e Gould (2011), no caso do leite, a volatilidade é, em grande parte, causada pelas próprias características do setor como a extrema perecibilidade do produto e de seus derivados, a elasticidade da demanda e o comportamento sazonal da produção. Porém, outros fatores como as mudanças nas políticas ou questões regulatórias e o aumento da exposição aos mercados internacionais também têm contribuído para o aumento da volatilidade em diversos mercados.

A volatilidade impõe desafios adicionais ao planejamento de negócios, ao pagamento de dívidas e, até a solvência dos negócios. Sendo causa de grande parte das mudanças estruturais que vem ocorrendo no setor, visto que preços mais voláteis resultam em uma maior taxa de saída dos produtores da atividade e tornam as expansões mais arriscadas para as propriedades, principalmente as de pequeno e médio porte (ZIMMERMANN; HECKELEI, 2012).

No caso do mercado brasileiro, a desregulamentação do setor, a abertura comercial e a estabilidade monetária, obtidos a partir da década de 1990, formaram um novo cenário, em que o preço do leite passou a ser definido pela interação entre oferta e demanda, ficando assim, mais suscetível a flutuações (RAMOS et al., 2016). Fernandes, Braga e Lima (2010) explicam que, até então, mesmo com as oscilações provocadas pela sazonalidade da produção, a renda obtida pelos produtores ficava protegida pelo regime de fixação de preços.

As mudanças climáticas também se tornaram, ao longo das últimas décadas, fatores que exercem influência sobre os preços do leite. Isto se dá pela variação de curto prazo no

volume produzido decorrente de oscilações na temperatura e na precipitação que podem restringir a disponibilidade de pastagens para a alimentação do rebanho, bem como, provocar choques aleatórios nos custos de insumos de produção – como energia elétrica e ração, por exemplo (NICHOLSON; FIDDAMAN, 2003).

Assim, o aumento na volatilidade dos preços do leite não é mais percebido como um fenômeno temporário, mas como a nova tendência dos mercados globais. Levantando sérias preocupações, não apenas entre produtores e consumidores, mas também entre os formuladores de políticas que buscam projetar medidas de política diferentes das ferramentas tradicionais de mercado para diminuir as oscilações de preços (FAO, 2010; ACOSTA; IHLE; ROBES, 2014). Conforme Norton (2004), garantir um nível de preços competitivo na porta da fazenda é uma das chaves para o crescimento agrícola e, portanto, para a redução da pobreza.

Para tentar contornar as dificuldades impostas, é necessário que, cada vez mais, produtores e formuladores de políticas públicas busquem aprimorar seu conhecimento a respeito do funcionamento dos mercados, bem como do comportamento dos preços. Assim, o estudo e conhecimento a respeito do comportamento dos preços, bem como dos fatores que o influenciam é importante tanto para o desenho de políticas públicas apropriadas para reduzir o nível de volatilidade dos preços do leite, quanto para subsidiar a tomada de decisão em condições incertas, e que pode influenciar significativamente os retornos dos participantes do mercado de leite e derivados (ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; HANSEN; LI, 2017; COSTA-FONT; REVOREDO-GIHA, 2017).

Nessa perspectiva, a negociação em mercados futuros vem sendo defendida como uma possível e interessante ferramenta de gerenciamento de risco para agricultores e processadores. Siqueira et al. (2008) avaliaram a viabilidade da introdução de contratos futuros de leite no Brasil, analisando atributos específicos de *commodities* e aspectos relacionados ao mercado para leite cru resfriado, leite de ultra alta temperatura (UHT) e leite em pó. A constatação foi que o leite cru é o mais indicado para a negociação futura, pela alta volatilidade de seus preços, natureza competitiva de seus mercados, ausência de ferramentas de gestão de risco concorrentes e impossibilidade de *hedge* cruzado.

Em entrevistas com os 100 maiores produtores de leite, Siqueira et al., (2008) verificaram ainda que aproximadamente 92% desses tinham interesse em adotar contratos futuros de leite como ferramentas de gerenciamento de risco de preço, concluindo que seria esta uma alternativa eficaz para reduzir as distorções de mercado e financeiras inerentes ao segmento. Nesse sentido, em maio de 2021, a Comissão Nacional de Pecuária de Leite da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) se reuniu para discutir as

oportunidades do mercado futuro como uma opção de comercialização aos produtores que precisam controlar a gestão de riscos, e a falta de previsibilidade do preço do leite pago ao produtor (CNA, 2021).

No entanto, para que os produtores possam negociar neste tipo de mercado, é necessário que consigam fazer estimativas de preços à longo prazo de modo a subsidiar a tomada de decisão. Hansen e Li (2017), afirmam que compreensão do comportamento dos preços é, nesses casos, um elemento crítico que pode influenciar significativamente os retornos dos participantes do mercado de laticínios. Com este intuído, o interesse por modelos de previsão de preços tem se tornado crescente.

Considerando tal cenário e a importância da produção do leite para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, este capítulo se propõe a desenvolver um modelo de previsão do comportamento dos preços do leite na região. Para tanto dois, métodos de previsão são testados, buscando identificar aquele que apresente o melhor desempenho preditivo: um modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis (ARIMA) na sua forma padrão e com a inclusão do componente sazonal (SARIMA), e um modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs).

Para tanto, são considerados os achados dos capítulos anteriores, e testados diferentes modelos que incluem os preços do leite no mercado internacional, os preços dos principais derivados do leite comercializados no Brasil e os preços das principais *commodities*, agrícolas e não agrícolas, que foram identificadas, com base no levantamento da literatura como capazes de afetar os preços do leite.

O capítulo, além desta introdução, está dividido em 5 sessões. Na segunda sessão é apresentado o referencial teórico utilizado para a construção do trabalho, sendo este composto por uma discussão a respeito da questão do gerenciamento de riscos e da previsão de preços no mercado do leite, e uma apresentação dos principais fatores identificados na literatura como capazes de influenciar os preços do leite. Na terceira sessão são apresentados os aspectos metodológicos pertinentes a elaboração da pesquisa; na quarta sessão são abordados os resultados obtidos; e na quinta e última sessão deste capítulo são tecidas as considerações finais sobre os achados da pesquisa.

6.1. Referencial Teórico:

6.1.1. Riscos e Previsão de Preços no Mercado do Leite

A sobrevivência do agronegócio depende do lucro auferido da produção, assim, é necessário um constante esforço para elevar a produtividade dos fatores de produção concomitantemente a uma redução nos custos de produção. Esses resultados dependem de vários fatores que, muitas vezes, não são controlados pelo produtor. Conforme Rodrigues et al. (2018), a cadeia produtiva do agronegócio apresenta uma complexidade inerente devido aos diversos fatores envolvidos em sua produção e comercialização, esta diversidade acarreta inúmeros riscos e incertezas no setor. A eliminação desses riscos, contudo, não viável e nem desejável, uma vez que poderia também limitar a possibilidade de maiores rendimentos. Dessa forma faz-se fundamental que os produtores utilizem ferramentas para a gestão de riscos (MOREIRA; PROTIL; SILVA, 2014).

O conceito de risco está relacionado à probabilidade de insucesso de determinado empreendimento, em função de acontecimento eventual, incerto, cuja ocorrência não depende exclusivamente da vontade dos interessados. Neste contexto, o risco é usado como um potencial de perdas, no entanto, correr riscos também pode gerar um resultado positivo (HOPKIN; 2018). Schouchana (2015) afirma que são vários os riscos aos quais os produtores do agronegócio ficam expostos, dentre eles, destaca: os riscos do próprio negócio, como efeitos climáticos (geada, seca, excesso de chuvas); oferta e demanda desequilibradas, que afetam diretamente os preços; e os riscos que atingem toda a economia, como o câmbio e a taxa de juros.

Em decorrência desses riscos, o preço de venda no ato da comercialização foge ao controle do produtor. Dependendo da oscilação de preços, o produtor pode não cobrir seus custos ou não obter a margem de lucro esperada, dificultando honrar compromissos adquiridos (RODRIGUES; REZENDE; MOURA; MARCACINI, 2018). Dessa forma, o setor convive constantemente com o risco de preço, que significa a possibilidade de os preços oscilarem de forma contrária a seus interesses (MICELI; 2019).

De acordo com Rodrigues et al. (2018), uma gestão moderna do agronegócio, deve incorporar instrumentos para gerenciamento de riscos com o objetivo de amenizar tais incertezas e conferir uma estabilidade mínima ao produtor. Os produtores precisam, portanto, gerenciar melhor as vantagens da relação retorno-risco, buscando otimizar seus lucros.

Uma das tarefas cruciais para o gerenciamento de riscos é a previsão de preços dos produtos agrícolas, fator importante para todo o processo de tomada de decisão (RODRIGUES et al. 2018). Todavia, como explicam Pinheiro e Sena (2017), o fato de as atividades agropecuárias serem caracterizadas por movimentos cíclicos, elevada volatilidade e sofrerem influência de vários fatores do mercado constitui-se num obstáculo para sua previsibilidade.

Nesse sentido, Shyian et al. (2021) explicam que a previsão é um elemento importante do processo de tomada de decisão econômica em qualquer nível hierárquico de gestão e em qualquer área da atividade humana, inclusive econômica. Sendo, especialmente importante em áreas da economia com produção sazonal e um período significativo de rotação de capital. Tais áreas incluem o setor agropecuário da economia e a pecuária.

Esta última, segundo os autores, possui características próprias no desenvolvimento e operação, uma das quais é um longo período de giro do capital investido. Portanto, a previsão de indicadores financeiros e econômicos de suas atividades é relevante para que as empresas planejem suas receitas e despesas futuras das atividades operacionais e desenvolvam a estratégia correta. De modo que a previsão dos preços dos produtos pela administração da empresa cria condições favoráveis para a tomada de decisões fundamentadas (SHYIAN et al. , 2021).

Nesse sentido, a previsão dos preços passa a ser uma das principais ferramentas para execução do planejamento e avaliação das atividades agrícolas uma vez que é fator de decisão dos investimentos. No caso do leite, a previsão dos preços futuros é importante para a gestão de risco, por possibilitar além do uso dos mercados de futuros e opções para gerenciar a variação no risco do preço do leite, a gestão oportuna de possíveis déficits de fluxo de caixa, e as decisões expansão ou descarte do rebanho – tendo em vista que as decisões para aumentar a produção têm um lapso de tempo; de modo a tornar fazendas mais resilientes aos ciclos de preços (ST-PIERRE; JONES, 2001; STEPHENSON, 2014; HANSEN; LI, 2017).

As previsões desempenham também um papel fundamental na definição de políticas econômicas adequadas. A estimativa do preço futuro do leite no futuro pode subsidiar as autoridades na formulação de políticas para conter a instabilidade de preços, reduzir os riscos do mercado e aumentar o bem-estar dos produtores e consumidores (FAHIMY ET AL., 2011; SHAHRIARY; MIR, 2016).

Vários métodos são usados e explorados para prever variáveis econômicas, sendo os mais tradicionais a regressão ou técnica polinomial, a regressão espontânea, a média animada, os modelos de Box-Jenkins, os modelos estruturais, os modelos de séries temporais (SHAHRIARY; MIR, 2016). Dentre essas técnicas, a mais popular é a metodologia Box-Jenkins, utilizada para a construção de modelos paramétricos para séries temporais univariadas. Tais modelos são popularmente conhecidos como modelos ARIMA (Autorregressivos Integrados e de Médias Móveis). De acordo com Maddala (2003) essa é uma das metodologias mais usadas para a análise de dados em séries temporais, em consequência de sua generalidade; ela pode lidar com qualquer série, estacionária ou não, com ou sem elementos sazonais.

A metodologia de Box Jenkins pressupõe que as informações estão contidas na própria série temporal. Assim, os modelos Autorregressivos Integrados e de Médias Móveis (ARIMA), são modelos matemáticos que possuem por objetivo compreender o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com o embasamento nesse comportamento, realizar previsões futuras. Ou seja, é o comportamento da variável em estudo que responderá por sua dinâmica futura (FELIPE, 2012).

A relação temporal considerada pela metodologia de Box e Jenkins (1976) é representada por um conjunto de características estocásticas, que incorporam três componentes, também denominados “filtros”. Assim o modelo é denotado como ARIMA (p, d, q), onde p representa o componente Autorregressivo (AR), d é o filtro de Integração (I) e q o componente de Médias Móveis (MA). Outra possibilidade é a incorporação de componentes sazonais no modelo, adotando um Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis Sazonais (SARIMA), definido como SARIMA(p, d, q)(P, D, Q), onde P é o Componente Autorregressivo Sazonal, D é o termo de diferenciação sazonal do modelo, e Q é o Componente de Médias Móveis Sazonais (GUJARATI; PORTER, 2008).

No entanto, nas últimas décadas, métodos modernos de previsão como as Redes Neurais Artificiais foram desenvolvidos e possibilitaram a descoberta de relações entre variáveis complexas e não lineares (FAHIMY ET AL., 2011). As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são sistemas, de processamento paralelo distribuído, inspirados no funcionamento do cérebro humano, capazes de lidar com problemas não-lineares e complexos, podendo memorizar, analisar e processar um grande número de dados obtidos de um experimento

(SEBASTIAN, 2016; ABRAHAM et al., 2019, BASTIANI et al., 2018; HAYKIN, 2001; PINHEIRO et al., 2020).

As RNAs se diferenciam dos modelos tradicionais de previsão por serem modelos que envolvem algoritmos de aprendizado. Os algoritmos buscam imitar a estrutura de interconexões do cérebro humano, com o intuito de incorporar o padrão de comportamento de uma série temporal de modo a prever, da maneira mais eficiente possível, valores futuros dessa série (TURBAN, 1993). Seu uso vem se destacando como uma das principais técnicas utilizadas para predição e modelagens em ambientes dinâmicos, nos quais as variáveis mudam constantemente (SILVA et al., 2018).

Através de revisão da literatura foram encontrados dos trabalhos de Fachinello e Bacchi (2006); Fachinello e Ponchio (2006); Vries e Feleke (2008); Alves, Sousa e Ervilha (2014); Shahriary e Mir (2016); e Bergmann, O'connor e Thümmel (2019) que buscaram realizar a previsão de preços no mercado do leite. Fachinello e Bacchi (2006) utilizaram o modelo Box-Jenkins/ SARIMA para estimar um modelo de previsão univariado, com horizonte de seis meses, para a série preço médio real de leite pago aos produtores do estado de Santa Catarina. Enquanto Fachinello e Ponchio (2006) adotaram os métodos ARIMA e SARIMA para estimar um modelo de previsão também univariado, com horizonte de três meses, para a série preço médio real de leite pago aos produtores nos estados de Minas Gerais, Goiás São Paulo e no Paraná.

Vries e Feleke (2008) avaliaram a precisão de 3 métodos (CURRENT/ F + BASIS/ F + UTIL) para prever o preço do leite na Federal Milk Marketing Order 6 (Flórida). Alves, Sousa e Ervilha (2014) através da utilização do X-12 ARIMA buscaram identificar variações sazonais nos preços recebidos pelos produtores de leite no Estado de Minas Gerais entre 2000 e 2014. Shahriary e Mir (2016) utilizam os métodos ARIMA e Redes Neurais Artificiais para desenvolver um modelo de previsão do preço do leite iraniano à porta da fazenda. E Bergmann, O'connor e Thümmel (2019) o método ARIMA, para realizar previsões pontuais e de densidade de séries temporais para os preços do leite na porta da fazenda na Alemanha, Irlanda e para uma série de preços médios da UE.

De modo geral as conclusões desses trabalhos apontam para uma elevada capacidade preditiva dos modelos, configurando assim boas alternativas para a previsão do comportamento dos preços no mercado do leite.

6.1.2. Fatores que influenciam o comportamento dos preços do leite

A revisão de literatura previamente realizada apontou como principais fatores que podem influenciar os preços do leite em determinada região os preços do leite no mercado internacional; os preços do leite em outras regiões, dentro de um mesmo país; os preços dos derivados do leite; e os preços de outras *commodities*, agrícolas ou não agrícolas – sendo as principais: milho, soja, carne (boi), energia elétrica e petróleo. Com base nessas informações, foi construído o modelo de previsão.

Os trabalhos de Engler e Nahuelhual (2003), Acosta, Ihle e Robles (2014), Labra-Hernández, Cabas-Monje e Velasco-Fuenmayor (2017) e Jaramillo-Villanueva e Palacios-Orozco (2019) mostram que, no mercado no leite, é comum a existência de um processo de transmissão horizontal no qual os preços do mercado internacional são transmitidos para os mercados domésticos.

De maneira semelhante, Medeiros, Moraes e Bender Filho (2017) ao analisar a transmissão espacial dos preços do leite entre regiões no mercado brasileiro identificaram que o mercado brasileiro é integrado e que os estados da Bahia e do Paraná exercem maior influência sobre os preços pagos aos produtores pelo *leite in natura* nos demais estados brasileiros pelo fato de possuírem custos de produção mais baixos em relação aos outros estados. Os autores afirmam ainda que o estado de Minas Gerais, apesar de possuir grande representatividade na produção nacional, não transmite seus preços para os outros estados pelo fato de possuir os custos de produção mais elevados. Assim, os preços recebidos pelos produtores no estado seriam influenciados pelos preços do mercado nacional.

Outro fator importante, capaz de afetar e influenciar a produção e os preços do leite são os preços da carne bovina, esta se caracterizando como uma relação de influência mútua. A relação entre os preços da carne bovina e do leite foi analisada por Saghalian, Ozertan e Tekguc (2013), Çelik (2014), Rezitis (2017) e Mudrak et al. (2019). De acordo com Saghalian, Ozertan e Tekguc (2013) contextos de baixos preços do leite, levam à liquidação dos rebanhos leiteiros e queda dos preços da carne bovina num primeiro momento devido ao aumento da oferta de carne. No entanto, com o passar dos meses, o impacto da redução do rebanho gerada pelo abate em larga escala tende a provocar em efeito de elevação, tanto dos preços da carne quanto do leite. Segundo os autores, esses impactos podem ser observados até dois anos após o abate. A mesma relação foi identificada nos estudos de Çelik (2014), Rezitis (2017) e Mudrak et al. (2019).

Os preços da energia elétrica também são identificados como variáveis capazes de afetar o comportamento dos preços do leite pago aos produtores. Conforme explicam Costa e Andrade Júnior (2021), o desenvolvimento e modernização tecnológica ocorrida no setor nas últimas décadas, proporcionou um aumento da utilização de energia elétrica. De modo que alterações em seus preços podem afetar a lucratividade do setor, impactando as decisões dos produtores, e modificando o volume de leite ofertado no mercado. Tais modificações tendem a influenciar os preços, uma vez que os preços são balizados pela relação de oferta e demanda.

A este respeito Li, Lopez e Wang (2018) analisaram como os preços da energia são transmitidos aos produtos lácteos de 12 cidades dos EUA entre 2001 e 2011. Os resultados indicam a existência de um repasse de energia assimétrico (um aumento é transmitido mais rápido do que uma queda nos preços).

6.2. Aspectos Metodológicos:

Nesta seção são descritos os procedimentos metodológicos utilizados para a construção dos modelos de previsão do comportamento de preços do leite pago ao produtor na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

6.2.1. Construção dos Modelos ARIMA e SARIMA

Os modelos ARIMA resultam da combinação de três componentes também denominados “filtros”: o componente Autorregressivo (AR), o filtro de Integração (I) e o componente de Médias Móveis (MA), sendo comumente denotados como ARIMA (p, d, q), onde p denota o número de termos autorregressivos, d é o número de vezes que a série precisa ser diferenciada para torná-la estacionária e q o número de termos de médias móveis (GUJARATI; PORTER, 2008).

A operacionalização do Modelo ARIMA é composta por quatro etapas: identificação, estimativa, diagnóstico e previsão. Na etapa de identificação, os dados devem ser testados para verificar se a série é estacionária, para tanto são utilizados os Testes de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e o Teste de Phillips-Perron (PP) (WANG; WU; 2012).

Os dados de séries temporais não estacionárias têm propriedades estatísticas, que mudam com o tempo. Assim, caso seja identificado por meio dos que testes que a série é não

estacionaria é necessário transformar os dados em dados de séries temporais estacionárias, obtendo a primeira diferença da série temporal, antes de construir o modelo preditivo. O nível de integração (ou diferenciação) da série será denotado pelo componente I. De modo que, caso seja identificado que a série é estacionária em nível, o I (d) do modelo ARIMA assumirá a ordem 0; se a série não for estacionária em nível, mas tornar-se quando diferenciada em primeira ordem, o I assumirá o valor 1, e assim sucessivamente.

Nessa etapa, também é necessário verificar se a série apresenta padrão sazonal, o que leva à escolha da adoção de um modelo ARIMA, ou ARIMA sazonal (SARIMA). O modelo ARIMA Sazonal (SARIMA) é formado pela adição de termos sazonais nos modelos ARIMA:

$$\text{SARIMA}(p, d, q)(P, D, Q)[S],$$

onde p é uma ordem autorregressiva não sazonal, P é uma ordem autorregressiva sazonal, q é uma ordem média móvel não sazonal, Q é uma ordem autorregressiva sazonal, d e D são a ordem da diferença comum e da diferença sazonal (PEPPLE; HARRISON 2017).

Para verificar se a série apresenta comportamento sazonal, pode ser utilizada a análise dos gráficos decompostos e a análise das funções de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP). No *Eviews* a análise gráfica é feita por meio do método de Decomposição de Tendência Sazonal (STL), que permite a decomposição de série temporal em quatro componentes: componente sazonal, componente de tendência, resíduo, e a série ajustada.

Já nos correlogramas da função de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) é necessário observar as características do comportamento da série. A função de autocorrelação (PAC) mede a correlação entre uma série temporal e suas próprias versões defasadas (*lags*). A função de autocorrelação parcial (PACF) mede a correlação entre uma observação e uma versão defasada da série, após remover os efeitos das correlações em defasagens menores. Caso a série apresente um comportamento senoidal, isto indica a existência de um comportamento sazonal na série de preços.

As assinaturas AR e MA também devem ser determinadas usando gráficos de função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP). A FAC define a defasagem do MA e a FACP define a defasagem do AR. No primeiro caso, sabe-se que a função de autocorrelação decai com o aumento de defasagens, e a função de autocorrelação parcial é truncada a partir da defasagem p . No segundo caso, ocorre o inverso: a função de autocorrelação é truncada na defasagem q , e a função de autocorrelação parcial decai. No caso

de uma ARMA p, q , ambas as funções decaem a partir da defasagem de truncagem. Essa defasagem é, frequentemente, difícil de reconhecer visualmente. A FAC começará a decair a partir da defasagem q , e a FACP, a partir da defasagem p .

Assim partir da análise do comportamento dessas funções devem ser definidos os parâmetros de ajuste dos modelos potenciais e selecionar o melhor modelo usando critérios adequados. O modelo selecionado deve ser aquele que apresenta os menores valores dos critérios de informação (PEPPEL; HARRISON, 2017).

Esse processo pode ser realizado por meio da realização de sucessivas estimações e da análise de suas respectivas estatísticas t e dos critérios de informação, buscando identificar o modelo que apresente os melhores resultados. No entanto, o software utilizado (*Eviews 12*) oferece uma funcionalidade que permite a identificação automática do melhor modelo. Chamada *automatic ARIMA forecasting* (previsão ARIMA automática) esta função realiza o teste com diversas estruturas de modelo ARIMA e ranqueia os resultados do melhor para o pior de acordo com o critério de informação selecionado.

Uma vez selecionada a estrutura de modelo ARIMA que apresenta os melhores resultados, procede-se a sua estimação. Após a estimativa do modelo é necessário proceder à etapa de diagnóstico dos resultados. Nessa etapa devem ser analisadas as funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) dos resíduos da estimativa, buscando identificar se estes apresentam características de ruído branco. De acordo com Bueno (2012), uma sequência é um ruído branco se cada valor nela tiver média zero, variância constante e não for correlacionado a qualquer realização da própria série (autocorrelação igual a zero). Assim, um ruído branco é, ao mesmo tempo, temporalmente homogêneo, estacionário e sem memória.

Na etapa de diagnóstico também devem ser verificados eventuais problemas de autocorrelação e heterocedasticidade do modelo. Para verificar a existência de autocorrelação deve ser analisada a estatística de Durbin-Watson, e para testar a presença de heterocedasticidade deve ser aplicado o Teste de ARCH. Caso os resíduos apresentem características de ruído branco e não sejam identificados problemas de autocorrelação e heterocedasticidade no modelo, o passo seguinte consiste na utilização do modelo para realizar as previsões.

A etapa final, consiste na análise da confiabilidade dos valores previstos, para tanto são utilizadas como métrica de análise: o coeficiente de correlação (R^2), e o Erro Médio Quadrado (MSE).

6.2.2. Construção do Modelo de Redes Neurais Artificiais

Como o objetivo deste trabalho é realizar a previsão do comportamento dos preços futuros do leite, dois horizontes de previsão são adotados, o primeiro com uma defasagem ($t-1$), buscando realizar a previsão de preços para o mês seguinte, e o segundo com três defasagens ($t-3$) para realizar a previsão para os três meses posteriores.

A definição das variáveis se deu levando em consideração os resultados da revisão de literatura e os resultados das investigações realizadas nos capítulos anteriores. De acordo com a literatura pesquisada foram apontados como fatores capazes de influenciar os preços do leite no mercado local: os preços do leite no mercado internacional, os preços dos derivados do leite, os preços da carne bovina, os preços das *commodities* agrícolas utilizadas na alimentação dos animais (milho e soja), os preços das *commodities* enérgicas (energia elétrica e petróleo), a sazonalidade da produção (que é influenciada por fatores climáticos - principalmente o volume de chuvas), e variáveis macroeconômicas como a taxa de câmbio e de inflação.

Com relação aos preços internacionais, a investigação realizada no Capítulo 3 desta tese, utilizando a metodologia dos Vetores Autorregressivos (VAR), não comprovou que os preços do leite nos principais países exportadores são transmitidos para os preços pagos aos produtores no TMAP, no entanto, os resultados do teste de causalidade de Granger indicaram que flutuações nos preços do Uruguai e Estados Unidos causam efeitos nos preços pagos aos produtores no TMAP.

No caso dos derivados, a análise de transmissão vertical de preços na cadeia produtiva do leite realizada no Capítulo 4, demonstrou que os preços do leite pasteurizado, do leite UHT e do queijo muçarela são transmitidos para os preços pagos aos produtores no TMAP. Já em relação as *comodities*, a análise da transmissão de preços realizada no Capítulo 5, indicou que, os preços carne bovina e da energia elétrica são transmitidos para os preços do leite pago aos produtores do TMAP.

Além destas variáveis também serão consideradas na construção do Modelo de Redes Neurais Artificiais, o volume de precipitação mensal na região, o Índice Geral de Preços de

Mercado (IGPM) - como um indicador de inflação, e a taxa de câmbio. A definição de cada variável, bem como de sua fonte, é feita na Tabela 58:

Tabela 58: Definição das Variáveis – Modelo RNAs

	Sigla	Fonte:	Unidade:
Variável Dependente:			
Preço líquido médio pago ao produtor pelo leite in natura na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	TMAP	CEPEA/USP	R\$/litro
Variáveis Explicativas:			
Média de preços pagos aos produtores no Uruguai	UR	CLAL.IT	R\$/litro
Média de preços pagos aos produtores nos Estados Unidos	EUA	CLAL.IT	R\$/litro
Preço do leite pasteurizado em Minas Gerais	PAST	CEPEA/USP	R\$/litro
Preço do Leite UHT em Minas Gerais	UHT	CEPEA/USP	R\$/litro
Preço do Queijo Muçarela em Minas Gerais	MUC	CEPEA/USP	R\$/ kg
Indicador do Boi ESALQ/BM&FBOVESPA	BOI	CEPEA/USP	R\$/unidade
Tarifa Energia Rural CEMIG	ENE	ANEEL	R\$/KWh
Precipitação Total medida na estação meteorológica de Uberlândia/MG	CHU	INMET	mm/mês
Taxa de Câmbio Dólar/real	CAD	IPEADATA	US\$/R\$
Taxa de câmbio real bilateral - IPA-DI - Brasil/Uruguai	CUR	IPEADATA	R\$/UYU
Índice Geral de Preços de Mercado	IGPM	IPEADATA	

Fonte: Elaboração própria.

No entanto, além da identificação das variáveis que podem compor o modelo, é necessário verificar a presença de multicolinearidade entre estas. Para tanto, é utilizado o teste VIF (*Variance Inflation Factor*). Inicialmente foi testado um modelo contendo todas as variáveis descritas anteriormente. O VIF médio do modelo foi de 8,89, sendo este um valor aceitável quando se utiliza como critério que o VIF médio não deve ultrapassar 10. No entanto ao verificar o VIF individual das variáveis, foram identificados indícios de multicolinearidade entre os preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, como pode ser observado na Tabela 59, assim optou-se por excluir do modelo os preços do queijo muçarela.

Tabela 59: Resultados Teste VIF:

Var.	MUC	PAS	BOI	UHT	CAD	ENE	UR	EUA	CUR	IGP	CHU
VIF	21,64	17,36	11,59	9,94	8,70	8,59	7,98	5,18	2,60	2,50	1,70
1/VIF	0,046	0,057	0,086	0,101	0,115	0,116	0,125	0,193	0,385	0,340	0,587
VIF médio											8,89

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

A fim de encontrar um modelo que oferecesse um melhor desempenho preditivo, optou-se por testar também diferentes arranjos de variáveis, incluindo modelos com as variáveis de preços separadas e um modelo sem os preços internacionais, visto que a transmissão de preços não pode ser estatisticamente comprovada no Capítulo 3. Os modelos testados são apresentados na Tabela 60:

Tabela 60: Definição dos Modelos de Redes Neurais Artificiais (RNAs)

Modelo	Variáveis	Def.	VIF
1	EUA, UR, PAST, UHT, BOI, ENE, CAD, CUR, IGP, CHU	1	8,9
2	EUA, UR, PAST, MUC, BOI, ENE, CAD, CUR, IGP, CHU	3	9,88
3	EUA, PAST, UHT, BOI, ENE, CAD, IGP, CHU	1	5,70
4	EUA, PAST, MUC, BOI, ENE, CAD, IGP, CHU	3	7,34
5	UR, PAST, UHT, BOI, ENE, CUR, IGP, CHU	1	6,65
6	UR, PAST, MUC, BOI, ENE, CUR, IGP, CHU	3	7,83
7	PAST, UHT, BOI, ENE, IGP, CHU	1	4,70
8	PAST, MUC, BOI, ENE, IGP, CHU	3	6,93

Legenda: EUA: Média de preços pagos aos produtores nos Estados Unidos; UR: Média de preços pagos aos produtores no Uruguai; PAST: Preço do leite pasteurizado em Minas Gerais; UHT: Preço do Leite UHT em Minas Gerais; BOI: Indicador do Boi ESALQ/BM&FBOVESPA; ENE: Tarifa Energia Rural CEMIG; CAD: Taxa de Câmbio Dólar/real; CUR: Taxa de câmbio real bilateral - IPA-DI - Brasil/Uruguai; IGP: Índice Geral de Preços de Mercado; CHU: Precipitação Total medida na estação meteorológica de Uberlândia/MG.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Uma vez definidas as variáveis, procede-se para a elaboração do modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs). A definição dos passos utilizados para elaboração do modelo de RNAs se baseará nas recomendações de Hair et al.(2005) que definem cinco aspectos fundamentais para a construção de um modelo de Redes Neurais para previsão, sendo estes:

- (i) preparação dos dados;
- (ii) definição da estrutura do modelo;
- (iii) estimativa do modelo;
- (iv) avaliação dos resultados do modelo;
- (v) validação do modelo.

A preparação dos dados consiste em duas fases: inicialmente os dados passam por uma etapa de pré-processamento, na qual deve ser realizada a normalização dentro de uma escala de valores definida entre 0 e 1. A fórmula utilizada para normalização dos dados é:

$$X_{normalizado} = (X - X_{min}) / (X_{máx} - X_{min})$$

Esse processo é fundamental para evitar problemas computacionais (LAPEDES; FARBER, 1988), para atender às necessidades do algoritmo (SHARDA; PATIL, 1992) e para facilitar o aprendizado da rede (SRINIVASAN et al, 1994). Após a normalização os dados são separados em duas categorias: os de treinamento e os de teste. Os primeiros servem para que a rede "aprenda" as regras associadas ao processo, e os dados de teste são utilizados para verificar o desempenho no referente às condições reais de utilização e a capacidade de generalização (FINOCCHIO, 2014).

A segunda etapa metodológica consistiu na definição da estrutura do modelo. A estrutura do modelo segue o padrão adotado em outros modelos de previsão de

comportamento de preços. O tipo de rede utilizada será o *Multilayer Perceptron* (MLP) ou Rede de Múltiplas Camadas e o método de aprendizagem é o *feed forward backpropagation*, sendo utilizado como padrão (*target*) o preço do litro de leite pago ao produtor.

Segundo Hair et al. (2005), apesar de haver a possibilidade de utilizar múltiplas camadas intermediárias, há consenso na utilização de apenas uma camada intermediária (ou escondida), uma vez que uma segunda camada pode acarretar, além de um super ajuste dos dados, um aumento do tempo necessário para estimar os resultados. A função de transferência escolhida para a primeira camada à função *pureling*. A função de adaptação utilizada, por padrão do Matlab, é a LEARNGDM, que é uma função de aprendizado gradiente descendente para pesos. E a função de treino de rede TRAINLN, que é responsável por aplicar o treinamento em uma rede neural. A medida de desempenho de rede adotada é a MSE – *Mean Square Error* (Erro Quadrado Médio).

Para estruturar o modelo também deve ser definida a quantidade de neurônios da primeira camada escondida da rede neural. Na segunda camada escondida à quantidade de neurônios é definida pelo próprio software Matlab. O método comumente utilizado para definição do número de neurônios da rede é o modelo de Kolmogorov, definido pela equação:

$$n = 2 \cdot n_1 + 1$$

Onde n_1 – representa o número de variáveis de entradas da rede.

Assim, o cálculo do número de neurônios da primeira camada escondida da Rede Neural Artificial é apresentado na Tabela 61:

Tabela 61: Número de Neurônios da primeira camada escondida da Rede Neural Artificial

Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº neurônios	19	19	17	17	17	17	13	13

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Após essa definição, é realizada a estimação do modelo. Nesta fase, seguindo o algoritmo de treinamento escolhido são ajustados os pesos das conexões buscando o melhor ajuste do modelo sem super treinar a rede à amostra, ou seja, busca-se um modelo generalizável. A etapa seguinte consiste em determinar o nível de previsão obtido nas variáveis de saída, para avaliar os resultados obtidos com a Rede Neural.

Baseado em Ferreira, Borenstein e Fischmann (2012), neste trabalho serão utilizadas como métricas para avaliação dos resultados: o erro quadrático médio (MSE) e o coeficiente

de determinação (R^2). Como parâmetros para definir a rede que apresenta melhor capacidade preditiva, Schalkoff (1997) sugere que se procure alcançar os menores valores possíveis de MSE, e valores próximos de 1 para o coeficiente de determinação (R^2) que indicam que a rede apresenta elevada capacidade preditiva.

A última etapa metodológica consiste na validação do modelo, cujo objetivo é garantir que a solução encontrada é a melhor possível e que ela é tão generalizável quanto possível (FERREIRA; BORENSTEIN; FIRSHMANN, 2012).

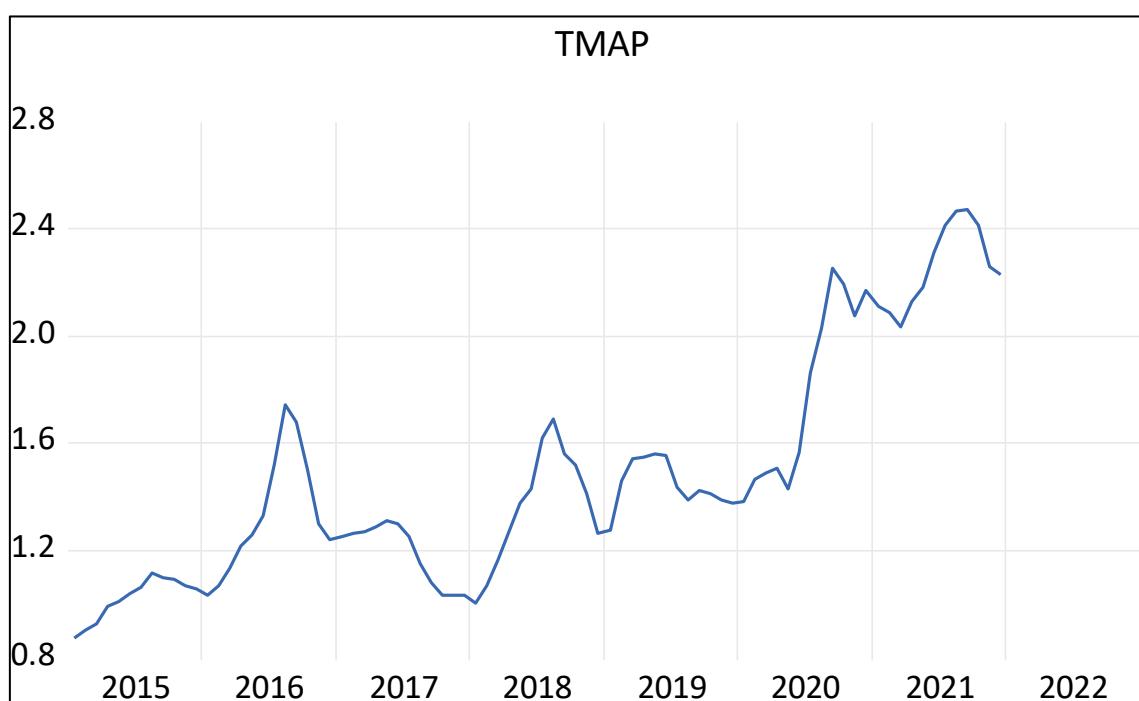
6. 4. Resultados e Discussão

6.4.1. Resultados ARIMA/SARIMA

Como explicado na metodologia, o primeiro passo para a operacionalização de um modelo ARIMA consiste na identificação das características dos dados. A identificação geralmente consiste em duas etapas, a primeira consiste em verificar se a série é ou não estacionária, essa identificação pode ser realizada por meio da análise gráfica ou por testes específicos, e a segunda consiste na análise das funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).

Para a análise gráfica os dados da série temporal de preços do leite pago aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba foi plotada na Figura 14:

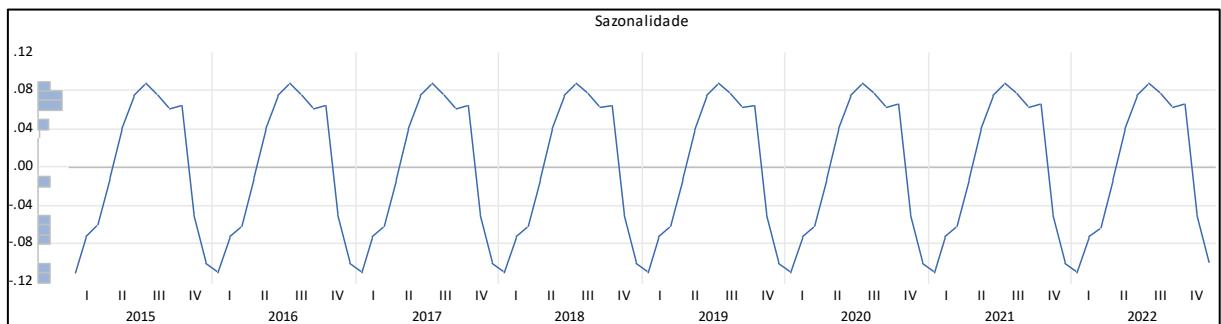
Figura 14: Série de preços pagos os produtores no TMAP – janeiro de 2015 a dezembro de 2021.



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

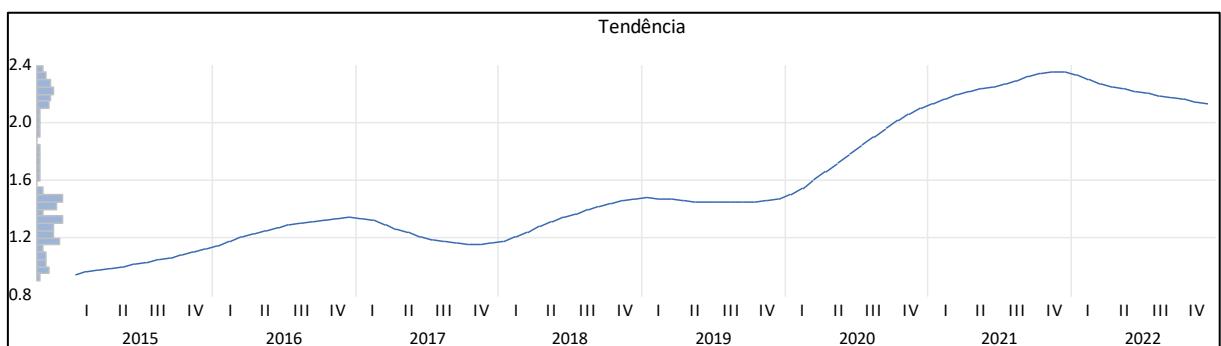
Por meio da análise gráfica é possível observar que preços do leite pago aos produtores no TMAP apresentam um comportamento irregular com uma tendência de alta ao longo do período analisado. Para melhor analisar esse comportamento a série foi decomposta por meio do método de Decomposição de Tendência Sazonal (STL). Esse processo oferece como resultado a decomposição de série temporal em quatro componentes: componente sazonal, componente de tendência, resíduo, e a série ajustada. Esses componentes podem ser observados nas Figuras 15, 16, 17 e 18:

Figura 15: Componente sazonal da série de preços pagos os produtores no TMAP:



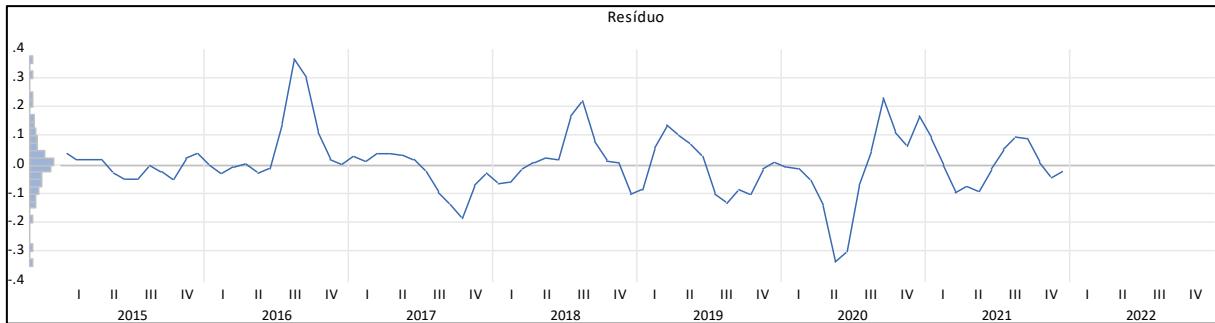
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Figura 16: Componente de tendência da série de preços pagos os produtores no TMAP:



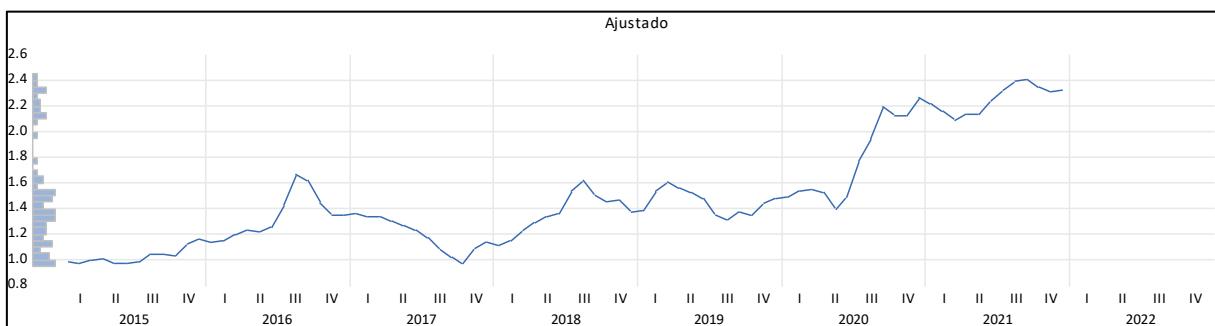
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Figura 17: Resíduo da Decomposição de Tendência Sazonal (STL) da série de preços pagos os produtores no TMAP:



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Figura 18: Série de preços pagos os produtores no TMAP ajustada pela Resíduo da Decomposição de Tendência Sazonal (STL):



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

A análise gráfica das séries obtidas por meio da Decomposição de Tendência Sazonal (STL), permite afirmar que os preços do leite pagos aos produtores no TMAP são influenciados por fatores sazonais, apresentando um comportamento de alta dos preços no início segundo trimestre do ano que perdura até o fim do terceiro trimestre, e uma redução expressiva dos preços no início do quarto trimestre, com os preços permanecendo reduzidos até meados do primeiro trimestre do ano subsequente. Também é possível observar que os preços do leite pago aos produtores no TMAP apresentam uma tendência de alta irregular ao longo do período analisado, sendo esse um comportamento típico de uma série não estacionária.

Como os modelos de previsão ARMA necessitam que a série de preços seja estacionária, para a verificar a presença de raiz unitária na série de preços foram aplicados os Testes de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e Philips Peron (PP), em nível e na primeira diferença. Seus resultados são apresentados na Tabela 62:

Tabela 62: Resultados do Teste de Raiz Unitária - Modelo ARIMA

Critério	ADF		Philips Peron			
	Nível	SC	1ª dif	Nível	1ª dif	
TMAP	-3,195 (0,093)	-1,987 (0,598)	-5,125 (0,000)	-5,125 (0,000)	-2,763 (0,442)	-4,979 (0,000)

Legenda: (Nível) equação do teste em nível, (1ªDif) equação do teste na primeira diferença, (AIC) critério de informação de Akaike Modificado, (SC) critério de informação de Schwarz.

Fonte: Elaboração Própria com base nos resultados.

Tanto os resultados do Teste ADF quanto do Philips Peron, indicam que a série de preços é não estacionária, porém torna-se quando diferenciada em primeira ordem. Esse resultado indica que, para a estimativa do modelo ARIMA, a série deve ser utilizada na sua forma diferenciada. Portanto, o parâmetro “I” do modelo deve ter valor 1, indicando o número de vezes que a série deve ser diferenciada.

Identificada a ordem de integração da série (d), o próximo passo foi identificar o número de termos autorregressivos (p) e o número de termos de média móvel (q) no modelo. Para isso, foi usada a Função de Autocorrelação (FAC) e a Função de Autocorrelação Parcial (FACP). A Figura 19 apresenta a FAC e a FACP obtidas para as séries de preços em nível.

Figura 19: Função de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) da série em nível

	Autocorrelação	Autocorrelação Parcial	AC	PAC	Est.Q	Prob
1	0.947	0.947	78.017	0.000		
2	0.869	-0.261	144.60	0.000		
3	0.781	-0.105	198.96	0.000		
4	0.695	0.022	242.64	0.000		
5	0.621	0.042	277.86	0.000		
6	0.558	0.029	306.67	0.000		
7	0.508	0.045	330.92	0.000		
8	0.473	0.054	352.15	0.000		
9	0.441	-0.035	370.89	0.000		
10	0.410	-0.026	387.32	0.000		
11	0.365	-0.150	400.53	0.000		
12	0.312	-0.038	410.31	0.000		
13	0.251	-0.062	416.74	0.000		
14	0.196	0.061	420.71	0.000		
15	0.142	-0.064	422.84	0.000		
16	0.092	-0.034	423.74	0.000		
17	0.058	0.092	424.11	0.000		
18	0.039	0.035	424.27	0.000		
19	0.043	0.161	424.48	0.000		
20	0.068	0.105	425.00	0.000		
21	0.093	-0.036	425.99	0.000		
22	0.119	0.034	427.62	0.000		
23	0.137	-0.003	429.84	0.000		
24	0.147	-0.017	432.43	0.000		
25	0.147	-0.028	435.07	0.000		
26	0.137	-0.032	437.42	0.000		
27	0.118	-0.082	439.20	0.000		
28	0.098	-0.031	440.43	0.000		
29	0.079	-0.049	441.25	0.000		
30	0.059	-0.100	441.72	0.000		
31	0.034	-0.111	441.88	0.000		
32	0.007	-0.038	441.89	0.000		
33	-0.020	0.015	441.94	0.000		
34	-0.047	-0.052	442.26	0.000		
35	-0.071	0.063	443.00	0.000		
36	-0.087	0.109	444.13	0.000		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se que a FAC inicia com um valor alto e diminui gradualmente, tendo 13 defasagens fora do intervalo de confiança de 95%, o que deixa os coeficientes estatisticamente diferentes de zero. O que é um indicativo de não estacionariedade. Observa-se também pela Figura 4 que a FACP possui uma defasagem fora do intervalo de confiança. Diante desse resultado, obteve-se também a FAC e FACP da série de preços em primeira diferença (Figura 20).

Figura 20: Funções de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) da série em diferença:

Autocorrelação	Autocorrelação Parcial	AC	PAC	Est. Q	Prob
		1 0.498	0.498	21.311	0.000
		2 0.076	-0.228	21.818	0.000
		3 -0.122	-0.077	23.131	0.000
		4 -0.245	-0.169	28.478	0.000
		5 -0.223	-0.035	32.959	0.000
		6 -0.203	-0.139	36.725	0.000
		7 -0.146	-0.050	38.702	0.000
		8 -0.078	-0.069	39.272	0.000
		9 0.058	0.082	39.593	0.000
		10 0.205	0.100	43.647	0.000
		11 0.115	-0.132	44.940	0.000
		12 0.065	0.063	45.359	0.000
		13 -0.032	-0.100	45.464	0.000
		14 -0.122	-0.038	46.977	0.000
		15 -0.113	-0.026	48.293	0.000
		16 -0.094	-0.018	49.227	0.000
		17 -0.104	-0.099	50.373	0.000
		18 -0.063	0.004	50.803	0.000
		19 -0.093	-0.186	51.748	0.000
		20 -0.164	-0.201	54.778	0.000
		21 -0.155	-0.099	57.502	0.000
		22 0.005	0.034	57.505	0.000
		23 0.204	0.144	62.402	0.000
		24 0.228	-0.029	68.596	0.000
		25 0.198	0.054	73.382	0.000
		26 0.181	0.098	77.431	0.000
		27 0.024	-0.099	77.501	0.000
		28 -0.007	0.081	77.508	0.000
		29 -0.039	0.041	77.702	0.000
		30 -0.071	0.085	78.369	0.000
		31 -0.070	0.022	79.029	0.000
		32 -0.088	-0.073	80.103	0.000
		33 -0.051	-0.090	80.469	0.000
		34 -0.007	-0.046	80.477	0.000
		35 0.006	-0.119	80.482	0.000
		36 0.030	-0.024	80.616	0.000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados mostraram que a FAC da primeira diferença da série não apresenta características de uma série não estacionária, corroborando os resultados dos testes de raiz unitária. Outra característica observada é a presença de comportamento senoidal, o que sugere a existência de um comportamento sazonal na série de preços, corroborando os resultados da Decomposição de Tendência Sazonal (STL).

Uma vez identificada a necessidade de se trabalhar com a série de preços diferenciada em primeira ordem e a presença de comportamento sazonal, procede-se a segunda etapa da operacionalização do modelo, que consiste na estimativa dos parâmetros do modelo a ser adotado. A identificação dos parâmetros do modelo que ofereça o melhor ajuste, consiste num exercício de tentativa e erro, na qual devem ser analisados os resultados dos critérios de

informação buscando identificar o modelo que maximize esses parâmetros. Nesse processo, foram estimados 8 modelos, cujos resultados são apresentados na Tabela 63:

Tabela 63: Resultados da Estimação dos Modelos ARIMA

Variável	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (3,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,2)	ARIMA (0,1,1)
SIGMA	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)
AR(1)	0,509 (0,000)	0,616 (0,000)	0,603 (0,000)	0,257 (0,093)	1,189 (0,000)	1,167 (0,000)	
AR(2)		-0,201 (0,014)	-0,171 (0,072)		-0,491 (0,000)	0,445 (0,002)	
AR(3)			-0,061 (0,500)				
MA(1)				0,357 (0,160)	-0,617 (0,014)	-0,071 (0,742)	0,557 (0,000)
MA(2)						0,006 (0,000)	
R ²	0,241	0,275	0,277	0,270	0,288	0,289	0,257
R ² ajustado	0,232	0,256	0,249	0,252	0,261	0,252	0,248
Critério de Inf. de Akaike	-2,188	-2,208	-2,188	-2,202	-2,203	-2,179	-2,201
Critério de Inf. de Schwarz	-2,129	-2,121	-2,071	-2,115	-2,086	-2,034	-2,150
Critério de Inf. de Hannan-Quinn	-2,165	-2,173	-2,141	-2,167	-2,155	-2,121	-2,185
Estatística de Durbin-Watson	1,773	2,006	1,998	1,977	1,961	1,984	1,853

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

O primeiro modelo testado foi um modelo ARIMA (1,1,0). Este apresentou um coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 1% do componente autorregressivo (AR), de 0,509, e um R² de 0,241 e um R² ajustado. O segundo modelo testado foi um ARIMA (2,1,0), que também apresentou um coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 1% do componente AR (1) de 0,616, e um coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 5% do componente AR (2) de -0,210. O R² do modelo foi de 0,275 e o R² ajustado foi de 0,256 apresentando uma melhora de desempenho em relação ao modelo ARIMA (1,1,0). Com relação aos critérios de informação, o valor do critério de Schwarz diminuiu (de -2,129 para -2,121), já os dos critérios de Akaike e Hannan-Quinn aumentaram (de -2,188 para -2,208, e de -2,165 para 2,173, respectivamente) o que indica uma melhora no ajuste do modelo.

Uma vez que houve melhora do ajuste com a inclusão do componente AR (2), testou-se a inclusão do componente AR (3), de modo que o terceiro modelo testado foi um ARIMA (3,1,0). Nesse modelo, os coeficientes dos componentes AR (1) e AR (2) continuaram sendo estatisticamente significativos ao nível de 5%, já o componente AR(3) não apresentou significância estatística ao nível de 5%. O R² aumentou para 0,277, porém o R² ajustado diminuiu para 0,249, e todos os critérios de informação apresentaram redução em suas

estatísticas, o que indica que a inclusão do componente AR (3) não melhora o desempenho do modelo.

O quarto e o quinto modelos testados tiveram a inclusão do componente de médias móveis (MA), sendo o quarto modelo um ARIMA (1,1,1) e o quinto um ARIMA (2,1,1). No modelo ARIMA (1,1,1) o componente MA (1) não apresentou um coeficiente estatisticamente significativo, e tanto os valores de R^2 e R^2 ajustado quanto os dos critérios de informação apresentação uma elevação em relação ao primeiro modelo testado, o que indica que a inclusão do componente de médias móveis (MA) melhorou o desempenho do modelo. O mesmo ocorre quando se compara as estatísticas do quinto modelo em relação ao terceiro. Já quando se compara o desempenho dos modelos ARIMA (1,1,1) e ARIMA (2,1,1), observa-se que todas os valores do R^2 , do R^2 ajustado e do critério de informação de Akaike aumentam, já os valores dos critérios de informação de Schwarz e Hannan-Quinn se reduzem.

No sexto modelo testado houve a inclusão do componente MA(2), seno este, portanto, um modelo ARIMA (2,1,2). Nesse caso, houve uma elevação do R^2 e uma redução do R^2 ajustado e dos três critérios de informação, o que indica que a inclusão do componente MA(2) não melhora o desempenho do modelo. O sétimo modelo testado foi um ARIMA (0,0,1), este apresentou o maior valor dos critérios de Schwarz e Hanann-Quinn com relação a todos os demais modelos já testados, do entanto, tanto o R^2 quanto o R^2 ajustado e o valor do critério de Akaike diminuíram, apresentando um desempenho inferior aos modelos ARIMA (2,1,0), ARIMA (1,1,1) e ARIMA (2,1,1).

Para facilitar o processo de identificação dos modelos, e validar os resultados identificados anteriormente, foi utilizada uma funcionalidade do *Eviews 12* denominada *automatic ARIMA forecasting* (previsão ARIMA automática). Esta função realiza o teste com diversos estrutura de modelo ARIMA e ranqueia os resultados do melhor para o pior de acordo com o critério de informação selecionado. Neste caso, o critério de informação utilizado para o ranqueamento do modelo foi o critério de Schwarz.

Pelo fato de terem sido identificados indícios de comportamento sazonal na série de preços, na previsão automática foi incluída também a possibilidade de inclusão do componente Autorregressivo Sazonal (SAR) e do componente de Médias Móveis Sazonais (SMA), configurando a possibilidade da adoção de um modelo ARIMA com componente sazonal (SARIMA). Os resultados da aplicação da previsão ARIMA automática são apresentados na Tabela 64:

Tabela 64: Resultados da Aplicação da Previsão ARIMA Automática.

Variável Dependente Selecionada		D(TMAP)	
Amostra:	2015M01 a 2021M12	83	
Modelo Máximo:	(2,2) 1 (2,2)	81	
Modelo Selecionado:	(0,1) (0,0)	-2,150	
<i>Critérios de Informação</i>			
Modelo	AIC	SIC**	HQ
(0,1) (0,0)	-2,208	-2,150*	-2,185*
(1,0) (0,0)	-2,188	-2,129	-2,165
(2,0) (0,0)	-2,208	-2,121	-2,173
(1,1) (0,0)	-2,202	-2,115	-2,167
(0,2) (0,0)	-2,199	-2,112	-2,164
(0,1) (1,1)	-2,225*	-2,109	-2,179
(0,1) (1,0)	-2,195	-2,108	-2,160
(0,1)(0,1)	-2,192	-2,105	-2,157
(0,1) (2,0)	-2,212	-2,096	-2,165
(2,1) (0,0)	-2,203	-2,087	-2,157
(1,0) (1,0)	-2,202	-2,086	-2,155
(1,0) (0,1)	-2,167	-2,081	-2,133
(2,0) (1,0)	-2,191	-2,080	-2,133
(2,0) (0,1)	-2,190	-2,074	-2,144
(1,1) (1,0)	-2,186	-2,073	2,143

Legenda:

Nota: * Modelo com melhor desempenho de acordo com o critério; ** critério de ranqueamento adotado.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 64, foram testados 81 modelos ARIMA e SARIMA, com composições de até 2 componentes Autorregressivos (AR), 2 componentes de Médias Móveis (MA), 2 componentes Autorregressivos Sazonais (SAR) e 2 componentes de Médias Móveis Sazonais (SMA). As demais composições, cujos resultados não foram apresentados na Tabela 64, estão disponíveis no Anexo N.

Os resultados indicaram que, conforme os critérios de informação de Schwarz e Hannan-Quin o modelo que apresentou os melhores resultados foi o ARIMA (0,1,1), e de acordo com o critério de informação de Akaike o melhor resultado foi obtido pelo modelo SARIMA (0,1,1) (1,1,1), esse modelo também foi apontado pelo critério de Hannan-Quin como o segundo melhor desempenho. Já o segundo modelo que apresentou o melhor desempenho de acordo com o critério de Schwarz foi o ARIMA (1,1,0), e de acordo com o critério de Akaike, o segundo modelo que apresentou o melhor desempenho foi o modelo SARIMA (0,1,1)(2,1,0)₁₂.

Assim, optou-se por estimar os modelos SARIMA (0,1,1) (1,1,1) e SARIMA (0,1,1) (2,1,0), fazer a o diagnóstico e a previsão utilizando esses quatro modelos e comparar o desempenho destes na etapa de previsão. Os resultados da estimação dos modelos SARIMA (0,1,1) (1,1,1)₁₂ e SARIMA (0,1,1) (2,1,0)₁₂, bem como dos modelos ARIMA (1,1,0) e ARIMA(0,1,1) são apresentados na Tabela 65:

Tabela 65: Resultados da Estimação dos Modelos ARIMA e SARIMA

Variável	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)	SARIMA (0,1,1)(1,1,1) ₁₂	SARIMA (0,1,1)(2,1,0) ₁₂
SIGMA	0,006 (0,000)	0,006 (0,000)	0,005 (0,000)	0,006 (0,000)
AR(1)	0,509 (0,000)			
SAR(12)			1,000 (0,000)	0,107 (0,394)
SAR(24)				0,264 (0,024)
MA(1)		0,557 (0,000)	0,556 (0,000)	0,549 (0,000)
SMA(12)			-0,999 (0,000)	
R ²	0,241	0,257	0,391	0,311
R ² ajustado	0,232	0,248	0,368	0,285
Critério de Inf. de Akaike	-2,188	-2,201	-2,225	-2,212
Critério de Inf. de Schwarz	-2,129	-2,150	-2,109	-2,096
Critério de Inf. de Hannan-Quinn	-2,165	-2,185	-2,179	-2,165
Estatística de Durbin-Watson	1,773	1,853	1,945	1,950

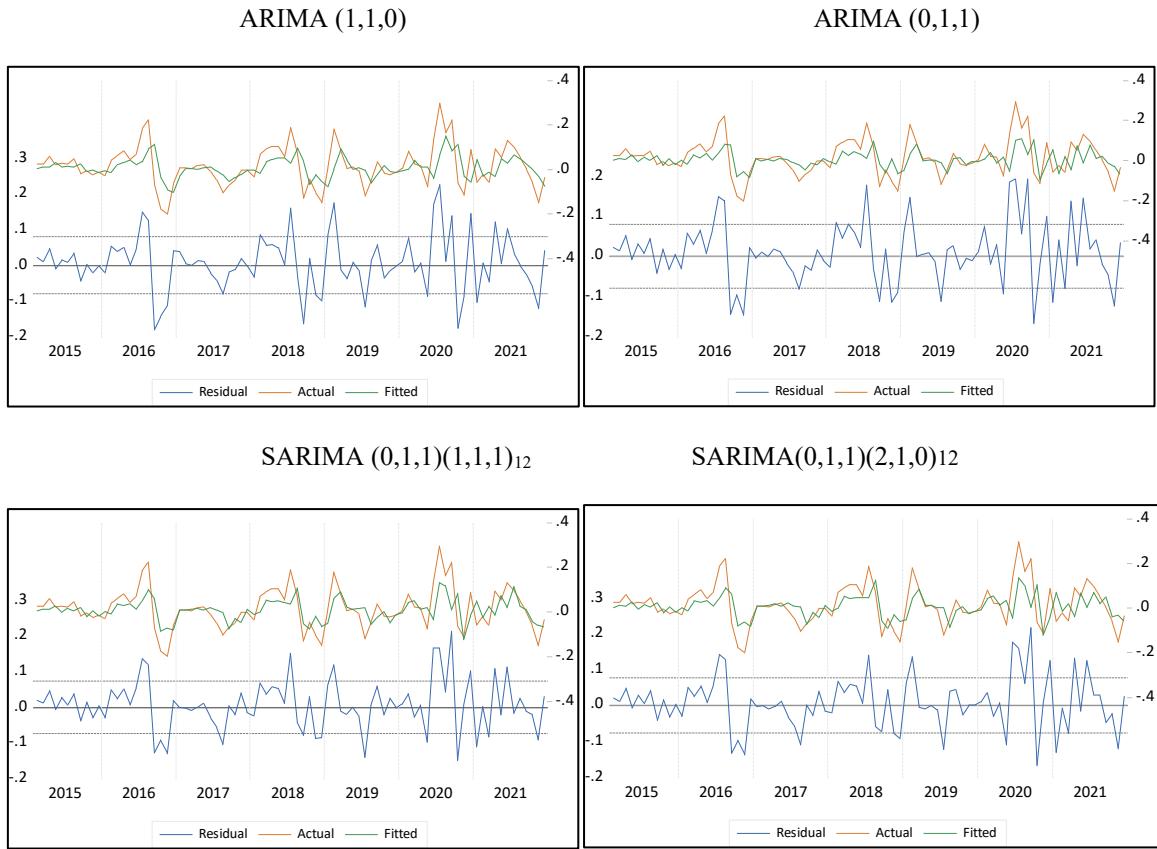
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Após a estimação dos modelos é necessário proceder à etapa de diagnóstico dos resultados. Comparando os resultados dos modelos testados, todos apresentaram coeficientes estatisticamente significantes ao nível de 5% para os componentes Autorregressivos (AR), de Médias Móveis (MA), Autorregressivos Sazonais (SAR) e de Médias Móveis Sazonais (SMA) testados. Com relação ao desempenho dos modelos, o Modelo ARIMA (1,1,0) apresentou um R² de 0,241 e um R² ajustado de 0,232, o Modelo ARIMA(0,1,1,) apresentou um R² de 0,257 e um R² ajustado de 0,248, o Modelo SARIMA (0,1,1) (1,1,1)₁₂ apresentou um R² de 0,391 e um R² ajustado de 0,368, sendo portanto aquele que apresentou o melhor desempenho entre os testados, e o Modelo SARIMA (0,1,1)(2,1,0)₁₂, apresentou um R² de 0,311 e um R² ajustado de 0,285.

Outro indicativo importante que pode ser observado é que todos os modelos apresentaram resultados da estatística de Durbin-Watson dentro do intervalo de confiança do teste, de modo que é possível afirmar que os modelos não apresentam indícios de autocorrelação.

O passo seguinte no diagnóstico, consistiu em analisar os resíduos da regressão. O que é feito por meio da análise gráfica e da análise das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) do modelo. A Figura 21 apresenta o comportamento dos resíduos da estimação:

Figura 21: Resíduos da Estimação dos Modelos



Fonte: Resultados da pesquisa.

A análise gráfica permite observar que, em todos os modelos testados, os resíduos das estimativas são estáveis, ou seja, flutuam em torno de zero. No entanto, observa-se que estes apresentam certa volatilidade. Para aprofundar a análise dos resíduos da estimação, foram analisados os correlogramas das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP), que podem ser observadas no Figura 22:

Figura 22: Funções de Autocorrelação (FAC/AC) e de Autocorrelação Parcial (FACP/PAC) dos resíduos da estimação dos Modelos:

FAC/FACP - ARIMA (1,1,0)							FAC/FACP - ARIMA (0,1,1)						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		
		1	0.103	0.103	0.9137			1	0.055	0.055	0.2606		
		2	-0.120	-0.132	2.1708	0.141		2	0.093	0.091	1.0205	0.312	
		3	-0.087	-0.061	2.8405	0.242		3	-0.096	-0.106	1.8258	0.40	
		4	-0.175	-0.180	5.5728	0.134		4	-0.173	-0.174	4.4954	0.213	
		5	-0.069	-0.055	6.0082	0.199		5	-0.101	-0.068	5.4155	0.241	
		6	-0.091	-0.140	6.7653	0.239		6	-0.136	-0.109	7.1038	0.213	
		7	-0.060	-0.090	7.0951	0.312		7	-0.074	-0.089	7.6163	0.268	
		8	-0.071	-0.148	7.5659	0.372		8	-0.043	-0.067	7.7896	0.35	
		9	0.005	-0.052	7.5687	0.477		9	-0.015	-0.056	7.8098	0.45	
		10	0.229	0.150	12.615	0.181		10	0.224	0.183	12.656	0.179	
		11	0.009	-0.094	12.623	0.245		11	-0.012	-0.078	12.671	0.24	
		12	0.059	0.072	12.966	0.296		12	0.085	0.004	13.395	0.268	
		13	-0.022	-0.058	13.016	0.366		13	-0.032	-0.026	13.501	0.33	
		14	-0.101	-0.040	14.055	0.370		14	-0.084	-0.063	14.228	0.358	
		15	-0.034	-0.037	14.173	0.437		15	-0.075	-0.065	14.809	0.39	
		16	-0.017	0.006	14.204	0.510		16	-0.020	0.032	14.853	0.46	
		17	-0.066	-0.089	14.670	0.549		17	-0.097	-0.104	15.863	0.463	
		18	0.018	0.039	14.704	0.617		18	0.004	-0.007	15.865	0.53	
		19	-0.011	-0.065	14.717	0.681		19	-0.051	-0.067	16.154	0.58	
		20	-0.105	-0.185	15.953	0.660		20	-0.106	-0.215	17.417	0.56	
		21	-0.153	-0.207	18.604	0.548		21	-0.111	-0.160	18.809	0.534	
		22	-0.023	-0.147	18.664	0.607		22	-0.016	-0.083	18.839	0.598	
		23	0.181	0.088	22.509	0.430		23	0.162	0.119	21.913	0.46	
		24	0.108	-0.019	23.913	0.409		24	0.142	0.081	24.317	0.386	
		25	0.056	-0.008	24.294	0.445		25	0.065	-0.044	24.826	0.415	
		26	0.154	0.143	27.214	0.345		26	0.193	0.151	29.439	0.246	
		27	-0.076	-0.074	27.945	0.361		27	-0.075	-0.042	30.155	0.26	
		28	-0.004	0.022	27.948	0.414		28	0.041	-0.002	30.369	0.298	
		29	-0.013	0.005	27.969	0.466		29	-0.037	0.050	30.545	0.338	
		30	-0.040	0.080	28.183	0.508		30	-0.053	0.065	30.926	0.369	
		31	-0.008	0.098	28.193	0.560		31	-0.020	0.073	30.981	0.416	
		32	-0.066	0.021	28.798	0.580		32	-0.073	-0.004	31.714	0.43	
		33	-0.018	-0.057	28.845	0.627		33	-0.026	-0.101	31.812	0.476	
		34	0.019	-0.015	28.898	0.674		34	0.009	-0.052	31.823	0.526	
		35	-0.014	-0.124	28.929	0.714		35	-0.009	-0.078	31.835	0.574	
		36	0.006	-0.134	28.934	0.755		36	0.035	-0.112	32.016	0.613	
FAC/FACP - SARIMA (0,1,1)(1,1,1) ₁₂							FAC/FACP - SARIMA(0,1,1)(2,1,0) ₁₂						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		
		1	0.015	0.015	0.0206			1	0.012	0.012	0.0128		
		2	0.046	0.046	0.2047			2	0.036	0.036	0.1242		
		3	-0.041	-0.042	0.3514			3	-0.042	-0.043	0.2811		
		4	-0.165	-0.167	2.7919	0.095		4	-0.162	-0.162	2.6171	0.106	
		5	-0.057	-0.051	3.0876	0.214		5	-0.083	-0.079	3.2391	0.198	
		6	-0.128	-0.117	4.5986	0.204		6	-0.114	-0.107	4.4368	0.218	
		7	-0.026	-0.036	4.6629	0.324		7	-0.049	-0.061	4.6635	0.324	
		8	-0.005	-0.028	4.6650	0.458		8	-0.006	-0.036	4.6666	0.458	
		9	0.049	0.024	4.8957	0.557		9	0.008	-0.027	4.6731	0.586	
		10	0.224	0.190	9.7664	0.202		10	0.253	0.217	10.874	0.144	
		11	-0.071	-0.102	10.261	0.247		11	-0.022	-0.055	10.920	0.206	
		12	-0.062	-0.105	10.638	0.301		12	-0.010	-0.052	10.931	0.281	
		13	-0.101	-0.084	11.675	0.307		13	-0.053	-0.052	11.215	0.341	
		14	-0.148	-0.098	13.905	0.238		14	-0.169	-0.122	14.152	0.225	
		15	-0.030	-0.033	13.998	0.301		15	-0.051	-0.040	14.421	0.275	
		16	-0.005	0.013	14.000	0.374		16	0.006	0.040	14.425	0.345	
		17	-0.065	-0.121	14.459	0.416		17	-0.074	-0.096	15.014	0.377	
		18	0.017	-0.053	14.492	0.489		18	0.020	-0.036	15.057	0.447	
		19	0.022	-0.043	14.547	0.558		19	-0.002	-0.044	15.057	0.520	
		20	-0.068	-0.177	15.068	0.591		20	-0.058	-0.178	15.439	0.564	
		21	-0.059	-0.095	15.469	0.630		21	-0.054	-0.107	15.776	0.608	
		22	-0.033	-0.039	15.592	0.684		22	-0.000	-0.026	15.776	0.672	
		23	0.148	0.160	18.168	0.576		23	0.125	0.122	17.617	0.613	
		24	0.056	0.053	18.544	0.614		24	-0.012	0.005	17.635	0.672	
		25	0.024	-0.068	18.611	0.669		25	0.008	-0.052	17.642	0.727	
		26	0.160	0.106	21.791	0.533		26	0.181	0.145	21.718	0.537	
		27	-0.059	-0.032	22.224	0.566		27	-0.057	-0.036	22.129	0.572	
		28	0.037	-0.001	22.404	0.612		28	0.027	-0.025	22.222	0.623	
		29	0.004	0.041	22.405	0.666		29	0.012	0.044	22.242	0.675	
		30	-0.041	0.055	22.625	0.705		30	-0.032	0.073	22.381	0.718	
		31	0.052	0.079	22.999	0.733		31	0.034	0.070	22.538	0.756	
		32	-0.031	-0.024	23.132	0.770		32	-0.047	-0.039	22.842	0.784	
		33	0.032	-0.092	23.280	0.804		33	0.021	-0.057	22.905	0.819	
		34	0.004	-0.040	23.282	0.839		34	-0.013	-0.041	22.927	0.852	
		35	-0.064	-0.067	23.891	0.848		35	-0.061	-0.089	23.470	0.863	
		36	-0.069	-0.121	24.601	0.854		36	-0.014	-0.109	23.499	0.889	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os correogramas das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP), mostram que, para todos os modelos testados, os coeficientes dos resíduos estão dentro do intervalo, o que indica que estes não são estatisticamente significativos, ou seja, o comportamento da FAC e da FACP dos resíduos das estimativas se comportam como um ruído branco, o que se trata de uma propriedade desejável.

Por fim, para verificar a existência de heterocedasticidade nos resíduos da estimativa dos modelos, foi aplicado o teste estatístico ARCH, cujos resultados estão dispostos na Tabela 66:

Tabela 66: Resultados do Teste ARCH

	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)	SARIMA (0,1,1)(1,1,1) ₁₂	SARIMA (0,1,1)(2,1,0) ₁₂
Estatística F	6,429	5,613	6,029	8,723
Obs. R ²	6,099	5,376	5,746	8,062
Prob.F(1,80)	0,0132	0,020	0,016	0,041
Prob. Chi. ²	0,0135	0,0204	0,016	0,045
C	0,004 (0,000)	0,004 (0,000)	0,004 (0,000)	0,004 (0,000)
RESID ²⁽⁻¹⁾	0,272 (0,021)	0,256 (0,020)	0,264 (0,016)	0,313 (0,0401)
R ²	0,074	0,065	0,070	0,098
R ² Ajustado	0,062	0,054	0,058	0,087
Obs	82	82	82	82

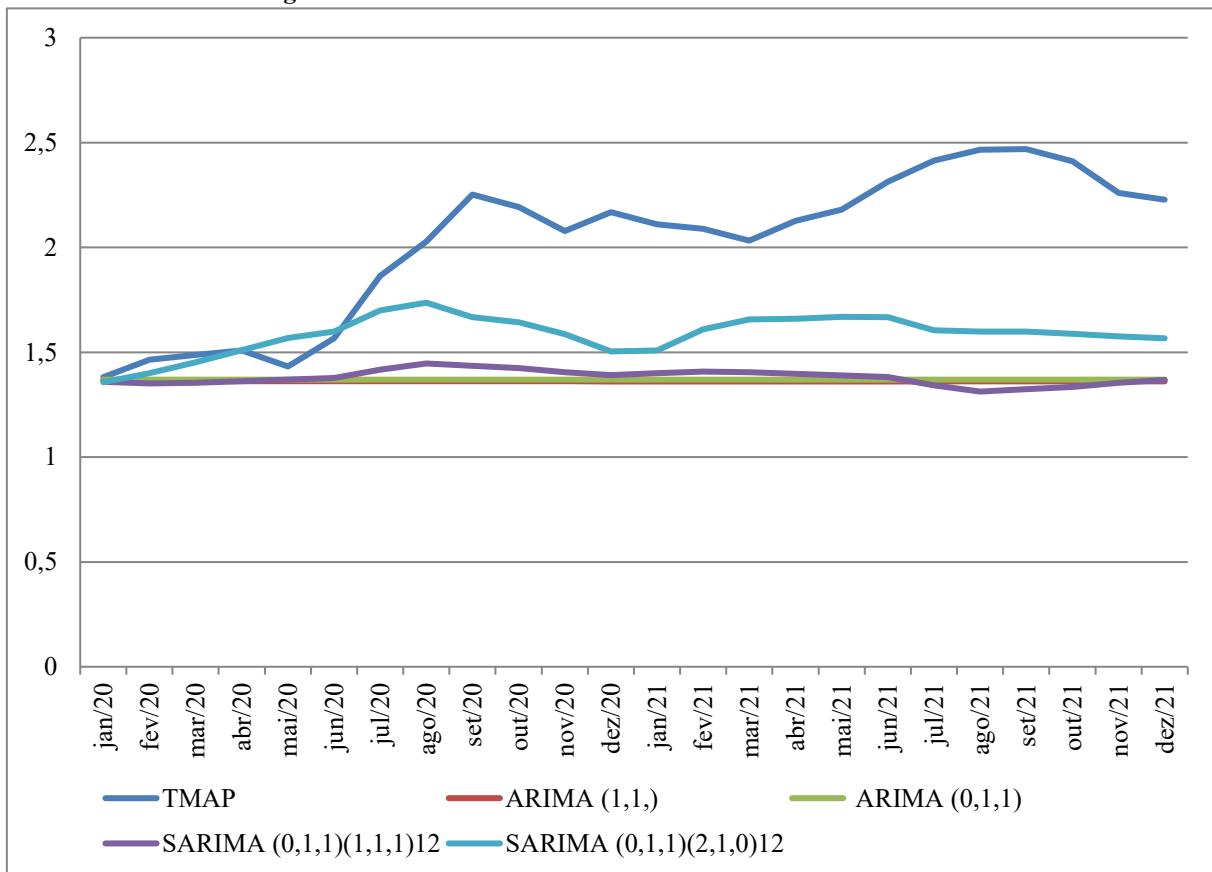
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados

O teste de heterocedasticidade ARCH, apresentou uma estatística *t* de 0,0123 para o Modelo ARIMA (1,1,0), de 0,020 para o Modelo ARIMA(0,1,1), de 0,016 para o Modelo SARIMA (0,1,1)(1,1,1)₁₂, e de 0,041 para o Modelo SARIMA (0,1,1)(2,1,0)₁₂, o que permite aceitar, ao nível de significância de 1%, a hipótese nula do teste - presença de homoscedasticidade.

Assim, uma vez realizado a diagnóstico dos modelos e descartada a presença de autocorrelação e heterocedasticidade em seus resíduos, bem como identificado o comportamento de ruído branco destes, o passo seguinte consiste utilização dos modelos para realizar previsões e na análise dos seus resultados.

As previsões foram realizadas para o período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021, utilizando o método de previsão dinâmico. Os valores previstos pelos modelos, juntamente com os preços praticados no TMAP no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021 são apresentados na Figura 23:

Figura 23: Resultados da Previsão Modelos ARIMA e SARIMA.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Analisando os valores pelos modelos em comparação com os preços pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, observa-se que o modelo que apresentou o melhor desempenho preditivo foi o modelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂. Este modelo conseguiu prever os movimentos de alta e baixa, apresentando, no entanto, variações de menor magnitude do que aquelas efetivamente ocorridas no período. Esse desempenho foi corroborado pelas estatísticas das métricas de erro adotadas (MSE e R²) cujos resultados podem ser observados na Tabela 67:

Tabela 67: Estatísticas de Desempenhos dos Modelos ARIMA e SARIMA

Modelo	MSE	R2
ARIMA (1,1,)	0,5565	-0,6733
ARIMA (0,1,1)	0,5458	0,0000
SARIMA (0,1,1)(1,1,1) ₁₂	0,5349	-0,0401
SARIMA (0,1,1)(2,1,0) ₁₂	0,2850	0,5570

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

De acordo com as métricas de desempenho consideradas, o modelo que apresentou o melhor desempenho preditivo foi o modelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂, com um MSE de 0,285 e um coeficiente de correlação de 0,557. Já o segundo melhor desempenho, medido pelo MSE, foi o do modelo SARIMA (0,1,1) (1,1,1)₁₂, com um erro médio quadrado (MSE) de 0,5349, este modelo, já quando medido pelo coeficiente de correlação (R^2) houve uma grande redução de desempenho preditivo, apresentando um R^2 de -0,0401, valor que, por ser muito próximo de zero, indica uma baixa capacidade do modelo de prever o preço do leite pago aos produtores no TMAP. Esse resultado pode ser explicado, quando se observam os resultados da previsão na Figura 23, pelo fato de o modelo SARIMA (0,1,1) (1,1,1)₁₂, até conseguir prever as tendências de alta e baixa nos preços, porém com valores muito abaixo dos realmente praticados no mercado.

6.4.2. Resultados Modelo de Redes Neurais Artificiais

Visando atender ao objetivo de elaborar e validar um modelo baseado em Redes Neurais Artificiais para prever o comportamento futuro de preços do leite *in natura* pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba foram construídos e treinados oito (8) modelos de RNA que se diferenciam pelas variáveis que compõem as entradas do modelo e pelo número de defasagens adotado, como descrito anteriormente. Os resultados da etapa de treinamento são apresentados na Tabela 68:

Tabela 68: Desempenho dos Modelos na Etapa de Treinamento:

Modelo	Neurônios	VIF médio	MSE	R^2
1	19	8,9	0,0032	0,9563
2	19	9,88	0,0157	0,4360
3	17	5,70	0,0010	0,9683
4	17	7,34	0,0036	0,8659
5	17	6,65	0,0019	0,9424
6	17	7,83	0,0020	0,9261
7	13	4,70	0,0021	0,9324
8	13	6,93	0,0035	0,8722

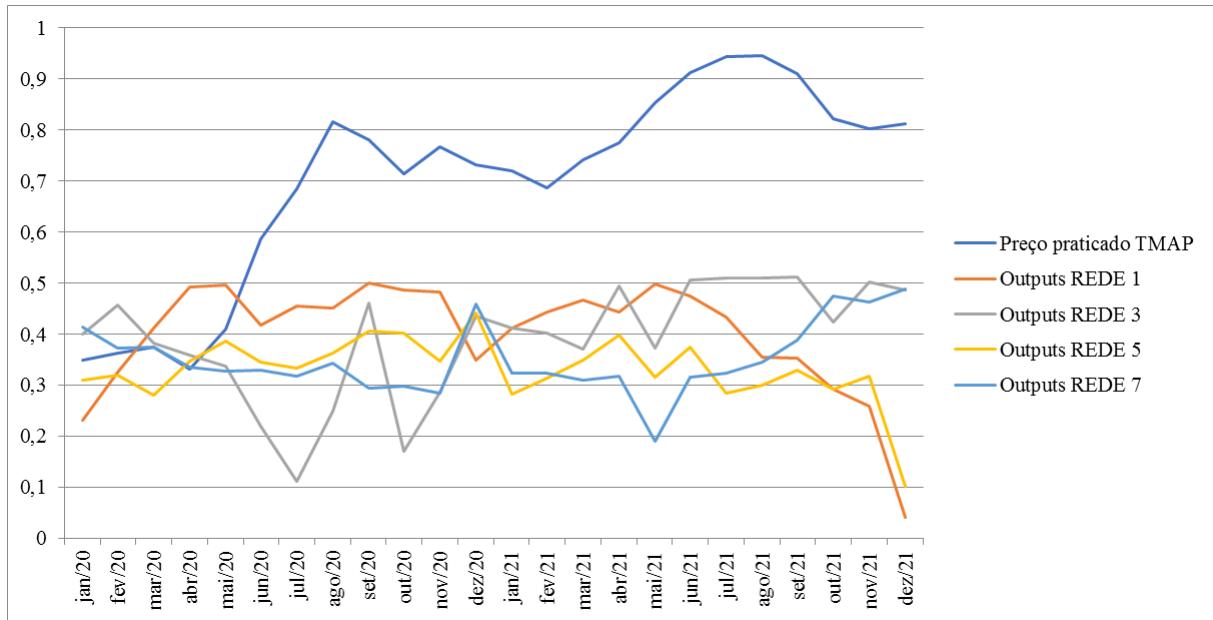
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Analizando as métricas de erro apresentadas na Tabela 64 observa-se que o Modelo 3 apresentou o melhor desempenho preditivo, com o menor valor de MSE (0,0010) e o R^2 mais próximo de 1 (0,968). Esse modelo é composto pelas séries de preços do leite nos Estados Unidos e pelas séries de preços do leite pasteurizado, do leite UHT, da arroba do boi gordo, da energia elétrica, e da taxa de câmbio, da inflação e da precipitação no período aplicados

com 1 defasagem. Os resultados detalhados da etapa de treinamento podem ser visualizados nos Anexos O, P, Q, R, S, T, U e V.

O passo seguinte consistiu na validação dos modelos, buscado identificar se os resultados da fase de treinamento se confirmariam. Os valores previstos pelos modelos são apresentados nas Figuras 24 e 25:

Figura 24: Valores previstos pelos Modelos com 1 defasagem



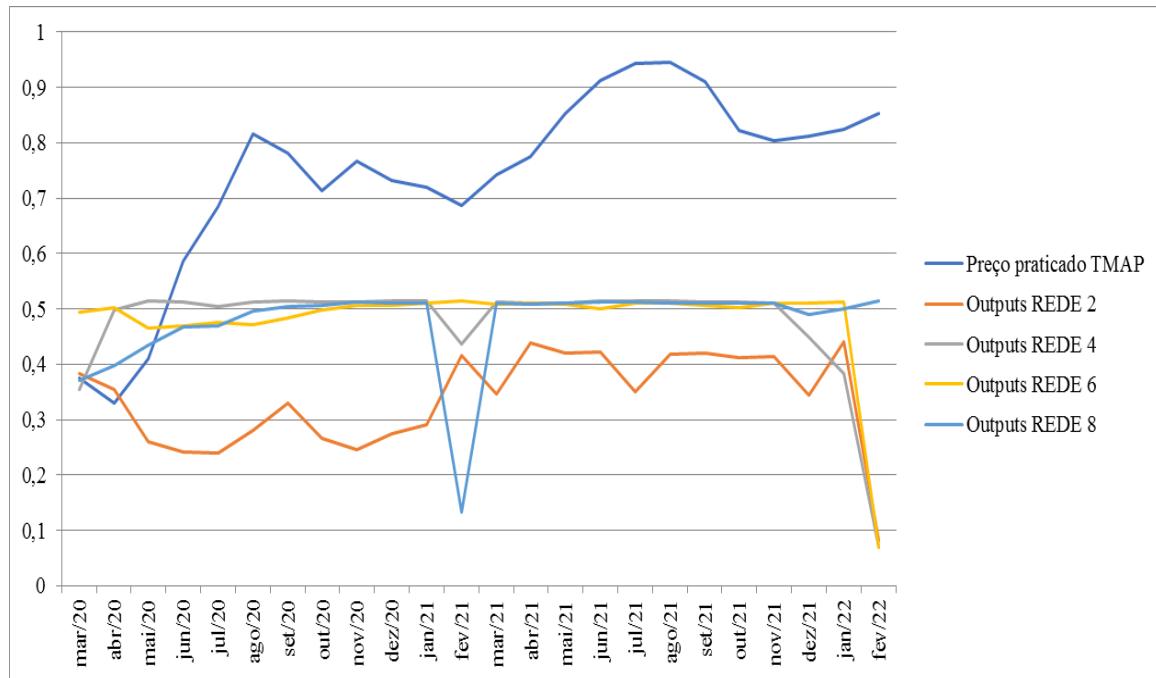
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Na Figura 24 são apresentados os valores previstos pelos modelos com um período de defasagem, sendo estes os modelos 1, 3, 5 e 7, bem como o preço pagos aos produtores no TMAP no período previsto. Analisando estes valores observa-se que os Modelos 1 e 5 foram aqueles que melhor conseguiram prever os movimentos de alta e baixa nos preços do leite no período previsto. O Modelo 1 era composto pelas séries do preço dos Estados Unidos e do Uruguai, pelos preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, pelos preços da arroba do boi gordo e da energia rural, pelas taxas de câmbio Dólar/Real e Real/Peso Uruguai, pelo Índice Geral de preços de Mercado (IGPm) e pela precipitação mensal na região. Já o Modelo 5 não incluía os preços do leite nos Estados Unidos, nem a taxa de câmbio Dólar/ Real.

Os valores previstos, no entanto, apresentam uma magnitude menor do que aqueles praticados no período, especialmente após maio de 2020. A esse respeito, cabe destacar que no período de março a agosto de 2020 os preços do leite aumentaram exponencialmente, em decorrência do início da pandemia de Covid-19 que, como explicado por Carvalho (2021), provocou alterações nos hábitos consumo das famílias que passaram a privilegiar gastos com

alimentos e produtos de higiene pessoal; substituíram a alimentação fora do lar pela alimentação domiciliar, o que impulsionou a demanda por lácteos utilizados na culinária, entre eles, creme de leite, muçarela, leite condensado, queijos e requeijão. Além disso, uma parcela da população teve ganhos de renda e passaram a gastar mais com alimentos (fruto, muitas vezes, de incentivos governamentais), enquanto outras tiveram crescimento de poupança devido a economias de outros gastos (viagens, combustível etc.) e acabaram privilegiando uma alimentação mais elaborada

Figura 25: Valores previstos pelos Modelos com 3 defasagens



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Na Figura 25 são apresentados os valores previstos pelos modelos com três períodos de defasagem, sendo estes os modelos 2, 4, 6 e 8, bem como o preço pagos aos produtores no TMAP no período previsto. Dentre estes, o que apresentou maior capacidade de prever as tendências de elevação e redução nos preços do leite pagos aos produtores no TMAP foi o Modelo 2, composto pelas séries do preço dos Estados Unidos e do Uruguai, pelos preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, pelos preços da arroba do boi gordo e da energia rural, pelas taxas de câmbio Dólar/Real e Real/Peso Uruguai, pelo Índice Geral de preços de Mercado (IGPm) e pela precipitação mensal na região.

Da mesma forma que nos Modelos com uma defasagem, os valores previstos pelo Modelo 2 apresentaram uma magnitude menor do que os valores praticados no período. No entanto, quando se compararam os valores previstos pelos modelos com três defasagens, com

aquele que continham uma defasagem, observa-se que o desempenho de todos os modelos piorou, o que reflete a dificuldade de fazer previsões de longo prazo para o mercado do leite.

A fim de avaliar com maior acurácia o desempenho dos modelos, foram calculados os erros de previsão, as métricas de desempenho previamente enunciadas – o Erro Médio Quadrado (MSE) e o Coeficiente de Correlação (R^2). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 69:

Tabela 69: Desempenho dos Modelos na Etapa de Validação:

Modelo	MSE	R^2
1	0,1407	-0,0198
2	0,0090*	0,1946
3	0,1581	0,2908
4	0,0191	0,0102
5	0,1096	-0,0681
6	0,0190*	-0,0672
7	0,1204	-0,0763
8	0,8954	0,4759

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Os resultados do MSE apontam que, de todos os modelos validados, aquele que apresentou um melhor desempenho preditivo foi o Modelo 2, com um MSE de 0,009, e o segundo melhor desempenho preditivo foi apresentado pelo Modelo 6, com um MSE de 0,019. Já em termos de R^2 , os melhores desempenhos foram apresentados pelo Modelo 8, com um R^2 de 0,4759.

6. 5. Considerações Finais

Considerando a importância tanto econômica quanto social da pecuária de leite para o Brasil, e mais especificamente para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, bem como os desafios e riscos aos quais esta atividade está sujeita, este capítulo teve por objetivo desenvolver um modelo para previsão do comportamento dos preços do leite. Para tanto, foram testados dois métodos de previsão, um Modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Moveis na sua forma simples (ARIMA) e com componente sazonal (SARIMA), e um Modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs), buscando identificar aquele que apresentasse o melhor desempenho preditivo.

A metodologia de elaboração dos modelos ARIMA e SARIMA pressupõe que as informações necessárias para realizar as previsões estão contidas nas próprias séries temporais, enquanto os modelos RNAs permitem a inclusão de diversas variáveis que podem

influenciar os valores da série a ser prevista. Através do algoritmo de aprendizagem, a rede calcula os pesos que cada variável tem sobre o comportamento da variável de interesse, a partir destas consegue realizar previsões. Neste capítulo, as variáveis incluídas no modelo diziam respeito aos preços do leite no mercado internacional, aos preços dos principais derivados lácteos, aos preços da carne bovina (boi gordo) e da energia elétrica, à taxa de câmbio, ao índice de inflação e ao volume de precipitação na região. Essas variáveis foram definidas com base no levantamento da literatura sobre o tema e nos achados das pesquisas realizadas nos capítulos anteriores desta tese.

De acordo com as métricas de erro adotadas para avaliar os modelos identificou-se que, dentre os modelos ARIMA e SARIMA testados, os modelos com componente sazonal apresentaram desempenho superior aos modelos sem a sua inclusão, corroborando a existência de comportamento sazonal nos preços do leite apontada por Marin, Cavalheiro e Anschau (2011), Nicholson e Stephenson (2015) e Paura e Arhipova (2016). O modelo que apresentou o melhor desempenho foi o modelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂, com um MSE de 0,285 e um R² de 0,557.

Já dentre os modelos de RNAs testados, aquele que apresentou o melhor desempenho preditivo foi aquele composto pelas séries do preço dos Estados Unidos e do Uruguai, pelos preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, pelos preços da arroba do boi gordo e da energia rural, pelas taxas de câmbio Dólar/Real e Real/Peso Uruguai, pelo Índice Geral de preços de Mercado (IGPm) e pela precipitação mensal na região, considerando uma defasagem de três meses. Este modelo apresentou um MSE de 0,009 e um R² 0,1946.

Comparando estes resultados é possível afirmar o que a inclusão de diferentes variáveis possibilitada pelo modelo Redes Neurais Artificiais, bem como seu mecanismo de aprendizagem permite que este tenha uma melhor capacidade de prever tendências de elevação ou redução nos preços do leite pagos aos produtores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em relação aos modelos ARIMA e SARIMA, o que pode ser confirmado pelo MSE de 0,009 apresentado pelo modelo de RNAs que é significativamente menor que aquele apresentado pelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ de 0,285.

Com base nesses resultados, considera-se que o objetivo proposto para este capítulo foi atingido, de modo que foi possível elaborar um modelo que apresenta desempenho satisfatório para realizar previsões para o comportamento dos preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Foi ainda possível identificar que, entre os modelos Autorregressivos Integrados e de Médias Móveis (ARIMA) e os modelos de Redes Neurais

Artificiais (RNAs), as RNAs apresentam melhor desempenho para realizar previsões de preços, o que corrobora estudos como os de Zou et al. (2007), Shahriary e Mir (2016), Romão et al. (2020), que identificaram que as previsões oferecidas pelos modelos de RNAs são consideravelmente mais precisas que aquelas oferecidas pelos modelos ARIMA e SARIMA.

7. CONCLUSÕES

Nessa tese, buscou-se explorar os aspectos relacionados ao comportamento dos preços do leite pagos aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. A região compreende a maior bacia leiteira do Brasil, e tem na pecuária uma de suas principais agrícolas, importante além do aspecto econômico, também no ponto de vista social, uma vez que é uma das poucas atividades capazes de contribuir para a geração de emprego e renda no campo em todos os municípios da região.

Aliada à sua importância regional, a questão do comportamento dos preços do leite torna-se importante objeto de estudo uma vez que este tem sido considerado uma das *commodities* agrícolas mais voláteis do mundo. Volatilidade essa que aumenta os riscos da atividade e impõe dificuldades a sobrevivência da atividade, principalmente para os pequenos e médios produtores.

Assim, dois problemas centrais nortearam o desenvolvimento desta tese, sendo estes: “*Quais são os principais fatores que afetam e/ou influenciam o comportamento dos preços do leite pago aos produtores na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP)?*” e “*É possível desenvolver um modelo de previsão para os preços do leite?*”. Foram, portanto, desenvolvidos como objetivos centrais desta tese analisar os fatores que afetam o comportamento dos preços do leite no TMAP, e desenvolver um modelo de previsão para o comportamento destes preços.

Para atingir a estes objetivos, a tese foi dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo consistiu em uma introdução geral do trabalho, apresentando a contextualização do tema bem como os objetivos e justificativas para a elaboração desta tese. O segundo capítulo tratou-se de uma revisão sistemática da literatura, nacional e internacional, publicada nas últimas duas décadas (de 2000 a 2020) que tratavam da questão dos preços do leite.

O objetivo principal do capítulo era identificar quais fatores afetam o comportamento dos preços do leite. Os resultados indicaram que as condições climáticas, que determinam o comportamento sazonal tanto da produção forçando movimentos de elevação ou baixa dos preços, e os preços da ração e da carne bovina que tem impacto direto na tomada de decisão dos produtores de investir ou não na formação de rebanho para aumentar a produção da propriedade, como fatores principais, capazes de influenciar tanto o volume produzido quanto o comportamento dos preços.

Além destes, a ocorrência de processos de transmissão de preços também foi apontada pela literatura como capaz de afetar os preços do leite. Esta transmissão pode ocorrer de três forma: transmissão de preços entre mercados, ou transmissão espacial, transmissão de preços entre os níveis que compõe a cadeia de produção de leite e laticínios, ou transmissão vertical de preços, e transmissão de preços de outras *commodities* para os preços do leite, ou transmissão *cross-commodity*.

No caso da transmissão entre mercados, a análise dos estudos identificados permitiu concluir que os preços do leite no mercado internacional costumam influenciar os preços praticados no mercado interno. Fator que também contribui para a instabilidade de preços nos mercados locais, uma vez que ficam suscetíveis a choques de preços causados por fatores externos. Com relação à transmissão vertical de preços entre os níveis que compõe a cadeia de produção de leite e laticínios, todos os trabalhos analisados concluem por sua existência. No entanto, não há um consenso sobre o sentido no qual esta transmissão se dá. Existem tanto estudos que indicam que a transmissão ocorre no sentido do setor produtivo para os processadores e varejistas, quanto trabalhos relatando a ocorrência da transmissão no sentido oposto.

Outro fator relevante que foi identificado no estudo é o desequilíbrio das relações de mercado entre produtores e processadores. Esse fator também é apontado como determinantes das relações assimétricas de transmissão de preços entre os níveis de mercado. Por fim, diversos estudos trouxeram à tona às preocupações com a condição de vulnerabilidade, que atinge principalmente os pequenos produtores, muitas vezes inviabilizando a sua permanência na atividade. Destacando a importância da discussão a respeito da adoção de ferramentas para tentar mitigar os riscos da atividade, bem como proteger a renda dos produtores, especialmente os pequenos, sendo a negociação em mercados futuros defendida como uma possível e interessante ferramenta para tal finalidade.

Com base nesses achados, os capítulos seguintes buscaram analisar, de modo quantitativo, se os processos de transmissão de preços, apontados pela literatura, afetavam os preços do leite pagos aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O capítulo 3 consistiu em verificar a ocorrência de processos de transmissão espacial para os preços do TMAP, considerando três recortes espaciais: preços internacionais, preços nacionais e preços regionais.

Os resultados sugeriram que, no nível internacional, oscilações nos preços do leite no Uruguai e nos Estados Unidos são transmitidos para os preços do Triângulo Mineiro e Alto

Paranaíba; no nível nacional que os preços de Goiás e do Espírito Santo são transmitidos para o TMAP, e, no nível regional, flutuações nos preços pagos aos produtores na região Metropolitana de Belo Horizonte e no Sul de Goiás são transmitidas para o TMAP.

O capítulo 4 buscou identificar a presença de processos de transmissão de preços dos principais derivados comercializados no Brasil para os preços do leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os resultados indicaram a existência de transmissão dos preços do leite pasteurizado, do leite UHT e da muçarela para os preços do leite pagos aos produtores no TMAP.

E o capítulo 5 se propôs a analisar a existência de processos de transmissão de preços de outras *commodities* para os preços do leite no TMAP. As *commodities* analisadas foram: os preços do milho, da soja, do boi gordo (arroba) e do bezerro, e os preços da energia elétrica e dos combustíveis. Os resultados indicaram que, no curto prazo, modificações nos preços do bezerro e da energia elétrica são transmitidas para os preços do leite pago aos produtores no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Já no longo prazo, com exceção dos preços do milho e da energia elétrica, todas as *commodities* têm suas flutuações de preços transmitidas para os preços do leite.

Já no capítulo 6 buscou-se desenvolver o modelo de previsão de comportamento dos preços do leite, para tanto duas metodologias de previsão foram testadas, buscando identificar aquela que apresentasse o melhor desempenho preditivo, são estas: os modelos Autorregressivos Integrados e de Médias Móveis na sua forma simples (ARIMA) e com componente sazonal (SARIMA), e os Modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs).

Por se tratar de um modelo autorregressivo, a metodologia de elaboração dos modelos ARIMA e SARIMA pressupõe que as informações necessárias para realizar as previsões estão contidas nas próprias séries temporais. Os modelos de Redes Neurais Artificiais, por sua vez, permitem a inclusão de diversas variáveis que podem influenciar os valores da série a ser prevista. Através do algoritmo de aprendizagem, a rede busca identificar o peso que cada variável tem sobre o comportamento da variável de interesse, e a partir destas realiza as previsões.

Buscando identificar aquele que apresentasse a melhor capacidade previsão, foram testados dois modelos ARIMA e dois modelos SARIMA, sendo este um ARIMA (1,1,0), um ARIMA (0,1,1), um SARIMA (0,1,1)(1,1,1)₁₂ e um SARIMA (0,1,1)(2,1,1)₁₂. De acordo com a comparação entre os resultados das previsões e os preços praticados no período identificou-se

que, dentre estes, aquele que apresentou o melhor desempenho foi o modelo SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂, com um MSE de 0,285 e um R² de 0,557

Para a elaboração do modelo de Redes Neurais Artificiais foram testados 8 arranjos de variáveis, definidas com base no levantamento da literatura sobre o tema e nos achados das pesquisas realizadas nos capítulos anteriores desta tese. Estas diziam respeito aos preços do leite no mercado internacional, aos preços dos principais derivados lácteos, aos preços da carne bovina (boi gordo) e da energia elétrica, à taxa de câmbio, ao índice de inflação e ao volume de precipitação na região. Os modelos também foram testados considerando dois horizontes de previsão são adotados, os modelos 1,3,5 e 7 utilizaram uma defasagem (t-1), buscando realizar a previsão de preços para o mês seguinte, e os modelos 2, 4, 6 e 8 adotaram três defasagens (t-3) para realizar a previsão para os três meses posteriores.

Entre os modelos de RNAs testados, aquele que apresentou o melhor desempenho preditivo foi o Modelo 2, com um MSE de 0,009 e um R² 0,1946. O modelo era composto pelas séries do preço dos Estados Unidos e do Uruguai, pelos preços do leite pasteurizado e do queijo muçarela, pelos preços da arroba do boi gordo e da energia rural, pelas taxas de câmbio Dólar/Real e Real/Peso Uruguai, pelo Índice Geral de preços de Mercado (IGPm) e pela precipitação mensal na região, considerando uma defasagem de três meses.

Comparando os resultados das duas metodologias de previsão conclui-se que os modelos de Redes Neurais Artificiais apresentam uma maior capacidade de prever tendências de crescimento e decrescimento dos preços do leite no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Dessa forma, entende-se que os objetivos principais do trabalho foram atingidos e que a tese defendida de que “uma vez compreendidos os fatores que influenciam o comportamento dos preços do leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, é possível desenvolver um modelo de previsão de preços que auxilie produtores na tomada de decisão no âmbito da comercialização de leite.” foi comprovada.

Ademais, entende-se que as contribuições teóricas esperadas deste trabalho foram concretizadas, uma vez que se avançou na discussão a respeito dos condicionantes da formação dos preços do leite, comprovando a existência de processos de transmissão de preços espacial, vertical e entre *commodities* nesse mercado.

Esses resultados podem também contribuir no âmbito prático para a melhor compreensão dos movimentos dos preços por parte dos produtores e demais participantes do setor de modo a servir como um instrumento que subsidie a tomada de decisão no âmbito dos

investimentos feitos antes da produção. O modelo de Redes Neurais Artificiais desenvolvido também pode servir como uma ferramenta utilizada tanto por produtores quanto por compradores de leite para negociações em mercados futuros, visto que a adoção deste tipo de negociação tem recebido destaque nos debates a respeito do futuro do setor. E assim, espera-se que essas contribuições se estendam ao campo social e região, dada a importância da atividade, especialmente para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE LÁCTEOS LONGA VIDA – ABLV. **Relatório Anual 2021.** Disponível em: <<https://ablv.org.br/wp-content/uploads/2022/05/ABLV-Relatorio-Anual-2021s.pdf>> . Acesso em 19 de maio de 2023.

ACOSTA, A.; IHLE, R.; ROBLES, M. Spatial price transmission of soaring milk prices from global to domestic markets. *Agribusiness*, v. 30, n. 1, p. 64-73, 2014. <https://doi.org/10.1002/agr.21358>

ACOSTA, A.; VALDÉS, A. Vertical price transmission of milk prices: are small dairy producers efficiently integrated into markets?. *Agribusiness*, v. 30, n. 1, p. 56-63, 2014. <https://doi.org/10.1002/agr.21357>

ACOSTA, D. C.; SOUZA, J. P.; BANKUTI, S. M. S. Tecnificação de produtores e estruturas de governança no sistema agroindustrial de leite. **Desenvolvimento em Questão**, v. 16, n. 45, p. 292-315, 2018. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.45.292-315>

ADAMI, A. C. O.; MIRANDA, S. H. G. Transmissão de preços e cointegração no mercado brasileiro de arroz. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 1, p. 55-80, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000100003>

ADKINS, L. Using gretl for Principles of Econometrics. Oklahoma State University, Department of Economics and Legal Studies in Business, 2014.

AHN, B.; SUMNER, D. A. Estimation of relative bargaining power in markets for raw milk in the United States. *Journal of Applied Economics*, v. 15, n. 1, p. 1-23, 2012. [https://doi.org/10.1016/S1514-0326\(12\)60001-4](https://doi.org/10.1016/S1514-0326(12)60001-4)

AHN, B.; SUMNER, D. A. Political market power reflected in milk pricing regulations. *American journal of agricultural economics*, v. 91, n. 3, p. 723-737, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2009.01261.x>

ALENCAR, E.; GRANDI, D. S.; ANDRADE, D. M.; ANDRA-DE, M. P. de. Complexos agroindustriais, cooperativas e gestão. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 3, n. 2, p.30-44, jul.-dez. 2001.

ALGIERI, B.; LECCADITO, A. (2020). Extreme price moves: an INGARCH approach to model coexceedances in commodity markets. *European Review of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1093/erae/baa030>

ALVES, F.F.; SOUSA, L.V. C.; ERVILHA, G.T. Planejamento e previsão do preço do leite em Minas Gerais: análise empírica com base no modelo X12-ARIMA. **Revista de Economia e Agronegócio – REA**, v. 12, n 1, 2, 3, p.115–134, 2015.

AMIKUZUNO, J. Spatial price transmission and market integration in agricultural markets after liberalization in Ghana: Evidence from fresh tomato markets. 2009. **Tese de Doutorado**. Departamento de Economia Agrícola e Desenvolvimento Rural, Universidade de Göttingen, Alemanha.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO, ABIA. Números do Setor – Faturamento. 2019. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2019.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ATSBEHA, D. M. Yield uncertainty and milk supply response in two-tier price systems. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 49, n. 1, p. 66-82, 2017. <https://doi.org/10.1017/aae.2016.40>

AYDIN, E.; YILMAZ, A. R. A. L.; CAN, M. F.; CEVGER, Y.; SAKARYA, E.; İŞBİLİR, S. Türkiye'de son 25 yilda kırmızı et fiyatlarındaki değişimler ve ithalat kararlarının etkilerinin analizi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, v. 82, n. 1, p. 3-13, 2011.

AVALOS, F. Do oil prices drive food prices? The tale of a structural break. *Journal of International Money and Finance*, v. 42, p. 253-271, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jimmonfin.2013.08.014>

BAFFES, J. Oil spills on other commodities. *Resources Policy*, v. 32, n. 3, p. 126-134, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2007.08.004>

BAKUCS, Z.; BENEDEK, Z.; FERTÖ, I. Spatial price transmission and trade in the European dairy sector. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, v. 11, n. 665-2019-4001, p. 13-20, 2019. <https://doi.org/10.7160/aol.2019.110202>

BAKUCS, Z.; FAŁKOWSKI, J. ; FERTÖ, I. Price transmission in the milk sectors of Poland and Hungary. *Post-communist economies*, v. 24, n. 3, p. 419-432, 2012. <https://doi.org/10.1080/14631377.2012.705474>

BARBOSA, M. Z.; MARGARIDO, M. A.; JUNIOR, S. N. Análise da elasticidade de transmissão de preços no mercado brasileiro de algodão. *Nova Economia*, v. 12, n. 2, p. 80–108, 2002.

BARRETO, I. Custo de produção aumenta novamente em abril. Boletim do Leite, Maio de 2020 (299), 7. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0903026001589918447.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BASSET-MENS, C.; LEDGARD, S.; CARRAN, A. First life cycle assessment of milk production from New Zealand dairy farm systems. In: **Proceedings of the Australian and New Zealand Ecological Economics in Action Conference**. Citeseer, 2005. p. 258-265.

BATALHA, M.O. Gestão agroindustrial. São Paulo: Atlas, 2012.

BEN ABDALLAH, M.; FEKETE FARKAS, M.; LAKNER, Z. Analysis of Dairy Product Price Transmission in Hungary: A Nonlinear ARDL Model. *Agriculture*, v. 10, n. 6, p. 217, 2020. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060217>

BERGMANN, D.; O'CONNOR, D.; THÜMMEL, A. An evaluation of point and density forecasts for selected EU farm gate milk prices. *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC)*, v. 6, n. 1128-2019-535, p. 23-53, 2019.

BERRO, R.; BRANDÃO, J. B.; BREITENBACH, R. Sistema local de produção de leite em Itaqui, Rio Grande do Sul: caracterização e diferenciação dos estabelecimentos formais. In: **7º Encontro de Economia Gaúcha e FEE**, 2014.

BINI, D. A.; CANEVER, M. D.; DE SOUZA, M. O.; ELY, R. A. Transmissão de preços ao longo das cadeias produtivas do Brasil. **Revista de Economia**, v. 42, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.5380/re.v42i1.48660>

BINI, D. A.; CANEVER, M. D.; DENARDIM, Anderson Antônio. Correlação e causalidade entre os preços de commodities e energia. **Nova Economia**, v. 25, p. 143-160, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/1985>

BITTENCOURT, C.C.; MATTEI, L.F.; SANT'ANNA, P.R.; LONGO, O.C.; BARONE, F.M. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. **Revista de Administração Pública**, v.45, n.4, p.1199-1222, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000400013> Acesso em: 07/12/2018. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000400013>

BRANDÃO, C.A. **Triângulo Capital Comercial, Geopolítica e Agroindústria**. 1989. Dissertação – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1989.

BREITENBACH, R.; SOUZA, R. S. Caracterização de mercado e estrutura de governança na cadeia produtiva do leite na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 77-92, 2011.

BOLOTOVA, Y. V. An analysis of milk pricing in the United States dairy industry. **Agribusiness**, v. 33, n. 2, p. 194-208, 2017. <https://doi.org/10.1002/agr.21456>

BÓRAWSKI, P.; GUTH, M.; TRUSZKOWSKI, W.; ZUZEK, D.; BELDYCKA-BÓRAWSKA, A.; MICKIEWICZ, B.; DUNN, J. W. Milk price changes in Poland in the context of the Common Agricultural Policy. **Agricultural Economics**, v. 66, n. 1, p. 19-26, 2020. <https://doi.org/10.17221/178/2019-AGRICECON>

BÓRAWSKI, P.; PAWLEWICZ, A.; PARZONKO, A.; HARPER, J.; HOLDEN, L. Factors shaping cow's milk production in the EU. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 420, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12010420>

BOZIC, M.; NEWTON, J.; THRAEN, C. S.; GOULD, B. W. Mean-reversion in income over feed cost margins: Evidence and implications for managing margin risk by US dairy producers. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 12, p. 7417-7428, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5818>

BRAMBILA-PAZ, J. J.; MORA-FLORES, S.; ROJAS-ROJAS, M. M.; PÉREZ-CERECEDO, V. Minimum price for milk primary producers to reduce dairy imports in Mexico. **Agrociencia**, v. 47, n. 5, p. 511-522, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Valor Bruto da Produção Agropecuária. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/vbp-e-estimado-em-r-689-97-bilhoes-para-2020/202003VBPelaspeyresagropecuariapdf.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BRESSAN, A. A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE eletrônica**, v. 3, n. 1, p. 0-0, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1676-56482004000100005>

BRINER, S.; FINGER, R. The effect of price and production risks on optimal farm plans in Swiss dairy production considering 2 different milk quota systems. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 4, p. 2234-2246, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6086>

BROOKS, C. Introductory Econometrics for Finance. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.

BRUM, A. L.; KELM, M.; ALBORNOZ, M.; AVILA, D. F. Semelhanças e diferenças: uma análise entre as cadeias produtivas do leite no estado do Rio grande do Sul (Brasil). e na província de Buenos Aires (Argentina).. In: I Mostra de Estudos do Desenvolvimento: Linha de Pesquisa Desenvolvimento Territorial e Gestão de Sistemas Produtivos, Ijuí-RS, 2014.

BUENO, R. L. S. Econometria de séries temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

BULECA, J.; KOVÁČ, V.; ŠUBOVÁ, N.. Milk production related to price of raw cow's milk in selected european countries. **Potravinarstvo**, v. 12, n. 1, 2018. <https://doi.org/10.5219/1002>

CAETANO, T. F.; FIGUEIREDO, R. S.; OLIVEIRA NETO, O. J. Assimetria e transmissão de preços do boi gordo entre os mercados do Brasil, EUA e Australia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 12187-12210, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n8-067>

CAIRNS, A.; MEILKE, K. Price ceilings on milk production quota values: Future or folly?. **Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie**, v. 60, n. 1, p. 93-112, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2011.01233.x>

CAKIR, M.; BALAGTAS, J. V. Estimating market power of US dairy cooperatives in the fluid milk market. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 94, n. 3, p. 647-658, 2012. <https://doi.org/10.1093/ajae/aar136>

CAMILO, P. J. A internacionalização do mercado brasileiro de derivados lácteos—análises sobre a atuação de oligopólios, oligopsônios e Trade Company. **Geosul**, v. 34, n. 71, p. 260-275, 2019. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n71p260>

CAMPOS, K. C; PIACENTI, C. A. Agronegócio do leite: cenário atual e perspectivas. **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER**. Anais... Londrina, PR, 2017,

CAPPS JR, O.; SHERWELL, P. Alternative approaches in detecting asymmetry in farm-retail price transmission of fluid milk. **Agribusiness: An International Journal**, v. 23, n. 3, p. 313-331, 2007. <https://doi.org/10.1002/agr.20126>

CARVALHO, B. H. P. DE et al. Integração intra e inter-mercado: o caso dos preços do leite derivados no Brasil. In: XLI Encontro Nacional de Economia. Anais...Foz do Iguaçu: ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia, 2014.

CARVALHO, G. R. Setor lácteo no Brasil: após a tempestade, novos desafios. Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2021.

CARVALHO, T. B., JANUARIO, E. D. C., MORON, C. R., & SAES, M. S. M. Estratégia e cenários de consumo de leite no Brasil. SEMEAD – Seminários de Administração, 16. São Paulo, 2013.

CASTRO, J. S. O leite em Minas Gerais. Belo Horizonte: Medialuna Editora, 2010. Disponível em: <<http://www.sistemafaemg.org.br/Conteudo.aspx?Code=678&fileDownload=True&Portal=2&ParentCode=76%20target=>>>. Acesso em: 19 set 2019.

CAUNETTO, M. M. Transações no SAG do leite: um estudo a partir da vertente da nova economia institucional sobre os estudos de transação. 2021.

ÇELİK, Ş. The determination of the long term relationship among number of cattle, milk production and milk price: periods of 1980 to 2013-the Turkish case. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, v. 1, n. 2, p. 196-202, 2014.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA/ESALQUSP. Boletim do Leite - Dezembro de 2017. Ano 23. Nº 271. Disponível em:< <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/acessar/boletim-do-leite-161-2007-dezembro.aspx>>. Acesso em: 20 de out. 2018

CHADDAD, F. R. El sector lechero uruguayo en un contexto internacional: organización y estrategia social (Informe Técnico). FAO, ONU, 2009.

CHATFIELD, C. Model uncertainty and forecast accuracy. **Journal of Forecasting**, v. 15, n. 7, p. 495-508, 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-131X\(199612\)15:7<495::AID-FOR640>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-131X(199612)15:7<495::AID-FOR640>3.0.CO;2-O)

CHEN, S. T.; KUO, H.; CHEN, C. C. Modeling the relationship between the oil price and global food prices. **Applied Energy**, v. 87, n. 8, p. 2517-2525, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.020>

CHERNOFF, A. W. Between a cap and a higher price: Modelling the price of dairy quotas under price ceiling legislation. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, v. 48, n. 4, p. 1403-1429, 2015. <https://doi.org/10.1111/caje.12153>

CHIDMI, B.; LOPEZ, R. A.; COTTERILL, R. W. Retail oligopoly power, dairy compact, and Boston milk prices. **Agribusiness: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 477-491, 2005. <https://doi.org/10.1002/agr.20058>

CIAIAN, P.; KANCS, D. Interdependencies in the Energy Bioenergy Food Price Systems: A Cointegration Analysis. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2010.07.004>

CLAL.IT. 2021. Italian Dairy Economic Consulting. Acesso em 18 de março de 2022. Disponível em: <https://www.clal.it/en/index.php>.

ÇOBAN, A.; ÇOBAN O.; COŞKUN O. The Effects on the Red Meats Prices of Feed Price: The Case of Turkey. In: Int'l Conference Proceedings. 2019. p. 14.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. Notícias - CNA debate mercado futuro e previsibilidade de preços do leite. 10 de Maio de 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/cna-debate-mercado-futuro-e-previsibilidade-de-precos-do-leite>. Acesso em: 02 de out. 2020

CONFORTI, P. Price transmission in selected agricultural markets. FAO Commodity and trade policy research working paper, v. 7, 2004.

COSTA, A. C. G. D. O.; NETO, O. J. D. O; FIGUEIREDO, R. S. Mercado Internacional e Brasileiro de Leite: Volatilidade e Transmissão de Preços. **Revista Alcance**, v. 27, n. 1, p. 82-98, 2020.

COSTA, J. S.; ANDRADE JÚNIOR, L. M. L. Análise da Qualidade de Tensão Elétrica em uma Propriedade Leiteira. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 6, n. 4, p. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.25286/repa.v6i4.1285>

COSTA, S. M. A. L.; FERREIRA FILHO, J. B. de S. “Liberação comercial no Brasil e integração nos mercados de commodities agrícolas: Os mercados do algodão, milho e arroz”. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 38(2): 41-70, 2000.

COSTA-FONT, M. ; REVOREDO-GIHA, C. An empirical analysis of UK milk contract prices 2004–2016. **Agribusiness**, v. 34, n. 1, p. 112-141, 2018. <https://doi.org/10.1002/agr.21531>

COTTERILL, R. W. The impact of the Northeast Dairy Compact on New England consumers: A report from the milk policy wars. **Agribusiness: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 455-471, 2005. <https://doi.org/10.1002/agr.20059>

COURNOT, A. A. Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth. New York: The MacMillan Company, pp. 51–52, 1897.

D'ANTONI, J.; MISHRA, A. K. Determinants of dairy farmers' participation in the Milk Income Loss Contract program. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 1, p. 476-483, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4542>

DIAS, D. F.; KRETZMANN, C. K.; ALVES, A. F.; PARRÉ, J. L. Análise da transmissão de preço para o leite paranaense utilizando modelos de séries temporais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 09-24, 2008.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS Agropecuarias – DIEA. (2017). Anuario Estadístico Agropecuario Montevideo, Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

DONG, F.; DU, X.; GOULD, B. W. Milk Price Volatility and its Determinants. **Agricultural and Applied Economics Association**, 2011.

DUDOVÁ, B.; BEČVÁŘOVÁ, V. The character of price transmission within milk commodity chain in the Czech Republic. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 63, n. 3, p. 887-892, 2015. <https://doi.org/10.11118/actaun201563030887>

DURÁN, H. El camino de la lechería: los mojones de la intensificación en sistemas pastoriles. **Revista INIA**, 2004.

EMBRAPA GADO DE LEITE,. Anuário Leite 2019: Novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Gado de Leite. Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. 2015. Disponível em: . Acesso em: 2 abr. 2021.

EMRAH, A. K. Ç. A.; HAYRAN, Seyit. Is There Any Link Between Cattle Milk Price and Beef Production?-Empirical Evidence from Turkey. **Tarım Ekonomisi Dergisi**, v. 27, n. 1, p. 31-37, 2021.

ENDERS, Walter. Applied econometric time series. John Wiley & Sons, 2008.

ENGLER, A. P.; NAHUELHUAL, L. M. Impact of the international milk market on the domestic milk price: a cointegration analysis. **Agricultura Técnica**, v. 63, n. 4, p. 416-427, 2003. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072003000400010>

ESPOSTI, R.; LISTORTI, G. Agricultural price transmission across space and commodities during price bubbles. **Agricultural Economics**, v. 44, n. 1, p. 125-139, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00636.x>

EUROPEAN COMMISSION – EC. Milk and dairy products. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2021. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/animals-and-animal-products/animal-products/milk-and-dairy-products_pt> Acesso: 20 jan. 2022.

FACHINELLO, A. L.; BACCHI, M. R. P. Determinação de um modelo de previsão univariado para preços de leite pagos aos produtores em Santa Catarina. **Análise Econômica**, v. 24, n. 46, 2006. <https://doi.org/10.22456/2176-5456.10850>

FACKLER, P. L.; GOODWIN B. K. Spatial Price Analysis. In: GARDNER, B. L.; RAUSSER, G. C. (Ed.) **Handbook of Agricultural Economics**. North-Holland: Elsevier, 2001, v. 01, part B, chap. 1, p. 972-1018.

FAHIMY, D. S.; SALARPOUR, M.; SOUBOOHI, M. Comparisons Of The Ability Of Predicting Anfis Fuzzy-Neural Model With Ann Neural Network And Arima Auto Regression (Case Study Of Weekly Price Of Egg). **Journal of Agricultural Economics and Development**, 74, 188-204, 2011.

FAHINELLO, A. L.; PONCHIO, L. A. Modelo de previsão univariado para preços de leite pagos aos produtos nas principais regiões brasileiras. In: XLIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SOBER, 2006. CD-ROM.

FAŁKOWSKI, J. Price transmission and market power in a transition context: evidence from the Polish fluid milk sector. **Post-communist economies**, v. 22, n. 4, p. 513-529, 2010. <https://doi.org/10.1080/14631377.2010.518477>

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46, 1575–1617, 1991. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>

FAOSTAT – Food and agriculture organization of the United Nations. 2017. Statistical database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>> . Acesso em: 19 set 2019.

FERNANDES, R. A. S., BRAGA, M. J., LIMA, J. E. D. Elasticidade Na Transmissão E Formação Espacial De Preços De Leite Ao Produtor Nos Principais Estados Brasileiros. In

46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil (No. 108577). Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). 2008.

FERRARI, M. C.; BRAGA, M. J. A eficiência técnica dos produtores leiteiros no Uruguai. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.221319>

FERREIRA, L.; MOURA, G.; BORENSTEIN, D.; FISCHMANN, A. Utilização de redes neurais artificiais como estratégia de previsão de preços no contexto de agronegócio. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 8, n. 4, p. 6-26, 2011.

FINOCCHIO, M. A. F. Noções de Redes Neurais Artificiais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO STAT - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Status and prospects for smallholder milk production—A global perspective. T. Hemme & J. Otte (eds). Rome. 2010

FOUSEKIS, P.; EMMANOUILIDES, C.; GRIGORIADIS, V. Price linkages in the international skim milk powder market: empirical evidence from nonparametric and time-varying copulas. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 61, n. 1, p. 135-153, 2017. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12147>

FOUSEKIS, P.; GRIGORIADIS, V. Price co-movement in the principal skim milk powder producing regions: a wavelet analysis. **Economics Bulletin**, v. 36, n. 1, p. 477-492, 2016.

FRAHAN, B. H.; BAUDRY, A.; DE BLANDER, R.; POLOMÉ, P.; HOWITT, R. Dairy farms without quotas in Belgium: estimation and simulation with a flexible cost function. **European Review of Agricultural Economics**, v. 38, n. 4, p. 469-495, 2011. <https://doi.org/10.1093/erae/jbr013>

GALVÃO, M. C.; SOUZA, M. O.; BINI, D. A.; BACCHI, M. R. P. (2015). Influência do preço mundial do petróleo sobre os preços da soja e do açúcar: uma análise para o Brasil. XLVII SBPO, 1193-1204.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos: coleção pesquisa qualitativa**. Bookman Editora, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008

GIZAW, D.; MYRLAND, Ø.; XIE, J.. Asymmetric price transmission in a changing food supply chain. **Aquaculture Economics & Management**, v. 25, n. 1, p. 89-105, 2021. <https://doi.org/10.1080/13657305.2020.1810172>

GLOBAL DAIRY PLATFORM - GDP. Annual Review 2016. Rosemont, IL, [2017]. Acesso em: 22 jan. 2019

GOLDBERG, R. A. Critical Trends for Agribusiness Commodity Systems, 1968.

GOMES, S. T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil. In: Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento. Brasília: MCT/CNPq, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. p.21-3, 1999

GOMES, S.T. Diagnóstico da pecuária leiteira do estado de Minas Gerais em 2005 P. M. G.

GOMES, S. T. Cadeia agroindustrial do leite no Mercosul. **Agronegocios e Desenvolvimento Econômico**, 1997.

GONZÁLEZ-RIVERA, G.; HELFAND, S. M. Economic Development and the determinants of Spatial Integration in Agricultural Markets. Riverside: Department of Economics, University of California, 2001.

GOODWIN, B.K.; SCHROEDER, T.C. Cointegration tests and spatial price linkages in regional cattle markets. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, n. 2, p. 452-464, May 1991. <https://doi.org/10.2307/1242730>

GOODWIN, B. K.; HARPER, D. C. **Price transmission, threshold behavior, and asymmetric adjustment in the US pork sector**. Journal of Agricultural and Applied Economics, v. 32, n. 3, p. 543-553, 2000. <https://doi.org/10.1017/S1074070800020630>

GOODWIN, B. K.; HOLT, M. T.; PRESTEMON, J. P. Semi-parametric models of spatial market integration. **Empirical Economics** 61: 2335–61, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01985-2>

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, p. 424-438, 1969. <https://doi.org/10.2307/1912791>

GRAU, A.; HOCKMANN, H. Market power in the German dairy value chain. **Agribusiness**, v. 34, n. 1, p. 93-111, 2018. <https://doi.org/10.1002/agr.21529>

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5^a ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

GUO, Q.; WANG, H. H.; CHEN, Y. Do Chinese dairy firms have market power? An estimation of market power with price heterogeneity. **China Agricultural Economic Review**, 2016. <https://doi.org/10.1108/CAER-03-2015-0021>

HANSEN, B. G.; LI, Y. An analysis of past world market prices of feed and milk and predictions for the future. **Agribusiness**, v. 33, n. 2, p. 175-193, 2017. <https://doi.org/10.1002/agr.21474>

HANSON, K.; ROBINSON, S.; SCHLUTER, G. Sectoral effects of a world oil-price shock: economy-wide linkages to the agricultural sector. Staff report. Economic Research Service, Washington, DC (United States). Agriculture and Rural Economy Div., 1991.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2005.

HARRIS, R. I. D. Using cointegration analysis in econometric. Hampstead: Prentice Hall, 1995.

HATZENBUEHLER, P. L.; TEJEDA, H.; HINES, S.; PACKHAM; J. Change in Hay-to-Milk Price Responsiveness with Dairy Industry Expansion. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 53, n. 2, p. 246-258, 2021. <https://doi.org/10.1017/aae.2021.3>

HEBERT, C. J.; ANDERSON, B. C. The exogenous effect of corn prices on beef prices in the US using R&D as an instrumental variable. Economics Honors Thesis, Colgate University, 2011.

HILLEN, J.; VON CRAMON-TAUBADEL, S. Protecting the Swiss milk market from foreign price shocks: Public border protection vs. quality differentiation. **Agribusiness**, v. 35, n. 4, p. 516-536, 2019. <https://doi.org/10.1002/agr.21602>

HONORATO, L. A.; SILVEIRA, I. D. B.; MACHADO FILHO, L. C. P.. Produção de leite orgânico e convencional no Oeste de Santa Catarina: caracterização e percepção dos produtores. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 60-69, 2014.

HOPKIN, P. **Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management**. Kogan Page Publishers, 2018.

IHLE, R.; VON CRAMON-TAUBADEL, S.; ZORYA, S.; ZONYA, S. Markov-switching estimation of spatial maize price transmission processes between Tanzania and Kenya. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 91, n. 5, p. 1432-1439, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2009.01360.x>

IMRAN, M.; SHAHID, M. Q.; PASHA, T. N.; HAQUE, M. N. Effects of replacing soybean meal with corn gluten meal on milk production and nitrogen efficiency in Holstein cows. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 590-599, 2018. <https://doi.org/10.4314/sajas.v48i3.20>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>. Acesso em: 27 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>. Acesso em: 19 set 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Trimestral do Leite. Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 15 jun. 2020

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Ipea divulga as primeiras perspectivas de produção e preços de produtos agropecuários brasileiros para 2022. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38717&catid=3&Itemid=3. Acesso em: 13 dez. 2021b.

JANK, M. S.; FARINA, E. M. M. Q.; GALAN, V. B.. O agribusiness do leite no Brasil. 1999.

JARAMILLO-VILLANUEVA, J. L.; PALACIOS-OROZCO, A. Vertical and spatial price transmission in the Mexican and international milk market. **Revista mexicana de ciencias pecuarias**, v. 10, n. 3, p. 623-642, 2019. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4806>

JENSEN, M. C.. Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency. **Journal of Financial Economics**, v.6, p.95–101, 1978. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(78\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(78)90025-9)

JOHANSEN, S. Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, n. 2-3, 1988. pp. 231- 254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K.. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and statistics**, v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>

KIM, K.; SCHMIDT, P. Unit root tests with conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, v. 59, n. 3, p. 287-300, 1993. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90027-3](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90027-3)

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KHARIN, S. Horizontal Price Transmission on the Russian Dairy Market: Nonlinear Approach. **AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics**, v. 11, n. 665-2019-4143, p. 45-54, 2019. <https://doi.org/10.7160/aol.2019.110305>

KHARIN, S. Price Transmission Analysis: The case of milk products in Russia. **AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics**, v. 10, n. 665-2018-3613, p. 15-23, 2018. <https://doi.org/10.7160/aol.2018.100102>

KRAVCHENKO, O.; KUCHER, A.; YANCHUK, T.; STAVSKA, Y. Methodology for assessing the harmony of economic relations between participants of the agrofood market. **European Journal of Sustainable Development**, v. 9, n. 2, p. 291-291, 2020. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n2p291>

KRUGMAN, P. R.; OBSTFELD, M. **Economia Internacional: Teoria e Política**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005, 6^a ed, 558 p.

KUGA, N.; SUZUKI, N.; KAISER, H. M. Trade implications of price discrimination in a domestic market. **Agribusiness**, v. 26, n. 1, p. 64-82, 2010. <https://doi.org/10.1002/agr.20216>

LABRA-HERNANDEZ, J.; CABAS-MONJE, J.; VELASCO-FUENMAYOR, J. Effects of the international milk on the milk price paid to producers in Chile: a cointegration analysis. **Revista Cientifica**, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, v. 27, n. 6, p. 385-392, 2017.

LAJDOVA, Z.; BIELIK, P. The evidence of asymmetric price adjustments. **Agricultural economics**, v. 61, n. 3, p. 105-115, 2015. <https://doi.org/10.17221/220/2014-AGRICECON>

LAPEDES, A.; FARBER, R. How neural nets work. In: Evolution, learning and cognition. 1988. p. 331-346. LAJDOVA, Zuzana; BIELIK, Peter. The evidence of asymmetric price adjustments. **Agricultural economics**, v. 61, n. 3, p. 105-115, 2015. https://doi.org/10.1142/9789814434102_0012

LASS, D. A. Asymmetric response of retail milk prices in the northeast revisited. **Agribusiness: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 493-508, 2005. <https://doi.org/10.1002/agr.20061>

LAZZARINI, B.; BAUDRACCO, J.; TUÑON, G.; GASTALDI, L., LYONS, N.; QUATTROCHI, H.; LOPEZ-VILLALOBOS, N. Milk production from dairy cows in Argentina: Current state and perspectives for the future. **Applied Animal Science**, v. 35, n. 4, p. 426-432, 2019. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01842>

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Reflexões sobre a Capacitação Gerencial na Agricultura Familiar Brasileira. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 8, n. 14, p. 105-114, 2012. <https://doi.org/10.3895/rts.v8n14.2590>

LEITE, J. L. B.; GOMES, A. T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite no Brasil. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Ed.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA / CNPGL, 2001. p. 207-240

LEITE, J. L. B.; ZOCCAL, R. Cenários para o agronegócio e as implicações para a cadeia produtiva do leite no Brasil. In: Vilela, D. Ed. 2016. Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. Embrapa

LI, X.; LOPEZ, R. A.; WANG, R. Energy price shocks and milk price adjustments. **Applied Economics Letters**, v. 25, n. 4, p. 268-271, 2018. <https://doi.org/10.1080/13504851.2017.1316820>

LI, X.; LOPEZ, R.; YANG, S. Energy-milk price transmission at the product brand level. **Agricultural Economics**, v. 49, n. 3, p. 289-299, 2018. <https://doi.org/10.1111/agec.12416>

LINS, P. M. G; VILELA. P. S. (Coords). **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: relatório de pesquisa**. – Belo Horizonte: FAEMG, 2006.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>

MADDALA, G.S. **Introdução à econometria**. 3a. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MADAU, F. A.; FURESI, R.; PULINA, P. The existence of buyer power in the Italian fresh milk supply chain. **British Food Journal**, 2016. <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2014-0395>

MARCONDES, M. I.; BRANDÃO, V. L. N.; FERREIRA, G. A. T.; SILVA, A. L. D. Impact of farm size on milk quality in the Brazilian dairy industry according to the seasons of the year. **Ciência Rural**, v. 47, n. 11, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161004>

MARGARIDO, M. A.; SHIKIDA, P. F. A.; CALVO, J. C. A. Análise da elasticidade da transmissão dos preços internacionais do açúcar para os preços no Brasil: uma aplicação do Modelo Estrutural. **Redes. St. Cruz Sul - Online**, v.23 n.1, 321-340, 2018. <https://doi.org/10.17058/redes.v23i1.8686>

MARIN, S. R.; CAVALHEIRO, A. G.; ANSCHAU, D. Sazonalidade do preço do leite no Rio Grande do Sul (1986-2009). **Ciência Rural**, v. 41, p. 361-364, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000200030>

MATOS, O. C. de. **Econometria básica: teoria e aplicações**. 3^aed. Ver. E apl. – São Paulo:Atlas, 2000.

MEDEIROS, A. P.; MORAES, B. M. M.; BENDER FILHO, R. Integração Espacial nos Preços do Leite: Análise dos Principais Estados Produtores Brasileiros. **Ensaios FEE**, v. 38, n. 3, p. 625-652, 2017.

MEDEIROS, O. R.; VAN DOORNIK, B. F. N.; OLIVEIRA, G. R. Modelando e Estimando as Demonstrações Financeiras de uma Empresa com o Modelo VAR-VECM. **BBR-Brazilian Business Review**, v. 8, n. 3, p. 20-40, 2011. <https://doi.org/10.15728/bbr.2011.8.3.2>

MEYER, J., VON CRAMON-TAUBADEL, S. Asymmetric price transmission: a survey. **Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 55, n. 3, 2004. p. 581-611, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2004.tb00116.x>

MEZZADRI, F. P. Prognóstico: Pecuária de Leite. Departamento de Economia Rural – DERAL. 2020.

MCKIM, C. A. The value of mixed methods research: A mixed methods study. **Journal of mixed methods research**, v. 11, n. 2, p. 202-222, 2017. <https://doi.org/10.1177/1558689815607096>

MICELI, W. M. **Derivativos de Agronegócios: gestão de riscos de mercado**. Saint Paul Editora, 2019.

MICHETTI, M.; REIS, J. C.; KAMOI, M. Y. T.; LOPES, L. B. Seasonal variation of price and milk production in Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 7, p. 67-76, 2020. <https://doi.org/10.36560/13720201124>

MICHETTI, M.; REIS, J.; KAMOI, M. Y. T.; LOPES, L. Análise da co-integração entre a pecuária de leite e corte em Mato Grosso. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 32-39, 2022. <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i1.13130>

MINGA, E.; ALVES, A. F.; PARRÉ, J. L.. Especulação afeta o preço das commodities agrícolas?. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 20, 2016.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Delimitação e encadeamentos de sistemas agroindustriais: o caso do complexo lácteo do Rio Grande do Sul. **Economia aplicada**, v. 9, p. 663-682, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-80502005000400008>

MOREIRA, V.; PROTIL, R.; SILVA, C. L. Gestão dos riscos de mercado do agronegócio no contexto das cooperativas agroindustriais. Anais: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Campo Grande, 2014.

MUDRAK, R.; NYZHNYK, I.; LAGODIENKO, V.; LAGODIENKO, N. Impact of seasonal production on the dynamics of prices for meat and dairy products in Ukraine. **TEM Journal**, v. 8, n. 4, p. 1159, 2019.

MUNDLAK, Y.; LARSON, D. F. On the transmission of world agricultural prices. **World Bank Economic Review**, v. 6, n. 3, p. 399–422, 1992. <https://doi.org/10.1093/wber/6.3.399>

NAHUELHAL, L.; ENGLER, A. Efecto del precio internacional sobre el precio de la leche pagado a productor: transitorio o permanente?. **Agricultura Técnica**, v. 64, n. 4, p. 388-398, 2004. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000400007>

NICHOLSON, C. F.; FIDDAMAN, T. Dairy policy and price volatility. 2003.

NICHOLSON, C. F.; STEPHENSON, M. W. Milk price cycles in the US dairy supply chain and their management implications. **Agribusiness**, v. 31, n. 4, p. 507-520, 2015. <https://doi.org/10.1002/agr.21416>

NORTON, R. Agricultural development policy. Concepts and experiences: concepts and experiences. **Food and Agricultural Organization of the United Nations**, 2004.

OLIVEIRA, A. Os agrocombustíveis e a crise dos alimentos. **Jornal do Campus: Jornal da Universidade de São Paulo**, São Paulo, ano, v. 26, 2008.

OLIVEIRA, A. S. D.; CUNHA, D. D. N. F. V. D.; CAMPOS, J. M. D. S.; VALE, S. M. L. R. D.; ASSIS, A. J. D. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 507-516, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000200030>

ONEGINA, V.; MEGITS, N.; KRAVCHENKO, O.; KRAVCHENKO, Y. Price transmission in milk supply chain in Ukraine. **Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal**, v. 8, n. 1868-2022-400, p. 152-170, 2022. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.01.08>

ÖZSAYIN, D. Investigation of Production and Price Relationship in Cow Milk Production by Koyck Model Approach. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, v. 5, n. 6, p. 681-686, 2017. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i6.681-686.1164>

PAURA, L.; ARHIPOVA, I. Analysis of the milk production and milk price in Latvia. **Procedia Economics and Finance**, v. 39, p. 39-43, 2016. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30238-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30238-6)

PEPPEL, S. U.; HARRISON, E. E. Comparative performance of Garch and Sarima techniques in the modeling of Nigerian board money. **CARD Int J Soc Sci Confl Manag**, v. 2, n. 4, p. 258-270, 2017.

PEREZ, P.L.; BACHA, C.J.C. Comercialização e comportamento dos preços da madeira serrada nos estados de São Paulo e Pará. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 103-119, jul./dez. 2007.

PÉREZ QUESADA, G. Technical efficiency of dairy farms in Uruguay : a stochastic production frontier analysis. Tesis de maestría, Universidad de la Republica (Uruguay). Facultad de Ciencias Sociales, 2017.

PEROBELLI F.S.; ARAÚJO JÚNIOR I.F.; CASTRO L.S. As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. **Nova Economia**; v.28, n.1, p. 297-337, 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4789>

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>

PINDYCK, R. S.; ROTEMBERG, J. J. The excess co-movement of commodity prices. 1988. <https://doi.org/10.3386/w2671>

PINHEIRO, C. A. O.; SENNA, V. de. Previsão de preços através de redes neurais e análise espectral: evidências para o mercado futuro das commodities açúcar e soja. **Custos e @gronegócio on-line**, v. 13, n. 4, p. 103-128, 2017.

RAMOS, J. E. S.; COSTA BORBA, M.; MELO, A. P. S.; LIMA; F. F.; MELO, A. Transmissão de preços pagos aos produtores de leite nos estados brasileiros de maior produção com foco no estado bahiano no período de dez anos. **Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas** - ISSN 2176-5766, v. 5, n. 2, p. 3-26, 2018.

RAMOSHABA, T.; BELETE, A.; HLONGWANE, J. J. A Price Transmission Analysis of Pasteurised Liquid Milk in South Africa: Granger Causality Approach. **Journal of Agribusiness and Rural Development**, v. 54, n. 4, p. 345–353-345–353, 2019. <https://doi.org/10.17306/J.JARD.2019.01258>

RAPSOMANIKIS, G.; HALLAM, D.; CONFORTI, P. Market Integration and Price Transmission in selected food and Cash crop markets of Developing countries. **FAO Commodity Market Review**, v. 2004, 2003.

REZITIS, A. N. Empirical analysis of price relations along the Finnish supply chain of selected meat, dairy, and egg products: A dynamic panel data approach. **Agribusiness**, v. 34, n. 3, p. 542-561, 2018. <https://doi.org/10.1002/agr.21536>

REZITIS, A. N.; REZITI, I. Threshold cointegration in the Greek milk market. **Journal of International Food & Agribusiness Marketing**, v. 23, n. 3, p. 231-246, 2011. <https://doi.org/10.1080/08974438.2011.586916>

RIBEIRO, E. C. B.; PEREIRA, C. A.; BEZERRA, M. D. A.; SAMPAIO, N. I. S.; CARVALHO, P. F. S. Sistema agroindustrial do leite no Maranhão: uma análise prototípica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.240762>

RISTOW, G. As características que fazem da Nova Zelândia a maior exportadora de lácteos do mundo. 2018. Disponível em: . Acesso em: 10 nov. 2021.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R.; DE RESENDE, J. C. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Embrapa Gado de Leite - Circular Técnica (INFOTECA-E), 2020.

RODRIGUES, L. S.; REZENDE, S. O.; MOURA, M. F.; MARCACINI, R. M. Agribusiness Time Series Forecasting using Perceptually Important Events. In: 2018 XLIV Latin American Computer Conference (CLEI). IEEE, 2018. p. 268-277. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2018.00040>

ROMAN, M. Spatial integration of the milk market in Poland. **Sustainability**, v. 12, n. 4, p. 1471, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12041471>

ROMAN, M.; ŽÁKOVÁ KROUPOVÁ, Z. Spatial Market Integration: A Case Study of the Polish–Czech Milk Market. **Economies**, v. 10, n. 1, p. 25, 2022. <https://doi.org/10.3390/economics10010025>

ROSA, F.; WEAVER, R. D.; VASCIAVEO, M.. Structural changes and dairy chain efficiency in Italy. **International Journal on Food System Dynamics**, v. 6, n. 3, p. 191-211, 2015.

SAGHAIAN, S., OZERTAN, G.; TEKGUC, H. Beef and milk price links in Turkey. **Economics Bulletin**, v. 33, n. 4, p. 2607-2616, 2013.

SAITH, W.; ALVES, A. F.; PARRÉ, J. L. Transmissão e Integração de Preço no Mercado de Boi Gordo Entre a Região Centro-Oeste e o Estado de São Paulo. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 71-84, 2013.

SANTANA, A. C.; MEYER, L. F. F. “Integração Espacial e Causalidade de Preços no Mercado de Boi Gordo no Pará”. XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora. Anais... 2003.

SANTOS, A. V. L.; CARVALHO, B. H. P.; TORRES, D. A. R.; MENDONÇA, T. G.; SANTOS DELFINO, A. C. Modelos De Previsão: O Caso Dos Preços Recebidos Pelos Produtores De Leite No Brasil. In: Anais do I Encontro de Economia Aplicada, Juiz de Fora, 2014

SANTOS, J.A. A. Aplicação de Redes Neurais Artificiais na Previsão do Preço do Milho no Estado do Paraná. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2021. <https://doi.org/10.12819/2021.18.6.9>

SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Projeções do Agronegócio – Minas Gerais 2017 a 2027. 3^a ed., 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Publicacoes/projcoes_2017_a_2027.pdf>. Acesso em: 23 set 2019>

SEPTIANI, W.; MARIMIN, M.; HERDIYENI, Y.; HADITJAROKO, L. Risk based milk pricing model at dairy farmers level. **Media Peternakan**, v. 40, n. 3, p. 218-227, 2017. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.3.218>

SERRA, T.; GOODWIN, B. Price transmission and asymmetric adjustment in the Spanish dairy sector. Annual Meeting, July 28-31, Long Beach, CA, 2002. American Agricultural Economics Agricultural and Applied Economics Association).

SETIANTI, C.; EKOWATI, Titik; SETIADI, A. G. U. S. Market integration of fresh milk in dairy business area of Pamijahan District and Cisarua District, Bogor Regency-Indonesia. **Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v. 42, n. 1, p. 42-47, 2017. <https://doi.org/10.14710/jitaa.42.1.42-47>

SHAHRIARY, G.; MIR, Y. Application of artificial neural network model in predicting price of milk in Iran. **Modern Applied Science**, v. 10, n. 4, p. 173-178, 2016. <https://doi.org/10.5539/mas.v10n4p173>

SHARDA, R. PATIL, R. B. Connectionist approach to time series prediction: an empirical test. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 3, n. 5, p. 317-323, 1992. SILVA et al., 2018). <https://doi.org/10.1007/BF01577272>

SCHOUCHANA, F. **Gestão de riscos no agronegócio.** Editora FGV, 2015.

SHYIAN, N.; MOSKALENKO, V.; SHABINSKYI, O.; PECHKO, V. Milk price modeling and forecasting. **Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal**, v. 7, n. 1868-2021-1004, p. 81-95, 2021. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.05>

SKARŻYNSKA, A.; JABŁOŃSKI, K. Milk prices in the European Union by 2025 and projection of the profitability of milk production in Poland in 2020. **Agrofor**, v. 1, n. 3, 2016. <https://doi.org/10.7251/AGRENG1603052S>

SILVA, F. F., SILVA, F. F., MATIAS, I.O., SOUZA, C. L. M. Um comparativo de Redes Neurais Artificiais e modelos tradicionais de séries temporais: uma previsão do preço do petróleo. **Linkscienceplace - Interdisciplinary Scientific Journal**, 4(4), 225-238, 2018.

SIMÕES, A. R. P.; PROTIL, R. M.; NICHOLSON, C.; NOVAKOVIC, A. Impact of Production Technology on Dynamic Behavior of Brazilian Farm Milk Prices. In: Proceedings of the 35th International Conference of the System Dynamics Society, Cambridge, MA, USA. 2017.

SINGH, K.; DEY, M. M.; LAOWAPONG, A.; BASTOLA, U. Price transmission in Thai aquaculture product markets: An analysis along value chain and across species. **Aquaculture Economics & Management**, v. 19, n. 1, p. 51-81, 2015. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.994236>

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de leite e derivados. Circular Técnica Embrapa, v. 120, p. 1-17, 2019.

SIQUEIRA, K. B.; SCHETTINO, J. P. J. **O consumo de queijos pelos brasileiros.** 2021. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-consumo-de-queijos-pelos-brasileiros-225212/>>. Acesso em: 12 de agosto de 2022.

SIQUEIRA, K. B.; KILMER, R. L.; CAMPOS, A. C. The dynamics of farm milk price formation in Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, p. 41-61, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032010000100003>

SIQUEIRA, K. B.; SILVA, C. A. B.; AGUIAR, D. RD. Viability of introducing milk futures contracts in Brazil: a multiple criteria decision analysis. **Agribusiness: An International Journal**, v. 24, n. 4, p. 491-509, 2008. <https://doi.org/10.1002/agr.20175>

SOUZA, R.; SANTOS, G. T.; VALLOTO, A. A.; SANTOS, A. L.; GASPARINO, E.; SILVA, D. C.; SANTOS, W. B.R. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.2, p. 484-495, 2010

SRINIVASAN, D.; LIEW, A. C.; CHANG, C. S. A neural network short-term load forecaster. **Electric Power Systems Research**, v. 28, n. 3, p. 227-234, 1994. [https://doi.org/10.1016/0378-7796\(94\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0378-7796(94)90037-X)

STAAL, S; DELGADO, C; NICHOLSON, C. Smallholder dairying under transactions costs in East Africa. **World development**, v. 25, n. 5, p. 779-794, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00138-6](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00138-6)

STEPHENSON, M. News From Cooperative Extension. 2014. Retrieved August 07, 2015 from <http://fyi.uwex.edu/news/2014/06/26/dairy-market-cycles-explored-mark-stephenson-dairy-policy-analyst-department-ofagricultural-a>

ST-PIERRE, N. R.; JONES, L. R. Forecasting herd structure and milk production for production risk management. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 8, p. 1805-1813, 2001. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74619-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74619-X)

STUBLEY, D. J.; PAPARAS, D.; TREMMA, O.; AGUIAR. An investigation into the price transmission between producers and retailers within the UK milk market. **Advances in Business-Related Scientific Research Journal**, v. 9, n. 1, p. 14-43, 2018.

SUMNER, D. A. Effects of government programs to raise milk prices: Academic economists and public policy. **Agribusiness: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 473-476, 2005. <https://doi.org/10.1002/agr.20060>

SZWARCFITER, C.; DALCOL, P. R. T. Economias de escala e de escopo: desmistificando alguns aspectos da transição. **Production**, v. 7, n. 2, p. 117-129, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0103-65131997000200001>

TEJEDA, H. A.; GOODWIN, B. K. Price volatility, nonlinearity, and asymmetric adjustments in corn, soybean, and cattle markets: Implications of ethanol-driven (market) shocks. 2009.

TEKGÜÇ, H. Oligopoly and price transmission in Turkey's fluid milk market. **Agribusiness**, v. 29, n. 3, p. 293-305, 2013. <https://doi.org/10.1002/agr.21333>

TRAORE, F.; DIOP, I. Detecting threshold effects in price transmission. **Intl Food Policy Res Inst**, 2021. <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.134721>

TRUCZAK, A. Attempt to identify the causal relationships between the prices of milk in selected EU countries. **Acta Oeconomica et Informatica**, v. 15, n. 2, p. 47-49, 2012.

TURBAN, E. Decision support and expert systems: management support systems . Book. 1989.

VALVEKAR, M.; CHAVAS, J. P.; GOULD, B. W.; CABRERA, V. E. Revenue risk management, risk aversion and the use of Livestock Gross Margin for Dairy Cattle insurance. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 9, p. 671-678, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.07.004>

VARGOVA, L.; RAJCANIOVA, M. Spatial price transmission of milk prices among Visegrad countries. **Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development**. 2017, n.6, 979–83, 2018. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0014>

VÁRYOVÁ, I.; POLÁKOVÁ, Z.; KOŠOVSKÁ, I.; VAŇOVÁ, A. F.; KRAJČÍROVÁ, R. Analysis of development of raw cow milk prices in the conditions of the Slovak Republic. **Potravinarstvo**, v. 13, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.5219/1196>

VASCONCELLOS, M. A.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

VAVRA, P.; GOODWIN, B. K. Analysis of price transmission along the food chain. **Food Agric.** Fish. Pap. 3, OECD, Paris, 2005. <https://doi.org/10.1787/752335872456>

VILELA, D.; RESENDE, J. C. D.; LEITE, J. B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017.

VŐNEKI, É.; MÁNDI-NAGY, D.; STARK, A. Prospects for the European Union and Hungarian dairy sectors after the abolition of the milk quota system. **Studies in Agricultural Economics**, v. 117, n. 1, p. 1-9, 2015. <https://doi.org/10.7896/j.1424>

VRIES, A.; FELEKE, S. Prediction of future uniform milk prices in Florida federal milk marketing order 6 from milk futures markets. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 12, p. 4871-4880, 2008. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1138>

WANG, D; TOMEK, W. G. Commodity prices and unit root tests. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 89, n. 4, p. 873-889, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2007.01031.x>

WEAVER, R. D.; ROSA, F.; VASCIAVEO, M. Check the Dairy Chain efficiency in Italy. **Italian Review of Agricultural Economics**, v.71, n.1, p.60-76, 2016. <https://doi.org/10.13128/REA-18627>

WELDESENBET, T. Asymmetric price transmission in the Slovak liquid milk market. **Agricultural Economics**, v. 59, n. 11, p. 512-524, 2013. <https://doi.org/10.17221/150/2012-AGRICECON>

WOLF, C. A. Dairy farmer use of price risk management tools. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 7, p. 4176-4183, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5219>

WOLF, C. A. Understanding the milk-to-feed price ratio as a proxy for dairy farm profitability. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 10, p. 4942-4948, 2010. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2998>

WONG, H.; LI, W. K.; LING, S. Joint modeling of cointegration and conditional heteroscedasticity with applications. **Annals of the Institute of Statistical Mathematics**, v. 57, p. 83-103, 2005. <https://doi.org/10.1007/BF02506881>

YAMAN, M. A.; ABD ELATY, M.; TAMAN, M. Predicting the ingredients of self compacting concrete using artificial neural network. **Alexandria Engineering Journal**, v. 56, n. 4, p. 523-532, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.04.007>

ZHANG, Z.; LOHR, L.; ESCALANTE, C.; WETZSTEIN, M. Ethanol, corn, and soybean price relations in a volatile vehicle-fuels market. **Energies**, v. 2, n. 2, p. 320-339, 2009. <https://doi.org/10.3390/en20200320>

ZIMMERMANN, A.; HECKELEI, T. Structural Change of European Dairy Farms - A Cross-regional Analysis, **Journal of Agricultural Economics** v. 63, n. 3, p. 576-603, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2012.00355.x>

ZYLBERSZTAJN, D. Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições (Tese de livre docência). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ANEXOS

Anexo A – Síntese das publicações no período 2000-2020

Autor	Ano	País	Assunto	Revista
Acosta; Ihle; Robles	2014	Panamá	Transmissão Espacial de Preços	<i>Agribusiness</i>
Acosta; Valdés	2014	Panamá	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agribusiness</i>
Ahn; Sumner	2012	EUA	Poder de Barganha	<i>Journal of Applied Economics</i>
Ahn; Sumner	2009	EUA	Poder de mercado	<i>American journal of agricultural economics</i>
Atsbeha	2017	Islândia	Cotas de Produção	<i>Journal of Agricultural and Applied Economics</i>
Bakucs; Benedek; Fertő	2019	União Européia	Transmissão Espacial de Preços	<i>AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics</i>
Bakucs; Fałkowski; Fertő	2012	Polônia e Hungria	Transmissão Vertical de Preços	<i>Post-communist economies</i>
Bergmann; O'connor; Thümmel	2019	União Européia	Modelos de Previsão de Preços	<i>International J. of Food and Agricultural Economics</i>
Bolotova	2016	EUA	Programas de Garantia de Renda	<i>Agribusiness</i>
Bórawski et al.	2020	Polônia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agricultural Economics</i>
Bozic et al.	2012	EUA	Programas de Garantia de Renda	<i>Journal of dairy Science</i>
Brambila-Paz et al.	2013	México	Preços Mínimos	<i>Agrociencia</i>
Briner; Finger	2013	Suíça	Cotas de Produção	<i>Journal of dairy Science</i>
Cairns; Meilke	2012	Canadá	Cotas de Produção	<i>Canadian Journal of Agricultural Economics</i>
Cakir; Balagtas	2012	EUA	Poder de oligopólio	<i>American Journal of Agricultural Economics</i>
Camilo	2019	Brasil	Poder de oligopólio	<i>Geosul</i>
Capps Jr; Sherwell	2017	EUA	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agribusiness</i>
Çelik	2014	Turquia	Relação entre preço e produção	<i>Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi</i>
Chernoff	2015	Canadá	Cotas de Produção	<i>Canadian Journal of Economics</i>
Chidmi; Lopez; Cotterill	2004	EUA	Poder de oligopólio	<i>Agribusiness</i>
Costa- Fonte; Revoredo-Giha	2017	Reino Unido	Contratos de Comercialização	<i>Agribusiness</i>
Cotterill	2005	EUA	Programas de Garantia de Renda	<i>Agribusiness</i>
D'antonio; Mishra	2012	EUA	Programas de Garantia de Renda	<i>Journal of dairy Science</i>
Dias et al.	2008	Brasil	Transmissão Espacial de Preços	<i>Revista em Agronegócio e Meio Ambiente</i>
Dudová; Bečvářová	2015	República Tcheca	Transmissão Vertical de Preços	<i>Acta Universitatis Agric. et Silv. Mendelianae runensis</i>

Engler; Nahuelhual	2003	Chile	Transmissão Espacial de Preços	<i>Agricultura Técnica</i>
Fałkowski	2010	Polônia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Post-communist economies</i>
Fousekis; Emmanouilides;Grigoriadis	2017	UE, Oceania e EUA	Transmissão Espacial de Preços	<i>Australian J. of Agricultural and Resource Economics</i>
Fousekis; Grigoriadis	2016	UE, Oceania e EUA	Transmissão Espacial de Preços	<i>Economics Bulletin</i>
Frahan et al.	2011	Bélgica	Cotas de Produção	<i>European Review of Agricultural Economics</i>
Grau; Hockmann	2018	Alemanha	Poder de mercado	<i>Agribusiness</i>
Guo; Chen	2016	China	Poder de mercado	<i>China Agricultural Economic Review</i>
Hansen; Li	2017	Mundo	Relação entre preço do leite e da ração	<i>Agribusiness</i>
Hillen; Von Cramon-Taubadel	2019	Alemanha e a Suíça	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agribusiness</i>
Jaramillo-Villanueva; Palacios-Orozco	2019	México	Transmissão Espacial e Vertical	<i>Revista mexicana de ciencias pecuarias</i>
Kharin	2018	Rússia	Transmissão Vertical de Preços	<i>AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics</i>
Kharin	2019	Rússia	Transmissão Espacial de Preços	<i>AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics</i>
Labra-Hernandez; Cabas-Monje; Velasco-Fuenmayor	2017	Chile	Transmissão Espacial e Vertical	<i>Revista Científica</i>
Lajdova; Bielik	2015	Eslováquia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agricultural economics</i>
Lass	2005	EUA	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agribusiness</i>
Li; Lopez; Wang	2018	EUA	Relação preço do leite e combustíveis	<i>Applied Economics Letters</i>
Li; Lopez; Yang	2018	EUA	Relação preço do leite e energia elétrica	<i>Agricultural Economics</i>
Madau; Furesi; Pulina	2016	Itália	Poder de oligopsonio	<i>British Food Journal,</i>
Marin; Cavalheiro; Anschau	2011	Brasil	Sazonalidade	<i>Ciência Rural</i>
Mudrack et al.	2019	Ucrânia	Relação entre preço e produção	<i>TEM Journal</i>
Nahuelhual; Engler	2004	Chile	Transmissão Espacial de Preços	<i>Agricultura Técnica</i>
Nicholson; Stephenson	2015	EUA	Sazonalidade	<i>Agribusiness</i>
Özsayin	2017	Turquia	Relação entre preço do leite e produção	<i>Turkish J. of Agriculture-Food Science and Technology</i>
Paura; Arhipova	2016	Letônia	Sazonalidade	<i>Procedia Economics and Finance</i>
Ramoshaba; Belete; Hlongwane	2019	África do Sul	Transmissão Vertical de Preços	<i>Journal of Agribusiness and Rural Development</i>
Rezitis	2018	Finlândia	Relação entre o preço do leite e da carne bovina	<i>Agribusiness</i>
Rezitis; Rezitis	2011	Grécia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Journal of International Food & Agribusiness Marketing</i>
Roman	2020	Polônia	Transmissão Espacial de Preços	<i>Sustainability</i>

Rosa; Weaver; Vasciaveo	2015	Itália	Transmissão Vertical de Preços	<i>International Journal on Food System Dynamics</i>
Saghaian	2013	Turquia	Relação entre preço do leite e carne bov.	<i>Economics Bulletin</i>
Septiani et al.	2017	Indonésia	Modelos de Previsão de Preços	<i>Media Peternakan</i>
Setianti et al.	2017	Indonésia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture</i>
Siqueira; Kilmer; Campos	2010	Brasil	Transmissão Espacial de Preços	<i>Revista de Economia e Sociologia Rural</i>
Siqueira; Silva; Aguiar	2008	Brasil	Contratos de Comercialização	<i>Agribusiness</i>
Stubley et al.	2018	Reino Unido	Transmissão Vertical de Preços	<i>Advances in Business-Related Scientific Research Journal</i>
Tekgüpç	2013	Turquia	Poder de mercado	<i>Agribusiness</i>
Truczak	2012	Polônia, Alemanha, França, República Tcheca e Eslováquia.	Transmissão Espacial de Preços	<i>Acta Oeconomica et Informatica</i>
Valvekar et al.	2011	EUA	Programas de Garantia de Renda	<i>Agricultural Systems</i>
Vargova; Rajcaniova	2018	Hungria, Polônia, República Checa e Eslováquia	Transmissão Espacial de Preços	<i>Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development</i>
Váryová et al.	2019	Eslováquia	Modelos de Previsão de Preços	<i>Potravinarstvo</i>
Vries; Feleke	2008	EUA	Modelos de Previsão de Preços	<i>Journal of dairy Science</i>
Weaver; Rosa; Vasciaveo	2016	Itália	Transmissão Vertical de Preços	<i>Italian Review of Agricultural Economics</i>
Weldesenbet	2013	Eslováquia	Transmissão Vertical de Preços	<i>Agricultural Economics</i>
Wolf	2012	EUA	Ferramentas de Gerenciamento de Risco	<i>Journal of dairy Science</i>
Wolf	2010	EUA	Relação entre o preço do leite e da ração	<i>Journal of dairy Science</i>

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

ANEXO B: Resultados Função Impulso Resposta - Série Países

Período	BR	ARG	UE	NZ	URU	EUA
Respostas de Brasil						
1	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,100	-0,008	-0,007	0,001	-0,003	0,021
3	0,111	-0,016	-0,007	0,005	-0,006	0,040
4	0,110	-0,019	-0,005	0,010	-0,007	0,052
5	0,105	-0,020	-0,003	0,014	-0,008	0,059
6	0,101	-0,020	-0,001	0,016	-0,008	0,062
7	0,098	-0,020	0,000	0,017	-0,008	0,063
8	0,097	-0,019	0,000	0,017	-0,008	0,063
9	0,096	-0,019	0,000	0,017	-0,008	0,062
10	0,096	-0,018	0,000	0,017	-0,008	0,062
11	0,096	-0,018	0,000	0,017	-0,008	0,062
12	0,096	-0,018	0,000	0,017	-0,008	0,062
Respostas de Argentina						
1	-0,001753	0,069779	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,005022	0,088623	-0,005797	0,002316	0,003399	-0,004959
3	0,008990	0,093861	-0,008305	0,003602	0,003044	-0,004805
4	0,009991	0,094922	-0,008754	0,004485	0,002619	-0,002793
5	0,009664	0,095072	-0,008563	0,005217	0,002423	-0,001288
6	0,009017	0,095152	-0,008298	0,005723	0,002342	-0,000466
7	0,008468	0,095265	-0,008112	0,006007	0,002328	-0,000128
8	0,008121	0,095377	-0,008016	0,006136	0,002340	-0,000056
9	0,007944	0,095461	-0,007979	0,006178	0,002357	-0,000089
10	0,007875	0,095512	-0,007972	0,006181	0,002369	-0,000146
11	0,007861	0,095538	-0,007978	0,006170	0,002377	-0,000192
12	0,007868	0,095548	-0,007985	0,006159	0,002380	-0,000220
Respostas de União Europeia						
1	-0,028739	0,019757	0,072597	0,000000	0,000000	0,000000
2	-0,018761	0,023924	0,075892	0,009455	0,001133	0,012691
3	-0,013051	0,024831	0,074153	0,010863	0,002394	0,018084
4	-0,011901	0,024608	0,074105	0,012661	0,001784	0,021733
5	-0,012826	0,024391	0,074697	0,014020	0,001355	0,024601
6	-0,014135	0,024432	0,075241	0,014889	0,001246	0,026031
7	-0,015145	0,024626	0,075578	0,015363	0,001240	0,026539
8	-0,015749	0,024829	0,075738	0,015566	0,001268	0,026608
9	-0,016038	0,024978	0,075793	0,015622	0,001300	0,026516
10	-0,016139	0,025066	0,075797	0,015616	0,001323	0,026403
11	-0,016151	0,025108	0,075784	0,015592	0,001336	0,026319
12	-0,016132	0,025122	0,075770	0,015571	0,001341	0,026270

Período	BR	ARG	EU	NZ	URU	EUA
Respostas de Nova Zelândia:						
1	-0,021606	0,013171	0,059065	0,070370	0,000000	0,000000
2	-0,005637	0,026189	0,051242	0,065451	0,012228	0,000413
3	0,007833	0,029637	0,044957	0,062305	0,014484	-0,008301
4	0,014955	0,029211	0,042733	0,061534	0,013287	-0,007619
5	0,017527	0,028003	0,042333	0,061612	0,012773	-0,005109
6	0,017925	0,027235	0,042533	0,062147	0,012497	-0,003243
7	0,017528	0,026935	0,042834	0,062654	0,012353	-0,002093
8	0,017007	0,026894	0,043065	0,062988	0,012308	-0,001534
9	0,016612	0,026954	0,043199	0,063167	0,012306	-0,001340
10	0,016379	0,027029	0,043262	0,063242	0,012319	-0,001319
11	0,016270	0,027086	0,043282	0,063261	0,012331	-0,001357
12	0,016233	0,027119	0,043283	0,063257	0,012340	-0,001403
Respostas de Uruguai:						
1	-0,008228	0,017304	0,020215	0,009619	0,043248	0,000000
2	-0,000071	0,028575	0,017128	0,021849	0,041519	-0,001367
3	0,001094	0,031733	0,016515	0,025228	0,040110	0,007168
4	-0,000882	0,032430	0,017300	0,027529	0,039883	0,011430
5	-0,003181	0,032921	0,018135	0,029095	0,039677	0,013521
6	-0,004901	0,033389	0,018666	0,029885	0,039666	0,014310
7	-0,005905	0,033774	0,018918	0,030211	0,039725	0,014376
8	-0,006374	0,034037	0,018998	0,030295	0,039780	0,014198
9	-0,006531	0,034186	0,019000	0,030279	0,039818	0,014001
10	-0,006543	0,034255	0,018976	0,030237	0,039839	0,013858
11	-0,006507	0,034278	0,018951	0,030201	0,039848	0,013777
12	-0,006467	0,034280	0,018934	0,030177	0,039851	0,013741
Respostas de Estados Unidos:						
1	-0,013259	-0,008293	0,056015	-0,053050	-0,002475	0,242445
2	0,012928	-0,017048	0,044900	-0,079738	0,041752	0,189090
3	0,041434	-0,018258	0,034995	-0,084518	0,037609	0,167816
4	0,056755	-0,022436	0,030882	-0,089118	0,035799	0,170428
5	0,063362	-0,026098	0,029743	-0,090148	0,035268	0,173641
6	0,065344	-0,028163	0,029840	-0,089588	0,034633	0,176819
7	0,065240	-0,029094	0,030284	-0,088829	0,034307	0,179106
8	0,064528	-0,029377	0,030691	-0,088231	0,034185	0,180329
9	0,063854	-0,029365	0,030958	-0,087867	0,034156	0,180846
10	0,063403	-0,029266	0,031098	-0,087692	0,034166	0,180984
11	0,063163	-0,029171	0,031155	-0,087629	0,034185	0,180962
12	0,063064	-0,029108	0,031168	-0,087621	0,034201	0,180898

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa

ANEXO C: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão - Série Países

Período	S.E.	BR	ARG	UE	NZ	URU	EUA
Decomposição da Variância para Brasil							
1	0,0648	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1218	96,0446	0,4779	0,3255	0,0056	0,0585	3,0879
3	0,1703	91,3582	1,0958	0,3514	0,0909	0,1354	6,9684
4	0,2104	86,9203	1,5698	0,2872	0,2845	0,2111	10,7271
5	0,2440	83,2249	1,8715	0,2260	0,5236	0,2671	13,8868
6	0,2726	80,3799	2,0465	0,1829	0,7544	0,3053	16,3310
7	0,2978	78,2638	2,1445	0,1534	0,9508	0,3312	18,1564
8	0,3206	76,7004	2,1999	0,1324	1,1076	0,3490	19,5108
9	0,3416	75,5317	2,2330	0,1166	1,2296	0,3618	20,5272
10	0,3612	74,6372	2,2547	0,1043	1,3247	0,3714	21,3077
11	0,3798	73,9325	2,2706	0,0943	1,3999	0,3790	21,9238
12	0,3976	73,3612	2,2832	0,0861	1,4607	0,3851	22,4238
Decomposição da Variância para Argentina							
1	0,0698	0,0630	99,9370	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1133	0,2206	99,1938	0,2620	0,0418	0,0901	0,1917
3	0,1478	0,4998	98,6325	0,4699	0,0840	0,0954	0,2184
4	0,1762	0,6729	98,3583	0,5772	0,1238	0,0891	0,1787
5	0,2007	0,7503	98,2348	0,6268	0,1630	0,0833	0,1418
6	0,2226	0,7745	98,1834	0,6488	0,1987	0,0788	0,1158
7	0,2425	0,7745	98,1648	0,6586	0,2288	0,0756	0,0976
8	0,2609	0,7659	98,1601	0,6633	0,2529	0,0734	0,0843
9	0,2781	0,7556	98,1605	0,6660	0,2719	0,0717	0,0742
10	0,2943	0,7461	98,1623	0,6679	0,2869	0,0705	0,0663
11	0,3097	0,7382	98,1640	0,6696	0,2987	0,0696	0,0599
12	0,3244	0,7318	98,1653	0,6710	0,3084	0,0688	0,0546
Decomposição da Variância para União Europeia							
1	0,0805	12,7327	6,0176	81,2498	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1159	8,7757	7,1722	82,1765	0,6661	0,0096	1,2000
3	0,1420	6,6881	7,8340	81,9929	1,0288	0,0348	2,4213
4	0,1644	5,5113	8,0818	81,4563	1,3602	0,0377	3,5527
5	0,1849	4,8408	8,1334	80,7584	1,6511	0,0352	4,5811
6	0,2038	4,4641	8,1296	80,0804	1,8922	0,0327	5,4009
7	0,2214	4,2500	8,1246	79,4974	2,0846	0,0308	6,0125
8	0,2379	4,1210	8,1297	79,0239	2,2346	0,0296	6,4612
9	0,2533	4,0354	8,1423	78,6480	2,3512	0,0287	6,7943
10	0,2678	3,9723	8,1582	78,3501	2,4428	0,0281	7,0486
11	0,2816	3,9219	8,1741	78,1111	2,5161	0,0277	7,2490
12	0,2947	3,8799	8,1887	77,9160	2,5761	0,0273	7,4121

Período	S.E.	BR	ARG	UE	NZ	URU	EUA
Decomposição da Variância para Nova Zelândia							
1	0,0953	5,1408	1,9102	38,4178	54,5311	0,0000	0,0000
2	0,1298	2,9577	5,0977	36,2705	54,7861	0,8870	0,0010
3	0,1549	2,3352	7,2466	33,9276	54,7041	1,4984	0,2881
4	0,1758	2,5357	8,3841	32,2349	54,7000	1,7340	0,4114
5	0,1944	2,8878	8,9356	31,1176	54,8027	1,8506	0,4057
6	0,2114	3,1609	9,2156	30,3602	54,9824	1,9143	0,3666
7	0,2272	3,3305	9,3803	29,8269	55,1844	1,9522	0,3257
8	0,2421	3,4269	9,4959	29,4347	55,3737	1,9779	0,2909
9	0,2562	3,4813	9,5884	29,1334	55,5371	1,9973	0,2625
10	0,2695	3,5140	9,6670	28,8931	55,6732	2,0131	0,2395
11	0,2823	3,5363	9,7351	28,6959	55,7856	2,0264	0,2207
12	0,2945	3,5536	9,7942	28,5305	55,8788	2,0378	0,2051
Decomposição da Variância para Uruguai							
1	0,0523	2,4719	10,9335	14,9214	3,3782	68,2949	0,0000
2	0,0778	1,1188	18,4406	11,6003	9,4177	59,3918	0,0309
3	0,0981	0,7155	22,0469	10,1229	12,5283	54,0333	0,5530
4	0,1160	0,5177	23,5856	9,4653	14,5929	50,4724	1,3662
5	0,1322	0,4563	24,3528	9,1665	16,0737	47,8536	2,0971
6	0,1471	0,4796	24,8245	9,0151	17,1118	45,9288	2,6403
7	0,1609	0,5360	25,1739	8,9241	17,8410	44,5177	3,0073
8	0,1736	0,5950	25,4580	8,8598	18,3634	43,4730	3,2509
9	0,1855	0,6451	25,6947	8,8093	18,7487	42,6851	3,4171
10	0,1967	0,6846	25,8919	8,7678	19,0428	42,0765	3,5365
11	0,2072	0,7152	26,0558	8,7331	19,2749	41,5940	3,6271
12	0,2173	0,7392	26,1922	8,7038	19,4634	41,2019	3,6996
Decomposição da Variância para Estados Unidos							
1	0,2549	0,2705	0,1058	4,8286	4,3309	0,0094	90,4548
2	0,3336	0,3081	0,3229	4,6299	8,2403	1,5716	84,9272
3	0,3890	1,3613	0,4578	4,2155	10,7833	2,0910	81,0911
4	0,4407	2,7185	0,6158	3,7744	12,4877	2,2884	78,1152
5	0,4892	3,8836	0,7843	3,4328	13,5298	2,3769	75,9926
6	0,5346	4,7465	0,9344	3,1865	14,1394	2,4103	74,5830
7	0,5770	5,3524	1,0562	3,0106	14,5063	2,4224	73,6522
8	0,6168	5,7795	1,1514	2,8827	14,7436	2,4275	73,0154
9	0,6541	6,0909	1,2251	2,7868	14,9116	2,4307	72,5549
10	0,6895	6,3285	1,2830	2,7120	15,0406	2,4336	72,2023
11	0,7230	6,5178	1,3294	2,6517	15,1456	2,4365	71,9190
12	0,7551	6,6739	1,3676	2,6018	15,2339	2,4392	71,6837

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa

ANEXO D: Resultados Função Impulso Resposta – Série Países com TMAP

Período	TMAP	BR	ARG	UE	NZ	URU	EUA
Respostas de TMAP							
1	0,0791 (-0,0063)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)
2	0,0406 -0,0092	-0,0004 -0,0090	-0,0111 -0,0092	-0,0041 -0,0090	-0,0110 -0,0091	-0,0049 -0,0093	0,0164 -0,0091
3	0,0172 -0,0090	0,0018 -0,0062	-0,0098 -0,0076	-0,0007 -0,0061	-0,0074 -0,0056	-0,0011 -0,0053	0,0068 -0,0052
4	0,0070 -0,0068	0,0010 -0,0034	-0,0061 -0,0048	0,0005 -0,0032	-0,0026 -0,0030	-0,0011 -0,0024	0,0034 -0,0029
5	0,0028 -0,0044	0,0007 -0,0018	-0,0031 -0,0028	0,0003 -0,0015	-0,0012 -0,0016	-0,0003 -0,0011	0,0018 -0,0017
6	0,0012 -0,0025	0,0004 -0,0009	-0,0014 -0,0016	0,0001 -0,0007	-0,0005 -0,0008	-0,0001 -0,0005	0,0007 -0,0010
7	0,0005 -0,0014	0,0002 -0,0004	-0,0006 -0,0009	0,0001 -0,0003	-0,0002 -0,0004	-0,0001 -0,0002	0,0003 -0,0006
8	0,0002 -0,0007	0,0001 -0,0002	-0,0003 -0,0005	0,0000 -0,0002	-0,0001 -0,0002	0,0000 -0,0001	0,0001 -0,0003
9	0,0001 -0,0004	0,0000 -0,0001	-0,0001 -0,0003	0,0000 -0,0001	0,0000 -0,0001	0,0000 0,0000	0,0001 -0,0002
10	0,0000 -0,0002	0,0000 -0,0001	-0,0001 -0,0001	0,0000 0,0000	0,0000 -0,0001	0,0000 0,0000	0,0000 -0,0001
11	0,0000 -0,0001	0,0000 0,0000	0,0000 -0,0001	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000
12	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000	0,0000 0,0000
Respostas de Brasil							
1	0,064039 -0,00548	0,018774 -0,00148	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	0,038919 -0,00788	0,000521 -0,00762	-0,011183 -0,00774	-0,00485 -0,00756	-0,006317 -0,00769	-0,004351 -0,00782	0,014075 -0,00765
3	0,016668 -0,008	0,002352 -0,00567	-0,008911 -0,00685	-0,00145 -0,00562	-0,007015 -0,00514	-0,00067 -0,00496	0,006562 -0,00483
4	0,006916 -0,00624	0,000935 -0,00323	-0,005676 -0,00443	0,000309 -0,00298	-0,002408 -0,00282	-0,00105 -0,0023	0,003007 -0,00269
5	0,002767 -0,00405	0,000711 -0,00167	-0,002911 -0,00259	0,00024 -0,00146	-0,001192 -0,00147	-0,000353 -0,00106	0,001704 -0,00159
6	0,001187 -0,00235	0,000364 -0,00083	-0,001388 -0,00148	0,000117 -0,00069	-0,000445 -0,00079	-0,000118 -0,0005	0,000674 -0,00094
7	0,000509 -0,00128	0,000179 -0,00041	-0,000624 -0,00084	4,91E-05 -0,00032	-0,000179 -0,00041	-5,68E-05 -0,00023	0,000305 -0,00053
8	0,000222	8,47E-05	-0,000275	1,78E-05	-7,69E-05	-2,05E-05	0,000132

	-0,00067	-0,0002	-0,00046	-0,00014	-0,00021	-0,0001	-0,00029
9	9,81E-05	3,79E-05	-0,000121	6,98E-06	-3,21E-05	-9,17E-06	5,66E-05
	-0,00034	-9,70E-05	-0,00025	-6,40E-05	-0,00011	-4,80E-05	-0,00015
10	4,32E-05	1,69E-05	-5,28E-05	2,76E-06	-1,41E-05	-4,00E-06	2,50E-05
	-0,00017	-4,80E-05	-0,00013	-2,80E-05	-5,30E-05	-2,20E-05	-7,90E-05
11	1,90E-05	7,44E-06	-2,32E-05	1,14E-06	-6,18E-06	-1,73E-06	1,09E-05
	-8,40E-05	-2,40E-05	-6,90E-05	-1,30E-05	-2,60E-05	-1,00E-05	-4,00E-05
12	8,39E-06	3,27E-06	-1,02E-05	4,91E-07	-2,72E-06	-7,74E-07	4,80E-06
	-4,10E-05	-1,20E-05	-3,50E-05	-5,60E-06	-1,30E-05	-4,70E-06	-2,00E-05

Respostas de Argentina							
1	-0,001197	-0,00928	0,068421	0	0	0	0
	-0,00772	-0,00768	-0,00541	0	0	0	0
2	0,01078	-0,009961	0,017723	-0,004784	0,00043	0,001475	-0,00525
	-0,00759	-0,00787	-0,00788	-0,00762	-0,00778	-0,00794	-0,00784
3	0,003681	-0,002759	0,004497	-0,001018	-0,002122	-0,000797	5,80E-05
	-0,00621	-0,0036	-0,00471	-0,00356	-0,00324	-0,00298	-0,00332
4	0,001159	-0,000838	0,000557	5,16E-05	-0,000882	-0,000297	0,0003
	-0,00386	-0,0014	-0,00233	-0,00128	-0,00139	-0,00078	-0,00151
5	0,000343	-0,000198	-0,000104	0,000117	-0,000293	-0,00011	0,000205
	-0,00196	-0,00049	-0,00116	-0,00043	-0,00063	-0,00026	-0,00072
6	0,000111	-2,71E-05	-0,000116	5,25E-05	-9,10E-05	-2,76E-05	9,07E-05
	-0,00087	-0,00019	-0,00062	-0,00013	-0,00032	-0,00011	-0,00039
7	4,13E-05	3,53E-06	-6,10E-05	1,79E-05	-2,56E-05	-7,62E-06	3,40E-05
	-0,00037	-8,50E-05	-0,00033	-4,40E-05	-0,00015	-5,00E-05	-0,00018
8	1,71E-05	5,44E-06	-2,68E-05	5,19E-06	-8,03E-06	-2,24E-06	1,34E-05
	-0,00015	-4,20E-05	-0,00016	-1,90E-05	-6,20E-05	-2,10E-05	-8,40E-05
9	7,56E-06	3,13E-06	-1,12E-05	1,38E-06	-2,80E-06	-7,07E-07	5,20E-06
	-6,30E-05	-2,10E-05	-7,50E-05	-8,40E-06	-2,50E-05	-8,30E-06	-3,70E-05
10	3,40E-06	1,48E-06	-4,67E-06	3,71E-07	-1,10E-06	-2,98E-07	2,13E-06
	-2,60E-05	-9,90E-06	-3,40E-05	-3,60E-06	-1,00E-05	-3,30E-06	-1,60E-05
11	1,53E-06	6,53E-07	-1,97E-06	1,08E-07	-4,79E-07	-1,29E-07	9,06E-07
	-1,10E-05	-4,60E-06	-1,50E-05	-1,40E-06	-4,10E-06	-1,30E-06	-6,80E-06
12	6,83E-07	2,81E-07	-8,47E-07	3,82E-08	-2,13E-07	-5,89E-08	3,92E-07
	-5,00E-06	-2,00E-06	-6,30E-06	-5,90E-07	-1,70E-06	-5,50E-07	-2,90E-06

Respostas de União Europeia							
1	-0,026252	-0,00929	0,017044	0,072857	0	0	0
	-0,00868	-0,0084	-0,00826	-0,00576	0	0	0
2	0,014483	-0,011753	0,001826	0,004358	0,005392	-0,001661	0,009419
	-0,00854	-0,00886	-0,00902	-0,00886	-0,00905	-0,00922	-0,00908
3	0,007571	-2,64E-05	0,00029	-0,001664	-0,004459	0,001651	0,002231
	-0,00601	-0,00339	-0,00408	-0,00333	-0,00353	-0,00333	-0,00417
4	0,003355	-0,000517	-0,001318	7,89E-05	-0,000737	-0,000746	0,000504
	-0,00304	-0,00128	-0,00191	-0,00144	-0,00159	-0,0013	-0,00172
5	0,001167	0,000141	-0,000924	9,89E-05	-0,000694	-0,000206	0,000872

	-0,00149	-0,00063	-0,00109	-0,00056	-0,00073	-0,00047	-0,00066
6	0,000503	9,30E-05	-0,000527	6,04E-05	-0,000213	-4,02E-05	0,000247
	-0,0008	-0,00032	-0,0006	-0,00028	-0,00033	-0,00023	-0,00037
7	0,000205	5,67E-05	-0,000247	2,98E-05	-7,77E-05	-3,30E-05	0,000129
	-0,00043	-0,00015	-0,00032	-0,00013	-0,00016	-9,30E-05	-0,00019
8	8,78E-05	3,23E-05	-0,000111	9,39E-06	-3,45E-05	-7,57E-06	5,58E-05
	-0,00023	-7,40E-05	-0,00017	-5,70E-05	-7,70E-05	-4,10E-05	-9,80E-05
9	3,89E-05	1,45E-05	-4,88E-05	3,56E-06	-1,27E-05	-3,78E-06	2,23E-05
	-0,00012	-3,60E-05	-8,70E-05	-2,50E-05	-3,80E-05	-1,90E-05	-5,20E-05
10	1,70E-05	6,72E-06	-2,12E-05	1,27E-06	-5,68E-06	-1,64E-06	1,02E-05
	-5,80E-05	-1,70E-05	-4,50E-05	-1,10E-05	-1,90E-05	-8,30E-06	-2,70E-05
11	7,53E-06	2,98E-06	-9,26E-06	4,76E-07	-2,45E-06	-6,56E-07	4,33E-06
	-2,90E-05	-8,40E-06	-2,30E-05	-5,00E-06	-9,20E-06	-3,80E-06	-1,40E-05
12	3,33E-06	1,30E-06	-4,05E-06	2,00E-07	-1,07E-06	-3,10E-07	1,90E-06
	-1,40E-05	-4,10E-06	-1,20E-05	-2,20E-06	-4,50E-06	-1,80E-06	-6,80E-06

Respostas de Nova Zelândia

1	-0,020753	-0,019856	0,01102	0,05653	0,071822	0	0
	-0,01066	-0,01041	-0,01026	-0,00919	-0,00568	0	0
2	0,015818	8,64E-05	0,014119	-0,009267	-0,000656	0,009609	0,006299
	-0,01031	-0,01077	-0,01096	-0,0107	-0,01091	-0,01111	-0,01095
3	0,010121	-0,001657	0,003172	-0,003308	-0,000774	0,000204	-0,002822
	-0,00676	-0,00385	-0,0043	-0,00373	-0,00429	-0,00414	-0,0053
4	0,003555	-0,00043	-0,000311	-0,000376	-0,001466	-0,000965	0,001481
	-0,00326	-0,00161	-0,00224	-0,00173	-0,00198	-0,0016	-0,00195
5	0,001366	3,83E-05	-0,000796	2,40E-05	-0,000762	-0,00011	0,000647
	-0,00167	-0,00069	-0,00122	-0,00065	-0,00081	-0,00052	-0,00077
6	0,00054	4,78E-05	-0,000511	7,75E-05	-0,000222	-9,76E-05	0,000273
	-0,00083	-0,00032	-0,00064	-0,00029	-0,00037	-0,00024	-0,00039
7	0,000213	5,62E-05	-0,000252	3,23E-05	-9,95E-05	-2,87E-05	0,000146
	-0,00042	-0,00015	-0,00033	-0,00013	-0,00017	-9,80E-05	-0,00019
8	9,23E-05	3,02E-05	-0,000116	1,18E-05	-3,49E-05	-8,83E-06	5,50E-05
	-0,00021	-7,40E-05	-0,00017	-5,90E-05	-8,00E-05	-4,40E-05	-9,50E-05
9	3,99E-05	1,48E-05	-5,09E-05	4,26E-06	-1,38E-05	-4,38E-06	2,45E-05
	-0,00011	-3,60E-05	-8,50E-05	-2,70E-05	-3,80E-05	-1,90E-05	-4,90E-05
10	1,76E-05	6,97E-06	-2,22E-05	1,41E-06	-5,98E-06	-1,55E-06	1,05E-05
	-5,50E-05	-1,70E-05	-4,30E-05	-1,20E-05	-1,80E-05	-8,50E-06	-2,50E-05
11	7,79E-06	3,07E-06	-9,65E-06	5,31E-07	-2,51E-06	-7,14E-07	4,49E-06
	-2,70E-05	-8,20E-06	-2,20E-05	-5,20E-06	-8,80E-06	-3,90E-06	-1,30E-05
12	3,44E-06	1,36E-06	-4,21E-06	2,09E-07	-1,11E-06	-3,16E-07	1,99E-06
	-1,40E-05	-4,00E-06	-1,10E-05	-2,30E-06	-4,30E-06	-1,80E-06	-6,40E-06

Resposta de Uruguai

1	-0,001816	-0,016241	0,013978	0,02156	0,005073	0,042661	0
	-0,00589	-0,00574	-0,00549	-0,0051	-0,00479	-0,00337	0
2	0,01246	-0,009183	0,008983	-0,001132	0,006581	-0,001962	-0,006448

	-0,00581	-0,00597	-0,00602	-0,00588	-0,00599	-0,00609	-0,00599
3	0,004374	-0,000859	0,002307	-0,001213	-0,003136	-0,000366	0,002739
	-0,00436	-0,00277	-0,00326	-0,00274	-0,00279	-0,00269	-0,0031
4	0,001964	-0,000463	-0,000325	-6,74E-05	-0,000792	-0,000128	0,00012
	-0,00244	-0,00104	-0,00152	-0,00105	-0,00119	-0,00094	-0,00131
5	0,000658	-6,22E-05	-0,000433	0,000106	-0,000342	-0,000204	0,000411
	-0,00122	-0,00042	-0,0008	-0,00037	-0,00051	-0,0003	-0,00052
6	0,000254	3,89E-05	-0,000268	4,29E-05	-0,000149	-2,22E-05	0,00017
	-0,00059	-0,00018	-0,00043	-0,00016	-0,00024	-0,00013	-0,00026
7	0,000107	2,40E-05	-0,000131	2,00E-05	-4,09E-05	-1,56E-05	6,15E-05
	-0,00028	-8,70E-05	-0,00022	-6,90E-05	-0,00011	-5,70E-05	-0,00013
8	4,43E-05	1,59E-05	-5,82E-05	6,41E-06	-1,80E-05	-5,23E-06	3,06E-05
	-0,00013	-4,20E-05	-0,00011	-3,00E-05	-4,90E-05	-2,40E-05	-6,20E-05
9	1,97E-05	7,60E-06	-2,55E-05	2,02E-06	-6,82E-06	-1,63E-06	1,17E-05
	-6,30E-05	-2,00E-05	-5,60E-05	-1,40E-05	-2,20E-05	-1,00E-05	-3,00E-05
10	8,69E-06	3,44E-06	-1,10E-05	7,16E-07	-2,81E-06	-8,68E-07	5,16E-06
	-3,00E-05	-9,70E-06	-2,70E-05	-6,00E-06	-1,00E-05	-4,50E-06	-1,50E-05
11	3,84E-06	1,55E-06	-4,77E-06	2,48E-07	-1,26E-06	-3,35E-07	2,25E-06
	-1,50E-05	-4,60E-06	-1,30E-05	-2,60E-06	-4,90E-06	-2,00E-06	-7,20E-06
12	1,70E-06	6,72E-07	-2,08E-06	1,01E-07	-5,43E-07	-1,54E-07	9,69E-07
	-7,20E-06	-2,20E-06	-6,40E-06	-1,10E-06	-2,30E-06	-9,10E-07	-3,50E-06

Respostas de Estados Unidos

1	-0,030104	-0,008585	-0,008783	0,041934	-0,033149	-0,024476	0,253839
	-0,02926	-0,02916	-0,02914	-0,02894	-0,02863	-0,02845	-0,02007
2	0,028103	0,007317	-0,003005	-0,013869	-0,011952	0,039147	-0,030786
	-0,02789	-0,02927	-0,02993	-0,02943	-0,03004	-0,03048	-0,02987
3	0,010832	-0,004974	-0,002533	0,001604	0,005716	-0,010325	-0,000375
	-0,01698	-0,00937	-0,00978	-0,009	-0,01123	-0,01085	-0,01441
4	0,003005	0,00169	-0,001916	-0,000559	-0,004278	0,000652	0,00484
	-0,00645	-0,00316	-0,0039	-0,00275	-0,00491	-0,00354	-0,00476
5	0,001802	2,03E-05	-0,001536	0,000139	-0,0002	-7,49E-05	-0,00017
	-0,00302	-0,00123	-0,00226	-0,00104	-0,00149	-0,00133	-0,00201
6	0,000593	0,000161	-0,000683	9,74E-05	-0,000273	-0,0002	0,000555
	-0,00156	-0,00051	-0,0012	-0,00038	-0,00064	-0,00043	-0,00093
7	0,00027	0,000102	-0,000329	1,96E-05	-0,000125	7,29E-06	0,000157
	-0,00078	-0,00026	-0,00062	-0,00017	-0,00029	-0,00016	-0,00038
8	0,000119	3,76E-05	-0,000147	1,35E-05	-3,17E-05	-1,81E-05	6,18E-05
	-0,0004	-0,00012	-0,00032	-7,90E-05	-0,00013	-6,80E-05	-0,00019
9	5,04E-05	2,09E-05	-6,35E-05	3,86E-06	-1,94E-05	-4,71E-06	3,38E-05
	-0,0002	-5,90E-05	-0,00016	-3,40E-05	-6,40E-05	-2,60E-05	-9,50E-05
10	2,28E-05	8,78E-06	-2,80E-05	1,50E-06	-7,21E-06	-1,76E-06	1,24E-05
	-9,70E-05	-2,80E-05	-8,20E-05	-1,50E-05	-3,00E-05	-1,20E-05	-4,60E-05
11	9,98E-06	3,89E-06	-1,22E-05	6,54E-07	-3,20E-06	-1,05E-06	5,84E-06
	-4,70E-05	-1,40E-05	-4,10E-05	-6,80E-06	-1,50E-05	-5,60E-06	-2,30E-05

12	4,40E-06	1,74E-06	-5,35E-06	2,50E-07	-1,46E-06	-3,74E-07	2,54E-06
	-2,30E-05	-6,70E-06	-2,00E-05	-3,00E-06	-7,10E-06	-2,60E-06	-1,10E-05

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa

ANEXO E: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão – Série Países com TMAP

Período	S.E.	TMAP	BR	ARG	EU	NZ	URU	EUA
Decomposição da Variância para Brasil:								
1	0,067	92,086	7,914	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,080	88,104	5,534	1,962	0,369	0,626	0,297	3,108
3	0,083	86,269	5,244	2,993	0,375	1,304	0,284	3,530
4	0,083	85,752	5,184	3,416	0,371	1,370	0,296	3,611
5	0,083	85,602	5,175	3,528	0,371	1,386	0,296	3,642
6	0,083	85,571	5,174	3,553	0,371	1,388	0,297	3,646
7	0,083	85,565	5,174	3,559	0,371	1,388	0,297	3,647
8	0,083	85,563	5,174	3,560	0,371	1,388	0,297	3,648
9	0,083	85,563	5,174	3,560	0,371	1,388	0,297	3,648
10	0,083	85,563	5,174	3,560	0,371	1,388	0,297	3,648
11	0,083	85,563	5,174	3,560	0,371	1,388	0,297	3,648
12	0,083	85,563	5,174	3,560	0,371	1,388	0,297	3,648
Decomposição da Variância para Argentina:								
1	0,069	0,030	1,806	98,164	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,073	2,198	3,463	93,351	0,428	0,003	0,041	0,515
3	0,073	2,430	3,574	92,904	0,443	0,087	0,052	0,511
4	0,074	2,453	3,585	92,852	0,443	0,101	0,054	0,512
5	0,074	2,455	3,585	92,847	0,443	0,103	0,054	0,513
6	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
7	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
8	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
9	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
10	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
11	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
12	0,074	2,456	3,585	92,846	0,443	0,103	0,054	0,513
Decomposição da Variância para União Europeia:								
1	0,080	10,812	1,354	4,557	83,277	0,000	0,000	0,000
2	0,083	13,095	3,269	4,280	77,600	0,424	0,040	1,292
3	0,083	13,754	3,228	4,227	76,660	0,704	0,079	1,348
4	0,083	13,887	3,225	4,243	76,499	0,711	0,087	1,348
5	0,083	13,899	3,224	4,253	76,461	0,717	0,087	1,359
6	0,083	13,902	3,224	4,257	76,453	0,718	0,087	1,359
7	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
8	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
9	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
10	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
11	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
12	0,083	13,902	3,224	4,258	76,452	0,718	0,087	1,360
Decomposição da Variância para Nova Zelândia:								
1	0,096	4,631	4,239	1,306	34,360	55,464	0,000	0,000

2	0,100	6,830	3,955	3,218	32,919	51,752	0,926	0,398
3	0,101	7,753	3,930	3,275	32,589	51,068	0,914	0,472
4	0,101	7,864	3,924	3,270	32,531	50,997	0,922	0,492
5	0,101	7,880	3,923	3,275	32,520	50,985	0,922	0,496
6	0,101	7,882	3,923	3,277	32,517	50,982	0,922	0,497
7	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497
8	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497
9	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497
10	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497
11	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497
12	0,101	7,882	3,923	3,278	32,517	50,981	0,922	0,497

Decomposição da Variância para Uruguai:

1	0,053	0,119	9,513	7,046	16,763	0,928	65,631	0,000
2	0,056	4,981	10,936	8,673	14,642	2,169	57,292	1,306
3	0,057	5,506	10,809	8,720	14,488	2,444	56,513	1,521
4	0,057	5,617	10,800	8,710	14,466	2,460	56,429	1,519
5	0,057	5,628	10,796	8,713	14,462	2,463	56,413	1,524
6	0,057	5,630	10,796	8,715	14,461	2,463	56,410	1,525
7	0,057	5,630	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525
8	0,057	5,630	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525
9	0,057	5,630	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525
10	0,057	5,631	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525
11	0,057	5,631	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525
12	0,057	5,631	10,796	8,715	14,461	2,463	56,409	1,525

Decomposição da Variância para Estados Unidos:

0,263	1,314	0,107	0,112	2,550	1,594	0,869	93,454	0,263
0,269	2,336	0,175	0,119	2,686	1,710	2,935	90,039	0,269
0,270	2,487	0,208	0,127	2,679	1,748	3,070	89,680	0,270
0,270	2,498	0,212	0,132	2,678	1,772	3,068	89,641	0,270
0,270	2,502	0,212	0,135	2,677	1,772	3,068	89,634	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,633	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270
0,270	2,502	0,212	0,136	2,677	1,772	3,068	89,632	0,270

Legenda: (ARG) Preços Argentina; (BR) Preços Brasil; (UE) Preços União Europeia; (NZ) Preços Nova Zelândia; (URU) Preços Uruguai; (EUA) Preços Estados Unidos; (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa

Anexo F: Função Impulso Resposta – Série Mercado Nacional

2	0,119	0,018	-0,009	0,023	0,049	-0,022	0,007	0,007	0,006	-0,008	0,011	-0,007
3	0,138	0,016	-0,016	0,028	0,065	-0,028	0,010	0,006	0,008	-0,012	0,016	-0,013
4	0,141	0,013	-0,022	0,031	0,074	-0,033	0,011	0,005	0,010	-0,013	0,018	-0,017
5	0,138	0,011	-0,024	0,031	0,076	-0,033	0,011	0,005	0,010	-0,013	0,019	-0,018
6	0,135	0,010	-0,025	0,030	0,075	-0,033	0,010	0,004	0,010	-0,012	0,019	-0,017
7	0,132	0,009	-0,024	0,028	0,074	-0,032	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,019	-0,017
8	0,131	0,009	-0,024	0,028	0,073	-0,031	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,018	-0,017
9	0,130	0,009	-0,024	0,028	0,072	-0,031	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,018	-0,016
10	0,130	0,010	-0,024	0,028	0,072	-0,031	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,018	-0,016
11	0,130	0,010	-0,024	0,028	0,072	-0,031	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,018	-0,016
12	0,131	0,010	-0,024	0,028	0,072	-0,031	0,009	0,004	0,010	-0,012	0,018	-0,016

Respostas de Minas Gerais:

1	0,064	0,013	-0,001	0,002	-0,002	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,105	0,015	-0,004	0,020	0,023	-0,010	0,008	0,002	0,003	-0,004	0,008	-0,005
3	0,124	0,011	-0,010	0,025	0,036	-0,016	0,009	0,004	0,006	-0,008	0,014	-0,010
4	0,128	0,008	-0,013	0,027	0,043	-0,019	0,010	0,003	0,006	-0,009	0,017	-0,012
5	0,126	0,006	-0,016	0,027	0,045	-0,020	0,009	0,003	0,008	-0,010	0,018	-0,014
6	0,123	0,006	-0,016	0,026	0,045	-0,020	0,009	0,002	0,007	-0,009	0,018	-0,014
7	0,120	0,005	-0,016	0,025	0,044	-0,019	0,008	0,002	0,008	-0,009	0,018	-0,014
8	0,119	0,005	-0,016	0,025	0,043	-0,019	0,008	0,002	0,007	-0,009	0,018	-0,013
9	0,119	0,006	-0,016	0,025	0,043	-0,019	0,008	0,002	0,007	-0,009	0,017	-0,013
10	0,119	0,006	-0,016	0,025	0,043	-0,018	0,008	0,002	0,007	-0,009	0,017	-0,013
11	0,119	0,006	-0,016	0,025	0,043	-0,018	0,008	0,002	0,007	-0,009	0,017	-0,013
12	0,119	0,006	-0,016	0,025	0,043	-0,019	0,008	0,002	0,007	-0,009	0,017	-0,013

Respostas de Mato Grosso do Sul:

1	0,050	0,013	-0,004	0,005	0,000	0,011	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,089	0,014	-0,010	0,019	0,016	-0,001	0,043	-0,009	0,010	-0,015	0,005	-0,002
3	0,105	0,008	-0,011	0,020	0,029	-0,010	0,047	-0,002	0,005	-0,020	0,010	-0,005
4	0,109	0,007	-0,014	0,022	0,034	-0,011	0,043	-0,004	0,007	-0,021	0,015	-0,008
5	0,107	0,006	-0,015	0,022	0,037	-0,013	0,045	-0,004	0,008	-0,021	0,015	-0,010
6	0,104	0,005	-0,017	0,022	0,037	-0,012	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,015	-0,010
7	0,101	0,005	-0,017	0,021	0,036	-0,012	0,045	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,010
8	0,100	0,005	-0,016	0,021	0,035	-0,011	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,010
9	0,100	0,005	-0,016	0,020	0,034	-0,011	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,009
10	0,100	0,005	-0,016	0,020	0,034	-0,011	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,009
11	0,100	0,005	-0,016	0,020	0,034	-0,011	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,009
12	0,100	0,005	-0,016	0,020	0,034	-0,011	0,044	-0,005	0,008	-0,020	0,014	-0,009

Respostas de Paraná:

1	0,054	0,027	-0,008	-0,004	-0,004	-0,011	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,096	0,032	-0,001	0,010	0,018	-0,019	0,007	0,016	0,000	-0,002	0,016	-0,003
3	0,117	0,027	-0,005	0,016	0,030	-0,028	0,007	0,019	0,007	-0,009	0,024	-0,009
4	0,122	0,026	-0,008	0,018	0,038	-0,033	0,009	0,019	0,006	-0,010	0,026	-0,011
5	0,121	0,025	-0,012	0,020	0,041	-0,034	0,009	0,018	0,008	-0,011	0,026	-0,014
6	0,118	0,024	-0,013	0,020	0,042	-0,034	0,010	0,017	0,008	-0,010	0,025	-0,014

7	0,116	0,024	-0,013	0,019	0,040	-0,033	0,009	0,017	0,008	-0,010	0,025	-0,014
8	0,115	0,024	-0,013	0,018	0,040	-0,032	0,009	0,017	0,007	-0,010	0,025	-0,013
9	0,114	0,024	-0,012	0,018	0,039	-0,032	0,008	0,017	0,007	-0,010	0,025	-0,013
10	0,114	0,024	-0,012	0,018	0,039	-0,032	0,008	0,017	0,007	-0,010	0,025	-0,013
11	0,114	0,024	-0,012	0,018	0,039	-0,032	0,008	0,017	0,007	-0,010	0,025	-0,013
12	0,115	0,024	-0,012	0,018	0,039	-0,032	0,009	0,017	0,007	-0,010	0,025	-0,013

Respostas de Rio de Janeiro:

1	0,032	0,009	-0,013	-0,002	0,002	-0,006	-0,002	-0,003	0,050	0,000	0,000	0,000
2	0,056	0,006	-0,006	0,009	0,012	-0,022	0,016	0,008	0,037	-0,010	0,000	0,010
3	0,077	0,010	-0,013	0,015	0,016	-0,025	0,012	0,004	0,044	-0,019	0,001	0,002
4	0,082	0,012	-0,016	0,020	0,029	-0,032	0,019	0,005	0,042	-0,017	0,000	-0,002
5	0,084	0,011	-0,021	0,022	0,031	-0,032	0,018	0,003	0,045	-0,017	0,001	-0,004
6	0,082	0,009	-0,021	0,021	0,032	-0,032	0,019	0,004	0,043	-0,016	0,001	-0,003
7	0,081	0,008	-0,021	0,020	0,030	-0,031	0,017	0,003	0,044	-0,017	0,002	-0,003
8	0,080	0,008	-0,020	0,019	0,030	-0,031	0,017	0,004	0,043	-0,017	0,002	-0,002
9	0,079	0,008	-0,020	0,019	0,029	-0,031	0,017	0,004	0,044	-0,017	0,002	-0,002
10	0,079	0,008	-0,020	0,019	0,030	-0,031	0,017	0,004	0,043	-0,017	0,002	-0,002
11	0,079	0,008	-0,020	0,019	0,029	-0,031	0,017	0,004	0,044	-0,017	0,001	-0,002
12	0,079	0,008	-0,020	0,019	0,030	-0,031	0,017	0,004	0,043	-0,017	0,001	-0,002

Respostas de Rio Grande do Sul:

1	0,053	0,025	0,001	-0,004	-0,001	-0,003	-0,001	-0,007	0,002	0,020	0,000	0,000
2	0,094	0,026	0,000	0,018	0,019	-0,018	0,006	0,000	0,011	0,016	0,013	-0,006
3	0,114	0,021	-0,002	0,019	0,031	-0,021	0,008	0,001	0,010	0,013	0,020	-0,007
4	0,120	0,018	-0,004	0,022	0,037	-0,026	0,006	0,001	0,013	0,009	0,024	-0,009
5	0,119	0,018	-0,006	0,022	0,040	-0,028	0,007	0,001	0,013	0,009	0,025	-0,011
6	0,117	0,017	-0,008	0,022	0,041	-0,028	0,007	0,000	0,014	0,009	0,024	-0,012
7	0,114	0,017	-0,009	0,022	0,040	-0,028	0,007	0,000	0,013	0,010	0,024	-0,012
8	0,113	0,017	-0,008	0,021	0,039	-0,027	0,007	0,000	0,013	0,010	0,023	-0,012
9	0,113	0,017	-0,008	0,021	0,039	-0,027	0,007	0,000	0,013	0,010	0,024	-0,011
10	0,113	0,017	-0,008	0,021	0,038	-0,027	0,006	0,000	0,013	0,010	0,024	-0,011
11	0,113	0,017	-0,008	0,021	0,038	-0,027	0,006	0,000	0,013	0,010	0,024	-0,011
12	0,113	0,017	-0,008	0,021	0,038	-0,027	0,007	0,000	0,013	0,010	0,023	-0,011

Respostas de Santa Catarina:

1	0,060	0,025	0,000	0,003	0,003	-0,005	-0,005	-0,009	0,001	0,002	0,017	0,000
2	0,098	0,024	-0,003	0,023	0,030	-0,024	0,004	-0,005	0,013	-0,004	0,031	-0,013
3	0,109	0,022	-0,009	0,027	0,044	-0,030	0,008	-0,006	0,013	-0,007	0,033	-0,017
4	0,111	0,019	-0,014	0,030	0,048	-0,033	0,008	-0,006	0,016	-0,009	0,034	-0,020
5	0,107	0,018	-0,016	0,029	0,050	-0,033	0,008	-0,007	0,015	-0,008	0,034	-0,021
6	0,104	0,017	-0,017	0,028	0,049	-0,032	0,007	-0,007	0,016	-0,008	0,034	-0,020
7	0,102	0,017	-0,016	0,027	0,048	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,008	0,034	-0,020
8	0,102	0,017	-0,016	0,026	0,047	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,008	0,034	-0,020
9	0,101	0,017	-0,015	0,026	0,047	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,007	0,034	-0,019
10	0,101	0,017	-0,015	0,026	0,047	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,007	0,034	-0,019
11	0,102	0,017	-0,015	0,027	0,047	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,007	0,034	-0,019

12	0,102	0,017	-0,015	0,027	0,047	-0,031	0,007	-0,007	0,015	-0,007	0,034	-0,019
Respostas de São Paulo:												
1	0,042	0,016	0,000	0,001	-0,007	-0,007	0,003	0,005	-0,001	0,000	-0,006	0,012
2	0,080	0,021	-0,001	0,017	0,007	-0,019	0,009	0,008	0,003	-0,007	0,000	0,006
3	0,100	0,022	-0,006	0,024	0,022	-0,026	0,014	0,008	0,004	-0,009	0,003	0,001
4	0,107	0,020	-0,010	0,028	0,029	-0,030	0,015	0,007	0,006	-0,011	0,005	-0,002
5	0,106	0,018	-0,012	0,028	0,032	-0,031	0,015	0,007	0,006	-0,011	0,006	-0,003
6	0,104	0,017	-0,013	0,027	0,032	-0,030	0,014	0,007	0,006	-0,011	0,007	-0,003
7	0,102	0,016	-0,013	0,026	0,031	-0,030	0,014	0,007	0,006	-0,011	0,007	-0,003
8	0,101	0,016	-0,013	0,026	0,031	-0,030	0,014	0,007	0,006	-0,011	0,007	-0,003
9	0,100	0,016	-0,013	0,026	0,030	-0,029	0,014	0,007	0,006	-0,010	0,006	-0,003
10	0,100	0,017	-0,013	0,026	0,030	-0,029	0,014	0,007	0,006	-0,010	0,006	-0,003
11	0,100	0,017	-0,013	0,026	0,030	-0,029	0,014	0,007	0,006	-0,010	0,006	-0,003
12	0,101	0,017	-0,013	0,026	0,030	-0,029	0,014	0,007	0,006	-0,010	0,006	-0,003

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Anexo G: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão – Série Mercado Nacional

Período	S.E.	TMAP	BR	BA	ES	GO	MG	MS	PR	RJ	RS	SC	SP
Decomposição da Variância de Brasil:													
1	0,062	90,633	9,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,126	85,995	5,311	0,000	2,127	3,425	1,669	0,364	0,073	0,058	0,096	0,657	0,225
3	0,182	83,522	3,581	0,089	2,624	5,545	2,236	0,434	0,085	0,131	0,229	1,056	0,468
4	0,230	81,421	2,755	0,212	2,881	7,077	2,694	0,461	0,080	0,168	0,304	1,312	0,636
5	0,269	79,999	2,306	0,337	3,011	8,040	2,968	0,463	0,074	0,205	0,348	1,475	0,773
6	0,302	79,073	2,043	0,432	3,073	8,677	3,135	0,466	0,069	0,226	0,368	1,576	0,862
7	0,331	78,499	1,874	0,499	3,103	9,071	3,235	0,463	0,065	0,243	0,381	1,645	0,921
8	0,356	78,135	1,758	0,543	3,115	9,333	3,301	0,461	0,062	0,254	0,388	1,694	0,957
9	0,380	77,890	1,674	0,572	3,122	9,510	3,346	0,457	0,060	0,261	0,394	1,731	0,983
10	0,402	77,707	1,610	0,593	3,127	9,644	3,381	0,456	0,059	0,267	0,398	1,758	1,002
11	0,424	77,562	1,559	0,610	3,132	9,748	3,408	0,454	0,058	0,272	0,401	1,779	1,017
12	0,444	77,442	1,518	0,623	3,137	9,835	3,431	0,453	0,057	0,275	0,404	1,796	1,029
Decomposição da Variância de Bahia:													
1	0,051	19,212	13,718	67,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,094	33,209	16,530	42,197	4,300	0,314	1,386	0,665	0,584	0,022	0,062	0,452	0,280
3	0,137	41,184	17,073	26,752	7,167	1,814	1,933	1,875	0,358	0,049	0,038	1,014	0,743
4	0,177	45,756	15,818	18,913	8,753	3,296	2,350	2,549	0,259	0,091	0,036	1,170	1,011
5	0,211	48,867	14,562	15,183	9,184	4,325	2,540	2,802	0,220	0,089	0,043	1,100	1,084
6	0,239	50,997	13,606	13,241	9,277	4,955	2,677	2,806	0,207	0,091	0,057	0,969	1,116
7	0,264	52,290	12,966	12,117	9,295	5,385	2,796	2,779	0,203	0,092	0,070	0,862	1,147
8	0,286	53,056	12,568	11,354	9,342	5,683	2,891	2,758	0,198	0,097	0,078	0,791	1,184
9	0,307	53,525	12,316	10,785	9,402	5,906	2,962	2,762	0,193	0,101	0,082	0,749	1,217
10	0,326	53,867	12,141	10,342	9,458	6,070	3,010	2,771	0,189	0,104	0,084	0,723	1,242
11	0,344	54,148	12,002	9,995	9,496	6,194	3,044	2,779	0,186	0,106	0,086	0,704	1,259
12	0,361	54,392	11,886	9,719	9,523	6,290	3,071	2,783	0,183	0,107	0,088	0,687	1,270
Decomposição da Variância de Espírito Santo:													
1	0,062	54,235	3,681	0,642	41,443	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,110	65,842	2,435	0,205	28,312	1,924	0,207	0,915	0,027	0,001	0,027	0,055	0,050
3	0,156	69,299	1,603	0,173	24,066	3,319	0,531	0,789	0,039	0,006	0,031	0,074	0,070
4	0,194	70,896	1,116	0,173	21,517	4,391	0,764	0,714	0,063	0,005	0,052	0,210	0,097
5	0,227	71,350	0,855	0,189	20,305	5,088	0,940	0,624	0,070	0,011	0,077	0,358	0,133
6	0,254	71,355	0,702	0,213	19,697	5,591	1,068	0,583	0,073	0,016	0,089	0,445	0,168
7	0,279	71,253	0,606	0,240	19,405	5,921	1,145	0,558	0,073	0,021	0,094	0,487	0,196
8	0,300	71,173	0,540	0,262	19,228	6,144	1,193	0,546	0,072	0,024	0,096	0,508	0,214
9	0,321	71,146	0,491	0,277	19,096	6,293	1,222	0,535	0,071	0,026	0,097	0,522	0,224

10	0,339	71,148	0,452	0,286	18,985	6,400	1,243	0,525	0,071	0,027	0,098	0,535	0,230
11	0,357	71,156	0,421	0,292	18,892	6,483	1,260	0,517	0,071	0,027	0,099	0,546	0,236
12	0,374	71,162	0,396	0,297	18,816	6,552	1,275	0,510	0,071	0,028	0,100	0,555	0,240

Decomposição da Variância de Goiás:

1	0,080	83,669	6,496	0,135	0,003	9,697	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,157	78,743	2,961	0,342	2,138	12,366	1,978	0,195	0,195	0,161	0,254	0,484	0,184
3	0,225	75,674	1,918	0,671	2,572	14,427	2,557	0,300	0,168	0,196	0,384	0,719	0,413
4	0,283	73,077	1,427	1,017	2,873	15,943	3,002	0,334	0,141	0,254	0,454	0,866	0,610
5	0,330	71,369	1,158	1,290	2,984	17,020	3,240	0,353	0,126	0,284	0,483	0,955	0,737
6	0,369	70,300	0,993	1,486	3,024	17,717	3,371	0,353	0,115	0,308	0,499	1,020	0,813
7	0,403	69,621	0,884	1,613	3,029	18,184	3,452	0,350	0,109	0,322	0,510	1,068	0,858
8	0,434	69,173	0,809	1,699	3,027	18,498	3,505	0,346	0,104	0,333	0,517	1,102	0,887
9	0,462	68,851	0,754	1,759	3,026	18,726	3,543	0,343	0,101	0,340	0,522	1,126	0,908
10	0,489	68,607	0,713	1,805	3,027	18,897	3,572	0,341	0,099	0,346	0,526	1,143	0,924
11	0,514	68,413	0,680	1,842	3,029	19,033	3,596	0,340	0,097	0,351	0,528	1,156	0,937
12	0,539	68,255	0,653	1,872	3,030	19,143	3,614	0,339	0,095	0,354	0,531	1,166	0,947

Decomposição da Variância de Minas Gerais:

1	0,066	94,240	3,910	0,039	0,087	0,057	1,666	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,129	89,936	2,290	0,106	2,453	3,161	0,985	0,357	0,028	0,054	0,086	0,414	0,130
3	0,187	86,978	1,441	0,336	2,987	5,157	1,165	0,410	0,052	0,126	0,230	0,768	0,349
4	0,235	84,703	1,040	0,536	3,199	6,663	1,416	0,428	0,049	0,151	0,300	1,024	0,493
5	0,274	83,181	0,817	0,721	3,308	7,582	1,581	0,418	0,046	0,188	0,345	1,197	0,615
6	0,307	82,209	0,685	0,855	3,354	8,194	1,678	0,416	0,043	0,207	0,365	1,303	0,692
7	0,336	81,607	0,600	0,955	3,378	8,564	1,730	0,409	0,040	0,224	0,378	1,372	0,743
8	0,362	81,224	0,540	1,020	3,387	8,813	1,761	0,405	0,038	0,233	0,384	1,419	0,775
9	0,386	80,967	0,496	1,066	3,392	8,979	1,780	0,401	0,037	0,241	0,390	1,454	0,797
10	0,408	80,777	0,462	1,100	3,395	9,105	1,795	0,398	0,036	0,246	0,394	1,480	0,813
11	0,430	80,627	0,435	1,126	3,399	9,203	1,806	0,395	0,035	0,251	0,397	1,500	0,826
12	0,450	80,502	0,413	1,147	3,403	9,285	1,816	0,394	0,035	0,254	0,400	1,516	0,836

Decomposição da Variância de Mato Grosso do Sul

1	0,068	54,218	3,927	0,357	0,459	0,004	2,716	38,319	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,125	66,366	2,336	0,734	2,499	1,588	0,802	22,925	0,470	0,613	1,476	0,168	0,024
3	0,176	69,182	1,366	0,737	2,497	3,491	0,712	18,872	0,248	0,384	1,999	0,428	0,085
4	0,218	70,114	0,996	0,865	2,604	4,665	0,727	16,253	0,200	0,357	2,266	0,748	0,203
5	0,253	69,769	0,787	1,001	2,688	5,615	0,816	15,216	0,171	0,357	2,341	0,928	0,312
6	0,283	69,403	0,666	1,145	2,752	6,173	0,847	14,669	0,164	0,374	2,398	1,023	0,385
7	0,308	69,110	0,585	1,250	2,775	6,531	0,860	14,410	0,161	0,381	2,434	1,075	0,427
8	0,332	68,948	0,527	1,322	2,783	6,749	0,860	14,232	0,160	0,386	2,466	1,113	0,453
9	0,353	68,849	0,484	1,368	2,783	6,901	0,859	14,108	0,158	0,388	2,491	1,143	0,469

10	0,373	68,784	0,451	1,401	2,783	7,012	0,857	14,005	0,157	0,390	2,512	1,167	0,482
11	0,393	68,731	0,425	1,426	2,784	7,103	0,856	13,923	0,155	0,392	2,527	1,186	0,492
12	0,411	68,686	0,403	1,448	2,787	7,178	0,855	13,855	0,154	0,393	2,540	1,200	0,501

Decomposição da Variância de Paraná

1	0,065	68,967	17,743	1,659	0,316	0,390	2,852	0,000	8,072	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,126	76,579	11,251	0,449	0,740	2,083	3,072	0,305	3,790	0,000	0,039	1,626	0,064
3	0,183	77,382	7,502	0,296	1,127	3,620	3,787	0,299	2,858	0,140	0,272	2,445	0,271
4	0,231	76,471	5,946	0,307	1,346	5,025	4,377	0,344	2,445	0,148	0,377	2,801	0,412
5	0,271	75,494	5,163	0,415	1,535	5,905	4,749	0,352	2,201	0,201	0,442	2,967	0,577
6	0,305	74,739	4,729	0,511	1,635	6,553	4,993	0,381	2,064	0,220	0,460	3,038	0,677
7	0,334	74,305	4,451	0,589	1,687	6,923	5,128	0,388	1,978	0,240	0,474	3,095	0,741
8	0,360	74,041	4,256	0,633	1,704	7,169	5,222	0,394	1,928	0,248	0,482	3,147	0,775
9	0,384	73,875	4,114	0,661	1,714	7,325	5,286	0,393	1,893	0,256	0,490	3,195	0,799
10	0,407	73,745	4,008	0,680	1,720	7,446	5,338	0,393	1,867	0,260	0,496	3,231	0,817
11	0,428	73,640	3,925	0,695	1,728	7,539	5,379	0,393	1,845	0,265	0,500	3,257	0,833
12	0,449	73,551	3,858	0,708	1,735	7,619	5,414	0,395	1,827	0,269	0,504	3,276	0,846

Decomposição da Variância de Rio de Janeiro:

1	0,062	26,921	2,216	4,294	0,137	0,106	1,005	0,072	0,318	64,931	0,000	0,000	0,000
2	0,099	43,232	1,272	2,120	0,895	1,608	5,476	2,559	0,845	39,870	1,063	0,001	1,057
3	0,140	51,955	1,164	1,975	1,537	2,147	5,898	1,989	0,506	29,978	2,292	0,008	0,551
4	0,177	53,903	1,154	2,082	2,253	4,006	6,998	2,423	0,386	24,132	2,308	0,005	0,350
5	0,210	54,338	1,097	2,501	2,726	4,985	7,252	2,452	0,298	21,736	2,324	0,004	0,287
6	0,237	54,483	1,009	2,759	2,885	5,726	7,465	2,564	0,255	20,313	2,297	0,004	0,240
7	0,261	54,620	0,931	2,937	2,947	6,081	7,564	2,542	0,229	19,607	2,326	0,008	0,208
8	0,282	54,716	0,874	3,027	2,962	6,341	7,668	2,543	0,213	19,114	2,346	0,012	0,184
9	0,302	54,755	0,837	3,097	2,983	6,502	7,742	2,528	0,201	18,805	2,367	0,015	0,168
10	0,320	54,765	0,813	3,151	3,003	6,638	7,805	2,533	0,191	18,553	2,377	0,015	0,155
11	0,337	54,771	0,795	3,200	3,023	6,738	7,850	2,534	0,183	18,360	2,386	0,016	0,145
12	0,354	54,784	0,779	3,238	3,038	6,823	7,886	2,539	0,176	18,193	2,391	0,016	0,136

Decomposição da Variância de Rio Grande do Sul:

1	0,062	71,412	16,522	0,013	0,467	0,057	0,237	0,024	1,189	0,122	9,958	0,000	0,000
2	0,123	77,004	8,884	0,004	2,381	2,500	2,151	0,208	0,308	0,765	4,376	1,195	0,224
3	0,176	79,252	5,814	0,010	2,275	4,251	2,494	0,299	0,152	0,711	2,641	1,848	0,253
4	0,222	79,196	4,350	0,045	2,373	5,395	2,992	0,264	0,098	0,772	1,825	2,349	0,339
5	0,260	78,557	3,619	0,092	2,438	6,302	3,349	0,264	0,073	0,800	1,445	2,622	0,440
6	0,293	77,942	3,216	0,149	2,516	6,904	3,570	0,263	0,058	0,850	1,242	2,762	0,528
7	0,321	77,521	2,961	0,194	2,557	7,312	3,710	0,269	0,048	0,880	1,127	2,838	0,583
8	0,346	77,285	2,785	0,225	2,575	7,564	3,792	0,268	0,041	0,904	1,050	2,897	0,615
9	0,369	77,144	2,653	0,243	2,578	7,735	3,851	0,267	0,036	0,918	0,994	2,948	0,634

10	0,391	77,048	2,552	0,255	2,579	7,857	3,895	0,265	0,032	0,930	0,950	2,990	0,649
11	0,412	76,968	2,472	0,264	2,581	7,955	3,931	0,264	0,029	0,939	0,914	3,023	0,661
12	0,432	76,900	2,408	0,271	2,584	8,036	3,961	0,263	0,027	0,947	0,885	3,047	0,671

Decomposição da Variância de Santa Catarina:

1	0,068	76,856	13,647	0,002	0,192	0,249	0,491	0,507	1,760	0,010	0,105	6,180	0,000
2	0,135	72,391	6,640	0,054	2,976	4,950	3,416	0,218	0,574	0,971	0,126	6,737	0,946
3	0,189	69,965	4,663	0,249	3,564	7,785	4,185	0,290	0,377	0,964	0,204	6,487	1,267
4	0,235	67,910	3,728	0,538	3,925	9,328	4,682	0,297	0,322	1,082	0,273	6,351	1,564
5	0,271	66,475	3,236	0,754	4,067	10,399	4,974	0,318	0,305	1,115	0,291	6,319	1,746
6	0,302	65,564	2,938	0,913	4,133	11,008	5,127	0,315	0,304	1,164	0,303	6,366	1,866
7	0,329	64,981	2,741	1,007	4,148	11,409	5,232	0,312	0,303	1,188	0,308	6,437	1,935
8	0,353	64,592	2,605	1,069	4,155	11,657	5,300	0,305	0,304	1,212	0,312	6,506	1,984
9	0,376	64,305	2,508	1,110	4,159	11,841	5,354	0,301	0,304	1,228	0,315	6,556	2,019
10	0,397	64,083	2,434	1,143	4,167	11,978	5,395	0,298	0,304	1,242	0,317	6,589	2,048
11	0,418	63,905	2,376	1,169	4,174	12,091	5,429	0,296	0,305	1,252	0,319	6,612	2,071
12	0,437	63,761	2,327	1,192	4,181	12,184	5,455	0,295	0,305	1,261	0,320	6,631	2,090

Decomposição da Variância de São Paulo:

1	0,048	75,378	11,176	0,001	0,059	2,379	2,026	0,331	1,230	0,050	0,000	1,360	6,011
2	0,101	80,642	7,019	0,012	3,032	1,035	3,928	0,924	0,868	0,113	0,422	0,308	1,697
3	0,151	79,948	5,208	0,147	3,940	2,505	4,691	1,302	0,645	0,122	0,561	0,170	0,762
4	0,194	78,644	4,218	0,379	4,460	3,754	5,178	1,381	0,530	0,167	0,649	0,164	0,476
5	0,229	77,721	3,636	0,568	4,652	4,632	5,476	1,427	0,474	0,186	0,686	0,183	0,360
6	0,259	77,181	3,274	0,706	4,733	5,153	5,663	1,424	0,441	0,204	0,715	0,207	0,299
7	0,284	76,854	3,041	0,793	4,762	5,477	5,796	1,419	0,423	0,215	0,734	0,226	0,260
8	0,307	76,647	2,887	0,852	4,781	5,678	5,890	1,412	0,411	0,224	0,748	0,238	0,232
9	0,328	76,498	2,781	0,894	4,796	5,817	5,960	1,410	0,402	0,230	0,757	0,245	0,210
10	0,348	76,387	2,702	0,925	4,810	5,918	6,011	1,409	0,395	0,235	0,764	0,249	0,194
11	0,367	76,303	2,641	0,950	4,821	5,996	6,051	1,410	0,390	0,239	0,769	0,252	0,180
12	0,384	76,236	2,590	0,970	4,830	6,060	6,082	1,410	0,385	0,241	0,773	0,254	0,169

Legenda: (TMAP) Preços Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; (BR) Preços Brasil; (BA) Preços Bahia; (ES) Preços Espírito Santo; (GO) Preços Goiás; (MG) Preços Minas Gerais; (MS) Preços Mato Grosso do Sul; (PR) Preços Paraná; (RJ) Preços Rio de Janeiro; (RS) Preços Rio Grande do Sul; (SC) Preços Santa Catarina; (SP) Preços São Paulo.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Período	TMAP	CAM	COP	MBH	POR	SJRP	SMG	SGO	VRD	ZMA
Resposta de Campinas:										
1	0,0422	0,0453	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0933	0,0311	0,0040	-0,0061	0,0103	-0,0071	0,0082	0,0230	-0,0018	-0,0023
3	0,1188	0,0268	-0,0038	-0,0098	0,0225	-0,0051	0,0044	0,0318	-0,0048	-0,0020
4	0,1294	0,0226	-0,0072	-0,0074	0,0299	-0,0060	0,0066	0,0359	-0,0078	0,0019
5	0,1321	0,0219	-0,0094	-0,0075	0,0323	-0,0051	0,0081	0,0376	-0,0089	0,0014
6	0,1324	0,0213	-0,0098	-0,0080	0,0336	-0,0050	0,0083	0,0381	-0,0092	0,0004
7	0,1321	0,0211	-0,0101	-0,0079	0,0338	-0,0051	0,0083	0,0377	-0,0092	0,0006
8	0,1318	0,0212	-0,0101	-0,0077	0,0337	-0,0051	0,0084	0,0375	-0,0093	0,0008
9	0,1316	0,0213	-0,0101	-0,0077	0,0336	-0,0051	0,0084	0,0375	-0,0093	0,0007
10	0,1315	0,0213	-0,0101	-0,0078	0,0335	-0,0051	0,0084	0,0374	-0,0093	0,0007
11	0,1315	0,0213	-0,0100	-0,0078	0,0335	-0,0051	0,0084	0,0374	-0,0092	0,0007
12	0,1315	0,0213	-0,0100	-0,0077	0,0335	-0,0051	0,0084	0,0374	-0,0092	0,0007
Resposta de Centro Oriental Paranaense:										
1	0,0266	0,0043	0,0389	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0609	0,0043	0,0366	-0,0048	-0,0031	-0,0038	-0,0027	0,0047	0,0026	-0,0048
3	0,0806	0,0003	0,0327	-0,0073	0,0051	-0,0061	-0,0037	0,0148	0,0000	0,0000
4	0,0896	-0,0025	0,0304	-0,0049	0,0104	-0,0048	-0,0023	0,0183	-0,0021	0,0026
5	0,0923	-0,0033	0,0290	-0,0057	0,0127	-0,0042	-0,0011	0,0202	-0,0027	0,0011
6	0,0929	-0,0039	0,0285	-0,0061	0,0139	-0,0042	-0,0012	0,0205	-0,0030	0,0006
7	0,0928	-0,0040	0,0282	-0,0059	0,0141	-0,0044	-0,0011	0,0201	-0,0031	0,0009
8	0,0926	-0,0040	0,0281	-0,0058	0,0140	-0,0044	-0,0010	0,0201	-0,0032	0,0010
9	0,0925	-0,0039	0,0282	-0,0058	0,0140	-0,0043	-0,0010	0,0201	-0,0032	0,0009
10	0,0924	-0,0039	0,0282	-0,0058	0,0139	-0,0043	-0,0010	0,0201	-0,0032	0,0009
11	0,0924	-0,0039	0,0282	-0,0058	0,0139	-0,0043	-0,0010	0,0200	-0,0032	0,0009
12	0,0924	-0,0039	0,0282	-0,0058	0,0139	-0,0043	-0,0010	0,0200	-0,0032	0,0009
Resposta de Metropolitana de Belo Horizonte:										
1	0,0616	0,0097	0,0052	0,0334	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1010	0,0030	-0,0058	0,0147	0,0108	-0,0069	0,0079	0,0276	0,0017	-0,0052
3	0,1198	-0,0043	-0,0075	0,0151	0,0262	-0,0031	0,0046	0,0344	-0,0034	-0,0035
4	0,1265	-0,0065	-0,0117	0,0175	0,0302	-0,0039	0,0070	0,0351	-0,0050	-0,0013
5	0,1276	-0,0068	-0,0131	0,0166	0,0319	-0,0037	0,0081	0,0369	-0,0058	-0,0020
6	0,1276	-0,0074	-0,0132	0,0166	0,0327	-0,0035	0,0081	0,0368	-0,0060	-0,0024
7	0,1272	-0,0073	-0,0135	0,0167	0,0327	-0,0036	0,0081	0,0364	-0,0061	-0,0023
8	0,1269	-0,0073	-0,0135	0,0168	0,0326	-0,0036	0,0082	0,0364	-0,0061	-0,0022
9	0,1268	-0,0072	-0,0134	0,0168	0,0325	-0,0036	0,0082	0,0363	-0,0061	-0,0023
10	0,1267	-0,0072	-0,0134	0,0167	0,0325	-0,0036	0,0082	0,0363	-0,0061	-0,0023
11	0,1267	-0,0072	-0,0134	0,0168	0,0324	-0,0036	0,0082	0,0363	-0,0060	-0,0023
12	0,1267	-0,0072	-0,0134	0,0168	0,0324	-0,0036	0,0082	0,0363	-0,0060	-0,0023
Resposta de Oeste Paranaense:										
1	0,0543	0,0080	0,0066	0,0114	0,0450	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0971	0,0001	0,0019	0,0029	0,0537	-0,0087	0,0148	0,0149	-0,0020	-0,0072
3	0,1176	-0,0042	-0,0038	-0,0033	0,0650	-0,0079	0,0113	0,0237	-0,0055	-0,0095

4	0,1260	-0,0081	-0,0072	0,0002	0,0711	-0,0088	0,0124	0,0254	-0,0080	-0,0045
5	0,1277	-0,0082	-0,0092	0,0004	0,0727	-0,0082	0,0141	0,0269	-0,0090	-0,0045
6	0,1277	-0,0087	-0,0093	-0,0002	0,0736	-0,0078	0,0144	0,0275	-0,0092	-0,0057
7	0,1274	-0,0089	-0,0095	-0,0002	0,0738	-0,0079	0,0142	0,0270	-0,0092	-0,0057
8	0,1271	-0,0088	-0,0095	0,0000	0,0737	-0,0080	0,0142	0,0268	-0,0093	-0,0054
9	0,1269	-0,0087	-0,0095	0,0000	0,0736	-0,0080	0,0143	0,0268	-0,0093	-0,0054
10	0,1269	-0,0087	-0,0095	0,0000	0,0735	-0,0080	0,0143	0,0268	-0,0092	-0,0055
11	0,1269	-0,0087	-0,0094	0,0000	0,0735	-0,0080	0,0142	0,0268	-0,0092	-0,0055
12	0,1269	-0,0087	-0,0094	0,0000	0,0735	-0,0080	0,0142	0,0268	-0,0092	-0,0055

Resposta de São José do Rio Preto:

1	0,0559	0,0155	0,0052	0,0081	0,0103	0,0331	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0992	0,0083	0,0026	-0,0018	0,0238	0,0245	0,0009	0,0141	-0,0044	-0,0095
3	0,1216	0,0020	-0,0061	-0,0001	0,0342	0,0220	-0,0004	0,0197	-0,0081	0,0001
4	0,1290	0,0004	-0,0097	0,0026	0,0395	0,0230	0,0026	0,0239	-0,0113	0,0037
5	0,1308	-0,0006	-0,0107	0,0017	0,0417	0,0241	0,0040	0,0259	-0,0118	0,0013
6	0,1308	-0,0013	-0,0111	0,0010	0,0428	0,0241	0,0037	0,0258	-0,0119	0,0003
7	0,1304	-0,0013	-0,0114	0,0014	0,0429	0,0238	0,0037	0,0252	-0,0121	0,0010
8	0,1301	-0,0011	-0,0114	0,0016	0,0426	0,0238	0,0039	0,0251	-0,0121	0,0012
9	0,1299	-0,0011	-0,0113	0,0015	0,0426	0,0239	0,0039	0,0252	-0,0121	0,0010
10	0,1299	-0,0011	-0,0113	0,0015	0,0426	0,0239	0,0038	0,0251	-0,0120	0,0009
11	0,1299	-0,0011	-0,0113	0,0015	0,0425	0,0239	0,0038	0,0251	-0,0120	0,0010
12	0,1299	-0,0011	-0,0113	0,0015	0,0425	0,0239	0,0038	0,0251	-0,0120	0,0010

Resposta de Sul e Sudoeste de Minas:

1	0,0532	0,0121	0,0061	0,0050	0,0058	-0,0060	0,0290	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0985	0,0088	-0,0013	-0,0059	0,0169	-0,0111	0,0221	0,0105	-0,0059	-0,0021
3	0,1225	0,0019	-0,0092	0,0008	0,0275	-0,0142	0,0225	0,0169	-0,0113	0,0124
4	0,1303	0,0007	-0,0133	0,0024	0,0324	-0,0122	0,0264	0,0225	-0,0141	0,0141
5	0,1322	-0,0008	-0,0139	0,0007	0,0354	-0,0109	0,0274	0,0249	-0,0145	0,0105
6	0,1323	-0,0015	-0,0145	0,0003	0,0366	-0,0111	0,0269	0,0243	-0,0146	0,0101
7	0,1319	-0,0014	-0,0149	0,0008	0,0365	-0,0115	0,0270	0,0237	-0,0149	0,0110
8	0,1315	-0,0012	-0,0149	0,0010	0,0363	-0,0114	0,0272	0,0237	-0,0149	0,0110
9	0,1314	-0,0012	-0,0148	0,0008	0,0363	-0,0113	0,0272	0,0238	-0,0148	0,0108
10	0,1313	-0,0012	-0,0148	0,0008	0,0362	-0,0113	0,0272	0,0237	-0,0148	0,0108
11	0,1313	-0,0012	-0,0148	0,0009	0,0362	-0,0114	0,0272	0,0237	-0,0148	0,0109
12	0,1313	-0,0012	-0,0148	0,0009	0,0362	-0,0114	0,0272	0,0237	-0,0148	0,0109

Resposta de Sul Goiano:

1	0,0784	0,0040	0,0067	0,0121	0,0087	0,0017	0,0028	0,0293	0,0000	0,0000
2	0,1293	-0,0076	-0,0028	0,0010	0,0288	0,0001	0,0044	0,0531	-0,0018	-0,0021
3	0,1519	-0,0147	-0,0088	0,0022	0,0443	0,0011	0,0044	0,0607	-0,0074	0,0019
4	0,1596	-0,0173	-0,0132	0,0037	0,0497	0,0011	0,0072	0,0635	-0,0097	0,0034
5	0,1610	-0,0181	-0,0147	0,0029	0,0520	0,0016	0,0082	0,0650	-0,0106	0,0022
6	0,1608	-0,0186	-0,0151	0,0029	0,0529	0,0016	0,0082	0,0648	-0,0108	0,0019
7	0,1603	-0,0185	-0,0153	0,0031	0,0528	0,0015	0,0083	0,0644	-0,0109	0,0022
8	0,1599	-0,0184	-0,0153	0,0032	0,0527	0,0015	0,0084	0,0643	-0,0109	0,0022

9	0,1598	-0,0184	-0,0152	0,0032	0,0526	0,0015	0,0084	0,0643	-0,0109	0,0021
10	0,1597	-0,0184	-0,0152	0,0031	0,0525	0,0015	0,0083	0,0642	-0,0109	0,0021
11	0,1597	-0,0184	-0,0152	0,0032	0,0525	0,0015	0,0083	0,0642	-0,0109	0,0022
12	0,1597	-0,0184	-0,0152	0,0032	0,0525	0,0015	0,0083	0,0642	-0,0109	0,0022

Resposta de Vale do Rio Doce:

1	0,0584	0,0071	-0,0027	0,0083	0,0025	-0,0043	-0,0044	0,0045	0,0335	0,0000
2	0,1024	0,0023	-0,0018	-0,0065	0,0213	-0,0096	-0,0006	0,0280	0,0275	-0,0004
3	0,1292	-0,0051	-0,0061	-0,0030	0,0325	-0,0082	-0,0013	0,0335	0,0236	0,0028
4	0,1393	-0,0071	-0,0113	-0,0038	0,0382	-0,0090	0,0010	0,0385	0,0214	0,0039
5	0,1424	-0,0088	-0,0126	-0,0038	0,0416	-0,0083	0,0019	0,0405	0,0201	0,0038
6	0,1428	-0,0093	-0,0133	-0,0038	0,0427	-0,0081	0,0022	0,0405	0,0198	0,0033
7	0,1425	-0,0093	-0,0136	-0,0038	0,0429	-0,0082	0,0022	0,0403	0,0197	0,0034
8	0,1422	-0,0093	-0,0136	-0,0037	0,0428	-0,0082	0,0023	0,0402	0,0197	0,0035
9	0,1420	-0,0093	-0,0136	-0,0037	0,0427	-0,0082	0,0023	0,0401	0,0197	0,0034
10	0,1419	-0,0092	-0,0135	-0,0037	0,0427	-0,0082	0,0023	0,0401	0,0197	0,0034
11	0,1419	-0,0092	-0,0135	-0,0037	0,0427	-0,0082	0,0023	0,0401	0,0197	0,0034
12	0,1419	-0,0092	-0,0135	-0,0037	0,0426	-0,0082	0,0023	0,0401	0,0197	0,0034

Resposta de Zona da Mata:

1	0,0639	0,0059	-0,0015	0,0090	0,0059	0,0004	0,0084	0,0050	0,0050	0,0316
2	0,1066	0,0033	0,0015	-0,0027	0,0179	0,0034	0,0158	0,0314	-0,0003	0,0145
3	0,1310	-0,0061	-0,0034	-0,0082	0,0309	0,0033	0,0128	0,0397	-0,0010	0,0100
4	0,1398	-0,0089	-0,0081	-0,0063	0,0378	0,0019	0,0132	0,0414	-0,0039	0,0152
5	0,1420	-0,0095	-0,0099	-0,0049	0,0396	0,0023	0,0153	0,0427	-0,0054	0,0164
6	0,1420	-0,0098	-0,0102	-0,0057	0,0404	0,0028	0,0157	0,0435	-0,0055	0,0149
7	0,1417	-0,0101	-0,0103	-0,0059	0,0407	0,0027	0,0155	0,0432	-0,0055	0,0147
8	0,1414	-0,0100	-0,0104	-0,0056	0,0406	0,0026	0,0155	0,0429	-0,0055	0,0150
9	0,1413	-0,0099	-0,0104	-0,0056	0,0405	0,0026	0,0156	0,0429	-0,0055	0,0151
10	0,1412	-0,0099	-0,0103	-0,0056	0,0405	0,0027	0,0156	0,0429	-0,0055	0,0150
11	0,1412	-0,0099	-0,0103	-0,0056	0,0405	0,0027	0,0155	0,0428	-0,0055	0,0150
12	0,1412	-0,0099	-0,0103	-0,0056	0,0404	0,0026	0,0155	0,0428	-0,0055	0,0150

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Anexo I: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão - Mercados Regionais:

Período	S.E.	TMAP	CAM	COP	MBH	POR	SJRP	SMG	SGO	VRD	ZMA
---------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----

Decomposição da Variância para Campinas:											
1	0,076	46,409	53,591	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,146	73,202	21,102	0,110	0,256	0,740	0,354	0,466	3,709	0,022	0,038
3	0,209	79,725	12,122	0,097	0,431	1,978	0,250	0,278	5,005	0,084	0,031
4	0,262	81,793	8,417	0,163	0,372	2,973	0,223	0,256	5,605	0,172	0,026
5	0,307	82,515	6,645	0,239	0,342	3,576	0,195	0,274	5,960	0,232	0,021
6	0,346	82,826	5,630	0,289	0,334	3,988	0,177	0,287	6,181	0,270	0,017
7	0,381	83,023	4,989	0,326	0,327	4,264	0,167	0,295	6,298	0,296	0,014
8	0,413	83,157	4,554	0,352	0,321	4,452	0,161	0,301	6,373	0,315	0,012
9	0,443	83,253	4,239	0,371	0,317	4,587	0,156	0,307	6,430	0,329	0,011
10	0,470	83,327	3,999	0,385	0,314	4,689	0,153	0,311	6,474	0,339	0,010
11	0,497	83,387	3,810	0,396	0,312	4,770	0,150	0,313	6,507	0,347	0,009
12	0,522	83,435	3,657	0,405	0,310	4,834	0,148	0,316	6,535	0,353	0,008
Decomposição da Variância para Centro Oriental Paranaense:											
1	0,062	31,569	0,810	67,621	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,120	59,573	0,500	38,495	0,305	0,131	0,196	0,102	0,299	0,093	0,306
3	0,176	71,210	0,242	25,576	0,492	0,230	0,340	0,137	1,579	0,045	0,148
4	0,225	76,409	0,174	19,539	0,401	0,576	0,302	0,106	2,327	0,046	0,119
5	0,267	78,940	0,154	16,333	0,380	0,871	0,267	0,079	2,833	0,054	0,088
6	0,304	80,340	0,154	14,457	0,378	1,103	0,246	0,064	3,127	0,062	0,069
7	0,336	81,255	0,155	13,250	0,371	1,261	0,236	0,055	3,290	0,068	0,058
8	0,366	81,887	0,155	12,420	0,365	1,368	0,229	0,048	3,403	0,074	0,051
9	0,393	82,344	0,155	11,820	0,361	1,445	0,223	0,043	3,487	0,077	0,045
10	0,418	82,691	0,155	11,364	0,358	1,503	0,219	0,039	3,550	0,080	0,041
11	0,442	82,966	0,155	11,004	0,356	1,549	0,216	0,036	3,599	0,082	0,038
12	0,465	83,188	0,155	10,714	0,354	1,585	0,213	0,034	3,639	0,084	0,035
Decomposição da Variância para Metropolitana de Belo Horizonte:											
1	0,047	75,443	1,873	0,543	22,141	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,086	84,787	0,626	0,369	8,052	0,713	0,287	0,378	4,607	0,018	0,162
3	0,124	85,678	0,368	0,353	4,706	2,426	0,173	0,252	5,884	0,043	0,118
4	0,157	85,603	0,318	0,489	3,598	3,307	0,140	0,256	6,136	0,076	0,078
5	0,187	85,305	0,297	0,599	3,009	3,841	0,122	0,279	6,383	0,103	0,063
6	0,212	85,075	0,294	0,665	2,671	4,201	0,109	0,292	6,515	0,122	0,056
7	0,235	84,926	0,291	0,714	2,457	4,439	0,102	0,301	6,585	0,134	0,051
8	0,255	84,821	0,289	0,749	2,311	4,603	0,097	0,308	6,633	0,143	0,047
9	0,274	84,745	0,287	0,774	2,202	4,722	0,093	0,314	6,669	0,149	0,044
10	0,292	84,688	0,285	0,793	2,119	4,814	0,090	0,318	6,696	0,154	0,043
11	0,308	84,643	0,284	0,809	2,053	4,886	0,088	0,321	6,718	0,158	0,041
12	0,324	84,607	0,283	0,821	1,999	4,945	0,086	0,323	6,736	0,161	0,040
Decomposição da Variância para Oeste Paranaense:											
1	0,071	56,597	1,239	0,830	2,475	38,859	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,128	68,347	0,357	0,258	0,760	27,123	0,422	1,206	1,220	0,023	0,284
3	0,182	70,668	0,222	0,165	0,400	24,644	0,375	0,934	2,114	0,093	0,384
4	0,228	71,215	0,252	0,191	0,251	24,015	0,365	0,845	2,421	0,168	0,276

5	0,267	71,271	0,264	0,241	0,181	23,772	0,345	0,853	2,629	0,221	0,224
6	0,301	71,171	0,279	0,270	0,142	23,720	0,327	0,862	2,771	0,253	0,205
7	0,331	71,084	0,290	0,292	0,116	23,723	0,318	0,865	2,844	0,274	0,194
8	0,359	71,024	0,298	0,308	0,099	23,728	0,312	0,868	2,890	0,290	0,184
9	0,384	70,980	0,302	0,319	0,086	23,731	0,308	0,871	2,924	0,301	0,177
10	0,408	70,946	0,306	0,328	0,076	23,733	0,305	0,874	2,951	0,310	0,172
11	0,431	70,920	0,309	0,334	0,068	23,735	0,302	0,876	2,971	0,317	0,168
12	0,453	70,899	0,311	0,340	0,061	23,736	0,300	0,877	2,988	0,322	0,165

Decomposição da Variância para São José do Rio Preto:

1	0,072	67,031	5,162	0,589	1,403	2,261	23,554	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,135	80,739	1,923	0,214	0,428	4,198	10,567	0,005	1,239	0,123	0,564
3	0,193	84,113	0,948	0,217	0,208	5,587	6,613	0,003	1,778	0,257	0,275
4	0,243	84,495	0,596	0,315	0,144	6,474	5,156	0,015	2,202	0,405	0,199
5	0,286	84,346	0,430	0,384	0,108	7,048	4,514	0,033	2,508	0,484	0,146
6	0,324	84,180	0,337	0,431	0,085	7,465	4,148	0,041	2,671	0,529	0,114
7	0,358	84,079	0,278	0,467	0,072	7,745	3,905	0,046	2,752	0,562	0,094
8	0,388	84,010	0,237	0,494	0,063	7,932	3,739	0,050	2,808	0,587	0,081
9	0,417	83,957	0,207	0,512	0,056	8,068	3,620	0,053	2,851	0,604	0,071
10	0,443	83,918	0,184	0,526	0,051	8,173	3,528	0,055	2,884	0,618	0,063
11	0,468	83,889	0,165	0,537	0,047	8,256	3,455	0,057	2,909	0,628	0,057
12	0,492	83,865	0,150	0,546	0,044	8,322	3,396	0,059	2,929	0,637	0,052

Decomposição da Variância para Sul e Sudeste de Minas:

1	0,068	71,670	3,717	0,953	0,630	0,858	0,904	21,268	0,000	0,000	0,000
2	0,127	84,631	1,510	0,265	0,404	2,163	1,073	8,948	0,739	0,238	0,029
3	0,182	86,235	0,712	0,389	0,189	3,368	1,127	5,734	1,238	0,511	0,496
4	0,229	85,781	0,439	0,581	0,127	4,092	0,978	4,877	1,741	0,696	0,686
5	0,270	85,355	0,315	0,683	0,092	4,651	0,862	4,516	2,098	0,787	0,642
6	0,306	85,078	0,247	0,756	0,071	5,048	0,803	4,286	2,261	0,841	0,608
7	0,337	84,872	0,204	0,813	0,059	5,302	0,773	4,149	2,343	0,881	0,603
8	0,366	84,722	0,174	0,853	0,051	5,469	0,751	4,065	2,402	0,911	0,602
9	0,393	84,616	0,152	0,881	0,044	5,591	0,734	4,004	2,447	0,932	0,597
10	0,418	84,538	0,135	0,902	0,040	5,686	0,721	3,956	2,481	0,948	0,594
11	0,441	84,476	0,122	0,919	0,036	5,759	0,712	3,918	2,506	0,961	0,591
12	0,463	84,426	0,111	0,933	0,033	5,818	0,704	3,888	2,527	0,971	0,590

Decomposição da Variância para Sul Goiano:

1	0,063	84,222	0,218	0,621	1,999	1,040	0,039	0,110	11,751	0,000	0,000
2	0,122	82,373	0,267	0,193	0,529	3,256	0,010	0,099	13,245	0,012	0,016
3	0,179	80,796	0,512	0,231	0,267	5,037	0,007	0,082	12,953	0,101	0,014
4	0,228	79,808	0,660	0,342	0,185	5,962	0,006	0,111	12,735	0,170	0,022
5	0,270	79,082	0,745	0,425	0,142	6,535	0,006	0,136	12,694	0,215	0,020
6	0,306	78,614	0,807	0,479	0,117	6,917	0,007	0,150	12,649	0,244	0,018
7	0,338	78,313	0,846	0,518	0,101	7,168	0,007	0,160	12,607	0,263	0,017
8	0,367	78,101	0,872	0,545	0,091	7,342	0,007	0,168	12,580	0,277	0,017
9	0,394	77,946	0,891	0,565	0,083	7,469	0,007	0,173	12,562	0,288	0,016

10	0,419	77,827	0,906	0,580	0,077	7,567	0,007	0,177	12,548	0,295	0,016
11	0,443	77,734	0,917	0,592	0,072	7,644	0,007	0,181	12,536	0,302	0,016
12	0,466	77,658	0,927	0,601	0,068	7,707	0,007	0,183	12,527	0,307	0,016

Decomposição da Variância para Vale do Rio Doce:

1	0,085	72,239	1,056	0,150	1,444	0,134	0,399	0,411	0,424	23,744	0,000
2	0,167	80,123	0,318	0,060	0,637	2,655	0,641	0,114	4,625	10,825	0,001
3	0,238	82,869	0,219	0,128	0,324	4,104	0,485	0,058	5,205	6,586	0,022
4	0,299	83,316	0,219	0,290	0,223	4,958	0,433	0,037	5,670	4,814	0,039
5	0,351	83,263	0,247	0,393	0,176	5,578	0,389	0,031	5,975	3,904	0,045
6	0,396	83,175	0,270	0,467	0,149	5,989	0,362	0,028	6,132	3,384	0,045
7	0,436	83,102	0,286	0,519	0,132	6,265	0,346	0,027	6,224	3,053	0,045
8	0,473	83,053	0,297	0,556	0,121	6,456	0,335	0,026	6,285	2,826	0,046
9	0,506	83,019	0,304	0,583	0,112	6,594	0,328	0,025	6,328	2,661	0,046
10	0,538	82,993	0,309	0,603	0,105	6,698	0,322	0,025	6,362	2,536	0,046
11	0,568	82,973	0,314	0,619	0,100	6,781	0,317	0,024	6,388	2,438	0,046
12	0,597	82,958	0,317	0,631	0,096	6,847	0,314	0,024	6,409	2,358	0,047

Decomposição da Variância para Zona da Mata:

1	0,069	76,286	0,648	0,040	1,527	0,645	0,003	1,326	0,464	0,467	18,593
2	0,132	83,448	0,244	0,024	0,482	1,909	0,062	1,736	5,452	0,136	6,506
3	0,192	84,483	0,213	0,041	0,404	3,390	0,058	1,260	6,705	0,068	3,379
4	0,245	84,265	0,262	0,131	0,316	4,421	0,042	1,068	6,945	0,067	2,482
5	0,291	83,895	0,293	0,208	0,255	4,994	0,036	1,038	7,104	0,082	2,095
6	0,330	83,599	0,315	0,256	0,228	5,364	0,035	1,033	7,245	0,091	1,833
7	0,365	83,403	0,334	0,289	0,212	5,626	0,034	1,024	7,320	0,097	1,662
8	0,397	83,272	0,346	0,313	0,200	5,806	0,033	1,019	7,359	0,101	1,551
9	0,427	83,176	0,354	0,330	0,190	5,935	0,033	1,017	7,390	0,105	1,470
10	0,455	83,103	0,360	0,343	0,183	6,033	0,032	1,016	7,415	0,107	1,407
11	0,481	83,046	0,364	0,354	0,178	6,110	0,032	1,014	7,435	0,109	1,357
12	0,505	83,001	0,368	0,362	0,174	6,173	0,032	1,013	7,450	0,111	1,316

Legenda: CAM: Campinas; COP: Centro Oriental Paranaense; MBH: Metropolitana de Belo Horizonte; OPR: Oeste Paranaense; SJRP: São José do Rio Preto; SMG: Sul e Sudoeste de Minas; SGO: Sul Goiano; TMAP: Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; VRD: Vale do Rio Doce; ZMA: Zona da Mata.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Anexo J: Função Impulso Resposta – Série Leite e Derivados

1	-0,002	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,015	0,068	0,031	0,002	0,006	0,000	0,011
3	-0,015	0,060	0,050	-0,002	0,015	0,003	0,004
4	-0,011	0,064	0,057	-0,004	0,017	0,006	0,003
5	-0,009	0,066	0,056	-0,004	0,018	0,010	0,005
6	-0,009	0,067	0,052	-0,004	0,018	0,013	0,007
7	-0,008	0,066	0,046	-0,004	0,017	0,015	0,008
8	-0,009	0,065	0,039	-0,004	0,015	0,015	0,009
9	-0,009	0,063	0,035	-0,003	0,014	0,014	0,009
10	-0,010	0,062	0,033	-0,003	0,013	0,012	0,009
11	-0,010	0,062	0,032	-0,003	0,013	0,011	0,009
12	-0,010	0,062	0,034	-0,003	0,013	0,010	0,008

Resposta de Leite UHT

1	-0,011	0,048	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,006	0,059	0,130	-0,006	0,023	0,023	0,006
3	0,003	0,063	0,134	-0,011	0,031	0,045	0,009
4	0,009	0,066	0,112	-0,013	0,030	0,061	0,017
5	0,011	0,063	0,079	-0,012	0,024	0,068	0,024
6	0,009	0,056	0,046	-0,010	0,016	0,069	0,029
7	0,007	0,049	0,022	-0,007	0,009	0,063	0,031
8	0,003	0,044	0,010	-0,005	0,004	0,056	0,030
9	0,001	0,041	0,008	-0,004	0,002	0,049	0,028
10	-0,001	0,040	0,014	-0,003	0,002	0,044	0,025
11	-0,001	0,041	0,024	-0,004	0,003	0,041	0,023
12	-0,001	0,043	0,034	-0,004	0,006	0,041	0,022

Resposta de Leite em Pó

1	0,010	0,090	0,098	0,552	0,000	0,000	0,000
2	0,032	0,173	0,206	0,642	0,045	0,117	0,043
3	0,043	0,205	0,296	0,646	0,075	0,194	0,048
4	0,057	0,224	0,322	0,639	0,093	0,246	0,058
5	0,069	0,230	0,294	0,634	0,095	0,281	0,072
6	0,074	0,227	0,238	0,634	0,087	0,301	0,086
7	0,073	0,216	0,177	0,637	0,073	0,306	0,096
8	0,069	0,203	0,127	0,642	0,059	0,299	0,101
9	0,063	0,192	0,097	0,646	0,049	0,286	0,101
10	0,058	0,185	0,088	0,649	0,043	0,273	0,098
11	0,054	0,182	0,094	0,650	0,042	0,262	0,094
12	0,052	0,183	0,111	0,650	0,044	0,256	0,089

Resposta de Manteiga

1	0,007	0,138	0,092	-0,039	0,380	0,000	0,000
2	-0,042	0,099	0,257	-0,052	0,404	-0,045	-0,007
3	-0,021	0,084	0,311	-0,069	0,441	-0,036	-0,033
4	-0,005	0,104	0,313	-0,074	0,445	-0,018	-0,026
5	0,002	0,112	0,291	-0,075	0,444	0,001	-0,014

	0,003	0,109	0,258	-0,074	0,439	0,011	-0,006
6	0,002	0,102	0,224	-0,072	0,431	0,012	-0,001
7	0,000	0,094	0,198	-0,070	0,423	0,007	0,001
8	-0,004	0,088	0,183	-0,067	0,418	0,000	0,001
9	-0,007	0,085	0,180	-0,066	0,415	-0,008	-0,001
10	-0,008	0,084	0,185	-0,065	0,415	-0,014	-0,004
11	-0,009	0,084	0,195	-0,065	0,416	-0,017	-0,006
Resposta de Queijo Muçarela							
1	0,054	0,277	0,223	0,007	0,070	0,437	0,000
2	0,022	0,387	0,566	-0,010	0,128	0,582	0,032
3	0,050	0,414	0,753	-0,045	0,210	0,695	0,022
4	0,088	0,448	0,774	-0,066	0,241	0,786	0,042
5	0,112	0,462	0,688	-0,073	0,238	0,853	0,076
6	0,119	0,449	0,555	-0,070	0,214	0,887	0,107
7	0,115	0,423	0,422	-0,062	0,183	0,890	0,126
8	0,104	0,394	0,322	-0,052	0,154	0,870	0,133
9	0,091	0,372	0,268	-0,044	0,133	0,840	0,131
10	0,081	0,358	0,259	-0,038	0,122	0,811	0,123
11	0,074	0,354	0,282	-0,036	0,122	0,789	0,113
12	0,071	0,358	0,321	-0,036	0,129	0,778	0,104

Resposta de Queijo Prato

1	0,017	0,279	0,184	0,057	0,050	0,313	0,414
2	0,014	0,241	0,466	0,019	0,140	0,465	0,306
3	0,043	0,300	0,625	-0,007	0,184	0,532	0,305
4	0,071	0,340	0,671	-0,022	0,215	0,605	0,322
5	0,090	0,355	0,633	-0,030	0,221	0,662	0,346
6	0,099	0,350	0,546	-0,030	0,209	0,695	0,369
7	0,099	0,333	0,448	-0,025	0,187	0,704	0,385
8	0,092	0,313	0,366	-0,019	0,165	0,695	0,393
9	0,083	0,294	0,315	-0,012	0,147	0,675	0,394
10	0,075	0,282	0,298	-0,007	0,138	0,653	0,389
11	0,069	0,277	0,308	-0,005	0,135	0,635	0,382
12	0,066	0,278	0,333	-0,005	0,138	0,625	0,375

Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; PÓ: Preço Leite em Pó; MANT: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Mucarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Anexo K: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão – Série Leite e Derivados:

1	0,062	0,086	99,914	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,099	2,415	86,150	9,791	0,033	0,315	0,002	1,294
3	0,129	2,760	73,531	21,235	0,038	1,537	0,046	0,854
4	0,156	2,409	66,668	27,750	0,079	2,306	0,170	0,617
5	0,180	2,074	63,517	30,551	0,115	2,767	0,439	0,536
6	0,201	1,852	62,319	31,308	0,141	3,045	0,791	0,545
7	0,218	1,720	62,204	30,993	0,157	3,197	1,129	0,599
8	0,232	1,652	62,645	30,205	0,166	3,264	1,394	0,674
9	0,244	1,630	63,303	29,301	0,169	3,279	1,569	0,748
10	0,255	1,637	63,979	28,471	0,169	3,270	1,665	0,810
11	0,265	1,660	64,563	27,800	0,167	3,253	1,704	0,853
12	0,275	1,688	65,006	27,314	0,164	3,238	1,711	0,879

Decomposição da Variância de Preço do Leite UHT

1	0,098	1,278	23,942	74,780	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,176	0,522	18,385	77,483	0,108	1,680	1,721	0,100
3	0,237	0,302	17,170	74,856	0,277	2,678	4,531	0,186
4	0,280	0,318	17,892	69,869	0,402	3,082	7,941	0,497
5	0,307	0,381	18,991	64,418	0,478	3,163	11,530	1,039
6	0,325	0,422	19,948	59,575	0,515	3,074	14,747	1,718
7	0,337	0,430	20,660	55,798	0,525	2,929	17,242	2,416
8	0,346	0,418	21,201	53,043	0,521	2,794	18,986	3,037
9	0,353	0,402	21,685	51,015	0,513	2,686	20,161	3,538
10	0,359	0,389	22,176	49,450	0,505	2,598	20,967	3,915
11	0,366	0,378	22,671	48,215	0,498	2,520	21,533	4,185
12	0,373	0,365	23,138	47,241	0,492	2,451	21,944	4,369

Decomposição da Variância de Preço do Leite em Pó

1	0,568	0,030	2,514	2,999	94,457	0,000	0,000	0,000
2	0,909	0,135	4,620	6,327	86,805	0,244	1,646	0,223
3	1,192	0,206	5,654	9,827	79,870	0,541	3,610	0,293
4	1,435	0,300	6,333	11,810	74,973	0,791	5,427	0,367
5	1,643	0,403	6,798	12,217	72,093	0,940	7,074	0,474
6	1,822	0,491	7,075	11,639	70,714	0,992	8,479	0,610
7	1,979	0,552	7,189	10,662	70,297	0,977	9,569	0,754
8	2,120	0,586	7,185	9,651	70,434	0,930	10,328	0,885
9	2,249	0,600	7,117	8,764	70,855	0,874	10,801	0,989
10	2,368	0,600	7,026	8,038	71,387	0,820	11,064	1,064
11	2,481	0,595	6,940	7,469	71,913	0,776	11,196	1,112
12	2,589	0,587	6,874	7,043	72,358	0,741	11,257	1,140

Decomposição da Variância de Preço da Manteiga

1	0,416	0,027	10,952	4,929	0,885	83,208	0,000	0,000
2	0,647	0,426	6,872	17,780	1,003	73,419	0,489	0,011
3	0,851	0,306	4,959	23,640	1,231	69,247	0,462	0,156
4	1,019	0,215	4,508	25,939	1,385	67,427	0,354	0,172
5	1,157	0,167	4,434	26,455	1,490	67,031	0,275	0,148

6	1,271	0,139	4,405	26,057	1,573	67,466	0,235	0,125
7	1,366	0,121	4,364	25,242	1,639	68,316	0,210	0,108
8	1,449	0,107	4,305	24,318	1,689	69,295	0,190	0,096
9	1,523	0,098	4,232	23,455	1,724	70,232	0,172	0,087
10	1,592	0,091	4,155	22,733	1,749	71,034	0,159	0,080
11	1,659	0,086	4,080	22,181	1,765	71,660	0,154	0,074
12	1,725	0,083	4,013	21,795	1,776	72,111	0,151	0,070

Decomposição da Variância de Preço do Queijo Mucarela

1	0,570	0,908	23,519	15,302	0,013	1,525	58,732	0,000
2	1,074	0,298	19,605	32,153	0,013	1,851	45,992	0,088
3	1,557	0,243	16,401	38,704	0,089	2,707	41,795	0,061
4	1,978	0,349	15,294	39,281	0,167	3,159	41,667	0,082
5	2,325	0,485	15,012	37,174	0,218	3,331	43,613	0,167
6	2,604	0,597	14,947	34,184	0,246	3,335	46,390	0,301
7	2,828	0,672	14,910	31,221	0,256	3,247	49,241	0,452
8	3,011	0,713	14,864	28,679	0,256	3,123	51,771	0,594
9	3,167	0,728	14,816	26,649	0,250	2,999	53,850	0,708
10	3,304	0,728	14,781	25,088	0,243	2,892	55,480	0,788
11	3,432	0,721	14,764	23,925	0,236	2,807	56,709	0,838
12	3,557	0,711	14,761	23,092	0,231	2,744	57,596	0,865

Decomposição da Variância de Preço do Queijo Prato

1	0,622	0,075	20,164	8,716	0,836	0,642	25,314	44,253
2	0,996	0,049	13,726	25,324	0,362	2,230	31,635	26,675
3	1,373	0,123	12,013	34,074	0,193	2,973	31,657	18,968
4	1,724	0,249	11,503	36,777	0,139	3,443	32,375	15,514
5	2,028	0,378	11,366	36,304	0,122	3,674	34,039	14,116
6	2,282	0,488	11,327	34,401	0,114	3,740	36,170	13,760
7	2,492	0,567	11,288	32,082	0,106	3,702	38,325	13,930
8	2,667	0,614	11,227	29,883	0,097	3,614	40,232	14,333
9	2,818	0,638	11,151	28,028	0,089	3,512	41,784	14,797
10	2,951	0,646	11,080	26,567	0,082	3,419	42,981	15,227
11	3,075	0,645	11,021	25,476	0,075	3,342	43,867	15,574
12	3,193	0,640	10,977	24,706	0,070	3,287	44,499	15,821

Legenda: PROD: Preço Pago ao Produtor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; PAST: Preço Leite Pasteurizado; UHT: Preço Leite UHT; PÓ: Preço Leite em Pó; MANT: Preço Manteiga 200gr; MUC: Preço Quilo Mucarela; PRAT: Preço Quilo Queijo Prato.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

Anexo L: Função Impulso Resposta – Séries *Commodities*

1	-3,3016	37,3356	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	-5,0747	56,4243	9,4616	1,6246	-1,3680	-2,2254	6,2007
3	-6,4658	64,9836	16,6903	4,1919	-1,8749	-4,6749	11,3684
4	-7,5311	68,5087	20,5947	5,9534	-1,9074	-6,5388	14,2596
5	-8,2358	69,8136	22,2940	6,9174	-1,8143	-7,7593	15,5988
6	-8,6479	70,2305	22,8706	7,3662	-1,7302	-8,4848	16,1283
7	-8,8653	70,3318	22,9816	7,5434	-1,6801	-8,8855	16,3003
8	-8,9699	70,3389	22,9454	7,5985	-1,6553	-9,0936	16,3373
9	-9,0159	70,3267	22,8881	7,6076	-1,6443	-9,1958	16,3332
10	-9,0344	70,3158	22,8464	7,6037	-1,6398	-9,2435	16,3217
11	-9,0412	70,3091	22,8231	7,5987	-1,6380	-9,2646	16,3124
12	-9,0436	70,3057	22,8125	7,5954	-1,6372	-9,2735	16,3065

Resposta dos Preços do Boi

1	0,4717	3,6071	5,0762	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,9554	4,6972	4,9718	0,9899	-0,5841	-0,3845	0,9922
3	1,2545	5,3771	4,1547	0,8519	-0,9794	-0,5436	1,5706
4	1,4849	5,7683	3,6064	0,6242	-1,1498	-0,6068	1,9430
5	1,6506	5,9770	3,3646	0,4675	-1,2040	-0,6212	2,1562
6	1,7562	6,0783	3,3045	0,3869	-1,2122	-0,6148	2,2644
7	1,8149	6,1223	3,3230	0,3553	-1,2069	-0,6028	2,3127
8	1,8428	6,1387	3,3623	0,3486	-1,2002	-0,5922	2,3311
9	1,8534	6,1433	3,3974	0,3518	-1,1953	-0,5850	2,3363
10	1,8557	6,1434	3,4212	0,3572	-1,1925	-0,5811	2,3367
11	1,8548	6,1424	3,4348	0,3618	-1,1912	-0,5794	2,3359
12	1,8532	6,1414	3,4414	0,3647	-1,1907	-0,5789	2,3351

Resposta dos Preços do Milho

1	0,4282	0,5635	0,6250	2,3920	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,3985	1,2876	1,1617	2,4486	-0,2230	0,1303	-0,1133
3	0,3269	1,6561	1,5066	2,5936	-0,3331	0,1310	0,0175
4	0,2626	1,8346	1,6731	2,6830	-0,3762	0,0935	0,1371
5	0,2221	1,9134	1,7304	2,7283	-0,3903	0,0538	0,2112
6	0,2018	1,9456	1,7374	2,7458	-0,3942	0,0248	0,2495
7	0,1938	1,9579	1,7285	2,7498	-0,3949	0,0070	0,2670
8	0,1917	1,9623	1,7187	2,7489	-0,3948	-0,0025	0,2742
9	0,1919	1,9638	1,7124	2,7470	-0,3945	-0,0070	0,2768
10	0,1927	1,9643	1,7093	2,7456	-0,3942	-0,0088	0,2776
11	0,1933	1,9644	1,7084	2,7448	-0,3940	-0,0095	0,2777
12	0,1936	1,9644	1,7084	2,7445	-0,3939	-0,0097	0,2776

Resposta dos Preços da Soja

1	0,9191	1,1383	0,7844	2,2413	3,1487	0,0000	0,0000
2	1,6932	1,6572	0,7089	2,1558	3,6448	0,1534	-0,3415
3	2,1466	1,9185	0,7266	2,0163	3,6566	0,3178	-0,4457
4	2,3597	2,0724	0,8811	1,9534	3,6248	0,4443	-0,4509
5	2,4422	2,1548	1,0587	1,9551	3,6109	0,5196	-0,4298

6	2,4643	2,1931	1,1941	1,9800	3,6088	0,5566	-0,4112
7	2,4635	2,2080	1,2760	2,0047	3,6099	0,5714	-0,4003
8	2,4568	2,2125	1,3170	2,0217	3,6110	0,5755	-0,3951
9	2,4506	2,2132	1,3335	2,0312	3,6114	0,5753	-0,3930
10	2,4466	2,2130	1,3379	2,0355	3,6113	0,5740	-0,3921
11	2,4445	2,2127	1,3375	2,0370	3,6111	0,5728	-0,3918
12	2,4436	2,2126	1,3360	2,0372	3,6110	0,5720	-0,3916

Resposta dos Preços da Energia

1	0,0014	-0,0027	-0,0033	-0,0015	0,0001	0,0134	0,0000
2	0,0028	-0,0030	-0,0051	-0,0026	-0,0001	0,0194	0,0010
3	0,0039	-0,0028	-0,0065	-0,0033	-0,0003	0,0220	0,0020
4	0,0048	-0,0025	-0,0074	-0,0039	-0,0004	0,0233	0,0027
5	0,0053	-0,0022	-0,0078	-0,0042	-0,0005	0,0239	0,0032
6	0,0057	-0,0021	-0,0080	-0,0045	-0,0005	0,0242	0,0034
7	0,0059	-0,0020	-0,0080	-0,0045	-0,0005	0,0244	0,0036
8	0,0060	-0,0020	-0,0079	-0,0046	-0,0005	0,0245	0,0036
9	0,0061	-0,0019	-0,0078	-0,0046	-0,0005	0,0246	0,0036
10	0,0061	-0,0019	-0,0078	-0,0046	-0,0005	0,0246	0,0037
11	0,0061	-0,0019	-0,0077	-0,0046	-0,0005	0,0246	0,0037
12	0,0061	-0,0019	-0,0077	-0,0046	-0,0005	0,0246	0,0037

Resposta dos Preços do Petróleo

1	1,2942	0,3714	-0,7287	0,9149	1,7578	1,6737	15,8211
2	2,3875	-0,1392	0,7612	-0,1394	4,0216	2,4702	20,4317
3	3,2538	-1,1915	1,9244	-0,2662	5,3339	2,8892	21,4915
4	3,7367	-1,9985	2,6803	-0,2703	5,9255	3,2286	21,4036
5	3,9426	-2,4811	3,1753	-0,2230	6,1592	3,4849	21,1189
6	3,9986	-2,7340	3,4864	-0,1593	6,2405	3,6507	20,8996
7	3,9923	-2,8553	3,6615	-0,1028	6,2632	3,7429	20,7735
8	3,9697	-2,9094	3,7442	-0,0638	6,2657	3,7872	20,7121
9	3,9498	-2,9317	3,7726	-0,0419	6,2627	3,8052	20,6863
10	3,9372	-2,9399	3,7748	-0,0324	6,2593	3,8109	20,6773
11	3,9310	-2,9421	3,7676	-0,0298	6,2567	3,8118	20,6752
12	3,9287	-2,9422	3,7595	-0,0303	6,2551	3,8114	20,6755

Legenda: LEITE: Preço líquido médio pago ao produtor in natura na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; BEZERRO: Preço do Bezerro - Indicador ESALQ/BM&FBOVESPA ; BOI: Preço da Arroba do Boi Gordo – Indicador Cepea/B3; MILHO: Preço da saca de 60 kg do milho - Indicador ESALQ/BM&FBOVESPA; SOJA: Preço da saca de 60 kg da soja - Indicador CEPEA/ESALQSOJA; ENERGIA: Preço do quilowatt-hora (kwh) – Tarifa Energia Rural CEMIG; PETROLEO: Preço por Barril do Petróleo Bruto Brent (FOB).

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados

Anexo M: Decomposição da Variância dos Erros de Previsão – Séries *Commodities*

Período	S.E.	LEITE	BEZERR O	BOI	MILHO	SOJA	ENERGI A	PETROLE O
---------	------	-------	-------------	-----	-------	------	-------------	--------------

Decomposição da Variância do Preço do Bezerro								
1	37,481	0,776	99,224	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	68,933	0,771	96,336	1,884	0,056	0,039	0,104	0,809
3	97,299	0,829	92,958	3,888	0,213	0,057	0,283	1,771
4	122,175	0,906	90,402	5,307	0,373	0,060	0,466	2,486
5	143,945	0,980	88,648	6,222	0,500	0,059	0,626	2,965
6	163,217	1,043	87,464	6,803	0,592	0,057	0,757	3,283
7	180,547	1,093	86,654	7,180	0,659	0,056	0,861	3,498
8	196,372	1,133	86,081	7,435	0,706	0,054	0,942	3,649
9	211,009	1,164	85,661	7,616	0,742	0,053	1,006	3,759
10	224,689	1,188	85,341	7,750	0,769	0,052	1,057	3,843
11	237,578	1,207	85,090	7,855	0,790	0,051	1,097	3,909
12	249,801	1,223	84,888	7,939	0,807	0,051	1,130	3,962
Decomposição da Variância do Preço do Boi								
1	6,245	0,570	33,360	66,069	0,000	0,000	0,000	0,000
2	9,442	1,273	39,343	56,631	1,099	0,383	0,166	1,104
3	11,889	1,917	45,270	47,931	1,207	0,920	0,314	2,442
4	13,989	2,511	49,703	41,268	1,071	1,340	0,415	3,693
5	15,879	3,029	52,739	36,515	0,918	1,615	0,475	4,710
6	17,613	3,456	54,776	33,199	0,794	1,786	0,508	5,481
7	19,218	3,795	56,157	30,875	0,701	1,895	0,525	6,052
8	20,714	4,058	57,122	29,212	0,632	1,967	0,534	6,476
9	22,117	4,262	57,823	27,984	0,580	2,017	0,538	6,796
10	23,439	4,421	58,352	27,047	0,539	2,055	0,540	7,045
11	24,692	4,548	58,768	26,306	0,507	2,084	0,542	7,243
12	25,885	4,651	59,106	25,705	0,482	2,108	0,543	7,405
Decomposição da Variância do Preço do Milho								
1	2,572	2,773	4,801	5,908	86,518	0,000	0,000	0,000
2	3,982	2,158	12,459	10,976	73,905	0,314	0,107	0,081
3	5,275	1,614	16,954	14,410	66,276	0,577	0,123	0,047
4	6,437	1,250	19,512	16,436	61,892	0,729	0,103	0,077
5	7,469	1,017	21,056	17,576	59,317	0,815	0,082	0,137
6	8,389	0,864	22,066	18,218	57,722	0,867	0,066	0,197
7	9,221	0,759	22,773	18,594	56,672	0,901	0,055	0,247
8	9,983	0,685	23,294	18,829	55,935	0,925	0,047	0,286
9	10,689	0,629	23,692	18,989	55,390	0,943	0,041	0,317
10	11,351	0,587	24,004	19,106	54,969	0,957	0,036	0,341
11	11,976	0,553	24,254	19,199	54,634	0,968	0,033	0,360
12	12,570	0,526	24,458	19,274	54,360	0,977	0,030	0,375
Decomposição da Variância do Preço da Soja								
1	4,206	4,775	7,323	3,478	28,391	56,034	0,000	0,000
2	6,472	8,863	9,651	2,669	23,091	55,392	0,056	0,278
3	8,272	12,157	11,285	2,405	20,072	53,438	0,182	0,461
4	9,820	14,403	12,462	2,512	18,202	51,549	0,334	0,538

5	11,202	15,822	13,278	2,824	17,035	50,009	0,472	0,561
6	12,458	16,704	13,834	3,202	16,298	48,820	0,581	0,562
7	13,613	17,265	14,217	3,560	15,819	47,920	0,663	0,557
8	14,683	17,640	14,491	3,864	15,493	47,238	0,723	0,551
9	15,682	17,906	14,695	4,111	15,259	46,714	0,769	0,546
10	16,621	18,106	14,854	4,307	15,083	46,304	0,804	0,542
11	17,510	18,264	14,981	4,465	14,944	45,977	0,831	0,538
12	18,355	18,393	15,086	4,593	14,831	45,709	0,853	0,535

Decomposição da Variância do Preço da Energia

1	0,014	0,940	3,674	5,286	1,060	0,009	89,031	0,000
2	0,025	1,521	2,636	5,819	1,403	0,004	88,457	0,160
3	0,035	2,091	2,035	6,575	1,660	0,009	87,202	0,427
4	0,043	2,594	1,652	7,218	1,890	0,017	85,945	0,684
5	0,050	3,011	1,397	7,658	2,082	0,023	84,934	0,895
6	0,057	3,345	1,222	7,919	2,231	0,027	84,200	1,057
7	0,063	3,605	1,098	8,056	2,341	0,030	83,690	1,180
8	0,069	3,807	1,009	8,120	2,421	0,031	83,341	1,272
9	0,074	3,963	0,941	8,144	2,479	0,032	83,098	1,343
10	0,079	4,086	0,889	8,148	2,522	0,033	82,924	1,397
11	0,083	4,183	0,849	8,145	2,556	0,034	82,793	1,441
12	0,088	4,262	0,816	8,138	2,582	0,034	82,692	1,476

Decomposição da Variância do Preço do Petróleo

1	16,105	0,646	0,053	0,205	0,323	1,191	1,080	96,502
2	26,560	1,045	0,022	0,157	0,121	2,731	1,262	94,661
3	34,927	1,472	0,129	0,395	0,076	3,911	1,414	92,602
4	41,818	1,826	0,319	0,686	0,057	4,736	1,583	90,794
5	47,715	2,085	0,515	0,970	0,046	5,304	1,749	89,331
6	52,928	2,265	0,685	1,222	0,038	5,701	1,897	88,191
7	57,651	2,389	0,823	1,433	0,033	5,985	2,021	87,316
8	62,004	2,475	0,932	1,604	0,028	6,196	2,120	86,645
9	66,065	2,538	1,018	1,739	0,025	6,356	2,199	86,126
10	69,887	2,585	1,086	1,846	0,022	6,482	2,262	85,716
11	73,510	2,622	1,142	1,931	0,020	6,583	2,314	85,387
12	76,961	2,653	1,188	2,000	0,018	6,667	2,356	85,117

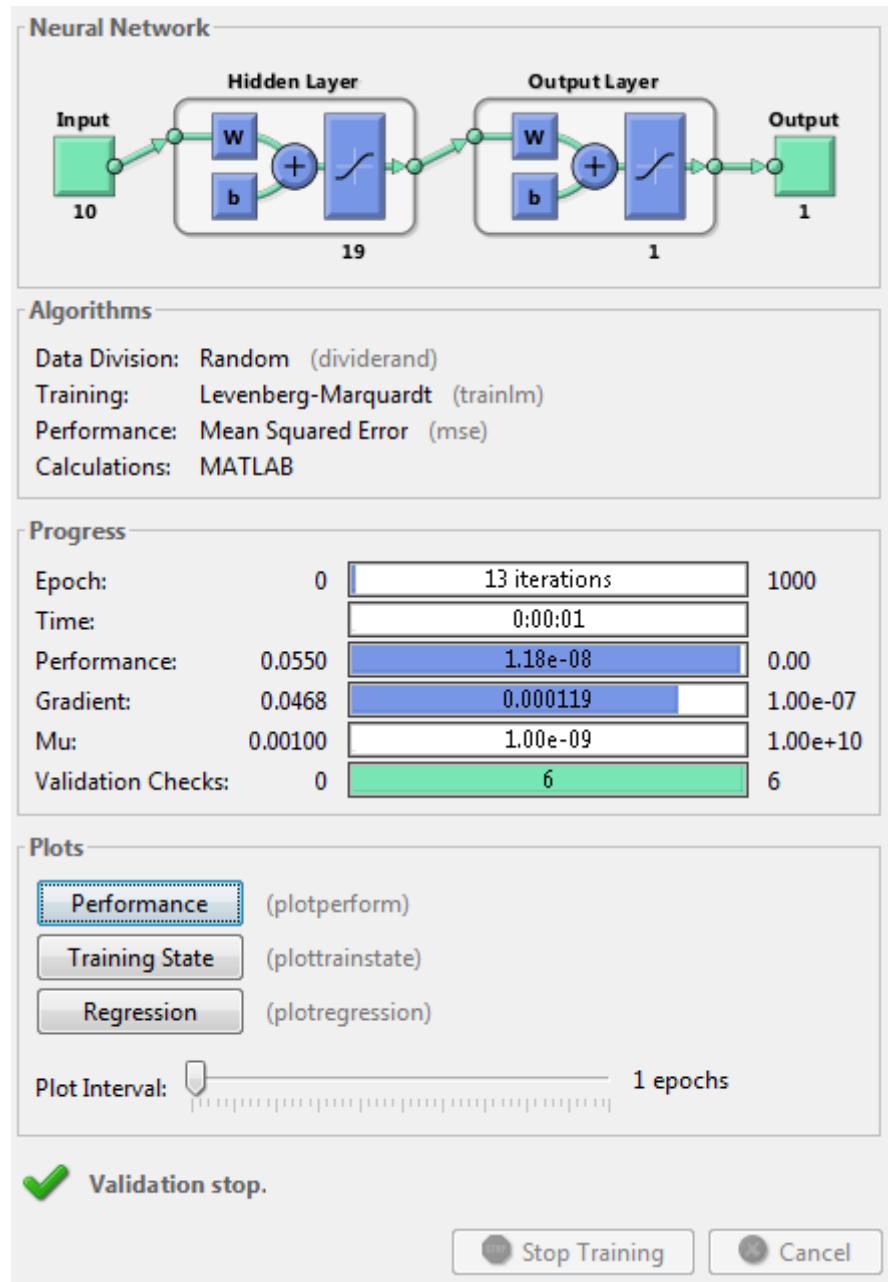
Legenda: LEITE: Preço líquido médio pago ao produtor in natura na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; BEZERRO: Preço do Bezerro - Indicador ESALQ/BM&FBOVESPA ; BOI: Preço da Arroba do Boi Gordo – Indicador Cepea/B3; MILHO: Preço da saca de 60 kg do milho - Indicador ESALQ/BM&FBOVESPA; SOJA: Preço da saca de 60 kg da soja - Indicador CEPEA/ESALQSOJA; ENERGIA: Preço do quilowatt-hora (kwh) – Tarifa Energia Rural CEMIG; PETROLEO: Preço por Barril do Petróleo Bruto Brent (FOB).

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

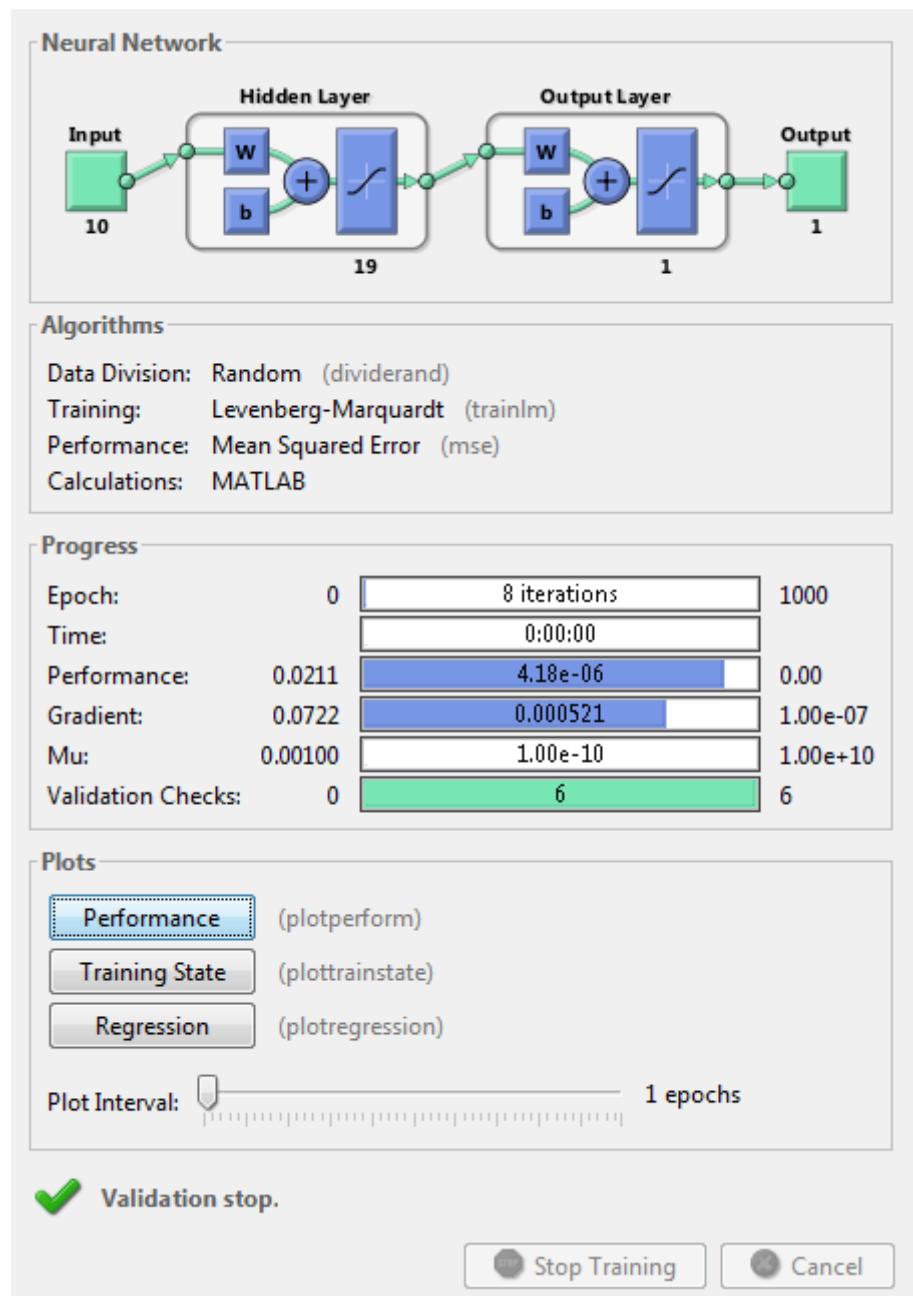
Anexo N: Resultados da busca automática ARIMA

Model Selection Criteria Table
 Dependent Variable: D(TMAP)
 Date: 05/09/23 Time: 11:24
 Sample: 2015M01 2022M12
 Included observations: 83

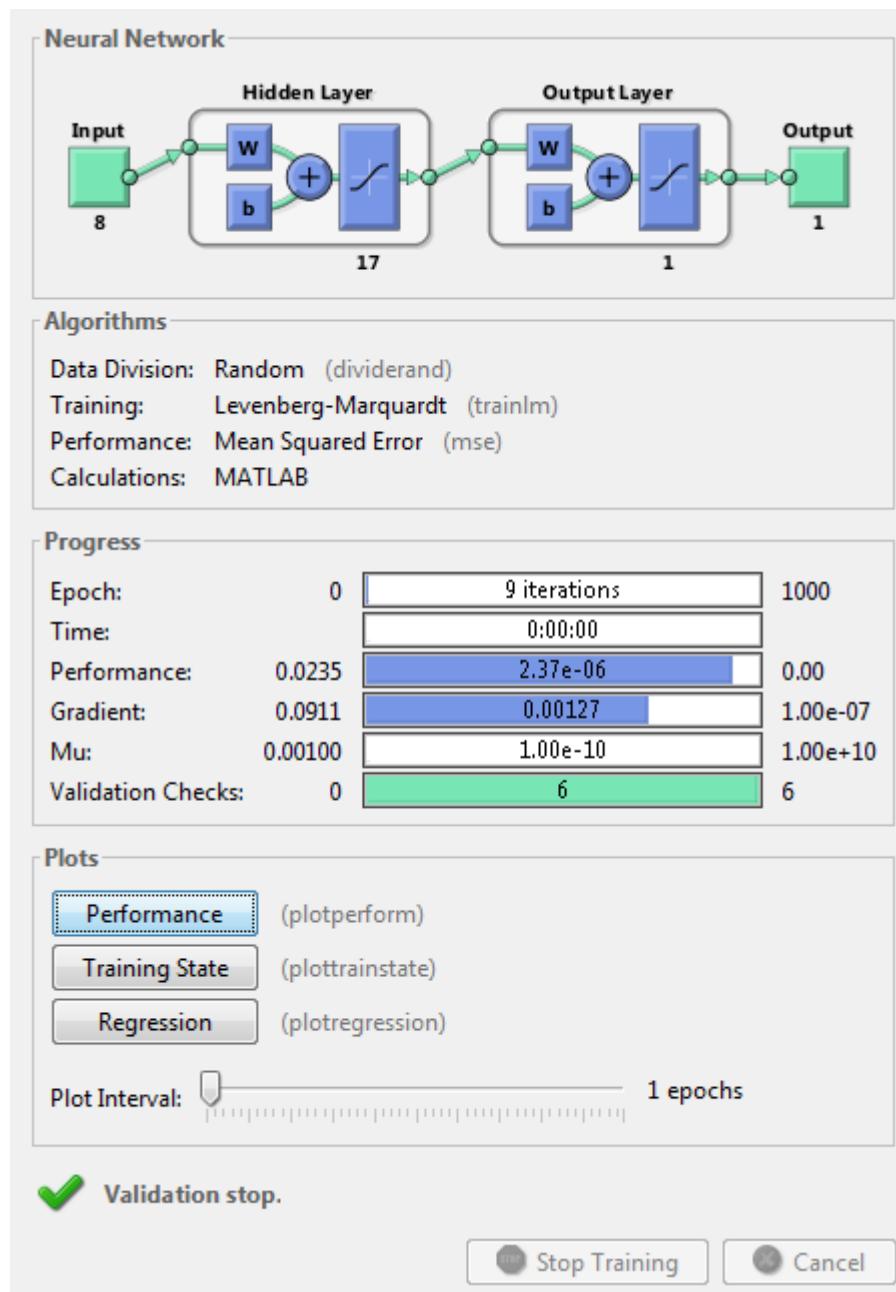
Model	LogL	AIC	BIC*	HQ
(0,1)(0,0)	93.650284	-2.208441	-2.150155	-2.185025
(1,0)(0,0)	92.806955	-2.188119	-2.129834	-2.164704
(2,0)(0,0)	94.641072	-2.208219	-2.120791	-2.173095
(1,1)(0,0)	94.384782	-2.202043	-2.114615	-2.166919
(0,2)(0,0)	94.276567	-2.199435	-2.112007	-2.164312
(0,1)(1,1)	96.360965	-2.225565	-2.108995	-2.178734
(0,1)(1,0)	94.100204	-2.195186	-2.107758	-2.160062
(0,1)(0,1)	93.992247	-2.192584	-2.105156	-2.157461
(0,1)(2,0)	95.815952	-2.212433	-2.095862	-2.165601
(0,1)(0,2)	95.443507	-2.203458	-2.086887	-2.156626
(2,1)(0,0)	95.397966	-2.202361	-2.085790	-2.155529
(1,0)(1,0)	92.997630	-2.168618	-2.081190	-2.133494
(1,0)(0,1)	92.961952	-2.167758	-2.080330	-2.132634
(2,0)(1,0)	94.931062	-2.191110	-2.074539	-2.144278
(2,0)(0,1)	94.881678	-2.189920	-2.073349	-2.143088
(1,1)(1,0)	94.716110	-2.185930	-2.069360	-2.139099
(1,1)(0,1)	94.651577	-2.184375	-2.067805	-2.137544
(0,2)(1,0)	94.622294	-2.183670	-2.067099	-2.136838
(1,0)(1,1)	94.571956	-2.182457	-2.065886	-2.135625
(0,2)(0,1)	94.553645	-2.182016	-2.065445	-2.135184
(1,2)(0,0)	94.390934	-2.178095	-2.061524	-2.131263
(0,1)(2,1)	96.587050	-2.206917	-2.061204	-2.148377
(1,1)(1,1)	96.438204	-2.203330	-2.057617	-2.144791
(0,2)(1,1)	96.417018	-2.202820	-2.057106	-2.144280
(2,0)(1,1)	96.297504	-2.199940	-2.054227	-2.141400
(1,0)(2,0)	94.035218	-2.169523	-2.052953	-2.122692
(1,0)(0,2)	93.779200	-2.163354	-2.046784	-2.116523
(1,1)(2,0)	95.883635	-2.189967	-2.044254	-2.131428
(0,2)(2,0)	95.867190	-2.189571	-2.043858	-2.131031
(2,0)(2,0)	95.758821	-2.186960	-2.041246	-2.128420
(1,1)(0,2)	95.598173	-2.183089	-2.037375	-2.124549
(2,0)(0,2)	95.571228	-2.182439	-2.036726	-2.123900
(0,2)(0,2)	95.563443	-2.182252	-2.036538	-2.123712
(2,1)(1,0)	95.543386	-2.181768	-2.036055	-2.123229
(2,1)(0,1)	95.520358	-2.181213	-2.035500	-2.122674
(0,1)(1,2)	95.455658	-2.179654	-2.033941	-2.121115
(2,2)(0,0)	95.439866	-2.179274	-2.033561	-2.120734
(1,0)(2,1)	94.880426	-2.165793	-2.020080	-2.107254
(0,1)(2,2)	97.038302	-2.193694	-2.018838	-2.123447
(1,2)(1,0)	94.718138	-2.161883	-2.016170	-2.103343
(2,1)(1,1)	96.704613	-2.185653	-2.010797	-2.115406
(1,1)(2,1)	96.616538	-2.183531	-2.008675	-2.113284
(0,2)(2,1)	96.606654	-2.183293	-2.008437	-2.113046
(1,2)(1,1)	96.452549	-2.179579	-2.004724	-2.109332
(2,0)(2,1)	96.413276	-2.178633	-2.003777	-2.108386
(1,2)(0,1)	94.084448	-2.146613	-2.000900	-2.088074
(2,1)(2,0)	96.256843	-2.174864	-2.000008	-2.104616
(1,0)(1,2)	93.946902	-2.143299	-1.997586	-2.084759
(2,1)(0,2)	96.100323	-2.171092	-1.996236	-2.100845
(1,2)(2,0)	96.058289	-2.170079	-1.995223	-2.099832
(1,2)(0,2)	95.645225	-2.160126	-1.985270	-2.089879
(2,2)(1,0)	95.631806	-2.159803	-1.984947	-2.089555
(1,1)(1,2)	95.602738	-2.159102	-1.984246	-2.088855
(2,2)(0,1)	95.598734	-2.159006	-1.984150	-2.088758
(2,0)(1,2)	95.571313	-2.158345	-1.983489	-2.088098
(0,2)(1,2)	95.567207	-2.158246	-1.983390	-2.087999
(1,0)(2,2)	95.549772	-2.157826	-1.982970	-2.087579
(1,1)(2,2)	97.040935	-2.169661	-1.965662	-2.087706
(0,2)(2,2)	97.039847	-2.169635	-1.965636	-2.087680
(2,2)(1,1)	96.993244	-2.168512	-1.964513	-2.086557
(2,1)(2,1)	96.869872	-2.165539	-1.961540	-2.083584
(1,2)(2,1)	96.807482	-2.164036	-1.960037	-2.082080
(2,0)(2,2)	96.750564	-2.162664	-1.958666	-2.080709
(2,2)(2,0)	96.457729	-2.155608	-1.951609	-2.073653
(2,2)(0,2)	96.265176	-2.150968	-1.946969	-2.069013
(2,1)(1,2)	96.152956	-2.148264	-1.944265	-2.066309
(1,2)(1,2)	95.655865	-2.136286	-1.932287	-2.054331
(2,1)(2,2)	97.390130	-2.153979	-1.920838	-2.060316
(1,2)(2,2)	97.256553	-2.150760	-1.917619	-2.057097
(2,2)(2,1)	97.097370	-2.146925	-1.913783	-2.053261
(2,2)(1,2)	96.273782	-2.127079	-1.893938	-2.033416
(0,0)(2,0)	84.775279	-1.970489	-1.883061	-1.935365
(0,0)(0,0)	80.194494	-1.908301	-1.879158	-1.896593
(0,0)(1,1)	84.599755	-1.966259	-1.878831	-1.931135
(2,2)(2,2)	97.403732	-2.130210	-1.867926	-2.024839
(0,0)(2,1)	86.108879	-1.978527	-1.861957	-1.931696
(0,0)(0,2)	83.569342	-1.941430	-1.854002	-1.906306
(0,0)(2,2)	87.510905	-1.988215	-1.842501	-1.929675
(0,0)(1,0)	80.553565	-1.892857	-1.834572	-1.869441
(0,0)(0,1)	80.439988	-1.890120	-1.831835	-1.866704
(0,0)(1,2)	84.041109	-1.928701	-1.812131	-1.881870



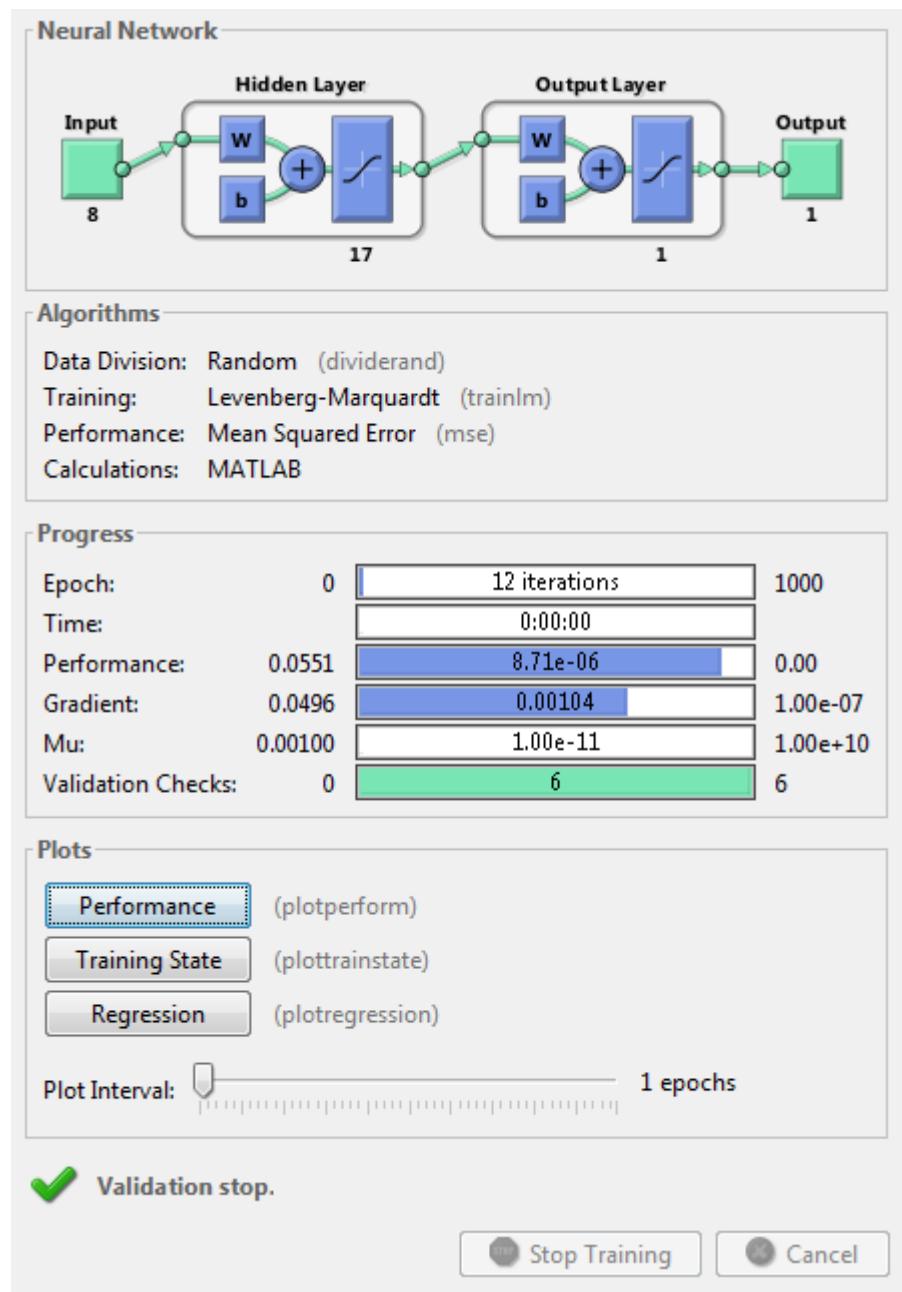
Anexo P: Tela de Treinamento Modelo de Redes Neurais Artificiais 2



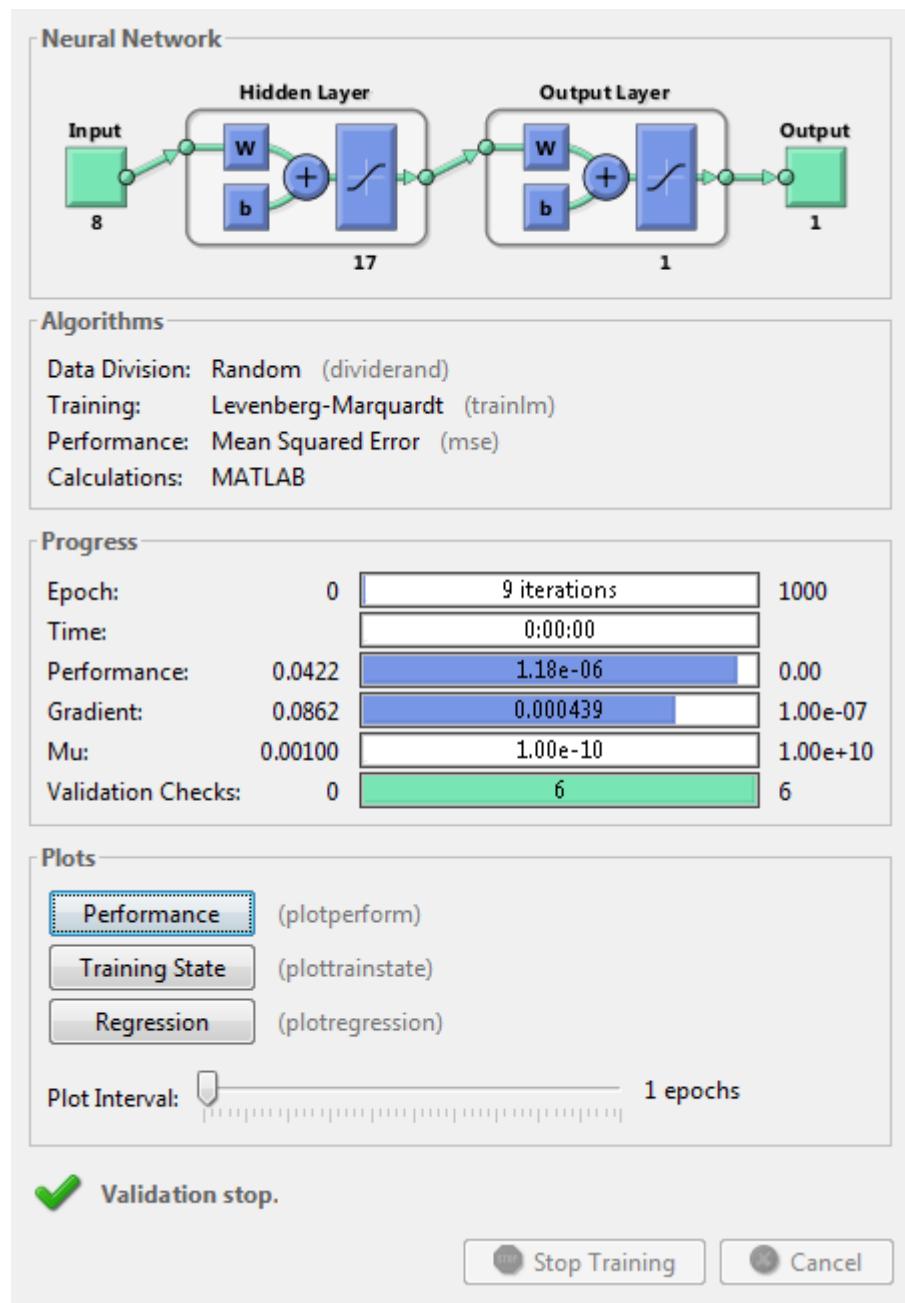
Anexo Q: Tela de Treinamento Modelo de Redes Neurais Artificiais 3

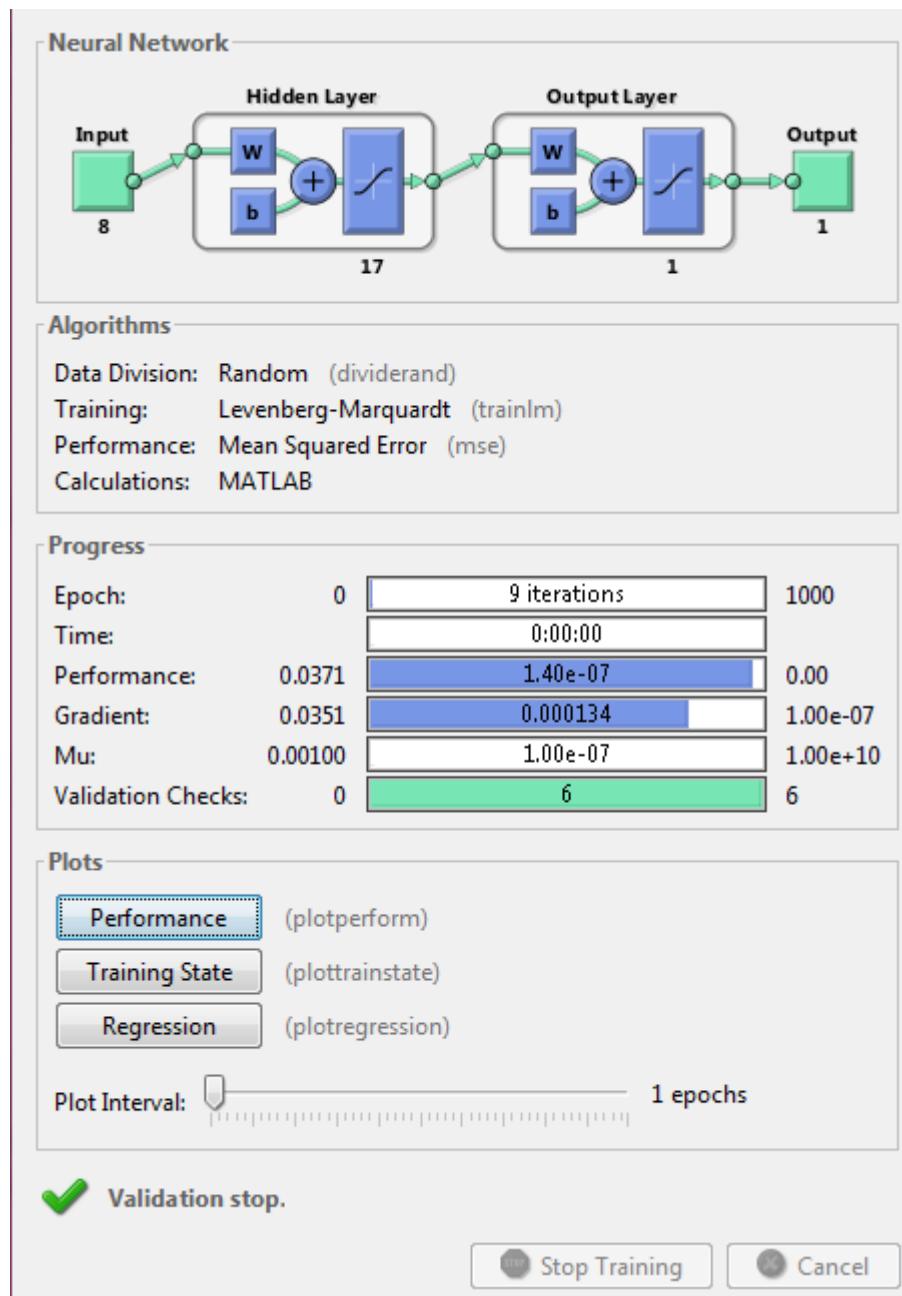


Anexo R: Tela de Treinamento Modelo de Redes Neurais Artificiais 4



Anexo S: Tela de Treinamento Modelo de Redes Neurais Artificiais 5





Anexo U: Tela de Treinamento Modelo de Redes Neurais Artificiais 7

