

ANÁLISE HISTÓRICA E PREDITIVA DOS PREÇOS DA TILÁPIA NO PARANÁ COM ÊNFASE NAS REGIÕES NORTE E OESTE

HISTORICAL AND PREDICTIVE ANALYSIS OF TILAPIA PRICES IN PARANÁ WITH EMPHASIS ON THE NORTHERN AND WESTERN REGIONS

Murilo Henrique Tank Fortunato ¹; Julia Aparecida Tameirão ²

RESUMO

Este estudo analisa a dinâmica histórica e prospectiva dos preços da tilápia nas regiões Norte e Oeste do estado do Paraná, com base em dados públicos semanais disponibilizados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ-USP). O objetivo central é compreender o comportamento temporal dos preços, avaliar a relação estrutural entre os mercados regionais e estimar cenários futuros por meio de técnicas estatísticas e de modelagem de séries temporais. A metodologia adotada envolveu inicialmente análise exploratória das séries, com visualização de tendências e investigação das distribuições de preços, seguida da aplicação da Análise de Correspondência, utilizada para identificar associações entre diferentes níveis de preços regionais. Posteriormente, empregou-se o modelo Prophet para previsão, considerando tendência não linear e sazonalidade anual, com horizonte de projeção até 2027 e extensão complementar até 2028. As análises foram conduzidas no ambiente estatístico R, assegurando reprodutibilidade e consistência metodológica. Os resultados indicam tendência de crescimento dos preços ao longo do período analisado, com valores sistematicamente mais elevados na região Norte em relação ao Oeste. A Análise de Correspondência revelou forte interdependência entre os mercados regionais, apesar das diferenças de nível observadas. As previsões sugerem que os preços médios da tilápia tendem a ultrapassar o patamar de R\$ 10,00/kg a partir de 2026, mantendo-se nesse nível até 2028 nos cenários centrais. Conclui-se que o mercado paranaense de tilápia apresenta perspectiva de valorização no médio e longo prazo, destacando a importância de dados públicos do CEPEA e de métodos quantitativos avançados como suporte à tomada de decisão na cadeia aquícola.

Palavras-chave: Análise de correspondência. Piscicultura. Prophet.

ABSTRACT

This study analyzes the historical and prospective dynamics of tilapia prices in the Northern and Western regions of the state of Paraná, Brazil, based on weekly public data provided by the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA/ESALQ-USP). The main objective is to understand the temporal behavior of prices, assess the structural relationship between regional markets, and estimate future scenarios using statistical techniques and time series modeling. The methodology initially involved an exploratory analysis of the series, including visualization of trends and investigation of price distributions, followed by the application of Correspondence Analysis to identify associations between different regional price levels. Subsequently, the Prophet model was employed for forecasting, considering non-

¹ Biólogo, Prof. Dr. no Instituto de Pesquisas e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas da Universidade de São Paulo. E-mail: mtank6691@gmail.com

² Engenheira Agrônoma, pela Universidade de São Paulo. E-mail: mtank6691@gmail.com

linear trends and annual seasonality, with a projection horizon up to 2027 and a complementary extension through 2028. All analyses were conducted in the R statistical environment, ensuring reproducibility and methodological consistency. The results indicate an upward trend in prices over the analyzed period, with systematically higher values in the Northern region compared to the Western region. Correspondence Analysis revealed strong interdependence between regional markets, despite the observed differences in price levels. The forecasts suggest that average tilapia prices are likely to exceed the threshold of R\$10.00 per kilogram from 2026 onward, remaining at this level through 2028 under central scenarios. It is concluded that the tilapia market in Paraná shows prospects of price appreciation in the medium and long term, highlighting the importance of CEPEA public data and advanced quantitative methods as support tools for decision-making in the aquaculture production chain.

Keywords: Correspondence analysis. Fish farming. Prophet.

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) destaca-se como o principal segmento da aquicultura brasileira, respondendo pela maior parte da produção nacional de peixes de cultivo e apresentando crescimento contínuo nas últimas décadas (Carneiro *et al.*, 2022; PeixeBr, 2025). Nesse contexto, a dinâmica de formação de preços assume papel central para a sustentabilidade econômica da atividade, sendo influenciada por fatores como custos de alimentação e alevinos, variações na oferta e demanda, sazonalidade produtiva e condições macroeconômicas.

No Brasil, os dados públicos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ-USP) permitem o acompanhamento sistemático dos preços pagos ao produtor em diferentes regiões, evidenciando variações espaciais relevantes. Entre essas regiões, destacam-se o Norte e o Oeste do Paraná, que figuram como importantes polos produtivos, porém com características estruturais distintas. O Oeste do Paraná apresenta forte organização produtiva, elevada escala e maior integração com agroindústrias, enquanto o Norte do estado possui produção mais heterogênea e, em muitos casos, menor nível de coordenação entre os agentes. Essas diferenças estruturais justificam o recorte geográfico adotado, uma vez que podem gerar dinâmicas distintas de formação de preços e diferentes níveis de integração de mercado (Fortunato, 2025).

A literatura econômica aponta que a análise de séries temporais de preços é fundamental para compreender o comportamento dos mercados agrícolas, especialmente em cadeias produtivas em expansão. No caso da tilapicultura, fatores como custos de produção, com destaque para a alimentação, e riscos econômicos exercem influência direta sobre a rentabilidade da atividade, afetando decisões produtivas e, consequentemente, a formação de preços ao longo do tempo (Carneiro *et al.*, 2022). Adicionalmente, a investigação da integração regional de mercados permite avaliar o grau de transmissão de preços entre diferentes regiões, fornecendo evidências sobre eficiência de mercado e arbitragem espacial.

Apesar da relevância econômica do setor, observa-se uma lacuna na literatura quanto à aplicação de modelos estatísticos avançados para previsão de preços da tilápia. Em particular, o uso do modelo Prophet, que incorpora componentes de tendência e sazonalidade de forma flexível, ainda é incipiente em estudos voltados a mercados aquícolas, embora apresente resultados promissores em séries temporais agrícolas (dos Santos e Chaucoski, 2022; Fortunato, 2025).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a evolução dos preços da tilápia nas regiões Norte e Oeste do Paraná, com foco em três aspectos: (i) caracterização temporal e distributiva das séries de preços; (ii) avaliação da relação estrutural e da integração entre os mercados regionais; e (iii) estimação de previsões prospectivas por meio de modelos de séries temporais baseados no algoritmo Prophet. Ao abordar essas dimensões, busca-se gerar subsídios para a tomada de decisão por produtores, cooperativas e formuladores de políticas públicas.

2 METODOLOGIA

A base de dados utilizada neste trabalho é composta por cotações semanais do preço da tilápia inteira, expressas em reais por quilograma (R\$/kg), referentes às regiões Norte e Oeste do estado do Paraná. Os dados são de origem pública e foram obtidos junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), vinculado à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), amplamente reconhecido pela consistência metodológica de suas séries.

A série temporal compreende o período de 06 de agosto de 2021 a 16 de janeiro de 2026, totalizando 233 observações semanais para cada região. Durante a etapa de pré-processamento, os dados foram inspecionados quanto à consistência e integridade, não sendo identificados valores ausentes ou lacunas temporais que demandassem procedimentos de imputação. Dessa forma, não foi necessário aplicar métodos de tratamento de dados faltantes, preservando-se integralmente a série original.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica no formato Excel e posteriormente importados para o ambiente estatístico R por meio do pacote `readxl`. Após a importação, as colunas foram padronizadas para `ds` (datas), Norte e Oeste. A variável temporal foi convertida explicitamente para o formato Date utilizando a função `dmy()` do pacote `lubridate`, assegurando compatibilidade com os métodos de análise temporal e com o algoritmo de previsão empregado.

O processamento dos dados foi conduzido de forma reprodutível, com utilização dos pacotes `tidyverse` para manipulação e visualização, `ggthemes` e `patchwork` para padronização gráfica, `FactoMineR` e `factoextra` para análise multivariada e `prophet` para modelagem de séries temporais (Wickham *et al.*, 2019; Taylor e Letham, 2018).

A análise exploratória consistiu na construção de gráficos de séries temporais e curvas de densidade, permitindo identificar tendências, oscilações e diferenças distributivas entre as regiões ao longo do período analisado.

Na sequência, aplicou-se a Análise de Correspondência (AC), com o objetivo de investigar a associação entre os níveis de preços nas duas regiões. Para tanto, os preços foram discretizados em cinco classes ordinais por meio da função `cut(..., breaks = 5)`. Esse procedimento divide o intervalo total observado dos preços em cinco faixas de amplitude aproximadamente igual, posteriormente rotuladas como muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto para cada região. A partir dessas categorias, construiu-se uma tabela de contingência cruzando os níveis de preços do Norte e do Oeste. O modelo de AC foi estimado utilizando o pacote `FactoMineR`, e os resultados foram representados por meio de mapas fatoriais com auxílio do pacote `factoextra`.

Na etapa de modelagem preditiva, foram ajustados modelos de séries temporais utilizando o algoritmo Prophet, separadamente para cada região. Para isso, os dados foram estruturados conforme exigido pelo modelo, com as variáveis `ds` (datas) e `y` (preços). A frequência da série foi definida como semanal.

Os modelos foram estimados com a função `prophet()`, adotando-se a especificação padrão do algoritmo para tendência e pontos de mudança, com ativação da sazonalidade anual (`yearly.seasonality = TRUE`) e desativação das sazonalidades semanal (`weekly.seasonality = FALSE`) e diária (`daily.seasonality = FALSE`). Essa configuração é consistente com a periodicidade semanal dos dados e com a expectativa de ciclos sazonais anuais na formação de preços da tilápia.

As previsões foram geradas com a função `make_future_dataframe()`, adotando frequência semanal (`freq = "week"`) e horizonte de 104 semanas à frente, equivalente a aproximadamente dois anos. As projeções foram obtidas com a função `predict()`, resultando em estimativas pontuais (`yhat`) e intervalos de confiança (`yhat_lower` e `yhat_upper`) para cada período futuro. Posteriormente, foram extraídas as previsões a partir de janeiro de 2026, consolidando-se os resultados das duas regiões em uma base única exportada em formato `.csv`.

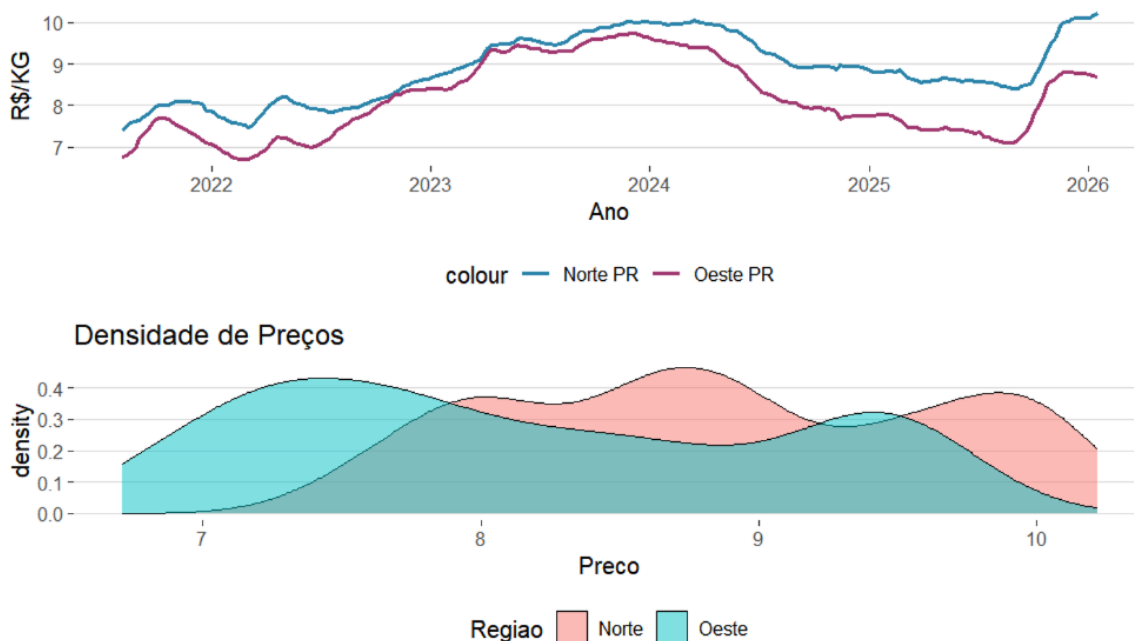
Ressalta-se que, conforme implementado no script, não foi realizada validação preditiva formal (como validação cruzada temporal ou cálculo de métricas de erro), sendo o foco da modelagem a análise exploratória das tendências e a construção de cenários prospectivos.

Por fim, todo o processamento foi realizado em linguagem R. Todo código está disponibilizado em: <https://github.com/mtank6691-coder/S-ries-da-til-pia-do-paran-/blob/main/Tilapia>.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise exploratória da série temporal, apresentada na Figura 1, revela uma tendência geral de crescimento dos preços da tilápia ao longo do período analisado, com oscilações de curto prazo características de mercados agroalimentares. Observa-se que, de forma consistente, os preços da região Norte situam-se em patamares superiores aos do Oeste ao longo de toda a série.

Figura 1 – Série histórica e densidade dos preços da tilápia em duas regiões do Paraná.



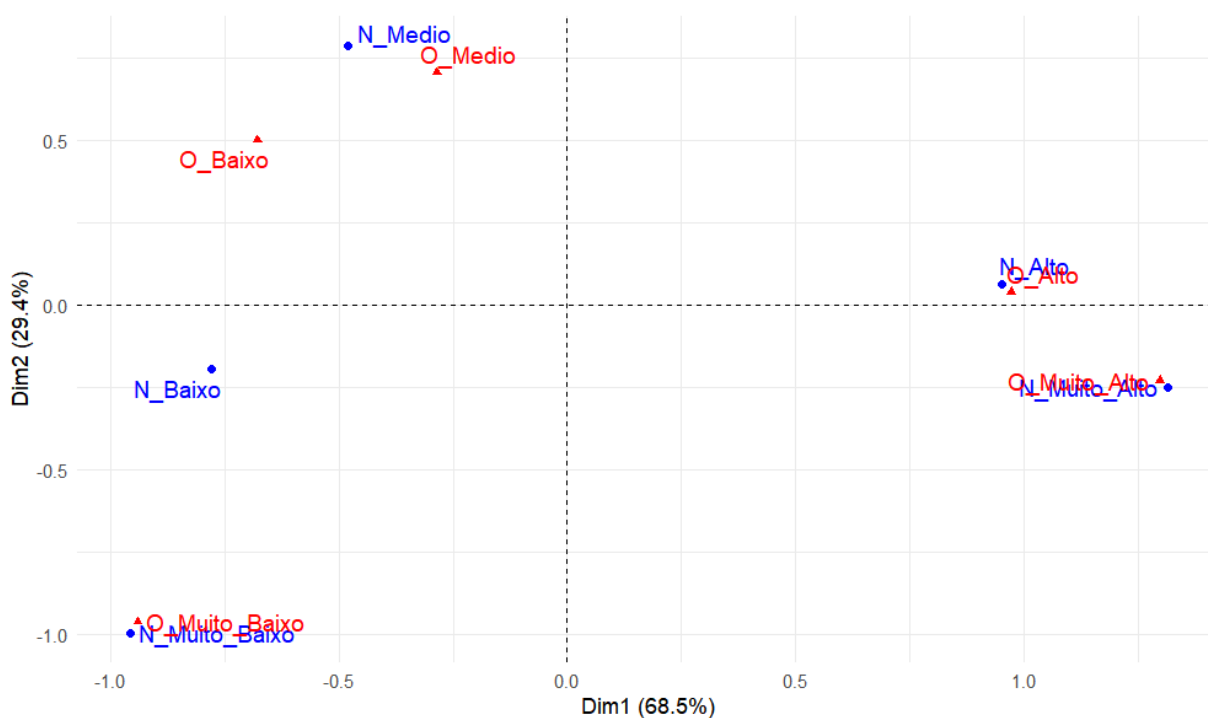
Fonte: Resultados da pesquisa.

As estatísticas descritivas corroboram esse padrão. A região Norte apresenta preço médio de aproximadamente R\$ 9,00/kg, enquanto o Oeste apresenta média próxima de R\$ 8,10/kg. Além disso, os valores mínimo (R\$ 7,41) e máximo (R\$ 10,22) do Norte são superiores aos observados no Oeste (R\$ 6,77 e R\$ 9,73, respectivamente). Em termos de dispersão, ambas as regiões apresentam variabilidade semelhante, com desvio-padrão em torno de 0,85 a 0,90, indicando comportamento relativamente estável ao longo do tempo.

Os resultados da Análise de Correspondência, apresentados na Figura 2, evidenciam associação entre categorias equivalentes de preço do Norte e do Oeste. As categorias intermediárias apresentam maior proximidade no espaço fatorial, enquanto as categorias extremas mostram maior dispersão.

Esse resultado indica que, embora existam diferenças nos níveis de preços, os movimentos entre as regiões apresentam certo grau de co-variação ao longo do tempo, especialmente em faixas intermediárias de preços.

Figura 2 – Correspondência de níveis de preços: Norte vs Oeste.

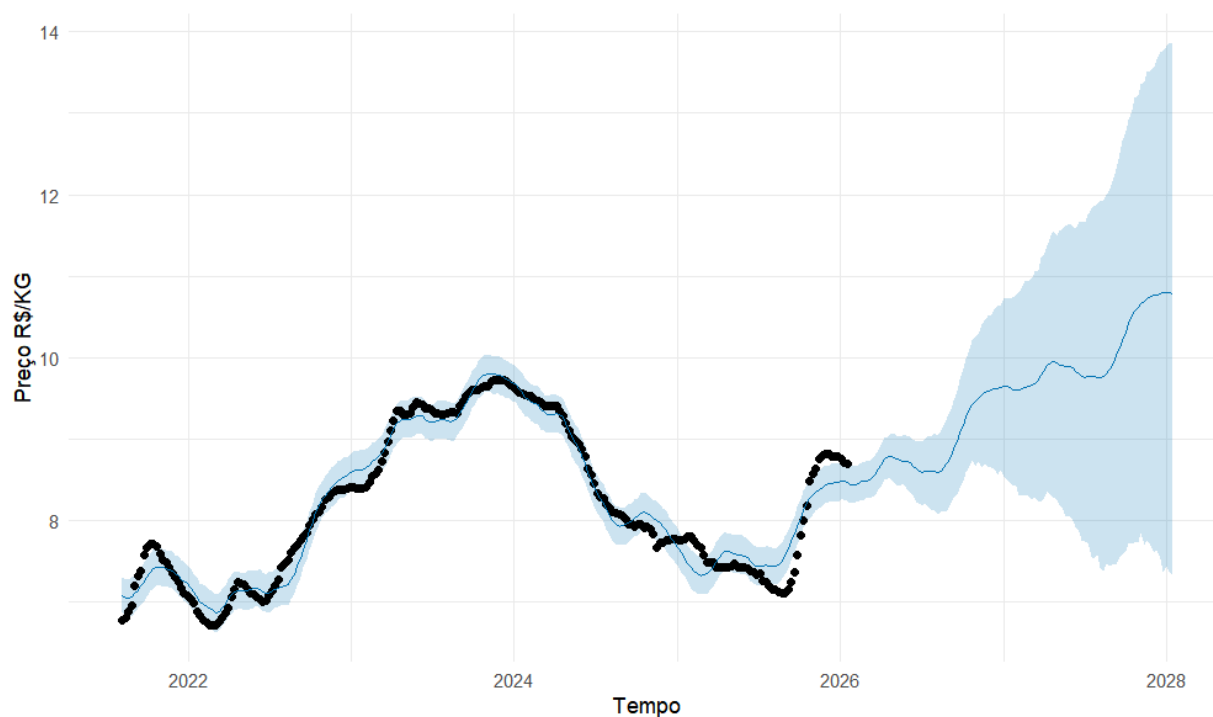


Fonte: Resultados da pesquisa.

Para a região Oeste do Paraná (Figura 3), observa-se um cenário de relativa estabilidade ao longo do horizonte de previsão, com os preços oscilando predominantemente entre aproximadamente R\$ 8,50 e R\$ 8,70/kg, além de leve tendência de crescimento.

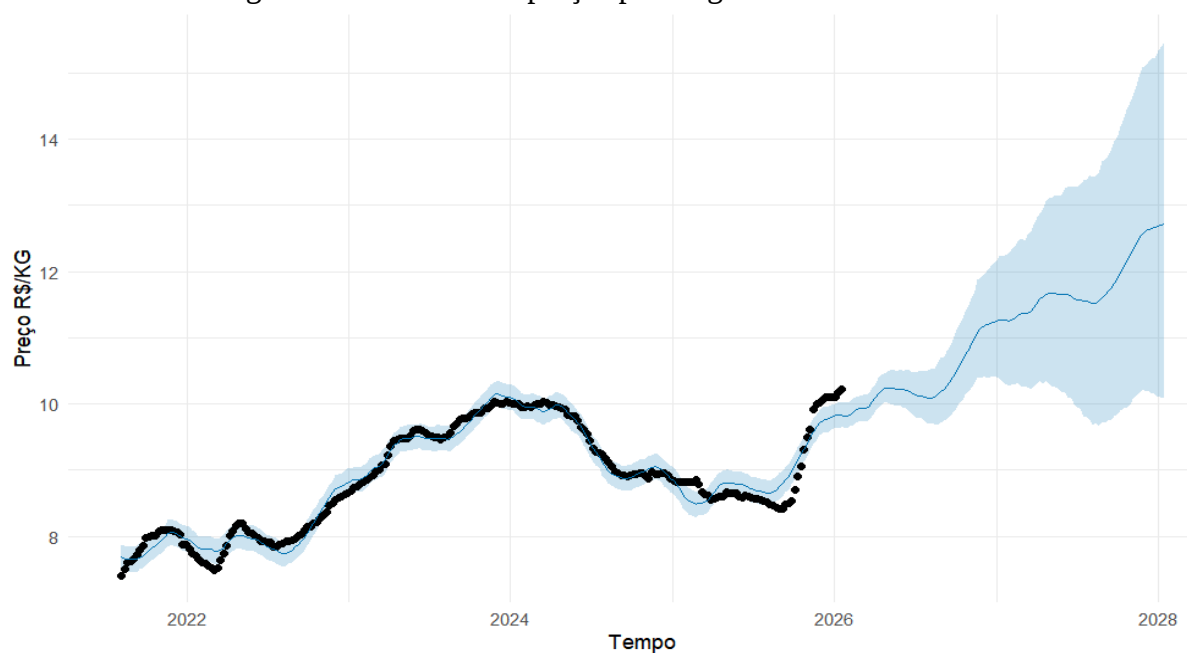
Para a região Norte do Paraná (Figura 4), o modelo indica manutenção dos preços em patamares superiores, com valores predominantemente acima de R\$ 10,00/kg ao longo de 2026 e 2027. Nos cenários superiores de previsão, observam-se valores próximos a R\$ 11,30/kg.

Figura 3 – Previsões de preços para região Oeste do Paraná.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4 – Previsões de preços para região Norte do Paraná.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam padrões consistentes na dinâmica dos preços da tilápia nas regiões Norte e Oeste do Paraná. A tendência geral de crescimento observada nas séries temporais está alinhada com o processo de expansão da piscicultura de tilápia no Brasil, associado ao aumento da demanda interna por proteínas de origem animal e

à maior inserção do pescado na dieta dos consumidores (PeixeBr, 2025; Carneiro *et al.*, 2022).

A diferença de níveis de preços entre as regiões, com valores sistematicamente mais elevados no Norte do Paraná, indica a existência de heterogeneidade regional na formação de preços. No entanto, essa evidência, por si só, não permite atribuir causalidade direta a fatores específicos, como logística, proximidade de centros consumidores, grau de verticalização ou estratégias de comercialização. Ainda assim, tais fatores são frequentemente apontados na literatura como potenciais determinantes das diferenças regionais de preços na piscicultura e em outros mercados agroalimentares (Brenzan e Feiden, 2022; Fortunato, 2025).

A análise de densidade reforça a existência de diferenças no comportamento distributivo dos preços entre as regiões, com maior concentração em níveis mais elevados no Norte e maior dispersão no Oeste. De acordo com Panagiotelis e Athanasopoulos (2021), diferenças na dispersão de preços podem refletir distintos níveis de estabilidade de mercado ou sensibilidade a choques de oferta e demanda. Contudo, a partir dos resultados obtidos neste estudo, não é possível identificar de forma conclusiva os fatores determinantes dessas diferenças, sendo necessárias análises adicionais que incorporem variáveis explicativas específicas.

Os resultados da Análise de Correspondência indicam associação entre os níveis de preços das duas regiões, especialmente nas categorias intermediárias, sugerindo que os mercados apresentam algum grau de interdependência. Esse padrão é consistente com a literatura sobre integração espacial de mercados agropecuários, que aponta que regiões conectadas por fluxos comerciais e informação tendem a apresentar co-movimentos de preços ao longo do tempo (Fackler & Goodwin, 2001). A maior dispersão observada nas categorias extremas pode estar associada a períodos de maior instabilidade, embora essa interpretação deva ser considerada com cautela.

No que se refere às projeções obtidas por meio do modelo Prophet, os resultados indicam trajetórias distintas para as duas regiões no horizonte analisado. Para o Oeste do Paraná, observa-se um padrão de relativa estabilidade dos preços, com leve tendência de crescimento. Para o Norte, as projeções indicam manutenção de preços em patamares mais elevados ao longo do período de previsão.

Essas diferenças projetadas devem ser interpretadas como cenários condicionais à continuidade dos padrões históricos observados, uma vez que o modelo não incorpora variáveis exógenas, como custos de produção, choques de oferta, eventos sanitários ou mudanças institucionais. Conforme destacado por Taylor e Letham (2018), modelos baseados em séries temporais univariadas são eficazes na captura de tendência e sazonalidade, mas apresentam limitações na presença de mudanças estruturais no sistema econômico.

De forma geral, os resultados sugerem que o mercado de tilápia no Paraná apresenta evidências de integração regional, coexistindo com diferenças persistentes nos níveis de preços entre as regiões analisadas. Esses achados contribuem para a literatura ao fornecer evidências empíricas atualizadas sobre a dinâmica regional de preços da tilápia e reforçam a importância da utilização de ferramentas de análise de séries temporais na compreensão de mercados agroalimentares.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam a existência de diferenças persistentes nos níveis de preços da tilápia entre as regiões Norte e Oeste do Paraná, com patamares sistematicamente mais elevados no Norte ao longo do período analisado. Ao mesmo tempo, as evidências apontam para a presença de co-movimentos entre as séries, sugerindo algum

grau de integração entre os mercados regionais. As projeções obtidas por meio do modelo Prophet indicam a continuidade desses padrões no horizonte de previsão, com manutenção da diferença de níveis entre as regiões.

Como principal limitação, destaca-se o uso de um modelo univariado baseado exclusivamente em séries históricas de preços, sem incorporação de variáveis explicativas. Dessa forma, as previsões devem ser interpretadas como cenários condicionais à continuidade dos padrões observados, não representando relações causais nem capturando possíveis mudanças estruturais no mercado.

Do ponto de vista prático, os resultados fornecem evidências úteis para agentes da cadeia produtiva ao indicar padrões regionais de preços e possíveis trajetórias no médio prazo. Em termos de pesquisa futura, recomenda-se a incorporação de variáveis econômicas e produtivas, bem como o uso de modelos multivariados, a fim de aprofundar a compreensão dos determinantes da formação de preços e da integração entre mercados.

REFERÊNCIAS

- BRENZAN, C. K. M.; FEIDEN, A. A piscicultura como atividade propulsora do desenvolvimento da mesorregião oeste do Paraná. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e22111435877, 2022.
- CARNEIRO, C. J.; BRUM, A. L.; THESING, N. J.; PROCHNOW, D. A. Cadeia produtiva da piscicultura: um olhar para a evolução da tilapicultura no Brasil. **Revista Perspectiva**, v. 46, n. 175, p. 25–34, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31512/persp.v.46.n.175.2022.223.p.25-34>
- DOS SANTOS, J. A. A.; CHAUCOSKI, Y. Previsão de preço de ovos no estado do Paraná por meio de modelos SARIMA e Prophet. **Revista Cereus**, v. 14, n. 1, p. 234–245, 2022.
- FACKLER, P. L.; GOODWIN, B. K. Spatial price analysis. In: GARDNER, B.; RAUSSER, G. (Ed.). **Handbook of Agricultural Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2001. v. 1, p. 971–1024.
- FORTUNATO, M. H. T. Modelagem e previsão dos preços de tilápia em diferentes regiões do Brasil: uma análise com modelo ARIMA. **Actapesca**, v. 22, p. 32–39, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46732/Actafish.22.32-39>
- GREENACRE, M. **Correspondence analysis in practice**. 3. ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2017.
- MEYER, J.; VON CRAMON-TAUBADEL, S. La robustesse des tests de transmission asymétrique des prix en présence de changements structurels. **Économie Rurale**, n. 284, p. 10–26, 2004.
- PANAGIOTELIS, A.; ATHANASOPOULOS, G.; GAMAKUMARA, P.; HYNDMAN, R. J. Forecast reconciliation: a geometric view with new insights on bias correction. **International Journal of Forecasting**, v. 37, n. 1, p. 343–359, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.02.004>
- TAYLOR, S. J.; LETHAM, B. Forecasting at scale. **The American Statistician**, v. 72, n. 1, p. 37–45, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1380080>

WICKHAM, H.; AVERICK, M.; BRYAN, J.; CHANG, W.; MCGOWAN, L. D. A.; FRANÇOIS, R.; YUTANI, H. Welcome to the Tidyverse. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>