

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

THIAGO EFFGEN SANTOS

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO PREÇO DE LEITE UHT NO BRASIL
NO PERÍODO 2005 - 2021.**

**VIÇOSA – MG
2022**

THIAGO EFFGEN SANTOS

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO PREÇO DE LEITE UHT NO BRASIL
NO PERÍODO 2005 - 2021.**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado na Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências
para a obtenção do título de Bacharel
em Agronegócio.

Orientador: Wilson da Cruz Vieira

VIÇOSA – MG

2022

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é analisar o comportamento da série temporal de preços de leite UHT, no período 2005-2021, e realizar previsões a partir do modelo estimado. A metodologia utilizada é composta pela análise clássica de séries temporais, onde o principal objetivo foi analisar a sazonalidade presente na série, e também pela análise moderna, onde fez-se uso da metodologia de Box e Jenkins a fim de gerar previsões. Os resultados mostram um comportamento sazonal muito bem definido na série que segue um esquema anual. O modelo encontrado se ajustou a série e permitiu a realização de previsões para os 10 meses seguintes.

Palavras-chave: leite UHT, sazonalidade, previsão, séries temporais.

ABSTRACT

The objective of this project is to analyse the time series behavior of UHT milk price, during the period 2005-2021, and make forecasts from the estimated model. The used methodology is composed by classical analysis of time series, where the main objective was to analyse the seasonality in the series and, in modern analysis, Box and Jenkins analysis was used in order to create forecasts. The results show a very well-defined seasonal behavior in the series that follows an annual pattern. The model found was adjusted to the series and allowed the realization of forecasts for the following 10 months.

Keywords: UHT milk, seasonality, forecast, time series.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1</i> Evolução dos preços médios de leite UHT no Brasil no período 2005-2021.	9
<i>Figura 2</i> Representação gráfica da componente sazonal da série de preços de leite UHT no período 2005-202, obtida através da função decompose.	17
<i>Figura 3</i> Representação gráfica da função de autocorrelação da série de preços de leite UHT no período 2005-2021.	19
<i>Figura 4</i> Série de preços de leite UHT (2005 – 2021) obtida após a primeira diferenciação.	20
<i>Figura 5</i> Previsão de valores futuros para os próximos 10 períodos (meses) da série de preços de leite UHT no período 2005-2021.	21
<i>Figura 6</i> Resultado da regressão estimada no software R fazendo-se uso de 11 variáveis dummies e mantendo o intercepto.	25
<i>Figura 7</i> Resultado da função <i>auto.arima()</i> para seleção do modelo que melhor se ajusta a série baseado no critério AIC.	26

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 Resultados da regressão linear utilizando 11 variáveis dummies para a série de preços de leite UHT no período 2005-2021.</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 2 Resultados de previsões geradas pelo modelo ajustado para os dez meses posteriores à série de preços do leite UHT (2005-2021).....</i>	<i>25</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3 METODOLOGIA.....	13
3.1 MODELOS EMPÍRICOS	13
3.1.1 ANÁLISE CLÁSSICA.....	13
3.1.2 ANÁLISE MODERNA	14
3.2 FONTE DE DADOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE CLÁSSICA	17
4.2 RESULTADOS DA ANÁLISE MODERNA	19
5 CONCLUSÃO.....	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
APÊNDICE A – Previsões para os preços futuros do leite UHT no período Jan/22 -Out/22.....	25
APÊNDICE B – Saída do <i>software R</i> para estimação da regressão com variáveis <i>dummies</i>	25
APÊNDICE C – Resultado da função <i>auto.arima()</i> baseado no critério AIC. ...	26

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é um dos setores mais representativos do agronegócio brasileiro, ao longo dos anos vem passando por constante evolução e tem alcançado um alto nível de tecnificação. Como produto, o leite é responsável por grande geração de emprego e renda, mas não se pode deixar de destacar a importância do mesmo como alimento. O leite protagoniza quase todas as campanhas de combate à fome devido às suas propriedades nutricionais, que o colocam como um dos alimentos mais relevantes para a manutenção da vida (VILELA, 2001).

A cadeia leiteira tem se desenvolvido fortemente no decorrer dos anos. Tendo faturado R\$ 68,7 bilhões em 2018, a produção de lácteos representa o segundo maior segmento da indústria de alimentos processados do Brasil, estando atrás apenas do setor de derivados da carne (SIQUEIRA, 2019). O fim da regulação do preço por parte do governo, em 1991, foi um marco muito importante para essa evolução. De lá pra cá ocorreram grandes mudanças que, de forma direta ou indireta, podem estar relacionadas à formação de preços no setor lácteo, sejam elas geográficas, estruturais, econômicas, climáticas, sociais, entre outras.

De acordo com a Pesquisa Industrial Anual (PIA), o leite longa vida foi o 28º produto industrializado mais vendido no Brasil no ano 2017. No ramo dos alimentos, o leite ultra-high temperature (UHT) ficou atrás apenas das carnes, açúcar, cervejas e refrigerantes. Porém, dentre os derivados do leite, ele é o que apresenta maior valor de vendas, respondendo sozinho por cerca 23,1% do comércio de lácteos no Brasil (IBGE, 2017).

A série de preços do leite UHT apresentou dois picos importantes em 2007 e 2009. Segundo Berlezi (2014), esses ápices foram causados por influências do mercado externo. Em 2016 ocorreu outro pico seguido de queda brusca. Dessa vez, o clima foi o principal fator por trás dessas variações¹. Exceto por

¹ Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/analises/leite-cepea/186331-leite-ano-se-inicia-com-preco-estavel-media-de-2016-e-a-maior-da-serie.html#.Yeb_Qr3MLIU>. Acesso em: 18 jan. 2022.

esses momentos, os preços mantiveram certo padrão sem muitas oscilações, como pode ser observado na figura 1.

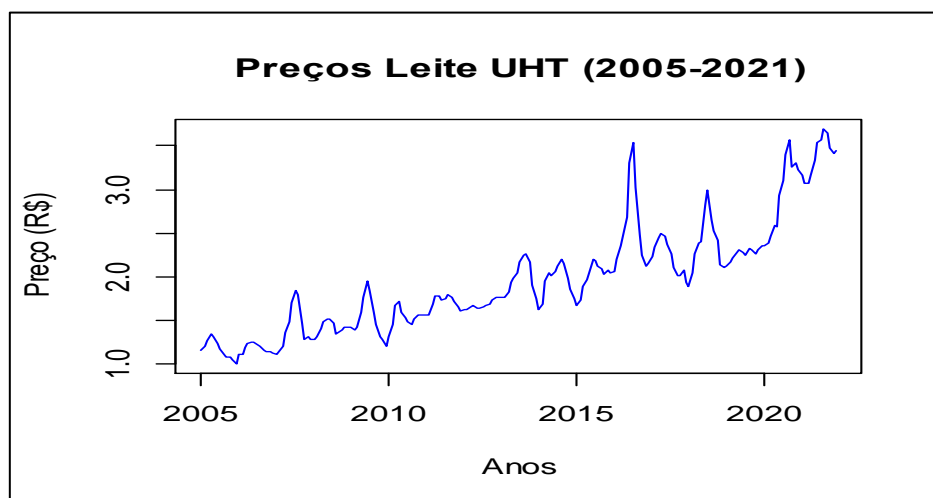


Figura 1 Evolução dos preços médios de leite UHT no Brasil no período 2005-2021.
Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 1 ainda é possível observar uma constante elevação dos preços nos últimos anos. Os anos de 2020 e 2021 foram extremamente atípicos devido à pandemia do COVID-19 que assolou o mundo. No âmbito econômico não foi diferente. Demanda e oferta sofreram pressões de todos os lados, alterando padrões que se repetiam há anos, inclusive nos preços de produtos alimentícios. A realização de previsões nesse contexto se mostra extremamente importante, pois se trata de um período de extrema incerteza.

A previsão de valores futuros pode ser uma ferramenta de valor na gestão agropecuária, reduzindo a exposição aos riscos que envolvem a atividade. Na gestão pública, a previsão pode ainda auxiliar na formulação de políticas, controle de estoques, expectativa de arrecadação ligada ao setor, entre outros.

Nesse sentido, este trabalho busca investigar e caracterizar a evolução dos preços do leite UHT no Brasil, no período 2005 - 2021, em vista de identificar suas principais propriedades e realizar previsões para futuros valores da série em pauta. A previsão é uma ferramenta simples e que pode auxiliar na tomada de decisões, especialmente para o agronegócio, uma atividade muito exposta a riscos. A série utilizada neste trabalho compreende o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2021, o intervalo justifica-se pela disponibilidade de dados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento dos preços do leite UHT no Brasil, no período 2005 – 2021, através das análises clássica e moderna de séries temporais.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar os efeitos sazonais da série de preços de leite UHT no período 2005 - 2021;
- Identificar, estimar modelos e selecionar aquele que melhor se ajusta à série de preços de leite UHT no período 2005 - 2021;
- Realizar previsões de preços de leite UHT a partir do modelo que melhor se ajusta a esta série.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A formação de preços no mercado lácteo ocorre por meio das leis de mercado competitivo. Segundo Besanko e Braeutigam (2000), num mercado competitivo, o preço se equilibra quando a quantidade demandada de um determinado produto se iguala à quantidade ofertada do mesmo. Esses movimentos são gerados por parte de produtores e consumidores em busca de maximizar seus benefícios.

Os consumidores estão em busca de elevar sua utilidade, porém estes estão sujeitos a restrições, principalmente em relação à renda. Siqueira (2019) afirma que os produtos lácteos têm uma maior elasticidade renda do que outros alimentos, especialmente nos estratos mais pobres da sociedade. Com isso, pode-se dizer que um leve aumento na renda provoca um acréscimo significativo no consumo desses produtos. E o contrário também acontece. Em momentos de crise econômica, a demanda por esse tipo de alimento reduz consideravelmente. Ainda segundo Siqueira (2019, p. 09) “crescimento econômico e aumento da renda têm sido os principais determinantes do consumo de produtos de origem animal em grande parte dos países em desenvolvimento”.

Segundo Alves, Sousa e Ervilha (2014), outra justificativa para a variação no preço do leite durante o ano é a entrada de derivados estrangeiros no mercado doméstico. Estes produtos competem com os produtos nacionais de forma direta, pois seus preços podem ser menores devido ao baixo custo de produção no país de origem. Segundo Carvalho (2010), o Brasil era um grande importador de produtos lácteos até 2004. O aumento da eficiência ao longo da cadeia atrelado ao cenário mundial favorável levou o país a ser exportador líquido de lácteos a partir de 2004.

Outro fator que altera a demanda de lácteos por parte do consumidor são as mudanças nas preferências. Para Siqueira (2010), a incorporação do leite UHT nos hábitos alimentares do brasileiro foi determinante para o incremento da demanda de leite e derivados. O produto lançado em 1972 ultrapassou em vendas o leite pasteurizado na década de 90 e até hoje mantém posição de destaque.

Da mesma forma, produtores buscam maximizar seu lucro através de minimização de custos e ganhos de escala, sendo que estes são tomadores de preço dentro dessa estrutura de mercado. A atividade leiteira é uma das mais complexas do agronegócio, pois envolve uma série de variáveis que podem influenciar na formação de custos ainda nesse nível da cadeia.

É muito comum que a produção agropecuária também sinta os efeitos da sazonalidade, pois esta está diretamente relacionada à agricultura que, por sua vez, é muito dependente das condições ambientais e das estações do ano. De acordo com Cavalheiro (2003), a sazonalidade é um fenômeno regular na demanda por alimentos e é causada por variações climáticas, datas especiais, estações do ano, entre outros fatores. A autora afirma que a sazonalidade está relacionada a causas naturais, econômicas, sociais e institucionais e pode ser definida como o conjunto dos movimentos com período igual ou inferior a um ano, sistemáticos, mas não necessariamente regulares, que são observados numa série temporal.

Outro fator que afeta a oferta interna de leite são as exportações. De acordo com Carvalho (2010), o Brasil figura entre países de baixo custo de produção de leite, mas entre 2006 e 2010, perdeu participação relativa no cenário mundial. Uma parte desse desempenho se deveu à forte valorização do real diante do dólar e outras moedas estrangeiras. Porém, de acordo com Vilela et. al (2017), o Brasil atingiu sua melhor marca histórica de exportação em 2008, mas voltou a ser importador líquido de lácteos a partir de 2009, agravando o déficit em 2016.

Considerando essas já citadas variáveis que afetam a formação de preços no setor lácteo, e muitas outras que não foram explicitadas, Martins (2002) ressalta que leite é um assunto de Estado. Isso porque as diversas maneiras de regulamentação, somadas à estruturação de políticas macroeconômicas em cada país, impactam também os mercados domésticos de diversas maneiras, mesmo que de forma indireta.

3 METODOLOGIA

3.1 MODELOS EMPÍRICOS

A investigação empírica da série de preços de leite UHT no Brasil no período 2005 - 2021 realizada neste trabalho engloba as abordagens clássica e moderna de séries temporais, que apresentam-se de forma complementar e estão detalhadas nas seções a seguir, respectivamente.

3.1.1 ANÁLISE CLÁSSICA

A análise clássica de séries temporais consiste basicamente na decomposição da mesma em seus componentes não observáveis, que são: ciclo (C), tendência (T), sazonalidade (S) e termo aleatório (I). O objetivo dessa análise é isolar os componentes presentes na série e observar o comportamento de cada um isoladamente. Neste trabalho o componente de interesse é a sazonalidade, portanto, apenas essa variável será isolada e analisada.

Dentre as formas existentes para realizar esse processo, o método de regressão foi o escolhido para estimar a sazonalidade da série. Esse método utiliza a inserção de variáveis *dummies*² na regressão para captar a sazonalidade da série, como fica visível na Equação 1.

$$Y_t = b_0 + b_1t + a_1d_{1t} + a_2d_{2t} + \dots + a_{12}d_{12t} + e_t \quad (1)$$

Na Equação 1, b_0 representa o intercepto, t a tendência e o termo e_t corresponde ao erro aleatório. As variáveis *dummies* são representadas por $d_{1t} d_{2t} \dots d_{12t}$, onde d_1 está para janeiro, d_2 para fevereiro e assim sucessivamente.

Entretanto, a equação 1 apresenta problema de multicolinearidade perfeita, tornando inviável sua estimação. Um modelo de regressão múltipla apresenta multicolinearidade perfeita quando duas ou mais variáveis independentes são fortemente relacionadas linearmente entre si.

² Variáveis *dummies* são utilizadas para inserir na regressão variáveis de natureza qualitativa. Essas assumem valores de 0 ou 1, onde 1 representa a presença de um atributo e 0 sua ausência. (GUJARATI; PORTER, 2011).

Existem algumas maneiras de corrigir a multicolinearidade perfeita. Uma delas é fazendo uso de uma variável *dummy* a menos do que a quantidade de categorias existentes. Como pode ser visto na Equação 2.

$$Y_t = b_0 + b_1t + a_1d_{1t} + a_2d_{2t} + \dots + a_{11}d_{11t} + e_t \quad (2)$$

Assim, como mostrado na equação 2, foram utilizadas apenas 11 variáveis *dummies*, considerando que a série é mensal e o mês de dezembro serviu como referência, efetivando a restrição³.

3.1.2 ANÁLISE MODERNA

Nessa etapa, o processo foi baseado na metodologia de Box e Jenkins. Essa metodologia refere-se aos procedimentos que são realizados para encontrar o modelo que melhor se ajusta aos dados e que seja capaz de gerar as melhores previsões. Os procedimentos são agrupados em quatro etapas:

1. Identificação
2. Estimação
3. Diagnóstico
4. Previsão.

O objetivo da identificação é determinar os valores de p, d e q do modelo ARIMA(p,d,q) e consiste em três etapas: verificar a necessidade de transformação na série; tomar diferenças na série se necessário e, por fim, identificar o processo ARMA(p,q) por meio da análise das autocorrelações e autocorrelações parciais. Para estimar o modelo são utilizadas técnicas de mínimos quadrados, máxima verossimilhança ou métodos de momentos. O diagnóstico usual consiste em avaliar a normalidade e a autocorrelação dos resíduos do modelo. Por fim, a previsão deve ser capaz de fornecer valores futuros de uma série temporal que estejam sujeitos ao menor erro possível⁴.

³ Para mais detalhes ver por exemplo: GUJARATI, PORTER (2011).

⁴ Para mais detalhes consultar MORETTIN, TOLOI (1981).

Dessa forma, uma série não estacionária, integrada de ordem d , segue um modelo autorregressivo integrado de médias móveis de ordem d (p,d,q) pode ser escrito como:

$$a(L)(1 - L)^d Y_t = b(L)\varepsilon_t \text{ (Equação 3)}$$

onde p e q são as ordens dos polinômios $a(L)$ e $b(L)$ respectivamente e d é a ordem de integração da série. O termo $(1 - L)^d$, indica que a série original não é estacionária, portanto, carece ser diferenciada⁵.

Para realização da análise moderna, a série será reduzida em 3 meses, ou seja, o período utilizado será jan 2005 – set 2021. A redução cabe para fins de comparação entre os valores previstos pelo modelo e valores reais, podendo assim, avaliar a eficácia do modelo selecionado.

Para realizar as estimativas, tanto do modelo de regressão quanto para aplicação da metodologia de Box e Jenkins foi utilizado o *software R*. Para realização da análise clássica, o pacote básico do software é suficiente, porém, para realizar a aplicação da análise moderna serão utilizados os pacotes *tseries* e *forecast*.

O pacote *tseries* é utilizado para trabalhar com séries temporais e, entre outras funções, realizar o teste Augmented Dickey-Fuller (ADF). Por sua vez, o pacote *forecast* tem a função de realizar as quatro etapas da análise moderna: identificação, estimação, diagnóstico e previsão. Este pacote conta também com a função *auto.arima()*, que foi utilizada para selecionar o modelo utilizado nas previsões, com base no critério de menor AIC.

3.2 FONTE DE DADOS

A pesquisa se deu de forma quantitativa e com uso de dados estatísticos secundários. Os dados foram coletados da base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA)⁶ e referem-se a dados mensais do

⁵ Para mais detalhes ver por exemplo: MORETTIN, TOLOI (1981).

⁶ Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite-derivados-atacado.aspx>>.

período 2005-2021. A definição do tamanho da amostra deve-se à disponibilização de dados por parte do centro de estudos.

Os dados da série correspondem aos preços recebidos pelas indústrias, incluindo ICMS⁷ e frete, quando há. O Preço Médio Nacional, utilizado neste trabalho, representa a média aritmética simples dos Preços Médios Estaduais do leite UHT dos estados, especificamente, de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

⁷ Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme informado anteriormente, este trabalho foi realizado por meio do uso de duas abordagens, clássica e moderna. Portanto, os resultados foram apresentados de forma distinta em duas seções, a começar pela abordagem clássica, na qual foi estimado o efeito sazonal na série de preços e, por fim, tem-se a análise moderna, onde é realizada a previsão dos preços futuros para a série a partir do melhor modelo que se ajustou aos dados.

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE CLÁSSICA

Como primeiro passo fez-se a decomposição da série para obter os componentes não observáveis. O componente de interesse, nesse caso, é a sazonalidade, ilustrada graficamente na Figura 2, obtida através da função *decompose* do *software R*.

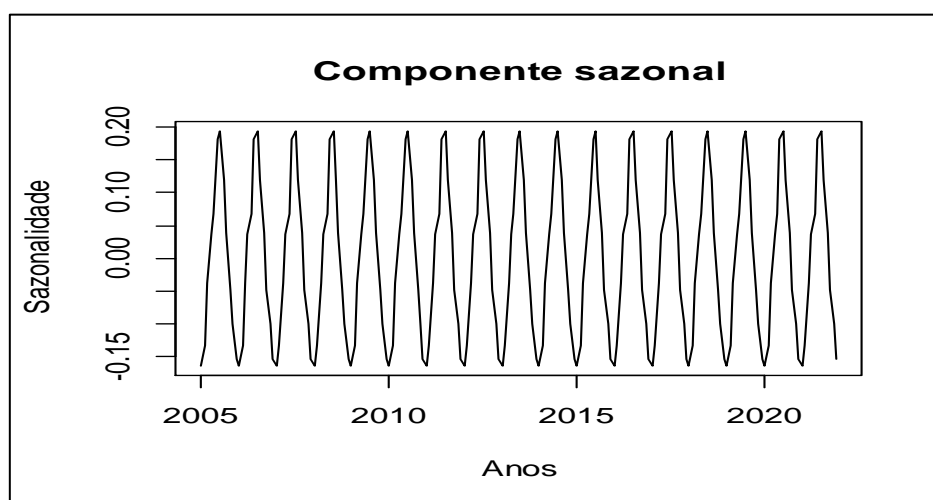


Figura 2 Representação gráfica da componente sazonal da série de preços de leite UHT no período 2005 - 2022.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como é possível observar na Figura 2, a série apresenta um padrão sazonal muito bem definido. O esquema se desenha ao longo dos 17 anos da série, mostrando exatamente 17 padrões regulares, representando a sazonalidade anual que compõe a mesma. Os picos de baixa coincidem com os primeiros e últimos meses do ano.

Para analisar a sazonalidade da série foi usado o método de regressão, com inserção de 11 variáveis *dummies* para representar os meses do ano,

enquanto o mês de dezembro serviu de referência para evitar o problema de multicolinearidade perfeita (Equação 2 da seção 3. METODOLOGIA) Os resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da regressão linear utilizando 11 variáveis dummies para a série de preços de leite UHT no período 2005 - 2021.

	<i>Estimate</i>	<i>Std. error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>	<i>Significance</i>
<i>Intercept</i>	0,8397610	0,0752226	11,164	< 2e-16	***
<i>t</i>	0,0095229	0,0003263	29,182	< 2e-16	***
<i>d1</i>	-0,0276009	0,0940509	-0,293	0,76948	
<i>d2</i>	0,0058173	0,0940391	0,062	0,95074	
<i>d3</i>	0,1015885	0,0940283	1,080	0,28132	
<i>d4</i>	0,1791245	0,0940187	1,905	0,05826	.
<i>d5</i>	0,2090133	0,0940102	2,223	0,02737	*
<i>d6</i>	0,3136080	0,0940028	3,336	0,00102	**
<i>d7</i>	0,3329087	0,0939966	3,542	0,00050	***
<i>d8</i>	0,2716211	0,0939915	2,890	0,00430	**
<i>d9</i>	0,1915009	0,0939875	2,038	0,04297	*
<i>d10</i>	0,0996341	0,0939847	1,060	0,29043	
<i>d11</i>	0,0465817	0,0939830	0,496	0,62072	
<i>Residual standard error</i>	0,274				
<i>Multiple R-squared</i>	0,8242				
<i>Ajusted R-squared</i>	0,8131				
<i>F-statistic</i>	74,6				
<i>p-value</i>	< 2.2e-16				

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 1 pode-se analisar três resultados principais: R^2 , R^2 ajustado e *t-value*. O R^2 (*Multiple R-squared*) representa a proporção da variabilidade na variável resposta explicada pela variável explicativa. O R^2 ajustado (*Ajusted R-squared*) é uma versão modificada do R-quadrado que foi ajustada para o número de preditores no modelo.

Pode-se observar que tanto o R^2 quanto o R^2 ajustado apresentam valores significativos para uma série de preços, que sofre interferência de outros fatores, ou seja, as variáveis explicativas são responsáveis por grande parte da variação na variável dependente. Dentre os fatores sazonais (*t-value*) apenas os meses de novembro, janeiro e fevereiro não foram significativos. No entanto é possível observar pelos parâmetros obtidos, que o modelo usado se ajusta bem

aos dados da série. Esse resultado é condizente com a Figura 2, onde é apresentado o padrão sazonal da série.

4.2 RESULTADOS DA ANÁLISE MODERNA

O primeiro passo da análise moderna consiste em averiguar o correlograma da série de dados, apresentado na Figura 3. A análise visual do correlograma traz as primeiras observações sobre a série, como por exemplo, a não estacionariedade da mesma.

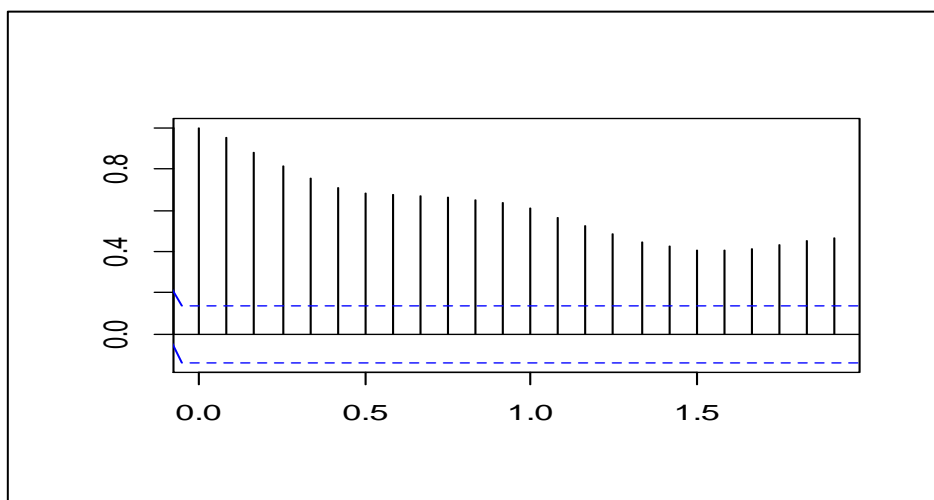


Figura 3 Representação gráfica da função de autocorrelação da série de preços de leite UHT no período 2005 - 2021.

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar da avaliação visual realizada com o auxílio da figura 3, para confirmar a não estacionariedade da série, foi realizado o teste ADF. O p-valor obtido no primeiro teste foi 0.0684. Como esperado, por se tratar de uma série econômica, a série de preços do leite UHT não é estacionária ao nível de significância de 1%.

Para continuidade do processo, a série foi diferenciada uma vez. Após realizada a primeira diferenciação, o novo teste ADF retornou um valor de 0.01. Dessa forma, pode-se confirmar que se trata de uma série estacionária com ordem de diferenciação 1. A série diferenciada, que pode ser conferida na Figura 4, foi obtida através da função *diff*, presente no pacote *forecast*.

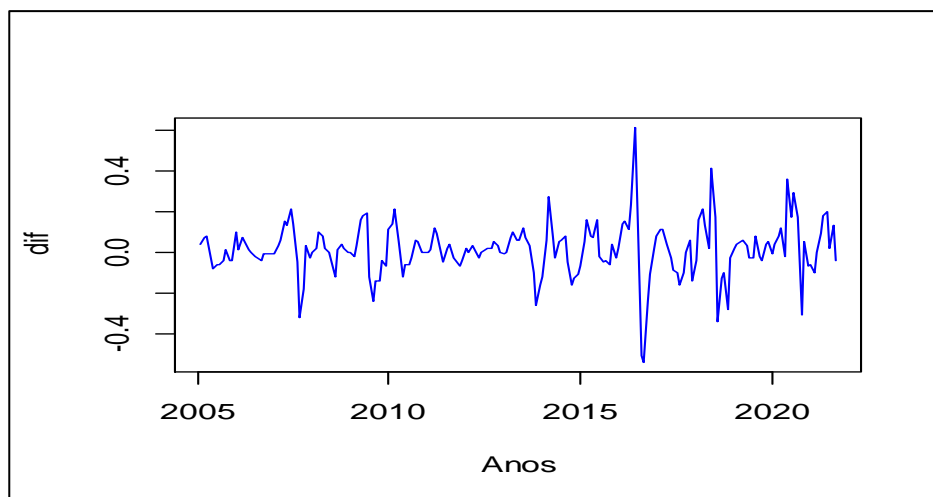


Figura 4 Série de preços de leite UHT (2005 – 2021) obtida após a primeira diferenciação.
Fonte: Dados da pesquisa.

Sabendo-se o grau de diferenciação da série, já é possível testar o modelo ARIMA. Para definição do modelo foi utilizada a função *auto.arima()* do pacote *forecast* que selecionou, com base no critério de menor AIC, o ARIMA (1,1,2) (0,0,2) [12], que se trata, na verdade, de um modelo SARIMA⁸, por considerar a sazonalidade presente na série. A escolha do modelo foi baseada no critério definido⁹. Como este modelo apresentou o menor AIC (-343,76) dentre os modelos sugeridos, foi o escolhido para realização das previsões.

Definido o modelo adequado, é por fim realizado o ajuste da série. Assim, fazendo uso da função *forecast* presente no pacote *forecast*, obteve-se a previsão de preços para a série, que está graficamente representada na figura 5.

⁸ O modelo ARIMA também pode ser denominado como SARIMA. A letra “S” indica a presença de sazonalidade na série e as letras maiúsculas fazem referência às componentes sazonais da mesma. Disponível em: <https://rpubs.com/Possato/ARIMA_ajuste_tutorial>. Acesso em: 25 jan. 2022.

⁹ Resultado da função *auto.arima()* pode ser visto no apêndice.

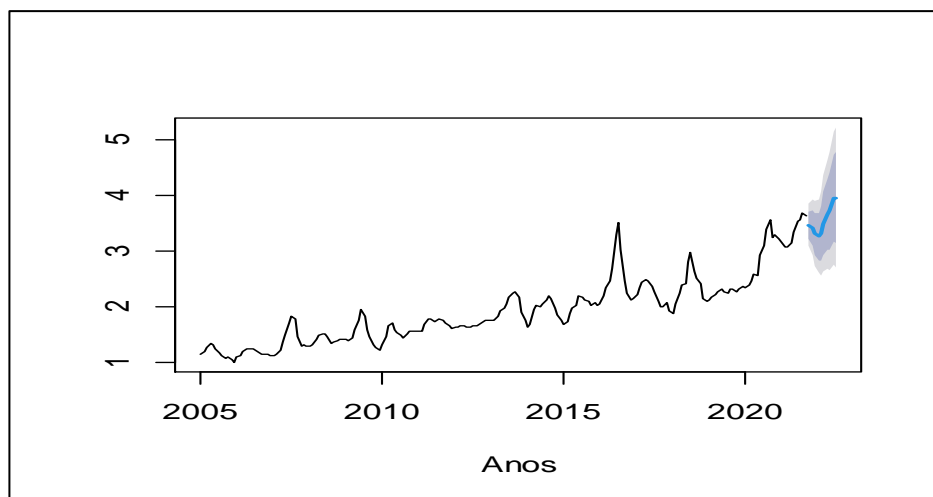


Figura 5 Previsão de valores futuros para os próximos 10 períodos (meses) da série de preços de leite UHT no período 2005 - 2021.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 5 representa a previsão da série de dados para os 10 meses seguintes (out 2021 – jul 2022), onde a linha azul apresenta os valores previstos, a área cinza mais escura e próxima da linha azul representa o intervalo de confiança de 80% e a área cinza mais clara, nas bordas, representa o intervalo de confiança de 95%.

A sequência apresentada na previsão mostra uma queda no preço do leite UHT para o início do ano de 2022, até o nível aproximado de R\$ 3,47, seguido de um aumento até que o preço atinja um pico de R\$ 3,69¹⁰. Pode-se dizer que esse é um padrão que se repete ao longo da série, devido principalmente à sazonalidade presente na mesma.

Os valores encontrados para os quatro primeiros períodos da previsão ficaram próximos dos valores reais, dentro do intervalo de confiança de 80%. Esse fato ajuda a validar a eficácia do modelo estimado, mostrando que a utilização dessa ferramenta pode ser útil na gestão de propriedades e agroindústrias ligadas ao agronegócio do leite, até mesmo na formulação de políticas públicas ligadas ao setor, dentre várias outras contribuições possíveis.

¹⁰ Todos os valores previstos podem ser conferidos no apêndice.

5 CONCLUSÃO

As principais conclusões que emergem dos resultados da investigação empírica da série de preços de leite UHT no Brasil, no período 2005-2021, são as seguintes.

A série de preço de leite UHT no período 2005 - 2021 apresenta comportamento não estacionário. Após estudar a série sob a ótica da análise clássica de séries temporais pode-se constatar a presença de um padrão sazonal anual muito bem definido ao longo da mesma. O modelo ARIMA (1,1,2) (0,0,2) [12] se mostrou eficaz na previsão de valores futuros para a série.

Apesar de serem eficientes em previsões de curto prazo, os modelos univariados possuem capacidade preditiva limitada para estudos de longo prazo. Portanto, a previsão de preços de leite UHT se mostram relevantes para que agentes do mercado possam criar expectativas acerca do comportamento futuro de curto prazo dos preços deste produto, auxiliando na redução de riscos atrelados à tomada de decisão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 12, n. 1, 2, 3, 2014.

BESANKO, D. A.; BRAEUTIGAM, R. R. **Microeconomia: uma abordagem completa**. Grupo Gen-LTC, 2000.

BERLEZI, A. C. B. **Evolução dos preços do leite e derivados no mercado brasileiro e mundial**. 2014.

BEZERRA, M. I. S. Apostila de Análise de séries temporais. **UNESP: Curso de estatística. São Paulo**, 2006.

BOX, G. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis, forecasting and control**. Holden-Day, San Francisco, 1976.

CAVALHEIRO, Darlene. **Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de indústrias de alimentos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. 2003.

CARVALHO, G. R. A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro. **Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica-5**. Amgh Editora, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Industrial Anual**. Rio de Janeiro, RJ, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9044-pesquisaindustrial-anual-produto.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 9 dez. 2021.

MARTINS, P. C. **Políticas públicas e mercados deprimem o resultado do sistema agroindustrial do leite**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. de Castro. **Modelos para previsão de series temporais: 13° colóquio brasileiro de matemática**. Instituto de matemática pura e aplicada, 1981.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de leite e derivados. **Circular Técnica Embrapa**, v. 120, p. 1-17, 2019.

SIQUEIRA, K. B. O desempenho do leite longa vida no Brasil. 2019. **Disponível em:** <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-desempenho-do-leite-longa-vida-no-brasil-215405/>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SIQUEIRA, K. B. et al. O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial. **Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

VILELA, D. A importância econômica, social e nutricional do leite. **Revista Batavo**, v. 111, 2001.

VILELA, D. et al. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017

APÊNDICE A – Previsões para os preços futuros do leite UHT no período Jan/22 -Out/22.

Tabela 2 Resultados de previsões geradas pelo modelo ajustado para os dez meses posteriores à série de preços do leite UHT (2005 - 2021).

	Valor real	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
OUT 21	3,48	3.508061	3.382170	3.633952	3.315527	3.700595
NOV 21	3,41	3.529284	3.297502	3.761067	3.174804	3.883765
DEZ 21	3,44	3.539352	3.250828	3.827875	3.098094	3.980610
JAN 22	3,31	3.519509	3.192494	3.846524	3.019382	4.019635
FEV 22		3.488700	3.133025	3.844375	2.944743	4.032658
MAR 22		3.479773	3.101479	3.858067	2.901222	4.058324
ABR 22		3.510657	3.113729	3.907585	2.903608	4.117706
MAI 22		3.525068	3.112262	3.937875	2.893735	4.156402
JUN 22		3.650161	3.223447	4.076875	2.997558	4.302764
JUL 22		3.697478	3.258306	4.136651	3.025822	4.369135

Fonte: Dados da pesquisa.

APÊNDICE B – Saída do software R para estimação da regressão com variáveis dummies.

```
> regre<-lm(y~t+d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7+d8+d9+d10+d11)
> regre

Call:
lm(formula = y ~ t + d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6 + d7 + d8 +
    d9 + d10 + d11)

Coefficients:
(Intercept)          t            d1            d2            d3            d4            d5            d6
 0.839761      0.009523    -0.027601    0.005817    0.101589    0.179124    0.209013    0.313608
          d7            d8            d9            d10           d11
 0.332909    0.271621    0.191510    0.099634    0.046582
```

Figura 6 Resultado da regressão estimada no software R fazendo-se uso de 11 variáveis dummies e mantendo o intercepto.

Fonte: Dados da pesquisa.

APÊNDICE C – Resultado da função `auto.arima()` baseado no critério AIC.

```
> auto.arima(UHy, ic="aic")
Series: UHy
ARIMA(1,1,2)(0,0,2)[12]

Coefficients:
      ar1      ma1      ma2      sma1      sma2
      0.7851 -0.2392 -0.6096  0.1639  0.3972
s.e.  0.1028  0.1016  0.0661  0.0718  0.0770

sigma^2 = 0.009897: log likelihood = 177.88
AIC=-343.76  AICC=-343.33  BIC=-323.97
```

Figura 7 Resultado da função `auto.arima()` para seleção do modelo que melhor se ajusta a série baseado no critério AIC.

Fonte: Dados da pesquisa.