

TRANSMISSÃO DE PREÇOS E INTEGRAÇÃO DE LONGO PRAZO NA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE EM MINAS GERAIS

PRICE TRANSMISSION AND LONG-RUN INTEGRATION IN THE DAIRY
SUPPLY CHAIN OF MINAS GERAIS, BRAZIL

Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas • 25/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/782334308](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/782334308)

Leonardo Grande¹

Fabício Pelizer Almeida²

Danilo Guedes Junqueira Júnior³

RESUMO

O artigo analisou a dinâmica conjuntural e econométrica dos preços na cadeia produtiva do leite em Minas Gerais, considerando a articulação entre custo alimentar, preço pago ao produtor e preços de derivados lácteos. O estudo adotou a abordagem de filière e utilizou séries mensais de janeiro de 2016 a dezembro de 2025, contemplando os preços do milho, do leite ao produtor, do leite pasteurizado, do leite UHT, do queijo prato, da manteiga e do queijo muçarela. A metodologia considerou a análise gráfica, o teste ADF, a estimação exploratória de VAR em primeiras diferenças, o diagnóstico residual e o teste de cointegração de Johansen, indicando o VECM como a especificação econométrica mais adequada para a análise das relações de longo prazo entre as variáveis. Os resultados evidenciaram que o preço pago ao produtor exerceu papel central na transmissão de choques para os derivados, especialmente os queijos, enquanto os retornos dos produtos industrializados ao elo primário mostraram-se seletivos e assimétricos. A manteiga apresentou sinal positivo associado à valorização do componente gordura, ao passo que o leite pasteurizado expressou pressões competitivas de curto prazo. A cointegração confirmou que os preços compartilharam trajetória comum de longo prazo, embora os ajustes mensais tenham revelado heterogeneidade na apropriação de valor entre os diferentes elos da cadeia. Os resultados sugeriram que os mecanismos de transmissão de preços não ocorreram de forma homogênea entre os segmentos analisados, refletindo distintas formas de coordenação econômica ao longo da cadeia produtiva do leite.

Palavras-chave: produtos lácteos; filière agroindustrial; cointegração; VECM.

ABSTRACT

The article analyzed the conjunctural and econometric dynamics of prices in the dairy supply chain of Minas Gerais, Brazil, considering the relationships among feed costs, farm-gate milk prices, and dairy product prices. The study adopted the filière approach and used monthly series from January 2016 to December 2025, comprising maize prices, farm-gate milk prices, pasteurized milk, UHT milk, cheese-plate, butter, and mozzarella cheese prices. The methodology included graphical analysis, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, exploratory estimation of a Vector Autoregressive (VAR) model in first differences, residual diagnostics, and the Johansen cointegration test, indicating the Vector Error Correction Model (VECM) as the most appropriate econometric specification for analyzing long-run relationships among the variables. The results showed that farm-gate milk prices played a central role in transmitting shocks to dairy products, particularly cheeses, whereas feedback effects from processed products to the primary segment proved to be selective and asymmetric. Butter exhibited a positive relationship associated with the appreciation of the milk fat component, while pasteurized milk reflected short-term competitive pressures. Cointegration confirmed that prices shared a common long-run trajectory, although monthly adjustments revealed heterogeneity in value appropriation among the different segments of the supply chain. The findings suggested that price transmission mechanisms did not occur uniformly across the analyzed segments, reflecting distinct forms of economic coordination throughout the dairy supply chain.

Keywords: dairy products; price transmission; agro-industrial filière; cointegration; VECM.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite constitui um dos sistemas agroindustriais mais sensíveis à interação entre custos de produção, perecibilidade da matéria-prima, coordenação entre agentes, diferenciação industrial e comportamento da demanda final. Diferentemente de cadeias agrícolas baseadas em produtos estocáveis por longos períodos, a produção leiteira opera sob elevada frequência transacional, exigência logística contínua, controle sanitário rigoroso e forte dependência de fluxos regulares entre produtor, captação, indústria, distribuição e varejo. Essa configuração torna a formação de preços do leite e de seus derivados um fenômeno essencialmente sistêmico, no qual choques originados em um elo podem repercutir sobre os demais com intensidade, direção e velocidade distintas.

A literatura de sistemas agroindustriais demonstra que cadeias alimentares não devem ser interpretadas como simples sucessões lineares de compra e venda, mas como arranjos coordenados de agentes, ativos específicos, contratos, tecnologias, fluxos físicos e fluxos informacionais. A abordagem de *filière*, consolidada na economia agroindustrial francesa e incorporada aos estudos brasileiros de cadeias produtivas, permite compreender a articulação entre os segmentos “antes da porteira”, “dentro da porteira” e “depois da porteira”, evidenciando como insumos, produção primária, processamento, distribuição e consumo se conectam por relações técnicas e econômicas interdependentes. De modo complementar, a tradição da economia dos custos de transação e da governança agroindustrial, associada a Williamson (1985), Goldberg (1968), Zylbersztajn e Farina (1999) e Batalha (2007), reforça que a coordenação entre os elos influencia eficiência, distribuição de margens, capacidade de repasse de custos e estabilidade das relações de mercado.

No caso específico do leite, essa interdependência é intensificada por três características estruturais, conforme demonstrado na Figura 1. A primeira é a centralidade do leite cru como insumo-base de múltiplos derivados, como leite pasteurizado, leite UHT, queijos, manteiga, creme, iogurtes e bebidas lácteas. A segunda é a importância dos custos alimentares, especialmente milho e concentrados, na composição econômica da atividade primária. A terceira é a heterogeneidade dos produtos industriais, que apresentam diferentes graus de perecibilidade, valor agregado, elasticidade de demanda, capacidade de estocagem e sensibilidade à competição varejista.

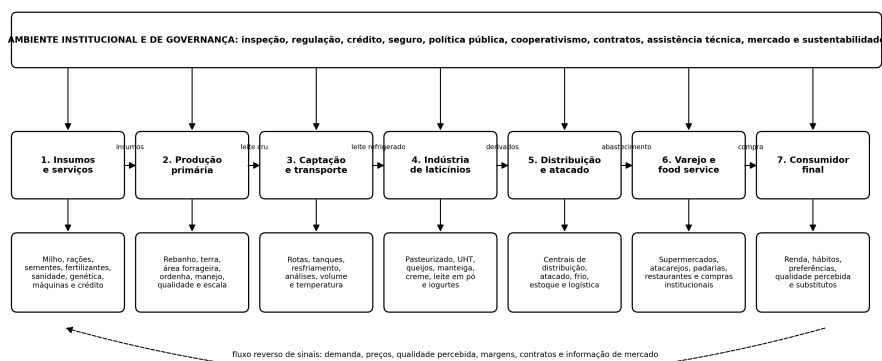


Figura 1. Filière da cadeia produtiva do leite: segmentos, transações insumo-produto e fluxos físicos, financeiros e informacionais.

Figura 1. Esquema analítico da filière da cadeia produtiva do leite.

Fonte: elaborado pelos autores

A literatura sobre transmissão de preços em cadeias agroalimentares demonstra que os repasses entre produtor, atacado, indústria e varejo raramente ocorrem de forma instantânea, completa e simétrica. Vavra e Goodwin (2005) destacam que a transmissão de preços ao longo da cadeia alimentar envolve defasagens, margens, custos de ajustamento, estoques, contratos e poder de mercado, enquanto Meyer e von Cramon-Taubadel (2004), observam que a transmissão assimétrica de preços pode ser repassada com velocidades distintas, fenômeno associado a rigidez

de preços, assimetria informacional, concentração de mercado e estratégias comerciais.

No plano conjuntural recente, os mercados de produtos lácteos têm sido marcados por volatilidade de preços, recomposição de margens e forte influência dos derivados de maior valor agregado. A FAO registrou fortalecimento dos preços internacionais de lácteos em 2024, com destaque para a elevação dos preços da manteiga, enquanto o OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034 também aponta que os movimentos recentes do mercado mundial foram influenciados pela valorização de produtos associados à gordura láctea. Tais movimentos globais dialogam com a dinâmica na cadeia brasileira, na qual produtos como manteiga e queijos assumem papel relevante na redistribuição de valor dentro do portfólio industrial.

No Brasil, a relevância econômica da cadeia do leite se expressa tanto pela capilaridade territorial da produção quanto pela diversidade de perfis produtivos, envolvendo produtores familiares, propriedades especializadas, cooperativas, laticínios regionais, grandes indústrias, atacarejos, supermercados, food service e consumidores finais. O Anuário Leite 2024, publicado pela Embrapa Gado de Leite, enfatiza a importância da cadeia produtiva do leite para o país e discute seus desafios recentes, incluindo competitividade, eficiência técnica, gestão econômica e comportamento do mercado consumidor.

A problemática central deste artigo emerge justamente dessa tensão entre interdependência e assimetria. Se todos os elos da cadeia dependem do leite cru como base material e econômica, isso não significa que os preços se ajustem de forma proporcional,

simultânea ou equilibrada. O produtor pode ser pressionado por custos de alimentação e energia antes que haja recomposição do preço recebido. A indústria pode repassar parcialmente aumentos de matéria-prima para determinados derivados e absorver parte dos choques em outros produtos, enquanto o varejo pode operar com estratégias promocionais, poder de negociação e sensibilidade direta à demanda final, e ainda, os produtos de maior valor agregado, como queijos e manteiga, podem apresentar dinâmica distinta daquela observada no leite fluido. Assim, a cadeia é integrada, mas não necessariamente simétrica em sua capacidade de distribuir custos, riscos e margens.

Nesse sentido, compreender a dinâmica de preços na cadeia do leite é relevante por três razões principais. A primeira é econômica: os preços orientam produção, investimento, escala, permanência na atividade, estratégias industriais e decisões de consumo. A segunda é setorial: a coordenação entre produtor, indústria e varejo depende de informações consistentes sobre a direção e a intensidade dos repasses. A terceira é científica: cadeias agroindustriais sujeitas a choques persistentes, sazonalidade e múltiplos produtos exigem modelos capazes de distinguir movimentos conjunturais de curto prazo e relações estruturais de longo prazo.

A abordagem econométrica de séries temporais multivariadas oferece instrumentos adequados para esse tipo de investigação, desde que articulada à leitura setorial da cadeia. Os modelos vetoriais autorregressivos permitem examinar interdependências dinâmicas entre preços, enquanto a análise de cointegração e os modelos vetoriais de correção de erros possibilitam investigar se os preços compartilham trajetória comum de longo prazo. A contribuição de Sims (1980), Engle e Granger (1987) e Johansen

(1988, 1991) permanece central para esse campo, pois permite tratar sistemas de preços como estruturas endógenas, nas quais as variáveis interagem ao longo do tempo, respondem a choques e podem se ajustar a relações de equilíbrio.

No caso da cadeia do leite, essa perspectiva é particularmente adequada porque os preços não devem ser compreendidos como eventos independentes. O preço pago ao produtor, os custos associados à alimentação animal e os preços dos derivados industrializados compõem um sistema econômico conectado por matéria-prima, tecnologia, contratos, logística, margens e demanda. Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a dinâmica conjuntural e econométrica dos preços da cadeia produtiva do leite, considerando a articulação entre preço pago ao produtor, custo associado ao milho e preços de derivados lácteos. Busca-se compreender a estrutura de transmissão de choques entre os elos da cadeia e verificar se os preços apresentam comportamento compatível com interdependência sistêmica de longo prazo.

A hipótese orientadora é que a cadeia do leite combina transmissão assimétrica de curto prazo e integração econômica de longo prazo, refletindo sua estrutura de filière, a diversidade de produtos industriais e as diferenças de poder, tempo de ajuste e apropriação de valor entre os agentes. Ao propor essa abordagem, o estudo contribui para a literatura de economia agroindustrial e análise setorial ao tratar a cadeia de produtos lácteos como um sistema de preços interdependente. Essa perspectiva permite qualificar o debate sobre competitividade, coordenação, políticas de qualidade, remuneração ao produtor e estratégias industriais.

2. REVISÃO DE LEITERATURA

2.1. Economia Agroindustrial, Sistemas Agroalimentares e Abordagem de Filière

A análise das cadeias agroindustriais consolidou-se a partir da compreensão de que a produção agropecuária não pode ser interpretada como atividade isolada, encerrada nos limites técnicos da propriedade rural. A produção de alimentos, fibras e matérias-primas biológicas integra sistemas compostos por fornecedores de insumos, máquinas, genética, crédito, assistência técnica, produção primária, processamento, logística, distribuição, varejo, consumo e instituições reguladoras. Essa perspectiva desloca o objeto analítico da unidade produtiva para o conjunto de relações técnicas, econômicas e institucionais que conectam agentes, ativos específicos, contratos, fluxos físicos, padrões de qualidade, informação de mercado e mecanismos de coordenação.

A formulação clássica do conceito de agribusiness representou um marco nesse deslocamento ao definir o setor agroalimentar como o conjunto das operações envolvidas na produção e distribuição de insumos agrícolas, nas atividades produtivas no interior das fazendas e nas etapas de armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agropecuários e derivados (DAVIS; GOLDBERG, 1957). Essa concepção foi posteriormente aprofundada pela análise de sistemas de commodities, na qual a competitividade deixa de ser atributo de um elo isolado e passa a depender da coordenação entre fornecedores, produtores, processadores, distribuidores e consumidores (GOLDBERG, 1968).

Na tradição francesa, a noção de *filière* desenvolveu uma leitura complementar, centrada no encadeamento técnico e econômico das operações que conduzem determinado produto desde a origem dos insumos até o consumo final. A *filière* compreende uma sequência articulada de operações, transações e estratégias de agentes que estruturam o fluxo de transformação e circulação de bens ao longo da cadeia (MORVAN, 1991). Essa abordagem é particularmente adequada ao estudo da cadeia do leite, pois a matéria-prima é perecível, de produção contínua, dependente de padrões sanitários rigorosos e destinada a múltiplos derivados, cada qual com estrutura própria de custo, margem, estocagem, logística e demanda.

No campo brasileiro, a noção de cadeia de produção agroindustrial foi sistematizada como um conjunto articulado de operações técnicas, econômicas e logísticas que conecta fornecedores de insumos, produtores agropecuários, agroindústrias, distribuidores e consumidores finais (BATALHA, 2007). Essa contribuição aproxima a abordagem de *filière* da gestão agroindustrial, permitindo examinar competitividade, coordenação, agregação de valor, inovação, qualidade e governança. No caso do leite, essa leitura é indispensável porque o desempenho econômico do produtor rural depende de insumos e serviços situados antes da porteira, enquanto sua remuneração é condicionada por decisões industriais, logísticas e comerciais localizadas depois da porteira.

A economia dos custos de transação amplia a compreensão da coordenação agroindustrial ao demonstrar que as formas de organização econômica dependem da frequência das transações, da incerteza, da especificidade dos ativos e dos custos de monitoramento e adaptação (WILLIAMSON, 1985). Em cadeias

agroalimentares, essas variáveis ajudam a explicar a coexistência de mercados spot, contratos recorrentes, cooperativas, arranjos híbridos e integração vertical. Na cadeia láctea, a coleta frequente, a perecibilidade do leite cru, a exigência de resfriamento, os investimentos específicos em ordenha e tanques de expansão, a necessidade de controle laboratorial e os requisitos de qualidade tornam a relação entre produtores e laticínios fortemente dependente de coordenação.

A aplicação dessa abordagem aos sistemas agroindustriais evidencia que cadeias alimentares são estruturadas por relações contratuais e mecanismos de governança que influenciam eficiência, estabilidade, competitividade e distribuição de valor (ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999). Nessa direção, a competitividade agroindustrial não se reduz ao custo unitário de produção; envolve capacidade de coordenação, regularidade de oferta, padrões sanitários, reputação, inovação, diferenciação de produtos e adaptação institucional às mudanças de mercado (FARINA, 1999).

As formas híbridas de organização ocupam posição central nesse debate. Arranjos como cooperativas, contratos de fornecimento, programas de assistência técnica, bonificação por qualidade, fidelização de produtores e acordos recorrentes entre indústria e fornecedores situam-se entre o mercado puro e a hierarquia interna da firma (MÉNARD, 2004). No setor lácteo, esses arranjos são frequentes porque a produção é dispersa, a matéria-prima é perecível, a indústria necessita de abastecimento regular e a qualidade depende de práticas adotadas antes da chegada do leite à planta industrial.

A abordagem de filière também permite analisar a apropriação de valor ao longo da cadeia. O leite cru é insumo comum de produtos industriais distintos, como leite pasteurizado, leite UHT, queijo muçarela, queijo prato, manteiga, creme, leite em pó, bebidas lácteas e iogurtes. Cada produto possui distinta relação com o custo da matéria-prima, com a composição de sólidos e gordura, com a vida útil, com a logística de frio, com a capacidade de estocagem, com a elasticidade de demanda, com o poder de marca e portanto, a agregação de valor não ocorre de forma homogênea.

Essa heterogeneidade produtiva torna insuficiente interpretar a cadeia do leite como simples sucessão linear de repasses. O preço pago ao produtor pode ser influenciado por oferta regional, sazonalidade, custo de alimentação, disputa entre laticínios, qualidade da matéria-prima, volume entregue, importações, capacidade ociosa industrial e comportamento dos derivados. Da mesma forma, os preços dos derivados não refletem apenas o custo do leite cru; incorporam embalagem, tecnologia de processamento, logística, margem industrial, estratégia comercial, marca, canal de venda e sensibilidade do consumidor. A cadeia é integrada, mas seus elos possuem diferentes capacidades de absorver, retardar, amplificar ou redistribuir choques.

Alguns trabalhos relevantes sobre mercados e comercialização agroindustrial destacam que a análise de preços e estratégias setoriais deve considerar estrutura de oferta, canais de comercialização, coordenação, custos de transação, informação de mercado e comportamento do consumidor (MIELE; WAQUIL; SCHULTZ, 2011). Da mesma forma, estudos recentes sobre cadeias agroalimentares reforçam que a competitividade depende da capacidade de organizar fluxos físicos, financeiros e informacionais

em ambientes marcados por volatilidade de preços, exigências sanitárias, mudanças de consumo e intensificação tecnológica.

A análise econométrica de sistemas de preços fornece instrumental compatível com essa leitura. Os modelos vetoriais autorregressivos permitem tratar as variáveis de um sistema como endógenas, examinando interdependências dinâmicas sem impor uma estrutura causal rígida a priori (SIMS, 1980). A teoria da cointegração e dos modelos de correção de erros permite investigar relações de equilíbrio de longo prazo entre séries não estacionárias, preservando simultaneamente os ajustamentos de curto prazo (ENGLE; GRANGER, 1987; JOHANSEN, 1988, 1991). Esse aparato não substitui a leitura setorial da filière; ao contrário, oferece meios para testar empiricamente se os preços dos diferentes elos compartilham trajetórias, transmitem choques e se ajustam ao longo do tempo.

Desse modo, a economia agroindustrial fornece a moldura teórica deste estudo. A cadeia produtiva do leite é interpretada como sistema coordenado de agentes, transações e produtos, no qual a formação de preços resulta da interação entre insumos, produção primária, qualidade, contratos, logística, transformação industrial, diferenciação de produtos, distribuição e consumo. A abordagem de filière delimita os elos e fluxos; a economia dos custos de transação explica a coordenação; a teoria da transmissão de preços interpreta os repasses; e a econometria de séries temporais permite investigar empiricamente a dinâmica intertemporal do sistema.

2.2. Bacias Leiteiras no Brasil e em Minas Gerais, Formação de Preços e Diferenciação de Produtos

A constituição das bacias leiteiras brasileiras resulta de um processo histórico de ocupação territorial, especialização produtiva, proximidade de mercados consumidores, infraestrutura de transporte, disponibilidade de insumos, organização cooperativa, presença industrial e tradição regional. Diferentemente de cadeias agrícolas fortemente concentradas em fronteiras produtivas especializadas, a produção de leite apresenta ampla dispersão espacial, convivendo com sistemas familiares, propriedades de média escala e unidades empresariais intensivas. Essa dispersão confere capilaridade social e econômica à atividade, mas amplia a complexidade logística, a heterogeneidade tecnológica e os custos de coordenação.

O estado de Minas Gerais ocupa posição singular nesse arranjo territorial, consolidando-se historicamente como uma das principais referências da pecuária leiteira nacional, combinando tradição produtiva, diversidade regional, forte presença de agricultura familiar, cooperativismo, laticínios regionais e polos industriais. O diagnóstico estratégico da cadeia produtiva agroindustrial do leite em Minas Gerais, elaborado em cooperação entre UFV, FUNARBE e SEAPA-MG, destaca a importância econômica da atividade e examina desafios em todos os elos da cadeia, desde insumos e produção até processamento, distribuição, atacado e varejo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES; MINAS GERAIS, 2024). O documento aponta gargalos relacionados à qualificação, mão de obra, eficiência, inovação, coordenação e competitividade setorial.

A análise espacial da produção leiteira em Minas Gerais demonstra que a produção é territorialmente pulverizada, mas com regiões de maior densidade produtiva e maior capacidade de especialização.

Estudos conduzidos por Carvalho, Hott e Oliveira (2007) indicam que o estado apresenta concentração relativa em áreas tradicionais e tecnificadas, com destaque para regiões como Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata, Oeste e Campo das Vertentes, ainda que a produção esteja presente em amplo número de municípios. Essa configuração territorial evidencia que as bacias leiteiras mineiras combinam tradição, proximidade de mercados, estrutura industrial, disponibilidade de assistência técnica e diferentes padrões de intensificação.

A importância de Minas Gerais para a cadeia brasileira também decorre da relação entre produção primária, indústria e cultura alimentar. O estado abriga sistemas de produção especializados, cooperativas tradicionais, laticínios de diferentes portes e mercados regionais relevantes para queijos, leite fluido e derivados. A heterogeneidade regional, entretanto, impede qualquer interpretação homogênea. O produtor de uma bacia com maior disputa industrial por matéria-prima enfrenta condições comerciais distintas daquele localizado em região com poucos compradores ou maiores custos logísticos. A localização, portanto, influencia preço, margem, poder de negociação e possibilidade de inserção em programas de qualidade.

A formação de preços nas bacias leiteiras depende da interação entre oferta local de leite cru, demanda industrial, disputa entre compradores, qualidade da matéria-prima, distância até as plantas, volume entregue, sazonalidade, custo logístico e conjuntura dos derivados. O preço pago ao produtor não é determinado exclusivamente pelo custo de produção interno à fazenda, porém é responsivo a condições de mercado, estrutura regional de compradores, capacidade industrial, importações, estoques,

demanda final e comportamento dos produtos lácteos no atacado e no varejo. Estudos sobre a dinâmica de formação do preço do leite no Brasil demonstram que a remuneração na origem se insere em um sistema mais amplo, no qual variáveis de oferta, demanda e preços nos demais elos condicionam os ajustes observados na fazenda (SIQUEIRA *et al.*, 2010).

A transmissão vertical de preços constitui, nesse contexto, dimensão central da análise. A literatura brasileira já demonstrou a relevância de investigar como variações de preços no produtor, indústria e varejo se relacionam ao longo da cadeia do leite (CARVALHO; MARTINS, 2007). Estudos mais recentes avançaram ao examinar mercados regionais específicos, como o Triângulo Mineiro e o Alto Paranaíba, região de elevada importância para Minas Gerais (VILELA; PENEDO, 2023). Esse enfoque regional é decisivo porque a transmissão de preços pode variar segundo densidade industrial, concorrência entre laticínios, estrutura varejista, padrão de consumo e disponibilidade de matéria-prima.

A diferenciação dos produtos lácteos acrescenta complexidade à formação de preços. O leite cru é matéria-prima comum de produtos com dinâmicas econômicas distintas. O leite pasteurizado tem alta perecibilidade e maior dependência da logística de curta distância. O leite UHT possui vida útil ampliada, maior alcance distributivo e maior exposição a estratégias varejistas nacionais. Queijos como muçarela e prato dependem da relação entre sólidos, gordura, tecnologia de fabricação, maturação, demanda do food service e comportamento do varejo. A manteiga está associada ao mercado de gordura láctea, podendo apresentar dinâmica própria em contextos de mudança nos preços relativos dos derivados.

Essa diferenciação implica que choques no preço do leite cru não são transmitidos de forma uniforme a todos os produtos. Os produtos de maior giro podem responder de maneira distinta daqueles com maior valor agregado ou capacidade de estocagem. Alguns trabalhos demonstram que a transmissão de preços em lácteos entre fazenda, atacado e varejo podem ser assimétricos, incompletos e dependentes da estrutura de mercado e que a rigidez de preços, custos de ajustamento, poder de mercado, estoques e estratégias comerciais ajudam a explicar diferenças na velocidade e intensidade dos repasses (KINNUCAN, FORKER, 1987; MEYER, VON CRAMON-TAUBADEL, 2004).

Em cadeias alimentares, a transmissão de preços ao longo da cadeia depende de transporte, processamento, armazenamento, contratos, grau de concentração, estrutura de margem e comportamento do consumidor (VAVRA; GOODWIN, 2005). No leite, essa observação é particularmente relevante porque a indústria pode alocar matéria-prima entre derivados conforme margens esperadas, demanda, estoques, perecibilidade e estratégia de portfólio. Assim, a formação de preços não decorre apenas da pressão de custos; envolve decisões industriais sobre mix de produção e posicionamento comercial.

As bacias leiteiras também são influenciadas por políticas públicas e marcos regulatórios. Programas de qualidade, crédito, assistência técnica, extensão rural, inovação e capacitação condicionam a capacidade dos produtores de atender às exigências da indústria e da legislação. Em Minas Gerais, o diagnóstico estratégico da cadeia do leite enfatiza a necessidade de ampliar competitividade, qualificação, eficiência produtiva e coordenação entre os elos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO ARTHUR

BERNARDES; MINAS GERAIS, 2024). Tais dimensões afetam diretamente a formação de preços, pois produtores que entregam maior volume, qualidade superior e regularidade tendem a acessar melhores condições de remuneração.

A constituição das bacias leiteiras deve, portanto, ser compreendida como resultado da interação entre território, tecnologia, governança, indústria e mercado. Em regiões onde há maior densidade industrial, o produtor pode se beneficiar de disputa por matéria-prima; em áreas com poucos compradores, sua capacidade de negociação pode ser limitada. Em sistemas cooperativos, a coordenação pode reduzir assimetrias, mas depende de gestão eficiente, transparência, escala e capacidade de agregação de valor. Em bacias com maior diferenciação industrial, o leite cru pode ser direcionado a produtos de maior margem, criando efeitos indiretos sobre demanda por matéria-prima e preço pago ao produtor.

3. METODOLOGIA

3.1. Base de Dados, Organização das Séries Históricas e Aderência à Filière do Leite

A pesquisa foi delineada como estudo aplicado de economia agroindustrial, de natureza quantitativa, longitudinal e multivariada, voltado à análise da dinâmica de preços em uma cadeia produtiva específica. A unidade de investigação não correspondeu a agentes individuais, propriedades rurais ou plantas industriais, mas ao sistema de preços que articula o elo de insumos, a produção primária e os derivados lácteos. Essa opção decorre da própria constituição econômica da cadeia do leite, cuja organização envolve produção contínua, perecibilidade da matéria-prima, coleta

frequente, processamento industrial diversificado e comercialização em mercados com diferentes padrões de agregação de valor. Em termos conceituais, a seleção das variáveis e sua interpretação foram guiadas pela abordagem de *filière* e pela literatura de sistemas agroindustriais, nas quais a competitividade e a formação de preços são examinadas a partir do encadeamento entre insumos, produção, transformação, distribuição e consumo (DAVIS; GOLDBERG, 1957; GOLDBERG, 1968; MORVAN, 1991; BATALHA, 2007; ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999).

O banco de dados foi constituído por séries mensais de preços correspondentes ao período de janeiro de 2016 a dezembro de 2025. A delimitação temporal foi definida pela disponibilidade simultânea das séries e pela necessidade de preservar uma janela suficientemente longa para captar ciclos recentes de valorização, acomodação e recomposição de preços na cadeia láctea. As séries foram previamente extraídas de bases setoriais de preços agropecuários e lácteos para a praça de Minas Gerais e consolidadas em matriz temporal única para tratamento econométrico. Para fins de rastreabilidade metodológica, a estruturação empírica utilizou como referência institucional as bases de acompanhamento de preços e conjuntura do CEPEA/ESALQ/USP e do Centro de Inteligência do Leite da Embrapa Gado de Leite, que disponibilizam indicadores de preços, custos, relação de troca, derivados lácteos e acompanhamento sistemático do mercado de leite e derivados (CEPEA, 2025; EMBRAPA GADO DE LEITE, 2025).

Foram adotadas sete variáveis para o estado de Minas Gerais: preço pago ao produtor de leite, identificado como PPPRODUTOR; preço da saca de milho, identificado como PSCMILHO; preço do leite pasteurizado, identificado como PLEITEPAST; preço do leite UHT,

identificado como PLEITEUHT; preço do queijo prato, identificado como PQPRAT; preço da manteiga de 200 g, identificado como PMANT200G; e preço do queijo muçarela, identificado como PQMUCA. A inclusão dessas variáveis não seguiu apenas critério de disponibilidade estatística, mas de aderência econômica à cadeia. O objetivo foi representar, em um mesmo sistema temporal, um vetor de custo associado à alimentação animal, a remuneração da matéria-prima no elo produtor e um conjunto de derivados industriais com distintas formas de processamento, perecibilidade, valor agregado e exposição ao mercado consumidor.

A variável PPPRODUTOR foi adotada como referência do elo primário, pois sintetiza a remuneração do leite cru na origem e expressa a condição econômica do produtor rural diante das oscilações de mercado. A variável PSCMILHO foi incorporada como proxy setorial de custo alimentar, dado que o milho é componente relevante da dieta em sistemas leiteiros que utilizam concentrados, silagem e suplementação energética. As variáveis PLEITEPAST e PLEITEUHT representam os leites fluidos industrializados, porém com lógicas comerciais distintas: o pasteurizado é mais dependente de curta vida útil, logística de proximidade e giro regional, enquanto o UHT possui maior vida de prateleira, capilaridade distributiva e exposição a estratégias comerciais de varejo. As variáveis PQPRAT e PQMUCA foram selecionadas por representarem derivados de maior agregação de valor e ampla presença no consumo doméstico e no *food service*. A PMANT200G foi incluída por representar o mercado de gordura láctea, cuja dinâmica pode diferir dos leites fluidos e dos queijos.

A estrutura do banco de dados, portanto, permitiu representar a filière em três blocos econômicos. O primeiro bloco corresponde ao

segmento anterior à porteira, capturado pelo preço do milho como variável de custo produtivo. O segundo corresponde ao segmento dentro da porteira, representado pelo preço pago ao produtor, enquanto o terceiro corresponde ao segmento posterior à porteira, formado pelos produtos lácteos industrializados e comercializados no varejo. Essa organização é compatível com a leitura da cadeia como sistema de transações, no qual os preços são sinais econômicos gerados por custos, escassez, qualidade, logística, contratos, transformação industrial, poder de negociação e demanda final (FARINA, 1999; MÉNARD, 2004; BATALHA, 2007; MIELE; WAQUIL; SCHULTZ, 2011; WILLIAMSON, 1985).

As séries foram organizadas em periodicidade mensal, com observações dispostas cronologicamente em linhas e variáveis dispostas em colunas, de modo a preservar a correspondência temporal entre os preços. Não houve agregação posterior por média móvel, suavização ou padronização que pudesse alterar a estrutura original das trajetórias. Essa decisão foi necessária porque modelos vetoriais de séries temporais dependem da ordem temporal das observações e da simultaneidade entre as variáveis. A construção da base seguiu, portanto, a lógica de estudos de preços agropecuários que empregam séries históricas para examinar dinâmica, transmissão de choques, defasagens e relações de longo prazo entre produtos de uma mesma cadeia (GARDNER, 1975; KINNUCAN; FORKER, 1987; MEYER; VON CRAMON-TAUBADEL, 2004; VAVRA; GOODWIN, 2005; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014).

A organização mensal do banco é metodologicamente adequada ao objeto porque a cadeia do leite apresenta padrões recorrentes de sazonalidade, variações de oferta, mudanças de custo alimentar, reprecificação de derivados e recomposição de margens. Em

mercados agropecuários, a frequência mensal permite capturar ajustes que dificilmente são observados em bases anuais e, ao mesmo tempo, reduz ruídos de curtíssimo prazo típicos de bases diárias quando o objetivo é examinar dinâmica setorial. Em suma, os estudos aplicados a commodities agropecuárias utilizam com frequência séries de preços, retornos ou diferenças para investigar correlação, volatilidade, transmissão e persistência de choques, partindo da descrição dos dados e da inspeção gráfica antes da modelagem formal (SILVA; LIMA; LEAL, 2015; PESSOA *et al.*, 2021).

As perdas amostrais decorrentes das transformações e defasagens foram tratadas como consequência regular da modelagem temporal. O banco original cobriu janeiro de 2016 a dezembro de 2025. Após a primeira diferenciação e a inclusão de defasagens, o VAR em primeiras diferenças foi estimado para o período de 2016:03 a 2025:12, com 118 observações efetivas. O teste de Johansen, conduzido sobre as séries em nível com ordem de defasagem igual a três, utilizou o período de 2016:04 a 2025:12, totalizando 117 observações efetivas. Essa diferença entre a extensão original da base e os períodos efetivamente estimados decorre da perda inicial necessária para a construção de diferenças e defasagens, procedimento esperado em séries temporais multivariadas (HAMILTON, 1994; LÜTKEPOHL, 2005; BUENO, 2011; ENDERS, 2015; GREENE, 2018).

O tratamento dos dados foi conduzido de modo a preservar a interpretação econômica das unidades originais. As séries foram inicialmente avaliadas em nível para examinar tendência e possível comovimento de longo prazo. Em seguida, foram consideradas as primeiras diferenças para a análise de curto prazo, sem converter as variáveis em índices ou escalas padronizadas. Essa opção mantém a

conexão direta entre os coeficientes estimados e a variação monetária dos preços, ainda que exija cautela na interpretação do vetor de cointegração, pois coeficientes em unidades monetárias não devem ser tratados como elasticidades.

3.2. Tratamento Estatístico e Descrição dos Modelos Econométricos Mepregados

Foram realizadas a análise gráfica das séries em nível e em primeiras diferenças, o diagnóstico formal de raiz unitária, a estimação exploratória de um VAR em primeiras diferenças, o diagnóstico residual do sistema e, por fim, a adoção do teste de cointegração de Johansen às séries em nível. Nesta sequência, a especificação recomendada para a inferência principal foi o modelo vetorial de correção de erros, VECM, com *rank* de cointegração igual a um.

O estudo gráfico foi adotada como etapa preliminar de diagnóstico. Em séries temporais, esse procedimento permite observar tendência, persistência, volatilidade, comovimento, possíveis rupturas visuais e comportamento das variáveis antes da aplicação dos testes formais. A análise gráfica não tem função probatória isolada, mas orienta decisões sobre transformação, inclusão de termos determinísticos, necessidade de testes de raiz unitária e pertinência de avaliar cointegração. Essa sequência é comum em estudos de preços agrícolas, nos quais a representação gráfica das séries originais e transformadas antecede a modelagem, como se observa em pesquisas aplicadas sobre correlações, retornos, volatilidade e transmissão de preços de commodities (SILVA; LIMA; LEAL, 2015; PESSOA *et al.*, 2021).

A segunda etapa consistiu na aplicação do teste Aumentado de Dickey-Fuller, ADF, às séries em nível e às primeiras diferenças. O teste ADF decorre da formulação de Dickey e Fuller e permite testar a hipótese nula de raiz unitária, com inclusão de defasagens das diferenças para controlar autocorrelação serial nos resíduos (DICKEY; FULLER, 1979, 1981). A adoção desse teste é consistente com a literatura de econometria de séries temporais, pois a distinção entre séries estacionárias, integradas e cointegradas condiciona a escolha entre modelos em nível, modelos em diferenças e modelos de correção de erros (HAMILTON, 1994; LÜTKEPOHL, 2005; BUENO, 2011; ENDERS, 2015; GREENE, 2018). A forma geral do teste ADF com intercepto e tendência foi representada na Equação 1:

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \phi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

em que, Δy_t representa a primeira diferença da série; μ é o intercepto; βt é o termo de tendência determinística; γy_{t-1} é o nível defasado da variável; Δy_{t-i} são diferenças defasadas; e ε_t é o termo de erro. A hipótese nula é $H_0: \gamma = 0$, equivalente à presença de raiz unitária. A não rejeição da hipótese nula em nível, combinada com a rejeição em primeira diferença, indica série integrada de ordem um, $I(1)$.

As saídas fornecidas indicaram que as séries em nível não apresentaram estacionariedade robusta, enquanto as primeiras diferenças rejeitaram a hipótese nula de raiz unitária. Após a primeira diferenciação, observou-se que a série de dados PPPRODUTOR refeita a hipótese nula de raiz unitária, comportamento também observado para PSCMILHO, PLEITEPAST, PLEITEUHT, PQPRAT, PMANT200G e PQMUCA. Os *p-valores* extremamente baixos nas primeiras diferenças indicam que as

variações mensais dos preços se comportam como séries estacionárias, ainda que os níveis preservem memória e persistência. O conjunto de resultados sustentou a classificação das séries como compatíveis com processos I(1).

Tabela 1. Síntese dos testes ADF para verificação de estacionariedade das séries históricas em primeira diferença.

Série	Estatística ADF	<i>p - valor</i>	Decisão a 5%
PPPRODUTOR	τ_c -6,48662	7,417e-09	Rejeita H ₀
PSCMILHO	τ_c -7,9198	8,576e-13	Rejeita H ₀
PLEITEPAST	τ_c -6,92314	5,328e-10	Rejeita H ₀
PLEITEUHT	τ_c -8,74114	2,995e-15	Rejeita H ₀
PQPRAT	τ_c -7,25253	6,755e-11	Rejeita H ₀
PMANT200G	τ_c -7,91718	8,728e-13	Rejeita H ₀
PQMUCA	τ_c -7,0540	2,364e-10	Rejeita H ₀

Fonte: elaborado pelos autores.

Sob o ponto de vista econométrico, esse padrão é compatível com séries I(1), o que justifica a ponderação de cointegração entre os preços em nível e impede a estimação ingênua de relações em nível sem tratamento da não estacionariedade. Para a análise da cadeia do leite, é importante ressaltar que os preços dos diferentes elos não devem ser tratados como flutuações independentes em torno de médias fixas, mas como séries com trajetória persistente, cujas variações mensais podem ser modeladas em dinâmica de curto prazo e cujos níveis podem guardar relações de equilíbrio de longo prazo.

A terceira etapa consistiu na estimação de um modelo VAR em primeiras diferenças, com uma defasagem mensal. A utilização do VAR decorre da necessidade de tratar as variáveis do sistema como conjuntamente endógenas, sem impor previamente uma causalidade unidirecional entre os preços. Essa abordagem segue os procedimentos adotados em Sims (1980), segundo a qual sistemas dinâmicos podem ser estimados por vetores autorregressivos quando o interesse recai sobre a interação temporal entre variáveis econômicas. Em mercados agropecuários, modelos VAR têm sido utilizados para examinar transmissão de preços, interdependência de mercados, resposta a choques e persistência temporal em cadeias de commodities e produtos agroindustriais (GOODWIN; PIGGOTT, 2001; ABDULAI, 2000; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; PESSOA *et al.*, 2021; SILVA; LIMA; LEAL, 2015). O VAR em primeiras diferenças foi representado pela Equação 2:

$$\Delta Y_t = c + A_1 \Delta Y_{t-1} + A_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + A_p \Delta Y_{t-p} + \Psi D_t + u_t$$

em que Y_t é o vetor de preços em nível; ΔY_t é o vetor de primeiras diferenças; c é o vetor de constantes; A_i são matrizes de parâmetros dinâmicos; D_t representa termos determinísticos ou controles; e u_t é o vetor de inovações. No estudo, o VAR(1) em diferenças foi estimado com 118 observações, correspondentes ao período de março de 2016 a dezembro de 2025. A saída do sistema registrou log da verossimilhança de -420,35093, determinante da matriz de covariâncias igual a 2,9298849e-006, AIC = 8,1924, BIC = 9,6717 e HQC = 8,7930.

A estimação do VAR foi seguida por diagnóstico residual. O teste Portmanteau apresentou LB (29) = 1680, com p -valor 0,0000, indicando autocorrelação residual remanescente. Essa evidência impediu o uso do VAR(1) como objeto final de análise conjuntural,

permitindo, ainda assim, identificar canais preliminares de transmissão mensal entre as variações de preços. A decisão de reposicionar o VAR como exercício exploratório, e não como resultado definitivo, é coerente com a literatura de séries temporais, que exige avaliação de autocorrelação, estabilidade, parcimônia e coerência econômica antes de sustentar inferência dinâmica robusta (LÜTKEPOHL, 2005; BUENO, 2011; ENDERS, 2015; GREENE, 2018; HAMILTON, 1994).

A quarta etapa foi a aplicação do teste de cointegração de Johansen às séries em nível, decorrente da evidência de integração de ordem um. A teoria da cointegração estabelece que séries $I(1)$ podem apresentar combinação linear estacionária, indicando relação de equilíbrio de longo prazo. Nesse caso, a estimação apenas em diferenças é insuficiente, pois remove informação econômica relevante sobre o vínculo permanente entre as variáveis (ENGLE; GRANGER, 1987; JOHANSEN, 1988, 1991). A abordagem de Johansen é apropriada para sistemas multivariados porque permite determinar o posto da matriz de longo prazo e estimar simultaneamente vetores de cointegração e coeficientes de ajustamento (HAMILTON, 1994; LÜTKEPOHL, 2005; ENDERS, 2015). A representação do VECM associado ao VAR em nível foi definida conforme descrito na Equação 3:

em que, $\beta'Y_{t-1}$ representa o termo de cointegração; α contém os coeficientes de ajustamento aos desvios de longo prazo; Γ_i representa a dinâmica de curto prazo; D_t reúne termos determinísticos; e ε_t é o vetor de inovações. Se a matriz Π tem posto reduzido $0 < r < n$, há r relações de cointegração entre as n variáveis.

O teste de Johansen foi estimado com sete equações, ordem de defasagem igual a três, constante sem restrições e período de estimação de abril de 2016 a dezembro de 2025, totalizando 117 observações. O teste do traço rejeitou a hipótese de ausência de cointegração, com estatística 140,08 e $p - valor$ 0,0042. Sem correção para tamanho da amostra, a hipótese $r = 1$ também foi rejeitada a 5%, com $p - valor = 0,0479$, sugerindo possibilidade de duas relações de cointegração. Entretanto, com correção para tamanho da amostra, $r = 0$ permaneceu rejeitado, com $p - valor = 0,0138$, enquanto $r = 1$ deixou de ser rejeitado ao nível de 5%, com $p - valor = 0,0860$. Por critério de parcimônia, estabilidade inferencial e adequação amostral, adotou-se rank de cointegração igual a um para a especificação recomendada do VECM.

As estimações foram realizadas no software Gretl (Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library), que é um pacote livre e de código aberto para análise econométrica, com recursos para séries temporais, testes de raiz unitária, modelos VAR, testes de cointegração e VECM. O guia oficial do usuário descreve o programa como ambiente de estimação econométrica com interface gráfica, linguagem de comandos e biblioteca de rotinas voltadas à análise aplicada (COTTRELL; LUCCHETTI, 2026).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dinâmica dos Choques-efeito e Evidência de Cointegração

A estimação do VAR(1) em primeiras diferenças permitiu identificar os canais de transmissão mensal entre os preços representativos da cadeia do leite. Para evitar uma leitura excessivamente extensa e pouco informativa, a Tabela 2 apresenta apenas os efeitos

intervariáveis estatisticamente significativos ao nível de 5%, preservando o sentido econômico do modelo: a variável indicada como “choque em $t - 1$ ” corresponde à variação defasada em um mês, enquanto a variável indicada como “resposta em t ” corresponde à variação contemporânea do preço no elo ou produto correspondente. Assim, os coeficientes reportados devem ser interpretados como efeitos marginais mensais condicionados às demais variáveis do sistema, e não como evidência isolada de causalidade estrutural definitiva.

Essa distinção é metodologicamente relevante porque o VAR capta interdependências dinâmicas de curto prazo entre as séries, permitindo observar quais preços antecedem movimentos estatisticamente significativos em outros componentes da filière. A leitura conjunta da tabela evidencia três padrões principais: a centralidade do preço pago ao produtor como vetor de propagação para os derivados industriais; a existência de retornos seletivos de produtos industrializados sobre a remuneração na origem; e a presença de relações cruzadas internas entre derivados, sugerindo que o portfólio lácteo opera com mecanismos próprios de realocação, margem e diferenciação de produtos.

Tabela 2. Relações choque-efeito no VAR(1) em primeiras diferenças para série de preços da cadeia do leite

Choque em $t-1$	Resposta em t	Coefficient e	p-valor p-valor	Sinal
PLEITEPAST	d_PPPRODUT OR	-0,478149	0,0003***	Negativo
PMANT200G	d_PPPRODUT OR	0,037437	0,0052***	Positivo

PPPRODUTOR	d_PLEITEPAST	0,598075	<0,0001***	Positivo
PPPRODUTOR	d_PLEITEUHT	1,51067	<0,0001***	Positivo
PPPRODUTOR	d_PQPRAT	5,87180	<0,0001***	Positivo
PMANT200G	d_PQPRAT	0,274843	0,0423**	Positivo
PLEITEPAST	d_PMANT200 G	-1,91893	0,0292**	Negativo
PLEITEUHT	d_PMANT200 G	1,25102	0,0040***	Positivo
PPPRODUTOR	d_PQMUCA	10,9355	<0,0001***	Positivo
PLEITEPAST	d_PQMUCA	-3,94885	0,0047***	Negativo
PMANT200G	d_PQMUCA	0,354260	0,0138**	Positivo

Fonte: elaborado pelos autores.

*** Significativo à 1%.

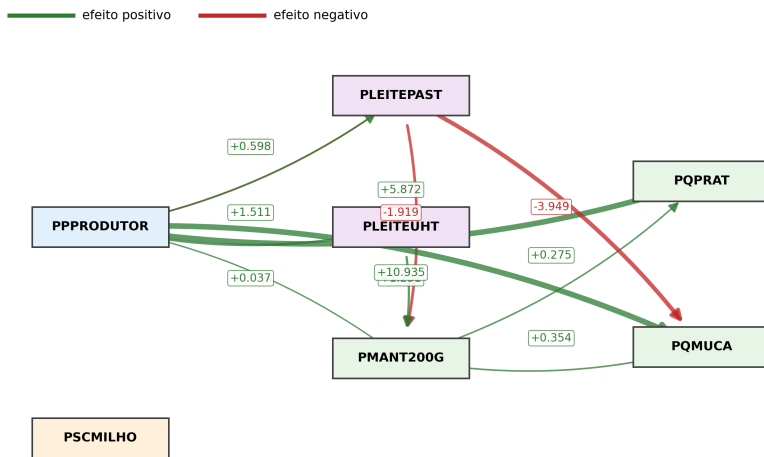
** Significativo à 5%

Os resultados apontam para a centralidade do preço pago ao produtor como vetor de transmissão para os derivados industriais (Figura 2). A variação defasada de PPPRODUTOR apresentou efeito positivo sobre PLEITEPAST, PLEITEUHT, PQPRAT e PQMUCA. A magnitude dos coeficientes é maior nos queijos, especialmente na muçarela, resultado coerente com o fato de que derivados com maior agregação de valor e maior dependência do volume de leite convertido tendem a internalizar de forma mais intensa oscilações da matéria-prima. Essa constatação converge com a literatura de transmissão vertical de preços, segundo a qual choques no elo primário podem ser transmitidos ao processamento e ao varejo com intensidades diferenciadas conforme estrutura de custos, perecibilidade, canal de comercialização, estoques e poder de

mercado (GARDNER, 1975; KINNUCAN; FORKER, 1987; MEYER; VON CRAMON-TAUBADEL, 2004; VAVRA; GOODWIN, 2005; FREY; MANERA, 2007).

A assimetria do retorno econômico dos derivados para o produtor, parece bastante evidente no modelo econométrico, e demonstrado na Figura 2. O leite pasteurizado exerceu efeito negativo sobre PPPRODUTOR, enquanto a manteiga apresentou efeito positivo, embora de pequena magnitude. O efeito negativo do pasteurizado pode refletir compressão de margem, concorrência no leite fluido, ajuste de curto prazo no mercado de produtos de maior giro ou reacomodação industrial que não se converte imediatamente em remuneração na origem. A manteiga, ao contrário, aparece como indicador de valorização interna do componente gordura e de segmentos com maior agregação relativa, capazes de sinalizar condições mais favoráveis ao elo primário. Essa assimetria dialoga com trabalhos voltados à transmissão de preços em mercados agroalimentares, segundo a qual os repasses descendentes e ascendentes raramente são completos, instantâneos e simétricos (MEYER; VON CRAMON-TAUBADEL, 2004; VAVRA; GOODWIN, 2005; SERRA; GIL, 2012; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; ABDULAI, 2000).

Direções significativas no VAR(1) em primeiras diferenças ($p < 0,05$)



Nota: espessura da seta proporcional ao módulo do coeficiente estimado; PSCMILHO não apresentou ligação cruzada significativa a 5% no VAR(1).

Figura 2. Direções de choque-efeito no VAR(1) em primeiras diferenças ($p < 0,05$)*.

*Espessura da seta proporcional ao módulo do coeficiente estimado. PSCMILHO não apresentou ligação cruzada significativa a 5% no VAR(1).

Fonte: elaborado pelos autores.

Outro tópico evidente diz respeito às relações internas entre derivados. Neste ponto, a manteiga antecedeu variações positivas em queijo prato e muçarela, enquanto o pasteurizado exerceu efeitos negativos sobre manteiga e muçarela, enquanto o leite UHT, apresentou efeito positivo sobre manteiga. Esse conjunto sugere que a indústria láctea não apenas repassa o custo do leite cru, mas também redistribui a matéria-prima entre produtos com margens, prazos de validade, composição e demanda distintos. A realocação industrial entre leite fluido, queijos e gordura láctea pode alterar a pressão relativa sobre cada produto, gerando sinais cruzados que não seriam percebidos em análises univariadas. Esse aspecto é particularmente importante em cadeias agroindustriais com portfólio amplo, nas quais a formação de preços depende simultaneamente de custo, tecnologia de processamento, estoque, marca, canal comercial e demanda final (BATALHA, 2007; MIELE; WAQUIL; SCHULTZ, 2011; FARINA, 1999; ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999; MÉNARD, 2004).

A ausência de relações cruzadas significativas partindo de PSCMILHO no VAR(1) não deve ser interpretada como irrelevância econômica do milho. A leitura econométrica correta é mais restrita: no horizonte de uma defasagem mensal, controladas as demais variações de preços, o milho não apresentou efeito cruzado estatisticamente significativo sobre os preços lácteos. O custo alimentar pode atuar por canais mais lentos, por margens, decisões de suplementação, recomposição de dieta, oferta futura de leite, contratos ou defasagens superiores a um mês. Essa interpretação é coerente com estudos de mercados agropecuários que identificam transmissões incompletas, defasadas ou condicionadas por regimes de mercado e estrutura de custos (GOODWIN; PIGGOTT, 2001; FREY; MANERA, 2007; SERRA; GIL, 2012; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014; BALCOMBE; RAPSOMANIKIS, 2008).

A evidência de cointegração altera a hierarquia interpretativa dos resultados (Tabela 3). O VAR(1) em diferenças permanece útil para mapear os canais mensais de choque-efeito, mas a inferência econométrica central deve reconhecer que os preços em nível compartilham uma trajetória comum. Isso significa que a cadeia do leite não é composta por séries independentes que apenas reagem contemporaneamente a choques isolados.

Tabela 3. Teste de cointegração de Johansen: estatística do traço e decisão sobre o *rank*

Hipótese	Traço	<i>p</i> -valor <i>p</i> - valor	Traço corrigido	<i>p</i> - valor <i>p</i> - valor corrigido
$r = 0$	140,08	0,0042	140,08	0,0138
$r = 1$	95,769	0,0479	95,769	0,0860

r = 2	60,117	0,2326	60,117	0,2966
r = 3	34,400	0,4849	34,400	0,5320

Fonte: elaborado pelos autores.

Há vínculo estatístico de longo prazo entre preço ao produtor, insumo alimentar e derivados, compatível com a estrutura material da cadeia: uma matéria-prima comum, custos interligados, processamento industrial e demanda final. A presença de cointegração sustenta o uso de VECM como estrutura final de análise, pois esse modelo integra os ajustamentos de curto prazo ao termo de correção de erro associado ao equilíbrio de longo prazo (ENGLE; GRANGER, 1987; JOHANSEN, 1988; JOHANSEN, 1991; LÜTKEPOHL, 2005; ENDERS, 2015).

4.2. Efeitos Marginais e Implicações na Competitividade Entre os Elos da Cadeia

A interpretação dos coeficientes estimados exige retornar à estrutura econômica da filière do leite. A cadeia não opera como uma linha simples de repasse de preços; ela articula insumos, produção primária, coleta, processamento, portfólio industrial, distribuição e consumo. A abordagem de agribusiness e de sistemas agroindustriais demonstra que a competitividade de uma cadeia depende da coordenação entre agentes, da qualidade das transações, dos ativos específicos, dos contratos, da informação e da capacidade de resposta aos sinais de mercado (DAVIS; GOLDBERG, 1957; GOLDBERG, 1968; WILLIAMSON, 1985; ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999; BATALHA, 2007).

Sob essa ótica, o efeito positivo de PPPRODUTOR sobre derivados indica que o elo primário permanece central na formação dos preços industriais. O leite cru é o insumo-base de todos os produtos analisados, e sua valorização tende a elevar o custo de fabricação dos derivados. A intensidade maior sobre muçarela e queijo prato é coerente com a natureza desses produtos: ambos demandam volume expressivo de leite, incorporam componentes sólidos, participam de mercados de maior agregação e estão sujeitos à dinâmica do varejo e do food service. A transmissão para UHT e pasteurizado, embora também positiva, deve ser lida considerando diferenças de perecibilidade, vida útil, logística, marca e estratégia de comercialização.

O efeito marginal de PPPRODUTOR sobre PQMUCA, estimado em 10,9355, foi o mais elevado entre os canais positivos da origem para derivados. Isso não deve ser interpretado como elasticidade, pois as séries não foram necessariamente tratadas em logaritmos e os preços possuem unidades distintas. A interpretação apropriada é de sinal e intensidade relativa dentro do sistema estimado. A muçarela aparece como produto fortemente sensível à variação do preço na origem, o que é compatível com sua relevância no portfólio de derivados, sua ampla utilização no varejo e no food service e sua dependência direta da disponibilidade de matéria-prima láctea. Esse resultado dialoga com estudos que tratam a transmissão de preços como processo dependente do produto, da cadeia e dos canais de comercialização (KINNUCAN; FORKER, 1987; MEYER; VON CRAMON-TAUBADEL, 2004; VAVRA; GOODWIN, 2005; CARVALHO; MARTINS, 2007; VILELA; PENEDO, 2023).

O queijo prato também respondeu positivamente ao preço ao produtor, com coeficiente de 5,87180. Embora inferior ao observado

para a muçarela, esse resultado reforça que os queijos funcionam como importantes canais de transmissão do custo da matéria-prima. A diferença entre os coeficientes dos dois queijos sugere heterogeneidade de mercado dentro do próprio grupo de derivados. Essa heterogeneidade pode estar associada a padrões de consumo, giro de mercado, demanda do *food service*, composição industrial e estratégias de precificação. Em termos setoriais, derivados não devem ser agregados como bloco homogêneo, pois cada produto expressa relação particular com o leite cru e com a demanda final.

O leite UHT apresentou coeficiente positivo de 1,51067 em resposta ao preço ao produtor. Esse resultado é coerente com a estrutura do produto, que depende diretamente do leite cru, mas possui maior vida útil, maior alcance distributivo e maior exposição a estratégias de varejo. O leite pasteurizado também respondeu positivamente ao produtor, com coeficiente de 0,598075, mas apresentou comportamento distinto nos efeitos reversos e cruzados. A menor magnitude relativa pode refletir características de produto fluido de menor agregação, maior sensibilidade concorrencial e maior perecibilidade. A literatura sobre formação de margens em cadeias alimentares indica que produtos com diferentes serviços de processamento, transporte, armazenamento e comercialização não apresentam necessariamente o mesmo padrão de transmissão (GARDNER, 1975; VAVRA; GOODWIN, 2005; FREY; MANERA, 2007; SERRA; GIL, 2012; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014).

A manteiga ocupa posição específica na filière, considerando que seu efeito positivo sobre o produtor, sobre o queijo prato e sobre a muçarela sugere que a valorização desse produto pode sinalizar condições favoráveis associadas ao componente gordura e à alocação industrial da matéria-prima. O resultado é coerente com a

conjuntura recente dos mercados lácteos internacionais, nos quais derivados associados à gordura tiveram papel relevante na elevação dos preços de lácteos em 2024, com destaque para a manteiga (FAO, 2024; OECD; FAO, 2025). No sistema estimado, a manteiga aparece como produto que retroalimenta positivamente outros segmentos, ainda que com coeficientes menores do que aqueles originados no preço ao produtor.

Segundo a lógica de filière, o milho permanece posicionado no bloco de insumos, como variável de custo estrutural, embora não tenha apresentado efeito cruzado mensal significativo no VAR(1). Essa ausência de significância imediata não elimina sua importância; indica apenas que o custo alimentar pode atuar por canais mais longos ou indiretos. Para o produtor, o milho condiciona a relação de troca, a decisão de suplementação e a margem operacional. Para a indústria, sua influência pode aparecer de modo mediado, por meio da oferta futura de leite, da recomposição de custos e da capacidade do produtor de sustentar produtividade (Figura 3).

A posição do produtor na figura evidencia sua centralidade como elo transmissor. Do ponto de vista da competitividade, isso significa que a remuneração da matéria-prima afeta diretamente a estrutura de preços dos derivados. Quando o preço ao produtor se eleva, os produtos industriais tendem a absorver parte desse choque, mas a intensidade varia segundo o produto. Esse resultado reforça a necessidade de monitorar simultaneamente preço ao produtor e preços de derivados, pois a competitividade da indústria não depende apenas do custo de aquisição do leite cru, mas da capacidade de transformar esse custo em produtos com margem, escala e demanda suficientes.

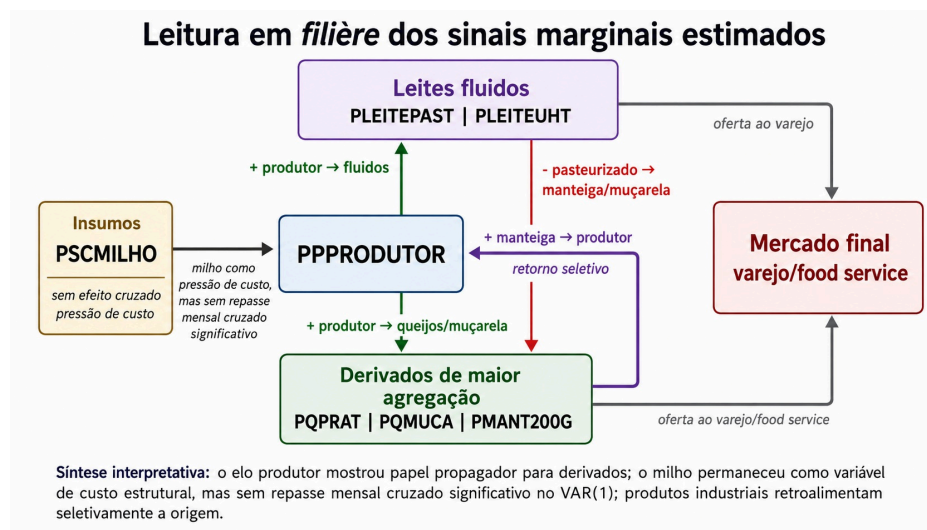


Figura 3. Interpretação dos sinais estimados na estrutura de *filière* do leite em MG.

Fonte: elaborado pelos autores.

O sinal negativo do pasteurizado sobre o produtor, a manteiga e a muçarela indica que esse produto pode operar como segmento de ajuste competitivo no curto prazo. O leite pasteurizado é altamente perecível e frequentemente associado a mercados regionais, menor vida útil e maior sensibilidade de preço. Variações nesse produto podem refletir disputas comerciais, ajuste de estoque, pressão de varejo ou recomposição de margens que não se converte imediatamente em valorização da matéria-prima. Esse achado é compatível com a literatura de transmissão assimétrica, que demonstra que os sinais de preços ao longo da cadeia podem depender de poder de mercado, rigidez, estoques, contratos e custos de ajustamento (KINNUCAN; FORKER, 1987; MEYER; VON CRAMON-TAUBADEL, 2004; VAVRA; GOODWIN, 2005; FREY; MANERA, 2007; ACOSTA; IHLE; ROBLES, 2014).

A competitividade da cadeia, portanto, não pode ser avaliada apenas pela elevação ou queda de um preço isolado. O UHT aparece como derivado fluido com forte resposta à origem e efeito positivo sobre manteiga; o pasteurizado aparece como produto de ajuste com efeitos negativos em alguns canais; a manteiga atua como sinal

positivo de valorização do componente gordura e de retroalimentação seletiva; os queijos, especialmente a muçarela, aparecem como produtos mais sensíveis ao preço da matéria-prima. Essa diferenciação é coerente com a literatura de gestão agroindustrial, segundo a qual produtos de uma mesma cadeia podem apresentar margens, estratégias e transmissões próprias (BATALHA, 2007; FARINA, 1999; MIELE; WAQUIL; SCHULTZ, 2011; ZYLBERSZTAJN; FARINA, 1999; MÉNARD, 2004).

Sob a ótica do produtor rural, os resultados indicam que sua remuneração participa de uma rede de interdependências, mas não controla integralmente os mecanismos de retorno de valor. A transmissão da origem para os derivados é ampla e positiva; a transmissão reversa, entretanto, é seletiva e dependente do produto. Essa assimetria ajuda a compreender por que períodos de valorização de derivados nem sempre se traduzem em ganhos proporcionais na fazenda. A literatura brasileira sobre preço do leite ao produtor indica que a remuneração na origem é condicionada por oferta, demanda, derivados, importações, sazonalidade, competição entre compradores e estrutura regional da cadeia (SIQUEIRA *et al.*, 2010; CARVALHO; MARTINS, 2007; VILELA; PENEDO, 2023; EMBRAPA GADO DE LEITE, 2025; CEPEA, 2026).

A presença de cointegração reforça essa leitura sistêmica, considerando que os preços podem apresentar assimetria de curto prazo, mas compartilham trajetória de longo prazo. Isso significa que a cadeia combina integração econômica e distribuição desigual de ajustes. A cointegração não implica equilíbrio distributivo, tampouco simetria de margens; ela indica que os preços não evoluem de forma independente. Essa distinção é relevante para a formulação de políticas setoriais, estratégias industriais e instrumentos de

inteligência de mercado. Uma cadeia pode estar integrada no longo prazo e, ainda assim, apresentar repasses mensais heterogêneos e apropriação desigual de valor.

Do ponto de vista gerencial, os resultados indicam que o monitoramento da cadeia deve superar a leitura isolada do preço ao produtor. A inteligência setorial deve integrar indicadores de preço do leite cru, milho, leite fluido, queijos, manteiga, captação, relação de troca, importações e demanda por derivados. O CEPEA e o Centro de Inteligência do Leite da Embrapa acompanham justamente esses indicadores, evidenciando que a conjuntura da cadeia depende de relações entre custo, oferta, preço ao produtor, derivados e comércio externo (CEPEA, 2026; EMBRAPA GADO DE LEITE, 2025). Essa perspectiva é coerente com a estrutura empírica do presente estudo, que tratou os preços como sistema multivariado, e não como séries isoladas.

Em síntese, os resultados demonstram uma filière economicamente interdependente, mas funcionalmente assimétrica. E neste caso específico, a matéria-prima exerce papel estruturante sobre os derivados; os derivados retroalimentam seletivamente a origem; a manteiga se destaca como produto associado à valorização interna do portfólio; o pasteurizado apresenta sinais de pressão competitiva; o milho permanece como variável estrutural de custo, embora sem efeito mensal direto no VAR(1). A competitividade setorial depende, portanto, da capacidade de coordenar esses sinais, reduzir assimetrias informacionais, melhorar mecanismos de remuneração por qualidade e alinhar estratégias industriais à sustentabilidade econômica da produção primária.

Os achados sustentam a hipótese de que a cadeia produtiva do leite deve ser analisada como sistema de preços interdependente, no qual choques de curto prazo e relações de longo prazo coexistem. Por fim, a leitura econométrica indica transmissão significativa da origem para os derivados e presença de vínculo de equilíbrio no sistema; a leitura setorial demonstra que esses efeitos são condicionados pela função econômica de cada produto na filière.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo está apoiado no entendimento de que a cadeia produtiva do leite deve ser interpretada como um sistema agroindustrial interdependente, no qual os preços do elo primário, dos insumos e dos derivados não se movimentam de forma isolada. A análise econométrica evidenciou que o preço pago ao produtor exerce papel estruturante na transmissão de choques para os produtos industrializados, sobretudo para os queijos, o que reforça a centralidade do leite cru na formação de preços da filière láctea. Ao mesmo tempo, os efeitos reversos e cruzados demonstram que a redistribuição de valor entre os elos ocorre de modo seletivo, condicionado pela perecibilidade, pela agregação de valor, pelo componente gordura, pelas estratégias industriais e pela dinâmica competitiva do varejo.

Os resultados também indicam que a presença de cointegração confere suporte à hipótese de integração econômica de longo prazo entre as séries analisadas. Essa integração, entretanto, não deve ser confundida com simetria distributiva ou equilíbrio de margens. A cadeia pode compartilhar uma trajetória comum de preços e, simultaneamente, apresentar assimetrias relevantes na velocidade, intensidade e direção dos ajustes mensais. Essa distinção é decisiva

para a interpretação setorial, pois permite compreender por que determinados choques são rapidamente incorporados aos derivados, enquanto outros retornam de forma limitada ao produtor rural.

A leitura conjuntural da cadeia deve combinar indicadores de preço ao produtor, derivados, custos alimentares, relação de troca, estoques, importações, demanda final e capacidade de coordenação entre os agentes. Do ponto de vista aplicado, o artigo contribui ao demonstrar que a competitividade da cadeia do leite depende menos de movimentos isolados de preços e mais da capacidade de coordenar sinais econômicos entre produção, indústria e mercado consumidor. A inteligência setorial deve considerar a heterogeneidade dos derivados, a seletividade dos repasses e a existência de vínculo sistêmico de longo prazo. Além disso, recomenda-se estimar o VECM completo, testar diferentes estruturas de defasagem, incorporar medidas de assimetria e avaliar possíveis rupturas conjunturais, de modo a aprofundar a compreensão dos mecanismos de transmissão de preços na cadeia láctea brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULAI, A. Spatial price transmission and asymmetry in the Ghanaian maize market. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 63, n. 2, p. 327-349, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(00\)00115-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(00)00115-2).

ACOSTA, A.; IHLE, R.; ROBLES, M. Spatial price transmission of soaring milk prices from global to domestic markets. **Agribusiness**,

Hoboken, v. 30, n. 1, p. 64-73, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/agr.21358>.

BALCOMBE, K.; RAPSOMANIKIS, G. Bayesian estimation and selection of nonlinear vector error correction models: the case of the sugar-ethanol-oil nexus in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 90, n. 3, p. 658-668, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2008.01136.x>.

BATALHA, M. O. (org.). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BUENO, R. L. S. **Econometria de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.; OLIVEIRA, A. F. de. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 2007.

CARVALHO, G. R.; MARTINS, P. do C. Transmissão de preços na cadeia produtiva de leite: do produtor ao varejo. **Leite & Derivados**, São Paulo, v. 16, n. 99, p. 36-38, jul. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/595589>. Acesso em: 16 jun. 2026.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Boletim do Leite**: abril de 2026. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2026. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/upload/revista/pdf/0839070001776882394.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2026.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA.
Boletim do Leite: agosto de 2025. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP,
2025. Disponível em:
<https://www.cepea.org.br/upload/revista/pdf/0769053001755623340.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2026.

COTTRELL, A.; LUCCHETTI, R. Gretl user's guide: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library. [S. l.]: **Gretl**, 2026. Disponível em: <https://gretl.sourceforge.net/gretl-help/gretl-guide.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2026.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 74, n. 366a, p. 427-431, 1979. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, 1981. DOI: <https://doi.org/10.2307/1912517>.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Anuário Leite 2024:** avaliação genética multirracial. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2024. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1164754/1/Anuario-Leite-2024.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2026.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Anuário Leite 2025:** produção de leite e as mudanças climáticas. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2025. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1176413/1/Anuario-Leite-2025.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2026.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/1913236>.

FAO. Dairy market review: overview of global market developments in 2024. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2024.

FARINA, E. M. M. Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 6, n. 3, p. 147-161, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1999000300002>.

FREY, G.; MANERA, M. Econometric models of asymmetric price transmission. **Journal of Economic Surveys**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 349-415, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00507.x>.

GARDNER, B. L. The farm-retail price spread in a competitive food industry. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 57, n. 3, p. 399-409, 1975. DOI: <https://doi.org/10.2307/1238402>.

GOLDBERG, R. A. **Agribusiness coordination: a systems approach to the wheat, soybean, and Florida orange economies**. Boston: Harvard University, 1968.

GOODWIN, B. K.; PIGGOTT, N. E. Spatial market integration in the presence of threshold effects. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 83, n. 2, p. 302-317, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00157>.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 8. ed. New York: Pearson, 2018.

HAMILTON, J. D. **Time series analysis**. Princeton: Princeton University Press, 1994.

JOHANSEN, S. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. **Econometrica**, Chicago, v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991. DOI: <https://doi.org/10.2307/2938278>.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control, Amsterdam**, v. 12, n. 2-3, p. 231-254, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3).

KINNUCAN, H. W.; FORKER, O. D. Asymmetry in farm-retail price transmission for major dairy products. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 69, n. 2, p. 285-292, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/1242278>.

LÜTKEPOHL, H. **New introduction to multiple time series analysis**. Berlin: Springer, 2005.

MÉNARD, C. The economics of hybrid organizations. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, **Tübingen**, v. 160, n. 3, p. 345-376, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1628/0932456041960605>.

MEYER, J.; VON CRAMON-TAUBADEL, S. Asymmetric price transmission: a survey. **Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 55, n. 3, p. 581-611, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2004.tb00116.x>.

MIELE, M.; WAQUIL, P. D.; SCHULTZ, G. **Mercados e comercialização de produtos agroindustriais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011.

MORVAN, Y. **Fondements d'économie industrielle**. Paris: Economica, 1991.

OECD; FAO. OECD-FAO **Agricultural Outlook 2025-2034**. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1787/601276cd-en>.

PESSOA, R. V. S.; BARRETO, I. D. de C.; ARAÚJO, L. da S.; MOREIRA, G. R.; STOSIC, T.; STOSIC, B. Correlações em séries temporais de preços de frango, soja e milho. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, e20610414019, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14019>.

SERRA, T.; GIL, J. M. Price transmission and asymmetric adjustment in the Spanish dairy sector. **Applied Economics**, London, v. 35, n. 18, p. 1889-1899, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036840310001628774>.

SILVA, M. S.; LIMA, J. E.; LEAL, P. Q. Análise da volatilidade multivariada das exportações brasileiras de grão e derivados da soja. **Revista Debate Econômico**, Alfenas, v. 3, n. 2, p. 131-162, 2015.

SIMS, C. A. Macroeconomics and reality. **Econometrica**, Chicago, v. 48, n. 1, p. 1-48, 1980. DOI: <https://doi.org/10.2307/1912017>.

SIQUEIRA, K. B. et al. The dynamics of farm milk price formation in Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília**, DF, v. 48, n. 1, p. 41-61, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032010000100003>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES; MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diagnóstico estratégico da cadeia produtiva agroindustrial do leite em Minas Gerais. Belo Horizonte: **SEAPA-MG**, 2024. Disponível em: https://www.mg.gov.br/system/files/media/agricultura/documento_detalhado/2024/publicacoes-de-agrodados/diagn-estrategico-cadeia-do-leite.pdf. Acesso em: 16 jun. 2026.

VAVRA, P.; GOODWIN, B. K. Analysis of price transmission along the food chain. Paris: OECD Publishing, 2005. OECD Food, **Agriculture and Fisheries Papers**, n. 3. DOI: <https://doi.org/10.1787/752335872456>.

VILELA, E. H. P.; PENEDO, A. S. T. Análise da transmissão vertical de preços na cadeia produtiva do leite do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **GETEC**, Monte Carmelo, v. 12, n. 38, p. 165-184, 2023.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: Free Press, 1985.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E. M. M. Q. Strictly coordinated food-systems: exploring the limits of the Coasian firm. **International Food and Agribusiness Management Review, Wageningen**, v. 2, n. 2, p. 249-265, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1096-7508\(00\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S1096-7508(00)00014-8).

¹ Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba *Campus* Uberlândia. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Curso de Agronomia da Universidade de Uberaba *Campus* Uberlândia. Doutor em Estudos Ambientais e Geotecnologias (IG/UFU). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba *Campus* Uberlândia. Doutor em Ciências Veterinárias (FAMEV/UFU). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)