

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS SANTANA DO LIVRAMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

LEONARDO DE MELO MENEZES

**ESTUDO DA SÉRIE TEMPORAL DOS PREÇOS PRATICADOS NA PECUÁRIA DE
CORTE DO RIO GRANDO DO SUL ENTRE OS ANOS 2015-2024**

Santana do Livramento

2025

LEONARDO DE MELO MENEZES

**ESTUDO DA SÉRIE TEMPORAL DOS PREÇOS PRATICADOS NA PECUÁRIA DE
CORTE DO RIO GRANDO DO SUL ENTRE OS ANOS 2015-2024**

Monografia apresentada como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas pela Universidade Federal do
Pampa - UNIPAMPA.

Orientador: Prof. Dra. Lucelia Ivonete Juliani

**Santana do Livramento
2025**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M538e Menezes, Leonardo de Melo

ESTUDO DA SÉRIE TEMPORAL DOS PREÇOS PRATICADOS NA PECUÁRIA
DE CORTE DO RIO GRAND DO SUL ENTRE OS ANOS 2015-2024 /
Leonardo de Melo Menezes.

63 p.

Tese(Doutorado)-- Universidade Federal do Pampa, CIÊNCIAS
ECONÔMICAS, 2025.

"Orientação: Lucélia Ivonete Juliani".

1. Economia. 2. Agropecuária. 3. Serie temporal. I. Título.

LEONARDO DE MELO MENEZES

ESTUDO DA SÉRIE TEMPORAL DOS PREÇOS PRATICADOS NA PECUÁRIA DE CORTE DO RIO GRANDE DO SUL ENTRE OS ANOS 2015-2024

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 3 de julho de 2025.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Lucélia Ivonete Juliani

Orientadora

UNIPAMPA

Prof. Dr. Mauro Barcellos Sopena

UNIPAMPA

Prof. Dr. Felipe Gomes Madruga

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **LUCELIA IVONETE JULIANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/07/2025, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURO BARCELLOS SOPENA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/07/2025, às 13:23, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **FELIPE GOMES MADRUGA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/07/2025, às 18:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1778929** e o código CRC **E8033097**.

Dedico este trabalho a minha filha, Martina Castro Menezes, meu estímulo permanente para seguir buscando aperfeiçoamento e evolução nos âmbitos pessoal, profissional e espiritual.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos servidores e professores da Universidade Federal do Pampa pela formação ao longo destes anos. Neste sentido, um agradecimento especial a professora Lucelia Ivonete Juliani pelo aceite da orientação, confiança, dedicação e conhecimentos transmitidos durante a execução deste trabalho. Aos amigos próximos, pelo apoio; à família, pela compreensão referente a minha ausência nas horas demandadas pela estrada, sala de aula e nos momentos dedicados a estudos e trabalhos (especialmente este TCC!). A todos os meus, muito obrigado!

RESUMO

A pecuária de corte constitui uma das principais atividades econômicas do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho foi analisar a formação de preços da pecuária gaúcha entre 2015 e 2024, considerando as categorias boi gordo, vaca gorda, gado de reposição e carneiro. Com as informações e os dados do NESPro – Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva da Carne (NESPro/UFRGS) foram aplicados modelos de séries temporais (ETS, ARIMA, SARIMA e STL) para identificar padrões de tendência e sazonalidade, bem como avaliar correlações entre os preços praticados no mercado e realizar previsões de preços futuros. O modelo SARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] se destacou como o mais eficiente, apresentando os menores valores de AIC, BIC e RMSE. A análise de correlação mostrou forte interdependência entre os preços praticados entre as categorias, com destaque para boi e vaca (0,9912) e reposição e carneiro (0,9732). Os resultados indicam previsão de estabilidade ou leve valorização nos preços, sinalizando uma possível nova fase do ciclo pecuário a partir de 2025. Conclui-se que a modelagem estatística aplicada à pecuária de corte é útil para prever tendências e apoiar decisões econômicas no setor.

PALAVRA-CHAVE: ciclo pecuário; formação de preços; SARIMA; sazonalidade; tendência.

ABSTRACT

Beef cattle farming is one of the main economic activities in the state of Rio Grande do Sul. The objective of this study was to analyze the price formation of cattle farming in Rio Grande do Sul between 2015 and 2024, considering the categories of beef cattle, beef cows, stock and calves. Time series models (ETS, ARIMA, SARIMA and STL) were applied to identify trend and seasonality patterns, as well as to evaluate correlations between prices practiced in the market and to make forecasts of future prices. The SARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] model stood out as the most efficient, presenting the lowest values of AIC, BIC and RMSE. The correlation analysis showed a strong interdependence between the prices practiced among the categories, with emphasis on beef and cow (0.9912) and stock and calf (0.9732). The results indicate a forecast of stability or slight appreciation in prices, signaling a possible new phase of the livestock cycle from 2025 onwards. It is concluded that statistical modeling applied to beef cattle farming is useful for predicting trends and supporting economic decisions in the sector.

KEYWORDS: livestock cycle; price formation; SARIMA; seasonality; trend.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Preços mensais praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul no período 2015-2024.....	33
Figura 2 - Sazonalidade dos preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul entre os anos de 2015-2024, para as categorias boi gordo e vaca gorda.....	34
Figura 3 - Comparação entre os modelos de decomposição clássica e STL aplicados às séries temporais dos preços do boi gordo e da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024).....	36
Figura 4 - Diagnóstico do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços do boi gordo no Rio Grande do Sul (2015–2024).....	40
Figura 5 - Previsão do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços do boi gordo no Rio Grande do Sul (2015–2024).....	41
Figura 6 - Diagnóstico do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024).....	43
Figura 7 - Previsão do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024).....	44
Figura 8 - Previsão da série de preços do boi gordo no RS (2015–2024) com modelo ETS(M,Ad,A).....	46
Figura 9 –Previsão da série de preços da vaca gorda no RS (2015–2024) com modelo ETS(M,Ad,A).....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço do boi gordo (R\$/kg) pelo modelo ARIMA, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.....	41
Tabela 2 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço da vaca gorda (R\$/kg) pelo modelo ARIMA, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.....	44
Tabela 3- Descrição dos valores praticados e previstos para preço do boi gordo (R\$/kg) pelo modelo ETS, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.....	47
Tabela 4 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço da vaca gorda (R\$/kg) pelo modelo ETS, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.....	49
Tabela 5 - Correlações parciais entre os preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul para as distintas categorias entre os anos de 2015-2024.....	50

LISTA DE SIGLAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne

ADF – Augmented Dickey-Fuller

AIC – Akaike Information Criterion

ANUALPEC – Anuário da Pecuária Brasileira

ARIMA – Autoregressivve Integrated Moving Average

BIC- Bayesian Information Criterion

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

ETS – error, trend, seasonality

EUA - Estados Unidos da América

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MA – Média Móvel não sazonal

MAE – erro médio absoluto

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MAPE – erro médio percentual

ME – erro médio

NESPRO – Núcleo de Estudos em Sistema de Produção de bovinos de corte e cadeia produtiva

OECD – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PIB- Produto Interno Bruto RMSE – Root Mean Quadratic Error

SAR – termo autorregressivo sazonal

SARIMA – Seasonal Autoregressivve Integrated Moving Average

SEAPI – Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação

STL – Seasonal-Trend decomposition using Loess

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América

VBP - Valor Bruto de Produção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. JUSTIFICATIVA.....	19
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
4.1 Setor primário.....	21
4.2 Sistemas de produção de bovinos de corte.....	21
4.2.1 Cria.....	22
4.2.2 Recria.....	22
4.2.3 Engorda/terminação.....	23
4.2.4 Ciclo completo.....	24
4,3 Sazonalidade e o ciclo pecuário.....	24
4.4 Teoria Econômica acerca da pecuária de corte.....	26
4.4.1 Formação de Preços na Pecuária de Corte.....	26
4.4.2 Estrutura de mercado em concorrência perfeita.....	26
4.4.3 Oferta e demanda.....	28
4.4.4.1 Elasticidade da Oferta e da Demanda.....	29
5. METODOLOGIA.....	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6.1 Comparação entre os modelos de decomposição clássica e STL.....	35
6.2 Teste de Estacionalidade.....	38

6.3 Ajuste do modelo SARIMA para a série temporal do boi gordo.....	38
6.4 Ajuste do modelo SARIMA para a série temporal da vaca gorda.....	42
6.5 Ajuste do modelo ETS (M,Ad,A) para a série temporal do Boi Gordo.....	45
6.6 Matriz de correlação.....	50
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
8. REFERÊNCIAS.....	54
9. ANEXOS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola apresenta destacada importância na economia brasileira. No último ano o setor agropecuário somou 720 bilhões de reais, representando 6,6% do Produto Interno Bruto (PIB), ou seja, o somatório de toda produção de riqueza nacional dentro de um período (IBGE, 2024). Toda a cadeia de agronegócio no País gerou 23,5% do PIB nacional, considerando a participação da agroindústria e serviços relacionados com o agro (CNA, 2022). Além disso, o Brasil é também um dos maiores produtores mundiais neste setor. Considerando-se o valor da produção agropecuária dos países da Organização Econômica para Cooperação e Desenvolvimento (OECD), a produção brasileira perde apenas para a europeia e americana (OECD/FAO, 2020).

O setor primário compreende atividades econômicas baseadas na extração direta de recursos naturais, como a agricultura, a mineração, a pesca e a pecuária. Trata-se de um setor fundamental, tanto por fornecer insumos para os setores secundário (indústria) e terciário (serviços), quanto por sua relevância na segurança alimentar, no comércio exterior e na geração de empregos, especialmente em países em desenvolvimento (Samuelson & Nordhaus, 2010).

Dentro deste setor, destaca-se a produção de carne bovina. A presença desta atividade no agronegócio brasileiro nas exportações é expressiva, visto que a pecuária de corte é uma importante *commodity*, responsável por aproximadamente de 13% do PIB nacional (MAPA, 2022).

Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, o Brasil é o segundo maior produtor de carne do mundo desde 2009. Em 2023, a produção nacional foi de 10,4 milhões de toneladas, representando aproximadamente 16% de toda produção mundial. (USDA, 2023). De acordo com a mesma fonte, o mercado interno brasileiro está entre os três maiores mercados consumidores mundiais, com 7,8 milhões de toneladas.

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), o valor bruto da produção (VBP) da pecuária bovina no Brasil correspondeu a R\$ 150,94 bilhões em 2021, representando 1,73% a termos totais de PIB nacional. Com toda esta pujança, o Brasil é considerado atualmente o principal fornecedor de carne bovina para o mundo em termos de volume (CONAB, 2021). Para atender o mercado doméstico 68,06% do que foi produzido foi consumido, oferecendo uma disponibilidade interna per capita de 25,8 kg/habitante/ano (CONAB, 2021).

Outra importância a ser mencionada é quanto a geração de empregos que o setor oferece. Destaca-se que no primeiro trimestre de 2022, mais de 18 milhões de pessoas encontravam-se empregados nos setores relacionados à produção agropecuária. Este número representa 19,67% do total de brasileiros empregados na mesma época (CEPEA, 2022).

Por todo o exposto, verifica-se que o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carnes do mundo e neste cenário um dos estados brasileiros que se destaca na atividade pecuária é o do Rio Grande do Sul. A pecuária de corte desempenha um papel fundamental na economia do estado; segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor agropecuário representou, em 2023, 16,3% do PIB, mesmo sendo o rebanho bovino gaúcho apenas o sétimo colocado no ranking nacional (em número de animais). A carne bovina gaúcha teve somente 11% do seu volume produzido exportado no ano de 2022, totalizando US\$ 278 milhões, representando apenas 2,4% da exportação brasileira de carne bovina in natura (NESPro, 2022). A competitividade da carne bovina gaúcha, ou seja, a sua capacidade de competir efetivamente no mercado nacional e internacional, ainda é baixa quando comparada a e outros estados da federação. A produção de uma carcaça bovina (peso médio de cada animal após o abate) produzida no Rio Grande do Sul gera um produto com média de 230kg, enquanto a carcaça média brasileira atinge 259kg (NESPro, 2023). A grande diversidade dos sistemas de produção e a falta de coordenação ainda presentes em toda a cadeia, têm como consequência a grande heterogeneidade das carcaças produzidas, causando problemas no momento da comercialização.

Somado a estes fatores, segundo Mendes e Padilha Junior (2007), a instabilidade dos preços agropecuários ocasiona drásticas reduções na receita dos produtores rurais na ocorrência de safras elevadas sem ganhos de produtividade. Além disso, a formação dos preços nos mercados agropecuários acompanha, essencialmente, as regras dos demais mercados. Entretanto, os mesmos autores apontam que a produção agropecuária possui determinadas peculiaridades que afetam diretamente o seu preço. Dentre as particularidades é possível elencar a produção dispersa, visto que a maior parte dos produtos não apresenta diferenciações de marca e atributos de qualidade, e a comercialização geralmente homogênea, com baixo ou nenhum valor agregado. Os produtos geralmente são perecíveis, a produção é sazonal, distribuída em função do clima, dos solos, das tradições culturais e restrita à localização geográfica e ao tamanho da unidade produtiva. É um mercado com alto número de compradores e vendedores, de tal forma que nenhum deles, individualmente, tem capacidade de influenciar o preço e decidir sobre a venda ou a compra de um produto (MENDES; PADILHA JUNIOR, 2007).

Campos (2007) relata que as flutuações cíclicas e/ou sazonais dos preços dos produtos agropecuários ocasionam instabilidade na renda do produtor, bem como nas despesas dos consumidores. Essa instabilidade pode desestimular a produção, em momentos de baixa nos preços, ou gerar excessos, em momentos de preços superiores.

Devido a importância deste setor para a economia regional, justifica-se a aplicação de técnicas estatísticas para o estudo das séries históricas da cotação dos preços praticados no mercado. Assim, ferramentas de modelagem como a utilização de técnicas de séries temporais podem ser aplicadas ao banco de dados dos preços previamente registrados, a fim de estimar a predição do preço futuro, servindo de subsídio a técnicos e produtores como auxílio no processo de tomada de decisão.

Por todo o exposto, o tema central deste trabalho visa estudar a seguinte questão: quais os padrões de comportamento (tendência, sazonalidade e ciclos) dos preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul entre 2015 e 2024, e como eles influenciam a previsibilidade e a tomada de decisão dos produtores?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os padrões de comportamento dos preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul entre 2015 e 2024, com ênfase na identificação de tendências, sazonalidades e ciclos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever a evolução dos preços médios mensais das categorias boi gordo, vaca, carneiro e animais de reposição na pecuária de corte do Rio Grande do Sul entre 2015 e 2024.
2. Analisar os padrões de tendência, sazonalidade e ciclos das séries temporais de preços da pecuária de corte, com base em técnicas estatísticas apropriadas.
3. Interpretar os comportamentos observados à luz da teoria econômica, especialmente a teoria neoclássica da oferta e demanda, considerando os fatores que afetam a formação de preços no setor agropecuário.
4. Avaliar a aplicabilidade de modelos de previsão para subsidiar decisões produtivas e estratégicas no setor da pecuária de corte.

3. JUSTIFICATIVA

A pecuária de corte é uma atividade estratégica para o agronegócio brasileiro, exercendo papel relevante na segurança alimentar, na geração de renda e na balança comercial. O Brasil figura entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne bovina, com destaque para regiões tradicionalmente pecuaristas, como o estado do Rio Grande do Sul (MAPA, 2022; FAO, 2023).

O Rio Grande do Sul possui características singulares dentro da bovinocultura nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), o estado abriga um rebanho bovino superior a 11,7 milhões de cabeças, com expressiva participação na produção de carne de qualidade, baseada em raças europeias, como Angus e Hereford, adaptadas ao clima subtropical do sul do país. A pecuária gaúcha se destaca também pela adoção crescente de sistemas integrados e tecnologias de manejo, o que impulsiona sua produtividade e competitividade.

Nesse sentido, o estudo do comportamento dos preços praticados na pecuária de corte torna-se fundamental para compreender os desafios e oportunidades do setor pecuário gaúcho. A formação de preços no estado está condicionada a uma série de fatores locais e nacionais, incluindo custos de produção regionalizados, logística de escoamento, condições climáticas específicas (como estiagens e enchentes recorrentes), e todo este contexto apresenta dinâmica própria para disponibilidade de comercialização e abate dos animais (CEPEA, 2022; SEAPI-RS, 2023).

Diante do exposto, analisar o comportamento dos preços ao longo do tempo permite identificar padrões sazonais, ciclos de alta e baixa e efeitos de mercado, oferecendo subsídios para uma gestão mais eficiente da atividade. Considerando a importância econômica da pecuária de corte no Rio Grande do Sul, este estudo justifica-se pela sua contribuição teórica e prática ao desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da carne no estado.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda a revisão bibliográfica acerca do contexto no qual se insere esta pesquisa. Inicialmente será apresentado uma introdução referente ao setor da economia o qual este trabalho versa. Posteriormente, será exposta uma caracterização da atividade tema de pesquisa. Por fim, será contextualizada a teoria econômica acerca da estrutura de mercado na qual a atividade em questão está inserida.

4.1 – Setor primário

A economia pode ser dividida em três setores principais: primário, secundário e terciário (FOURASTIÉ, 1949; CLARK, 1940). O setor primário da economia abrange as atividades diretamente ligadas à exploração dos recursos naturais, como agricultura, pecuária, pesca, extrativismo e silvicultura. Essas atividades representam a base produtiva de muitas economias, especialmente em países em desenvolvimento, onde ainda têm participação significativa no Produto Interno Bruto (PIB) e na geração de emprego (MENDONÇA; SILVA, 2019).

Segundo Vasconcellos (2022), o setor primário é essencial pelo fato de fornecer matérias-primas para os demais setores (secundário e terciário), sendo, portanto, a base estrutural da produção econômica. A importância do setor vai além da produção em si, pois está diretamente conectada à segurança alimentar, ao comércio exterior e à estabilidade socioeconômica de regiões rurais.

De acordo com Samuelson e Nordhaus (2010), a agricultura moderna vem passando por profundas transformações, impulsionadas pela mecanização, pela biotecnologia e pelo uso intensivo de dados e tecnologias de informação. Esse fenômeno tem aumentado a produtividade e a competitividade, mas também ampliado desigualdades regionais e demandado novos modelos de gestão rural.

No caso brasileiro, o setor primário tem papel estratégico. A agropecuária é um dos principais motores do superávit da balança comercial do país. Em 2023, segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2023), o agronegócio foi responsável por mais de 47% das exportações nacionais.

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores e exportadores de soja, milho, carne bovina e frango do mundo, sendo importante *player* em outros produtos. A inserção

internacional dos produtos primários está sujeita às oscilações de preços no mercado externo. De acordo com Krugman e Obstfeld (2013), os países muito dependentes da exportação de commodities tendem a sofrer com a instabilidade dos termos de troca, o que reforça a necessidade de políticas públicas que promovam a agregação de valor e o desenvolvimento de cadeias produtivas mais resilientes. Tais fatos foram amplamente discutidos no desenvolvimento da teoria cepalina, na qual embora admitido que o comércio internacional promovesse crescimento global, seus benefícios não eram distribuídos igualmente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (PREBISCH, 1951).

Nesta teoria, observou-se que historicamente os preços das exportações de produtos primários a crescer em ritmo menor do que os preços das importações de bens manufaturados, comuns aos países industrializados. Essa deterioração dos termos de troca resultava em perda de poder de compra e aprofundava a dependência periférica (BIELSCHOWSKY, 2000).

Por outro lado, nas teorias de desenvolvimento o setor primário é geralmente o ponto de partida para o crescimento econômico. Modelos como o de Lewis (1954) propõem uma economia dual, no qual o setor tradicional (agrícola) cede mão de obra excedente para o setor moderno (industrial), promovendo crescimento com mudanças estruturais. Entretanto, a realidade de muitos países mostra que o setor primário, quando bem estruturado, tecnologicamente avançado e inserido em cadeias produtivas eficientes, pode ser motor de crescimento, como é o caso do agronegócio no Brasil. A modernização da agricultura e o uso de ciência e tecnologia têm ampliado a produtividade e a competitividade desse setor.

Em resumo, na teoria econômica o setor primário é tanto visto como uma etapa inicial do desenvolvimento quanto como um possível obstáculo ao progresso econômico sustentado, dependendo de como está inserido na economia global. Seu papel na geração de divisas, alimentação, emprego e uso do território o torna um tema central nas discussões sobre crescimento, comércio internacional, sustentabilidade e segurança alimentar.

4.2 Sistemas de produção de bovinos de corte

Desenvolvida em todos os estados e ecossistemas do país, a pecuária de corte brasileira apresenta uma ampla gama de sistemas de produção. Estes variam desde uma pecuária extensiva, suportada por pastagens nativas e cultivadas de baixa produtividade e reduzido uso de insumos e tecnologias, até uma pecuária dita intensiva, com pastagens de alta produtividade,

suplementação alimentar e confinamento. Entretanto, de maneira geral no Brasil a atividade caracteriza-se pela predominância de uso de pastagens. Estas configuram a forma mais barata para produção de bovinos de corte, o que garante a grande competitividade da pecuária brasileira frente a outros países, no que concerne a esta vantagem competitiva (PORTER, 1979). A cunho de informação, cerca de 7,6 milhões de animais são terminados em sistema de confinamento no Brasil, o que representa 18% do total de animais abatidos anualmente (ANUALPEC, 2023).

Independentemente do grau de intensificação utilizado, as atividades econômicas da pecuária de corte são caracterizadas pelas fases de cria, recria e engorda/terminação, as quais são desenvolvidas como atividades isoladas ou combinadas de forma a se complementarem. Estas fases apresentam características e peculiaridades, e geram “produtos” distintos. A seguir, será descrita brevemente cada fase do sistema produtivo.

4.2.1 Cria

Esta etapa é tida como a mais longa do processo de produção, haja visto que biologicamente caracteriza-se pelo período de reprodução dos animais. Neste sentido, demanda tempo para atividades como acasalamento, gestação e período de lactação. Compõe-se majoritariamente do rebanho de fêmeas (matrizes). O objetivo desta etapa é a obtenção de maior número de nascimentos possíveis dentro de um ano corrente (exercício). Nesse sentido, a eficiência da cria depende diretamente do desempenho reprodutivo das matrizes e do manejo nutricional e sanitário dos bezerros (no Rio Grande do Sul chamados de “terneiros”) durante seus primeiros meses de vida (RESTLE et al, 2007).

Todos os machos nascidos são vendidos imediatamente após a desmama, em geral com 6 a 8 meses de idade. Além dos machos desmamados, são comercializadas algumas fêmeas desmamadas (excedentes) e as matrizes velhas, conhecidas como “vacas de descarte”, que estão saindo do sistema de produção e serão substituídas pelas fêmeas nascidas, quando estas apresentarem idade e desenvolvimento suficiente para alcançarem a puberdade e iniciar sua reprodução. Nesse sentido, a cria abastece o mercado da pecuária de corte com um produto principal, o terneiro desmamado, que seguirá para a próxima etapa, denominada de recria (BARCELLOS, 2006).

Um segundo produto, de suma importância é a vaca de descarte, que poderá ser comercializada após o desmame como “vaca magra” ou após a engorda, como “vaca gorda”, ou simplesmente “vaca”. Como veremos a seguir, a quantidade disponível no mercado de

“vacas” que são destinadas ao abate influencia diretamente o preço do “produto principal” da pecuária de corte, (Marques et al, 2012), o “boi gordo”, ou simplesmente “boi”.

4.2.2 Recria

Essa atividade tem início com o terneiro desmamado e termina com o “boi magro” ou “novilho” ou simplesmente “reposição”. Embora essa atividade tenha predominância de machos, verifica-se também a utilização de fêmeas, que normalmente serão “recriadas” para servir a reprodução, retornando ao sistema de cria. Esta fase é caracterizada pelo período de desenvolvimento dos animais, de “crescimento”, portanto sua duração é muito influenciada pelo nível tecnológico utilizado no que diz respeito aos sistemas alimentares e nutricionais destinados ao rebanho (MEDEIROS; GOMES, 2016). Ao término desta fase, que pode variar de seis a trinta meses, o “produto” gerado irá abastecer a última fase do sistema produtivo.

4.2.3. Engorda/terminação

A fase de engorda, também chamada de terminação, corresponde ao período final do ciclo produtivo da bovinocultura de corte, no qual os animais atingem o peso e acabamento ideais para o abate. Essa etapa tem como principal objetivo o aumento do peso corporal e da quantidade de gordura de cobertura, a fim de atender aos padrões exigidos pelo mercado frigorífico e pelo consumidor final (MENEZES et al., 2012). No estado do Rio Grande do Sul, em décadas passadas era a atividade exercida por produtores conhecidos como "invernistas/invernadores ". Estes se localizavam em regiões de boas pastagens cultivadas e aproveitavam a grande oferta de boi magro (24 a 36 meses de idade) e vacas desmamadas na entrada do inverno. Com a redução das temperaturas e acentuado declínio da produção de pastagens, era usual que a maior parte dos produtores, pouco tecnificados se desfizessem de parte do rebanho nesta época do ano. Atualmente, dado o incremento da utilização de pastagens de inverno e também de verão, ou mesmo sistemas compostos por suplementação ou mesmo confinamento, pode ser realizada em qualquer época do ano.

Esta fase caracteriza-se pelo pouco tempo de permanência dos animais na propriedade (PAZDIORA et al, 2014). Uma vez que as dietas ofertadas contam maior nível energético e protéico, ocorrem ganhos de peso maiores, levando em tempo relativamente curto os animais das categorias “reposição” ou “vacas de descarte” aos produto “boi gordo” e “vaca gorda”, respectivamente.

4.2.4 Ciclo completo

O sistema de ciclo completo na pecuária de corte é aquele em que uma única propriedade realiza todas as fases da produção bovina: cria, recria e engorda (VALLE et al., 2009). Essa abordagem permite um melhor aproveitamento dos recursos da propriedade e a possibilidade de ajustar as estratégias de acordo com as necessidades do mercado, posicionando-se em relação a comercialização do “boi gordo” ou de seus produtos “intermediários”. Entretanto, há necessidade de maior área para realização de todas as etapas do ciclo produtivo e domínio de um maior número de tecnologias e maior dinâmica frente a complexidade de execução de todas as etapas em uma mesma propriedade.

4.3 Sazonalidade e o ciclo pecuário

A sazonalidade pode ser observada tanto na produção quanto no consumo e é uma das características da maioria das cadeias produtivas agroindustriais, acarretando diversas consequências no funcionamento dos agentes da cadeia, principalmente na volatilidade dos preços (BATALHA; BUAINAIN, 2007). Carvalho (2000) cita que, ao analisar o mercado de carne, identifica-se outro tipo de sazonalidade, a da demanda interna, já que, no início do mês, quando a maior parte da população recebe seu salário, aumenta a procura por carne bovina no varejo, conseqüentemente, aumenta a demanda de toda a cadeia agroindustrial. Fatores como este podem ser observados também em função do mês do ano, que influencia a produção e consumo de carne bovina. Outro fator citado pelo mesmo autor é que a carne de frango e suína, como são produtos substitutos, redirecionam parte da demanda para a carne bovina quando o preço aumenta.

O ciclo pecuário é um fenômeno de mercado que causa flutuações nos preços praticados, alternando entre períodos de alta e baixa. Este ciclo é influenciado pela oferta e demanda relacionada a fatores diversos como consumo interno, exportações, valorização/desvalorização cambial, fatores climáticos, competição com outras carnes, competição pelo uso da terra, entre outros (FLIESSBACH; IHLE, 2020; SANTOS et al., 2022). Segundo Barcellos et al. (2006), o ciclo completo da pecuária de corte no Brasil pode se estender por cerca de 33 meses, ou aproximadamente 1.000 dias, a depender das condições nutricionais, ambientais e genéticas. Embora haja um grande número de variáveis envolvidas, a lógica é a seguinte:

Fase de baixa: quando há um excesso de oferta de boi gordo, os preços em geral caem, levando os produtores a abater mais fêmeas, seja para reduzir custos ou mesmo para sair/substituir a atividade por outra de maior retorno. Em um primeiro momento, a maior oferta de fêmeas (vacas gordas) deprime ainda mais o preço do boi gordo, pela maior oferta de carne no mercado. Entretanto, o fato de mais fêmeas serem destinadas ao abate incorre na redução da produção de terneiros, futuros “animais de reposição”.

Fase de alta: com a redução do rebanho, a oferta de boi gordo diminui, o que eleva os preços. Os produtores retêm mais fêmeas para aumentar a produção de terneiros, já valorizados no mercado pela sua escassez, o que indica início de reversão do ciclo. Desta forma, as categorias “terneiro”, “reposição” e “boi gordo” são valorizadas, e ainda que o preço da “vaca gorda” acompanhe o preço do boi, há estímulo para sua utilização como produtora de terneiros.

De maneira geral, a estrutura do mercado relacionado às atividades como a pecuária de corte (commodities), implica que o produtor não consegue interferir nas condições de oferta e demanda. Em anos em que o ciclo pecuário é favorável, o produtor tende a investir na atividade, ou seja, aplica em tecnologias, adquire novas áreas, retém matrizes etc. Dessa forma, a produção aumenta, até que, em alguns anos, a oferta de gado e de carne satura o mercado. Os preços, portanto, tendem a cair impondo fim de fase de alta do ciclo e início da fase de preços baixos.

Quando o ciclo pecuário está em fase de baixa, o produtor reduz o uso de insumos, a fim de diminuir os custos de produção, posterga investimentos e, na tentativa de sustentar o caixa, descarta matrizes. Esse descarte forçado de fêmeas, em um primeiro momento, dá força ao movimento de baixa, já que a oferta de animais para abate aumenta. Porém, dentro de alguns anos, cai a produção de terneiros. O primeiro sinal vem do mercado de animais para reposição, através da redução da oferta de terneiros. Os preços, portanto, começam a se recuperar, dando início a um novo ciclo pecuário.

Apesar das crises cíclicas, a bovinocultura de corte gaúcha é um segmento em constantes transformações. Por sua vez, os ciclos do mercado bovino são regulares, bem determinados no longo prazo, com duração média de dois a três anos. As fases do comportamento cíclico são bem pontuadas, com cenários de pico, contração, depressão e expansão demarcados no tempo, indicando variações nos abates. De acordo com Viana et al. (2013) as fases de pico e depressão alcançam uma variação nos abates, em relação à tendência de oferta do período, de aproximadamente 30% e 20%, respectivamente. Já Para Nehmi Filho (2007), as flutuações na produção de carne bovina estão ligadas especificamente a maior

proporção de vacas nos frigoríficos. Quando o rebanho se estabiliza, o abate de fêmeas é limitado a matrizes descartadas no processo de produção, seja por velhice ou por infertilidade. Segundo Boecaht (2015), no atual estágio da pecuária, o equilíbrio se dá quando o abate de fêmeas equivale a cerca de 45% do total.

4.4 Teoria Econômica acerca da pecuária de corte

4.4.1 Formação de Preços na Pecuária de Corte

A formação de preços na pecuária de corte é um processo econômico complexo que envolve múltiplas variáveis, incluindo fatores produtivos, institucionais, comerciais e ambientais (MARION; GEITHMAN, 1995; ABDULLAHI, 2014). Por se tratar de uma atividade com ciclo produtivo longo e alta exposição a riscos de mercado, o entendimento dos mecanismos que determinam os preços do boi gordo e seus derivados é fundamental para o planejamento e sustentabilidade econômica da cadeia produtiva.

A cadeia da carne bovina brasileira é formada por diversos agentes: produtores rurais (criadores, recriadores, terminadores), frigoríficos, redes de distribuição, exportadores e consumidores finais. A formação de preços no setor pecuário ocorre com base em diversas variáveis interdependentes. No curto prazo, os principais são: oferta de animais prontos para o abate, influenciada pela estacionalidade climática e pelo ciclo pecuário; demanda interna por carne bovina, que reflete o poder de compra da população e o comportamento do consumidor diante da concorrência de outras carnes (suína, de frango, peixe); exportações, que respondem ao câmbio, às políticas comerciais e aos embargos sanitários; preços internacionais da carne bovina, que funcionam como referência para a exportação e balizam o mercado interno; custo de outras categorias (terneiros e animais de reposição), somado ao preço geral de dos insumos envolvidos na produção, como adubo, ração, suplementos e serviços (FERREIRA; LOPES, 2010; SARTORI, 2012).

Entretanto, diferentemente de setores industriais, o pecuarista tem pouca margem para formar preços com base em custos. Como o preço é determinado pelo mercado e não pelo produtor, a precificação com base em markup é pouco efetiva. Isso se dá pela estrutura de mercado no qual a pecuária de corte está envolvida. Neste caso, trata-se um mercado muito amplo, com muitos compradores e vendedores, de tal modo que nenhum deles, de maneira isolada consiga afetar o mercado e seu preço de equilíbrio. Estas e outras características deste mercado em questão definem o mesmo como mercado em concorrência perfeita.

4.4.2 Estrutura de mercado em concorrência perfeita

O modelo de concorrência perfeita é um conceito fundamental na teoria microeconômica, servindo como referência teórica para a análise de eficiência de mercado. Embora seja uma construção idealizada, fornece importantes conceitos sobre o funcionamento dos mercados e os efeitos das interações entre agentes econômicos.

Segundo Samuelson e Nordhaus (2010), os mercados em concorrência perfeita apresentam cinco características principais: a) grande número de compradores e vendedores, de modo que nenhum agente influencia o preço; b) homogeneidade do produto: todos os produtos são idênticos; c) livre entrada e saída do mercado; d) transparência de mercado: plena informação por parte de todos os agentes; e) mobilidade de recursos.

Estas condições conduzem à eficiência alocativa e ao ótimo de Pareto, conforme discutido por Varian (2010). Esse é o cenário ideal que favorece a liberdade de escolha dos consumidores e, portanto, há o equilíbrio. Além disso, o autor reforça que essa estrutura segue a premissa de ser um mercado atomizado, ou seja, fazem parte dele um grande número de empresas e não existem barreiras para o ingresso delas no mercado. Ademais, a transparência do mercado é um ponto forte, assim as informações sobre lucros, preços, e demais variáveis de interesse são divulgadas a todos.

Outro aspecto relevante é que as empresas nesse modelo de mercado, tendem a não terem lucros extraordinários. Pelo contrário, o que ocorrem são lucros normais, onde as empresas possuem uma rentabilidade média acerca do que é vendido. Isso se deve a característica de não existência de barreiras para entrada de empresas, tendo em vista que se existirem lucros extraordinários a curto prazo, muitas empresas irão se inserir nesse mercado, o que ocasionará no aumento da oferta e conseqüentemente os preços tende a cair devido ao grande número ofertantes. Vasconcellos e Garcia (2019) citam que se existirem lucros extraordinários a curto prazo, isso atrairá novas firmas para o mercado, pois também não há barreiras ao acesso. Com o aumento da oferta de mercado (devido ao aumento no número de empresas), os preços de mercado tenderão a cair e, conseqüentemente, também os lucros extras que tendem a zero. Existirão apenas lucros normais, implícitos nos custos, quando então cessa o ingresso de novas empresas nesse mercado.

Varian (2010) destaca que, embora o modelo de concorrência perfeita raramente ocorra na realidade, ele é essencial como ponto de referência para análises comparativas com estruturas de mercado como monopólios e oligopólios. Além disso, abordagens mais recentes têm utilizado simulações computacionais para investigar a proximidade dos mercados reais ao modelo ideal.

Autores como Joan Robinson (1933) e Edward Chamberlin (1933) criticaram a suposição de homogeneidade de produtos e livre entrada, propondo o conceito de concorrência monopolista. A Escola Austríaca, representada por Hayek, critica a hipótese de informação perfeita, argumentando que a informação é dispersa e imperfeita. Stiglitz (2001), no mesmo sentido, enfatiza a importância da assimetria de informações.

Apesar das limitações, o modelo de concorrência perfeita ainda é amplamente utilizado na análise econômica, especialmente em políticas públicas e avaliação de eficiência de mercado.

No caso da pecuária de corte, algumas destas limitações que ocorrem na prática podem ser citadas, causando desvios do modelo ideal. Dentre elas, destacam-se: a concentração da indústria frigorífica (compradores) que gera um desequilíbrio na relação entre produtores e compradores; os custos de transporte, logística e informação que afetam a mobilidade e o acesso dos produtores aos mercados; a existência de assimetrias de informação, como falta de transparência ou atualizações em tempo hábil no que diz respeito aos preços pagos ao produtor; ainda, existência de influência de políticas públicas e instrumentos como preço mínimo, crédito rural e subsídios indiretos.

Pindyck e Rubinfeld (2014) destacam que, em mercados com comportamento competitivo, a análise baseada na oferta e demanda é mais válida para prever o impacto de choques econômicos (como secas, surtos sanitários ou variações cambiais) sobre o preço do boi gordo, por exemplo.

4.4.3 Oferta e demanda

Na perspectiva da microeconomia neoclássica, o preço é determinado pela interação entre a oferta e a demanda. Em mercados de concorrência perfeita, as curvas de oferta e demanda se encontram em um ponto de equilíbrio, que define simultaneamente o preço e a quantidade negociada do bem (MANKIW, 2018). Os agentes são considerados racionais, maximizadores de utilidade e lucro, e operam com informação perfeita.

Varian (2014) argumenta que essa abordagem fornece um modelo simplificado, mas útil, para analisar mercados altamente competitivos, onde as empresas são tomadoras de preços e não possuem poder de mercado. Nesse contexto, o preço é visto como um dado exógeno para as empresas, que decidem apenas a quantidade a ser produzida com base na maximização do lucro.

A relação entre custos de produção e preço de oferta é central para a análise microeconômica. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2010), a curva de oferta de uma firma em concorrência perfeita equivale ao seu custo marginal acima do custo variável médio. No curto prazo, o preço deve cobrir ao menos os custos variáveis; no longo prazo, deve cobrir todos os custos, inclusive os fixos e o custo de oportunidade do capital.

Samuelson e Nordhaus (2010) acrescentam que, além dos custos, as expectativas sobre a demanda futura e a política de preços dos concorrentes também podem influenciar a definição de preços, especialmente em mercados menos competitivos.

A demanda refere-se à quantidade de um bem ou serviço que os consumidores estão dispostos a adquirir a diferentes níveis de preço, durante um determinado período, *ceteris paribus* (mantidas constantes todas as outras variáveis). Marshall (1890) introduziu o conceito da curva de demanda, mostrando sua relação inversa com o preço. À medida que o preço de um bem aumenta, a quantidade demandada tende a diminuir. Samuelson e Nordhaus (2010) destacam que a demanda é influenciada por diversos fatores, como renda dos consumidores, preços de bens substitutos e complementares, preferências e expectativas.

Em relação à oferta, pode se dizer que é a quantidade de um bem ou serviço que os produtores estão dispostos a vender a diferentes preços, durante um período específico, também *ceteris paribus*. Segundo Varian (2014), a curva de oferta possui inclinação positiva, indicando que preços mais altos incentivam os produtores a ofertarem mais. Mankiw (2018), cita que fatores como custo de produção, tecnologia, expectativas futuras e número de vendedores também afetam a oferta.

O ponto onde a curva de demanda se cruza com a curva de oferta determina o preço de equilíbrio e a quantidade de equilíbrio. O equilíbrio de mercado é alcançado quando a quantidade demandada é igual à quantidade ofertada, sendo este um ponto de estabilidade.

Neste sentido, Stiglitz e Walsh (2006) reforçam que alterações nas condições de oferta ou demanda causam deslocamentos nas curvas, afetando o equilíbrio.

4.4.4.1 Elasticidade da Oferta e da Demanda

A elasticidade mede a sensibilidade da quantidade demandada ou ofertada diante de variações nos preços: elasticidade-preço da demanda: mostra como a quantidade demandada responde a uma variação no preço. De outro lado, a elasticidade-preço da oferta: indica como a quantidade ofertada reage a mudanças de preço.

Autores como Pindyck e Rubinfeld (2010) analisam essas elasticidades como instrumentos para entender o impacto de políticas públicas e choques de mercado. No caso da pecuária de corte, a oferta é relativamente inelástica no curto prazo, pois envolve ciclos de produção longos e inflexibilidade na adaptação do rebanho. O tempo entre o nascimento, a engorda e o abate dos animais podem variar entre 18 e 36 meses, dificultando respostas rápidas a estímulos de preço (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Além disso, fatores como tempo de gestação (9 meses), idade mínima para abate e a retenção de matrizes para reprodução dificultam ajustes imediatos. Esse comportamento confere à pecuária de corte uma elasticidade de oferta baixa no curto prazo, mas relativamente maior no longo prazo (ZYLBERSZTAJN; NEVES, 2000). Todo este contexto torna mais complexo a compreensão e previsão de preços praticados nesta atividade.

5. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à sua finalidade, como aplicada, pois busca gerar conhecimento voltado à resolução de problemas práticos relacionados à formação de preços na pecuária de corte (GIL, 2008). Quanto à natureza dos dados, trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois utiliza dados mensuráveis e métodos estatísticos para análise e previsão de séries temporais. No que se refere à abordagem do problema, é classificada como descritiva, uma vez que tem como objetivo observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem interferência direta sobre eles (GIL, 2008).

Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa combinou a pesquisa documental, com base em dados secundários de domínio público, e a pesquisa bibliográfica, fundamentada na análise de livros, artigos científicos e obras de referência que tratam de séries temporais, modelagem estatística, economia agropecuária e microeconomia.

Para tanto, realizou-se a coleta e organização dos dados da base do NESPro – Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva da Carne. (NESPro/UFRGS), referentes aos preços semanais praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2015 e 2024. De posse destes dados, foram calculadas as médias mensais das distintas categorias animais envolvidas na atividade (boi gordo, vaca gorda, carneiro e animais de reposição).

Os dados coletados foram organizados e tratados inicialmente em planilhas eletrônicas utilizando o software Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2021), facilitando a manipulação e análise preliminar antes da exportação para o software estatístico. A partir destes dados, organizou-se a série temporal e a construção de gráficos exploratórios. Para análise dos dados, foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2024), versão 4.5.0, devido à sua robustez para análise de séries temporais e regressões.

Neste estudo, foram empregados tanto modelos clássicos e modelos estruturais de séries temporais para a análise dos preços da pecuária de corte. Dentre os modelos utilizados, destaca-se o ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), desenvolvido por Box e Jenkins, adequado para séries não estacionárias que requerem diferenciação para estabilização da média (GUJARATI, 2005). Também foi aplicado o modelo SARIMA (Seasonal ARIMA), que amplia a estrutura do ARIMA ao incorporar componentes sazonais explícitos, tornando-se apropriado para séries com padrões cíclicos regulares ao longo do ano. Além disso, utilizaram-se os

modelos da família ETS (Erro, Tendência e Sazonalidade), que baseiam-se na decomposição aditiva ou multiplicativa da série com estrutura estocástica dos erros. Por fim, foi empregada a decomposição STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess), uma técnica não paramétrica robusta que utiliza suavização local para separar os componentes estruturais da série (MORETTIN, 2006). O uso combinado desses métodos permitiu uma análise mais abrangente dos padrões temporais presentes nos dados e uma avaliação robusta das possibilidades de previsão.

A escolha dos modelos foi baseada em critérios de informação e desempenho preditivo, tais como o Akaike Information Criterion (AIC), o Bayesian Information Criterion (BIC) e o Root Mean Square Error (RMSE), conforme recomendado por Morettin (2006, 2017).

Antes da estimação dos modelos ARIMA e SARIMA, foi aplicado o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para verificar a estacionaridade das séries, condição fundamental para modelagens que exigem variáveis com média, variância e autocovariância constantes ao longo do tempo. A não estacionaridade, comum em séries econômicas, foi tratada por meio de diferenciação, conforme os princípios clássicos da análise de séries temporais.

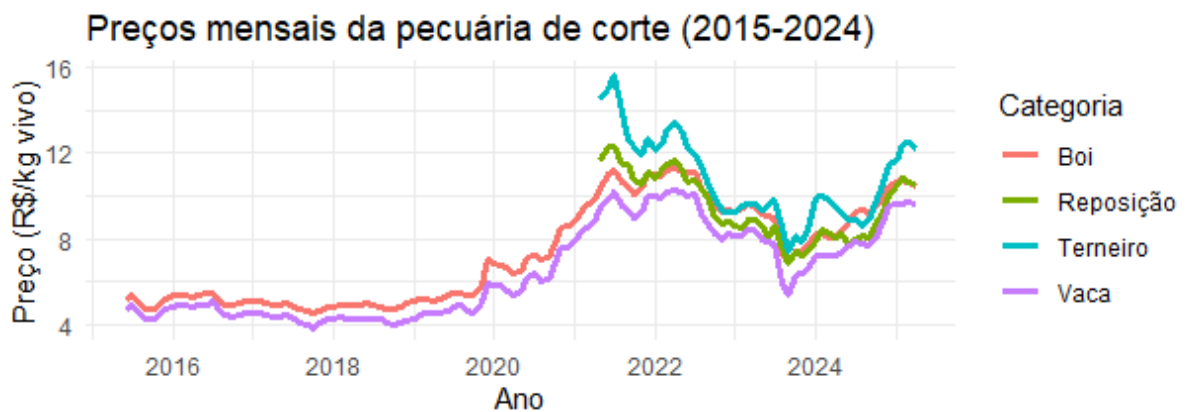
Além disso, as séries foram visualizadas por meio de gráficos de linha, decomposição e projeções gráficas de valores futuros, facilitando a identificação de padrões visuais e pontos de inflexão. Por fim, foi elaborada uma matriz de correlação entre as séries de preços das distintas categorias animais (boi gordo, vaca gorda, carneiro e reposição), com o intuito de avaliar o grau de interdependência entre elas, contribuindo para a compreensão da dinâmica de preços na cadeia da pecuária de corte.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 ilustra a evolução dos preços mensais (em R\$/kg vivo) da pecuária de corte no período de 2015 a 2024, discriminando as quatro categorias: boi gordo, vaca gorda, terneiro e reposição. Observa-se uma dinâmica de preços marcadamente cíclica, com tendência de crescimento no médio prazo e oscilações significativas nos últimos anos, refletindo tanto os efeitos de mercado quanto choques externos.

Entre 2015 e 2019, os preços mantiveram-se relativamente estáveis, oscilando em torno de R\$ 4,00 a R\$ 6,00/kg vivo. Neste período, os preços mínimos foram de R\$ 4,72 e R\$ 3,87 e máximos de R\$ R\$ 5,90 e R\$ 4,99 para boi gordo e vaca gorda, respectivamente. Desta forma, evidencia-se um período de baixa volatilidade e possível equilíbrio entre oferta e demanda. Esse comportamento pode estar relacionado à fase de expansão do ciclo pecuário, em que a retenção de fêmeas para reprodução limita a oferta imediata, mas sinaliza crescimento futuro da produção (HOMMA, 2001).

Figura 1 – Preços mensais praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul no período 2015-2024.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS.

A partir de 2020, observa-se um aumento expressivo nos preços, atingindo valores superiores a R\$ 15,00/kg vivo para algumas categorias. Esse movimento pode ser atribuído a uma combinação de fatores, como: aumento da demanda externa, principalmente pelas exportações para a China; desvalorização cambial, que favoreceu as exportações e reduziu a oferta interna; impactos da pandemia de COVID-19, que desorganizaram cadeias produtivas e suas logísticas.

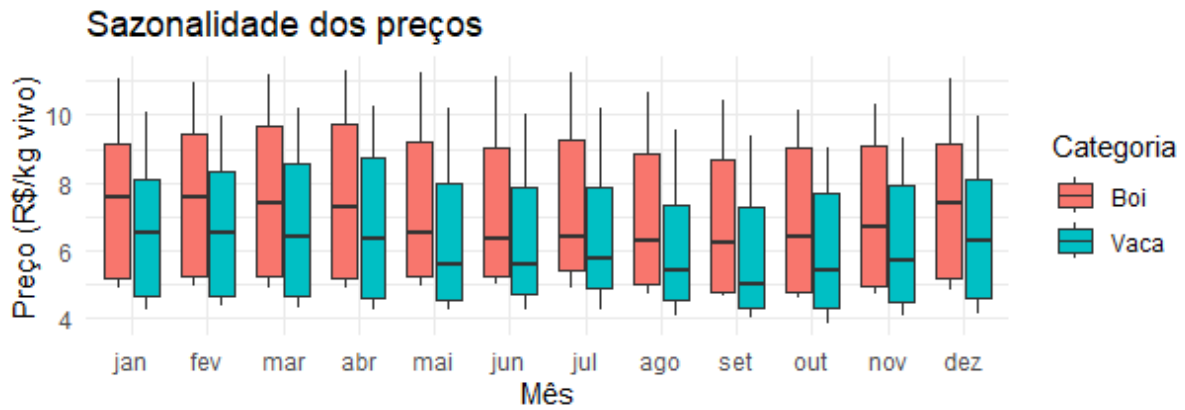
Durante 2021 e 2022, há uma notável volatilidade, especialmente nos preços de carneiro e reposição, que refletem categorias mais sensíveis às decisões de investimento por parte dos produtores. A alta desses preços pode indicar expectativas de continuidade da valorização do preço do boi gordo, levando à retenção de animais e encarecimento da reposição.

Já entre 2022 e 2023, verifica-se uma queda nos preços, compatível com a fase descendente do ciclo pecuário. Nesse período, o mercado pode ter enfrentado aumento da oferta, após a fase de retenção anterior, resultando em pressão baixista sobre os preços. Além disso, fatores como redução do poder de compra doméstico e contenção das importações por parceiros comerciais podem ter influenciado. No caso das exportações, houve pequena queda no volume exportado entre 2022 e 2023 (2,56 milhões de toneladas x 2,29 milhões de toneladas) (ABIEC 2025; MAPA, 2025).

Por fim, a partir de meados de 2023 até 2024, os preços voltam a apresentar movimento de recuperação, ainda que sem alcançar os picos de 2021. Esse comportamento pode sinalizar o início de uma nova fase de valorização, associada à expectativa de restrição na oferta futura, em função das expectativas esperadas para o ciclo pecuário.

Outro aspecto importante é que os preços do carneiro tendem a ser os mais elevados em grande parte da série, o que se explica pelo seu papel na reposição de rebanhos e pela sua maior sensibilidade às expectativas de lucratividade futura da atividade. Esta situação de ágio (preço do carneiro superior ao preço do boi gordo) incentiva a retenção de fêmeas para reprodução, limitando oferta de carneiros, o que influencia a fase seguinte na pecuária. Em contrapartida, a vaca gorda apresenta os menores preços médios, em razão de sua menor valorização comercial no momento do abate e possível descarte em períodos de baixa.

Figura 2 – Sazonalidade dos preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul entre os anos de 2015-2024, para as categorias boi gordo e vaca gorda.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS.

O gráfico 2 exibe a sazonalidade dos preços mensais do boi gordo e da vaca gorda (em R\$/kg vivo) ao longo do ano, demonstrando a distribuição dos valores em função do mês. Os preços de bois (em vermelho) são consistentemente mais altos do que os de vacas (em azul), o que é esperado, uma vez que o boi gordo possui maior valorização no mercado de abate.

A diferença entre os preços das duas categorias é mais acentuada nos meses de abril a agosto, o que pode estar relacionado ao período de entressafra, quando a oferta de animais prontos para abate tende a cair, elevando os preços do boi gordo. No Rio Grande do Sul esta época coincide com a entrada do inverno, quando há drástica redução da produção de pastagens nativas e as pastagens cultivadas hibernais ainda não estão respondendo a nível máximo de produtividade (Menezes et al, 2017). No mesmo sentido, os meses de maio a julho apresentam os maiores preços medianos, em função da menor oferta de animais terminados a pasto. Ainda, destaca-se que o mês de abril também apresenta preços elevados, sinalizando o início dessa valorização.

Os meses de janeiro a março e de setembro a outubro tendem a mostrar preços medianos mais baixos, com maior dispersão dos dados. Estas duas épocas correspondem respectivamente a dois momentos distintos: o primeiro, aos meses de verão (maior produção devido a maior oferta forrageira oriunda das pastagens nativas). O segundo momento corresponde a época de entrega de campos utilizados em sistema de parceria e arrendamento das culturas de verão (especialmente soja, arroz e milho). Neste sentido, em função da necessidade de desocupação das áreas, há grande disponibilidade de bovinos sendo comercializados para abate na primeira

quinzena de outubro, período estabelecido como próprio para início do plantio das lavouras de soja.

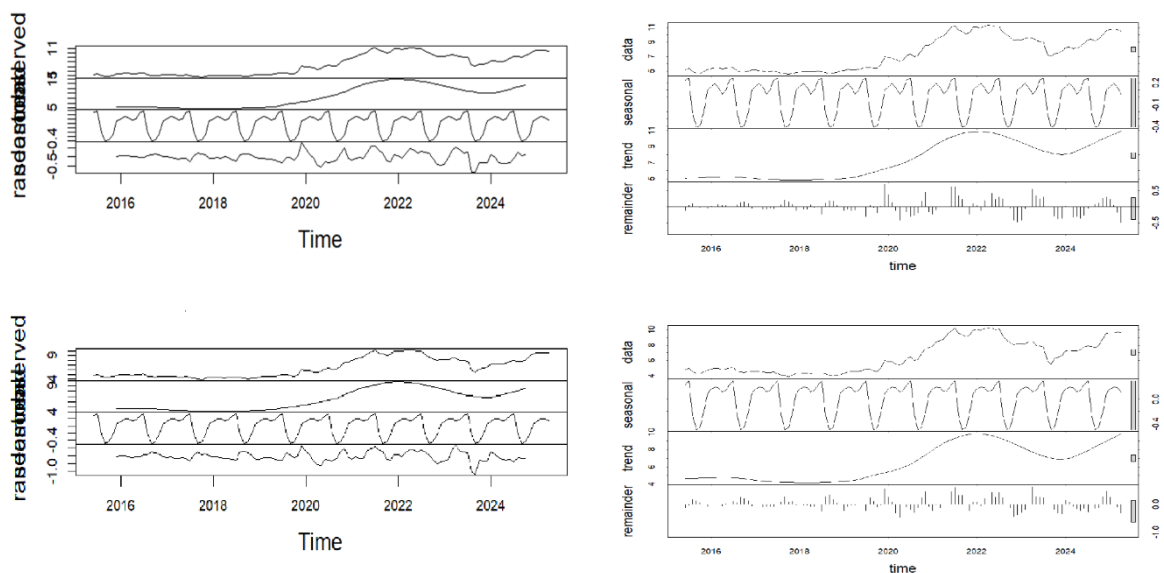
Ainda de acordo com o gráfico, pode-se verificar que os meses de março, junho e dezembro apresentam maior variação (caixas mais longas e hastes superiores maiores), indicando maior volatilidade de preços nesses períodos.

6.1 Comparação entre os modelos de decomposição clássica e STL

A decomposição de séries temporais é uma técnica que visa isolar os componentes estruturais que influenciam o comportamento das variáveis ao longo do tempo, como tendência, sazonalidade e aleatoriedade (GUJARATI, 2005; MORETTIN, 2006; BUENO, 2008). Essa abordagem possibilita uma análise dos fatores que influenciam a formação dos preços, separando os efeitos de longo prazo dos padrões cíclicos e de eventos pontuais.

Na Figura 3, à esquerda, está representada a decomposição realizada pelo modelo clássico.

Figura 3 – Comparação entre os modelos de decomposição clássica e STL aplicados às séries temporais dos preços do boi gordo e da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024).



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

O gráfico superior refere-se à série do boi gordo e o inferior à da vaca gorda. No primeiro painel de cada gráfico, visualiza-se a série original, que evidencia o comportamento histórico dos preços. A linha de tendência, apresentada no segundo painel, revela um movimento ascendente entre 2019 e meados de 2021, período em que os preços registraram forte valorização. Essa elevação está associada à escassez de oferta de animais para abate, ao aumento nos custos de produção e à ampliação das exportações de carne bovina, sobretudo para a China (ABIEC, 2025). A partir de 2022, observa-se uma reversão parcial dessa tendência, indicando oscilações no mercado.

O componente sazonal representado no terceiro painel, revela padrões recorrentes ao longo do ano, com flutuações muito semelhantes em cada ciclo de 12 meses. Essa sazonalidade está ligada à dinâmica da produção pecuária no Rio Grande do Sul, bem como com a época de maior consumo de carne bovina. A identificação dessa sazonalidade é essencial para o planejamento da comercialização por parte dos produtores, permitindo que aproveitem os períodos de maior valorização dos animais.

Por fim, o componente residual evidencia variações que não são explicadas nem pela tendência nem pela sazonalidade. Esses resíduos representam choques exógenos. Nota-se que os resíduos foram mais intensos nos anos de 2021 e 2022, indicando maior instabilidade nos preços durante esse intervalo. Neste sentido, pode-se especular que estes podem advir de fatores ligados a pandemia de COVID-19 iniciada em 2020, fatores cambiais ou ligados à proximidade do período eleitoral de 2022, uma vez que incertezas no campo político tendem a gerar impactos sobre a economia (BAKER et al, 2013).

Ainda na decomposição realizada pelo modelo clássico, apresentada no gráfico à esquerda na parte inferior da Figura 3, observa-se agora a decomposição aditiva da série temporal dos preços da vaca gorda. Assim como no gráfico anterior, nota-se um crescimento dos preços a partir de 2020, com valores mais elevados em 2021, seguido por oscilações nos anos posteriores.

A tendência ascendente é semelhante à observada na série do boi gordo, com aumento até 2021, uma leve queda em 2022 e posterior estabilização ou retomada nos anos de 2023 e 2024. De modo geral, as curvas apresentam comportamento bastante próximo, o que era esperado, considerando a forte correlação entre os preços das duas categorias.

A amplitude da sazonalidade é ligeiramente menor no caso da vaca gorda, o que indica uma série com menor oscilação ao longo do ano. Observa-se também que os resíduos são menos

intensos, sugerindo menor influência de choques não explicados. Isso pode estar relacionado à menor exposição da vaca gorda ao mercado externo ou à menor especulação em torno dessa categoria.

Na Figura 3, os gráficos à direita representam a decomposição das séries temporais utilizando o modelo STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess). Esse método realiza uma decomposição robusta e flexível da série em três componentes: tendência, sazonalidade e resíduo. A principal vantagem do STL está na aplicação de suavizações locais via regressões LOESS, o que permite capturar mudanças estruturais ao longo do tempo, inclusive aquelas que ocorrem de forma não linear (MORETTIN, 2006).

Observa-se que o STL conseguiu identificar com maior precisão as inflexões da tendência após 2020, refletindo melhor as oscilações reais do mercado. Diferentemente disso, os modelos do tipo ETS — usados na parte esquerda da figura — aplicam suavizações exponenciais baseadas em estruturas fixas para os componentes sistemáticos (erro, tendência e sazonalidade), o que tende a suavizar abruptamente mudanças relevantes, mascarando algumas variações pontuais.

Além disso, o componente sazonal extraído pelo STL apresenta variações ao longo do tempo, o que é coerente com a dinâmica da pecuária de corte, sujeita a fatores como clima, manejo, ciclo reprodutivo e comportamento da demanda. Já no modelo ETS, a sazonalidade é mantida constante, o que pode limitar sua capacidade explicativa em séries com sazonalidade não estacionária.

6.2 Teste de Estacionariedade

Para verificar a estacionariedade da série de preços analisada, empregou-se o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF), conforme indicado na Figura 6. A estacionariedade é uma propriedade fundamental em séries temporais, caracterizada pela constância da média, da variância e da estrutura de autocorrelação ao longo do tempo (GUJARATI, 2005; BUENO, 2008). Em termos práticos, uma série estacionária não apresenta tendência sistemática nem volatilidade crescente, o que a torna apropriada para modelagens como o ARIMA.

O teste ADF tem como objetivo detectar a presença de raiz unitária, cuja existência indica não estacionariedade. Caso o valor-p do teste seja superior ao nível de significância adotado, não se rejeita a hipótese nula de raiz unitária, implicando que a série precisa ser diferenciada para se tornar estacionária.

Ao aplicar o teste ADF, tanto para a série do boi gordo quanto para a da vaca gorda obteve-se o seguinte resultado: no caso da série de preços do boi gordo, o teste apresentou estatística Dickey-Fuller de -1,6388 com ordem de defasagem igual a 4 e valor-p de 0,7266. Já para a série da vaca gorda, a estatística foi de -1,713, também com defasagem 4, e valor-p de 0,6958. Em ambos os casos, os valores-p são significativamente superiores ao limite crítico de 0,05, o que impede a rejeição da hipótese nula, confirmando que as séries são não estacionárias em nível. Dessa forma, conclui-se que é necessário aplicar transformações, como a diferenciação, nas séries temporais antes de proceder à modelagem com métodos que exigem estacionariedade, como o ARIMA e o SARIMA.

6.3 Ajuste do modelo SARIMA para a série temporal do boi gordo

Para a definição do modelo de previsão mais adequado para as séries temporais de preços analisadas, utilizou-se a função `auto.arima()` do pacote *forecast* no *software* R. Essa função automatiza o processo de identificação e estimação de modelos ARIMA e SARIMA, testando diferentes combinações de termos autorregressivos (AR), de média móvel (MA) e de diferenciação (I), tanto para a parte não sazonal quanto para a parte sazonal da série. A escolha do melhor modelo é baseada em critérios de informação, como o Akaike Information Criterion (AIC) e o Bayesian Information Criterion (BIC), que buscam o melhor equilíbrio entre ajuste e complexidade. O `auto.arima()` também avalia a necessidade de diferenciações (d e D) para garantir a estacionariedade da série, conforme recomendado pelo procedimento clássico de Box e Jenkins.

Também é possível realizar manualmente todo o processo de identificação e seleção do modelo — por meio da análise dos gráficos de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF), testes de raiz unitária e estimativas sucessivas de modelos —, a aplicação do `auto.arima()` oferece uma solução prática, especialmente em contextos com múltiplas séries e limitações de tempo.

Após a verificação da estacionariedade e a diferenciação da série, foi ajustado um modelo SARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] à série temporal dos preços do boi gordo, considerando estrutura sazonal com periodicidade mensal (12). Esse modelo inclui um termo de média móvel não sazonal (MA(1)) e dois termos de autoregressão sazonal (SAR(1) e SAR(2)), o que permite capturar a dependência de curto prazo e as repetições sazonais da série.

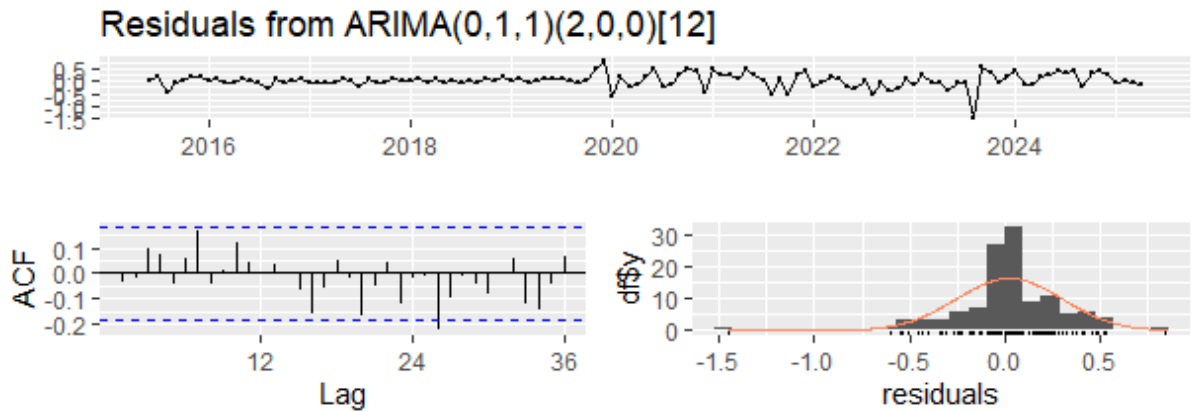
Os coeficientes estimados foram: MA(1) - 0,5030 (erro padrão: 0,0838), SAR(1) - 0,2197 (erro padrão: 0,0904) e SAR(2) - 0,1591 (erro padrão: 0,1068). Todos os coeficientes apresentaram sinais consistentes e significativos, uma vez que seus valores absolutos são relativamente maiores que os erros padrão, indicando que as componentes do modelo contribuem de forma relevante para a explicação da série.

O modelo obteve um valor de log-verossimilhança de -17,63, com AIC = 43,26 e BIC = 54,34, o que representa um bom ajuste em termos relativos, especialmente quando comparado a outros modelos testados. O erro da estimativa (σ^2) foi de **0,07981**, indicando baixa variância dos resíduos.

Quanto às métricas de erro do conjunto de treinamento: Erro médio (ME): 0,0212, Erro quadrático médio (RMSE) - 0,2777, Erro absoluto médio (MAE) - 0,1893 e Erro percentual absoluto médio (MAPE) - 2,49%. Esses valores sugerem que o modelo possui alto poder preditivo, com um MAPE inferior a 3%, o que é considerado excelente em contextos econômicos. O valor do ACF1 dos resíduos foi de -0,0317, indicando ausência de autocorrelação serial significativa, reforçada pelo teste de Ljung-Box aplicado posteriormente via `checkresiduals()`, que não indicou rejeição da hipótese de resíduos como ruído branco. Portanto, é possível afirmar que o modelo SARIMA ajustado à série do boi gordo é estatisticamente adequado, bem ajustado e confiável para fins de previsão.

A Figura 4 apresenta a análise dos resíduos do modelo **ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12]** ajustado à série temporal dos preços do boi gordo. O painel superior mostra a evolução dos resíduos ao longo do tempo, os quais oscilam de forma aleatória em torno de zero, sem tendência sistemática ou evidência de heterocedasticidade. Esse comportamento sugere que o modelo foi eficaz em capturar os componentes estruturais da série, como tendência e sazonalidade, restando apenas variações aleatórias não explicadas.

Figura 4 – Diagnóstico do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços do boi gordo no Rio Grande do Sul (2015–2024)



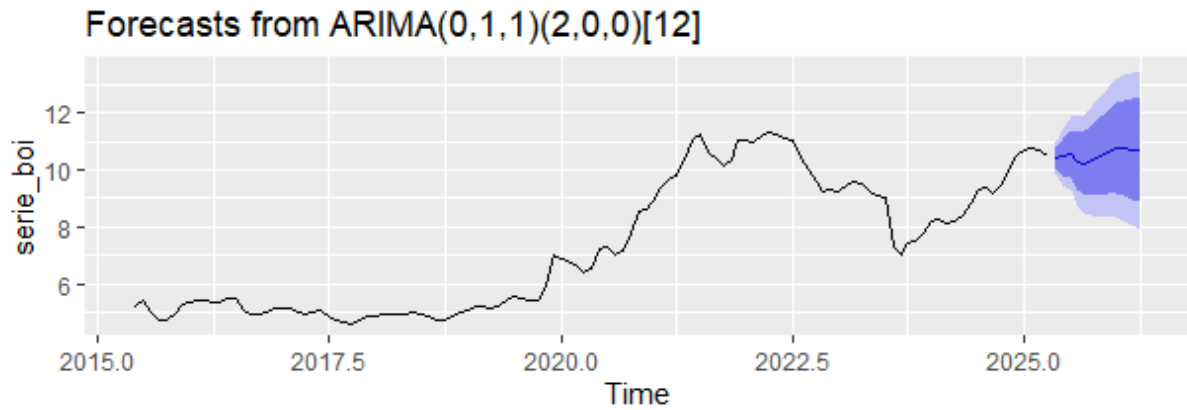
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

O segundo painel da figura 4 exibe o gráfico da função de autocorrelação dos resíduos (ACF). A ausência de autocorrelações significativas, uma vez que a maioria dos coeficientes está dentro dos limites de confiança de 95%, indica que os resíduos se comportam como ruído branco, isto é, a sobra de uma série depois que todos os padrões explicáveis (como tendência e sazonalidade) foram removidos. Isso é fundamental para validar a suposição de independência entre os erros, reforçando que não há estrutura temporal remanescente que o modelo não tenha capturado.

Por fim, o terceiro painel da figura 4 apresenta o histograma dos resíduos com a curva de densidade ajustada. Observa-se uma distribuição aproximadamente simétrica e centrada em torno de zero, próxima da normal, o que sugere que a hipótese de normalidade dos resíduos é razoavelmente atendida. A combinação desses três diagnósticos indica que o modelo ARIMA proposto é estatisticamente adequado, o que respalda sua utilização para fins de previsão dos preços da pecuária de corte no período analisado.

Por fim, é realizada a previsão dos valores do preço do boi para o estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2025 (Figura 5). A linha preta representa a série histórica observada, e a linha azul mostra a previsão pontual dos valores futuros, enquanto as faixas sombreadas indicam intervalos de confiança: A faixa azul clara corresponde ao intervalo de 95% de confiança; a faixa azul escura corresponde ao intervalo de 80% de confiança.

Figura 5 –Previsão do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços do boi gordo no Rio Grande do Sul (2015–2024)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

Nos seis primeiros meses de 2025, há dados reais observados ("praticado") que podem ser diretamente comparados à previsão.

Tabela 1 – Descrição dos valores praticados e previstos para preço do boi gordo (R\$/kg) pelo modelo ARIMA, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Praticado	Previsão	Inferior_80	Superior_80	Inferior_95	Superior_95
jan/25	10,70	10,40	10,04	10,77	9,85	10,96
fev/25	10,75	10,48	9,82	11,13	9,48	11,48
mar/25	10,70	10,58	9,73	11,43	9,28	11,88
abr/25	10,50	10,31	9,30	11,32	8,77	11,86
mai/25	10,42	10,23	9,08	11,37	8,47	11,98
jun/25	10,58*	10,35	9,08	11,62	8,41	12,29
jul/25		10,47	9,09	11,85	8,36	12,58
ago/25		10,64	9,15	12,12	8,37	12,91
set/25		10,76	9,17	12,34	8,34	13,17
out/25		10,78	9,11	12,45	8,22	13,33
nov/25		10,73	8,98	12,49	8,05	13,42
dez/25		10,70	8,86	12,54	7,89	13,52

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS (*baseado na média das duas primeiras semanas)

Em todos os meses com dados observados, o preço real ficou dentro dos intervalos de confiança de 80% e 95%, o que indica boa calibração do modelo. As diferenças entre valores reais e previstos variam de R\$ 0,12 a R\$ 0,30, o que representa um pequeno erro absoluto

médio, especialmente considerando o nível de preços acima de R\$ 10,00/kg — ou seja, erros abaixo de 3%.

6.4 Ajuste do modelo SARIMA para a série temporal da vaca gorda

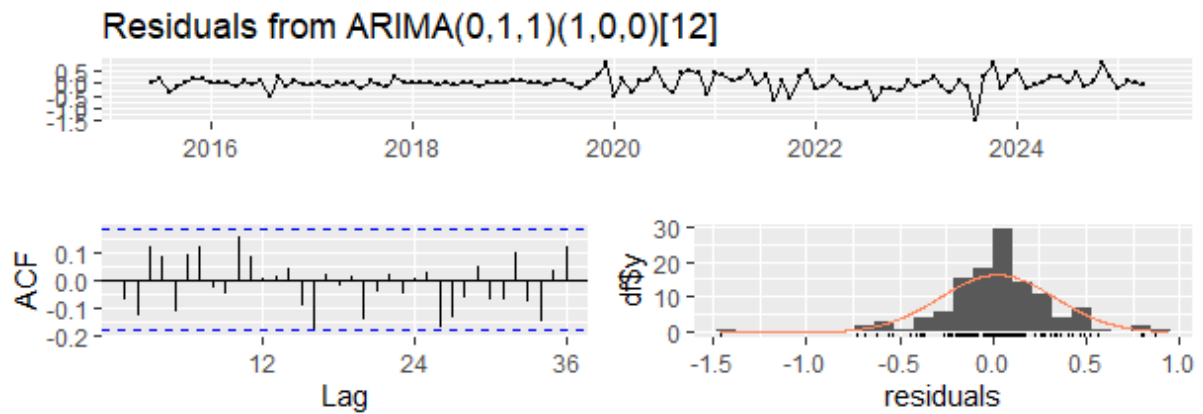
Após a diferenciação da série de preços da vaca gorda, foi ajustado o modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12], que incorpora um termo de média móvel não sazonal (MA(1)) e um termo autorregressivo sazonal (SAR(1)), com periodicidade mensal. Essa estrutura permite capturar tanto as flutuações de curto prazo quanto os padrões cíclicos anuais típicos da série.

Os coeficientes estimados foram: MA(1) - 0,4572 (erro padrão: 0,0915) e SAR(1) - 0,3050 (erro padrão: 0,0864) ambos os coeficientes apresentaram significância estatística, com razão coeficiente/erro padrão suficientemente elevada, o que indica contribuição relevante dessas componentes na explicação da série. O modelo resultante apresentou log-verossimilhança de -29,63, AIC = 65,25 e BIC = 73,56, valores satisfatórios para o grau de complexidade do modelo. O erro da estimativa dos resíduos foi $\sigma^2 = 0,09724$, o que demonstra baixa variância residual.

As métricas de desempenho no conjunto de treinamento foram: Erro médio (ME) - 0,0234, Erro quadrático médio (RMSE) - 0,308, Erro absoluto médio (MAE) - 0,211 e Erro percentual absoluto médio (MAPE): 3,21%. Esses indicadores revelam um bom ajuste do modelo à série histórica, com erro percentual baixo (MAPE \approx 3%), especialmente para padrões econômicos. O valor de ACF1 = -0,0725 sugere ausência de autocorrelação significativa nos resíduos, indicando que o modelo foi capaz de capturar a estrutura temporal da série. Assim, o modelo SARIMA ajustado à série da vaca gorda pode ser considerado estatisticamente adequado, apresentando bom desempenho preditivo e utilidade prática para a projeção de preços no setor pecuário.

A Figura 6 apresenta a análise dos resíduos do modelo ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série temporal dos preços da vaca gorda. O painel superior mostra a trajetória dos resíduos ao longo do tempo. Observa-se que os valores residuais oscilam de forma aleatória em torno de zero, sem a presença de tendência sistemática ou padrão de variação. Esse comportamento é indicativo de que o modelo conseguiu capturar adequadamente os componentes estruturais da série, restando apenas variações aleatórias.

Figura 6 – Diagnóstico do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024)



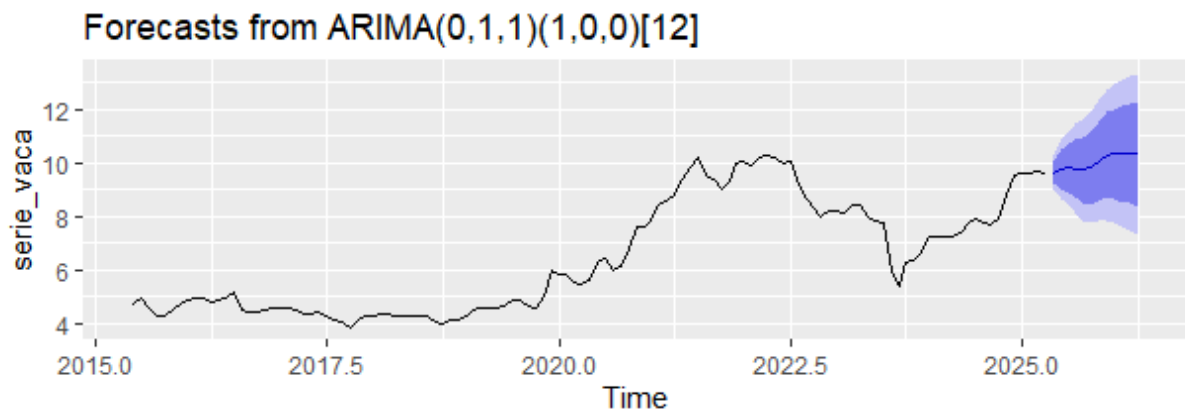
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

O segundo painel exibe a função de autocorrelação dos resíduos (ACF). A maioria das barras de correlação está dentro dos limites de confiança (linhas tracejadas azuis), o que evidencia a ausência de autocorrelação significativa entre os resíduos. Isso sugere que os erros são independentes entre si e que não há estrutura temporal remanescente na série, reforçando a validade estatística do modelo.

Por fim, o histograma dos resíduos (terceiro painel) mostra uma distribuição aproximadamente simétrica e centrada em zero, com uma curva de densidade ajustada próxima à normal. Esse padrão reforça a hipótese de normalidade dos resíduos, condição desejável para garantir estimativas confiáveis e intervalos de previsão válidos. Com base nesses três diagnósticos, conclui-se que o modelo SARIMA ajustado à série da vaca gorda apresenta resíduos bem comportados, confirmando sua adequação estatística e robustez preditiva.

Por fim, é realizada a previsão dos valores do preço do boi para o estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2025. A linha preta representa a série histórica observada, e a linha azul mostra a previsão pontual dos valores futuros, enquanto as faixas sombreadas indicam intervalos de confiança: A faixa azul clara corresponde ao intervalo de 95% de confiança; a faixa azul escura corresponde ao intervalo de 80% de confiança.

Figura 7 – Previsão do modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12] aplicado à série de preços da vaca gorda no Rio Grande do Sul (2015–2024)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

A comparação entre os valores reais praticados e os valores previstos para os seis primeiros meses de 2025 demonstra que o modelo apresenta bom desempenho preditivo:

Tabela 2 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço da vaca gorda (R\$/kg) pelo modelo ARIMA, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Praticado	Previsão	Inferior 80	Superior 80	Inferior 95	Superior 95
jan/25	9,60	9,65	9,25	10,05	9,04	10,27
fev/25	9,60	9,77	9,06	10,47	8,69	10,85
mar/25	9,70	9,81	8,90	10,73	8,41	11,21
abr/25	9,65	9,78	8,70	10,87	8,12	11,44
mai/25	9,55	9,74	8,51	10,97	7,86	11,63
jun/25	9,67*	9,83	8,47	11,19	7,74	11,91
jul/25		10,09	8,61	11,57	7,82	12,36
ago/25		10,31	8,72	11,90	7,87	12,74
set/25		10,33	8,64	12,03	7,74	12,92
out/25		10,33	8,54	12,12	7,59	13,07
nov/25		10,36	8,48	12,25	7,48	13,24
dez/25		10,35	8,37	12,32	7,33	13,36

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS. (*baseado na média das duas primeiras semanas)

Em todos os meses com dados disponíveis, os valores reais ficaram dentro dos intervalos de confiança de 80% e 95%, o que indica que a previsão está estatisticamente bem calibrada. As diferenças absolutas variam entre R\$ 0,05 e R\$ 0,19, o que representa erros percentuais muito baixos (inferiores a 2%), reforçando a precisão do modelo ARIMA para essa série.

6.5 Ajuste do modelo ETS(M,Ad,A) para a série temporal do Boi Gordo

Foi ajustado à série temporal dos preços do boi gordo um modelo da classe ETS, especificamente o modelo ETS(M,Ad,A), que incorpora erro multiplicativo, tendência aditiva amortecida e sazonalidade aditiva. Essa configuração permite capturar variações de longo prazo com suavização, ao mesmo tempo em que considera efeitos sazonais constantes ao longo do tempo. O modelo foi estimado com os seguintes parâmetros de suavização: Alpha (nível) 0,9995 — indicando forte sensibilidade do modelo a observações recentes; Beta (tendência) 0,1353 — sugere suavização moderada da tendência; Gamma (sazonalidade): 0,0002 — muito próximo de zero, evidenciando que a componente sazonal é bastante estável ao longo do tempo; e Phi (amortecimento da tendência): 0,8505 — valor inferior a 1, o que implica uma tendência amortecida ao longo do tempo.

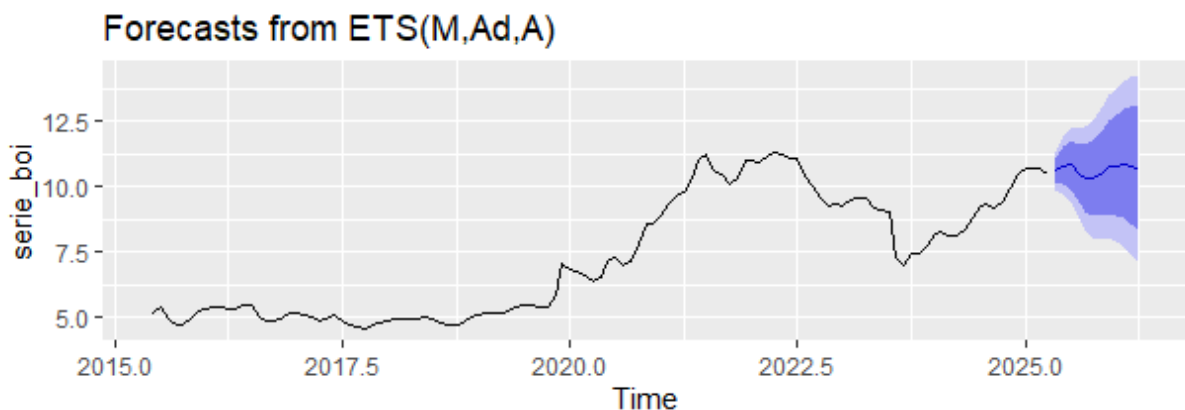
Os valores iniciais estimados para o nível ($a=5,0474$) e tendência ($b=0,132$) foram acompanhados de uma estrutura sazonal composta por doze valores mensais, refletindo os padrões de sazonalidade observados na série histórica. O erro do modelo (sigma) foi relativamente baixo ($\sigma=0,0351$), o que sugere boa precisão dos ajustes.

Em termos de avaliação do desempenho, o modelo apresentou valores consistentes de ajuste: AIC = 250,47, AICc = 257,31 e BIC = 300,50. Os erros de previsão no conjunto de treinamento foram baixos, com destaque para: Erro absoluto médio (MAE) 0,1694, Erro quadrático médio (RMSE) 0,2509, Erro percentual absoluto médio (MAPE) 2,24%, MASE (erro absoluto padronizado) 0,1346 e Autocorrelação dos resíduos na primeira defasagem (ACF1) 0,1831. Esses resultados demonstram que o modelo ETS(M,Ad,A) fornece bom ajuste à série histórica, com alta precisão e baixa autocorrelação dos resíduos, ainda que o valor de ACF1 indique leve dependência serial. Considerando seu bom desempenho nos critérios de erro e sua adequação estrutural, o modelo se mostra apropriado para fins de decomposição e previsão no contexto dos preços do boi gordo.

O modelo ETS(M,Ad,A) demonstrou boa capacidade de capturar os movimentos cíclicos e sazonais presentes na série histórica dos preços do boi gordo. A Figura X, que apresenta a previsão gerada por esse modelo, mostra que ele foi capaz de representar de forma coerente os principais padrões observados na trajetória da série, incluindo o movimento de alta iniciado em 2019, que culmina em elevações acentuadas entre 2020 e 2022, seguido de um período de ajuste e posterior recuperação ao longo de 2024.

A figura 8 demonstra a previsão dos valores do preço do boi para o estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2025. A linha preta representa a série histórica observada, e a linha azul mostra a previsão pontual dos valores futuros, enquanto as faixas sombreadas indicam intervalos de confiança: A faixa azul clara corresponde ao intervalo de 95% de confiança; a faixa azul escura corresponde ao intervalo de 80% de confiança.

Figura 8 – Previsão da série de preços do boi gordo no RS (2015–2024) com modelo ETS(M,Ad,A)



Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

Essa capacidade de replicar o comportamento real da série se deve à estrutura do modelo ETS adotado, que inclui tendência aditiva amortecida e sazonalidade aditiva. A tendência amortecida ($\phi < 1$) permite que o modelo acompanhe movimentos de longo prazo sem projetar crescimento indefinido, enquanto a sazonalidade aditiva incorpora padrões anuais recorrentes típicos da pecuária de corte, como oscilação de oferta, período de engorda e variações de demanda. O ajuste dinâmico desses componentes fornece previsões que refletem de forma realista o comportamento do mercado.

A Tabela 3 apresenta os valores estimados para os preços do boi gordo no ano de 2025, com os respectivos intervalos de confiança (80% e 95%). As projeções indicam uma tendência de estabilização com leve valorização dos preços, coerente com o final do ciclo pecuário e a retomada da atividade econômica no período pós-pandemia.

Tabela 3 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço do boi gordo (R\$/kg) pelo modelo ETS, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Praticado	Previsao	Inferior 80	Superior 80	Inferior 95	Superior 95
jan/25	10,70	10,62	10,14	11,09	9,88	11,35
fev/25	10,75	10,80	10,08	11,53	9,70	11,91
mar/25	10,70	10,84	9,91	11,78	9,42	12,27
abr/25	10,50	10,51	9,39	11,63	8,79	12,22
mai/25	10,42	10,32	9,02	11,61	8,34	12,29
jun/25	10,58*	10,32	8,86	11,78	8,09	12,56
jul/25		10,49	8,87	12,11	8,01	12,96
ago/25		10,78	9,00	12,55	8,06	13,50
set/25		10,83	8,89	12,76	7,87	13,78
out/25		10,89	8,81	12,97	7,71	14,07
nov/25		10,82	8,60	13,04	7,42	14,22
dez/25		10,70	8,33	13,06	7,08	14,31

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS. (*baseado na média das duas primeiras semanas)

Em todos os meses analisados, os valores praticados estão dentro dos intervalos de confiança de 80% e 95%, confirmando a boa calibração estatística da previsão. As diferenças absolutas entre os valores reais e previstos variam de R\$ 0,01 a R\$ 0,26, com erro percentual inferior a 2,5%, o que caracteriza alta precisão preditiva para um modelo de média suavizada.

6.5 Ajuste do modelo ETS(M,Ad,A) para a série temporal da vaca gorda

O ajustado à série de preços da vaca gorda o modelo ETS(M,N,A), que combina erro multiplicativo (M), ausência de tendência (N) e sazonalidade aditiva (A). Essa estrutura é especialmente adequada para séries que apresentam variações sazonais constantes e um comportamento de nível relativamente estável ao longo do tempo, sem tendência sistemática.

Os parâmetros de suavização estimados foram: Alpha (nível) 0,9902, indicando que o modelo atribui maior peso às observações mais recentes, o que melhora a capacidade de resposta do modelo frente a alterações recentes nos preços. O Gamma (sazonalidade) 0,0001, valor muito próximo de zero, sugerindo que os padrões sazonais são altamente estáveis ao longo do tempo.

O valor inicial do nível estimado foi $l=4,62151 = 4\{, \}62151=4,6215$, com doze componentes sazonais (sts_tst) refletindo os padrões mensais característicos da série. O erro da estimativa dos resíduos foi relativamente baixo ($\sigma=0,0473 \setminus \sigma = 0\{, \}0473 \sigma=0,0473$), sugerindo boa precisão do modelo ajustado.

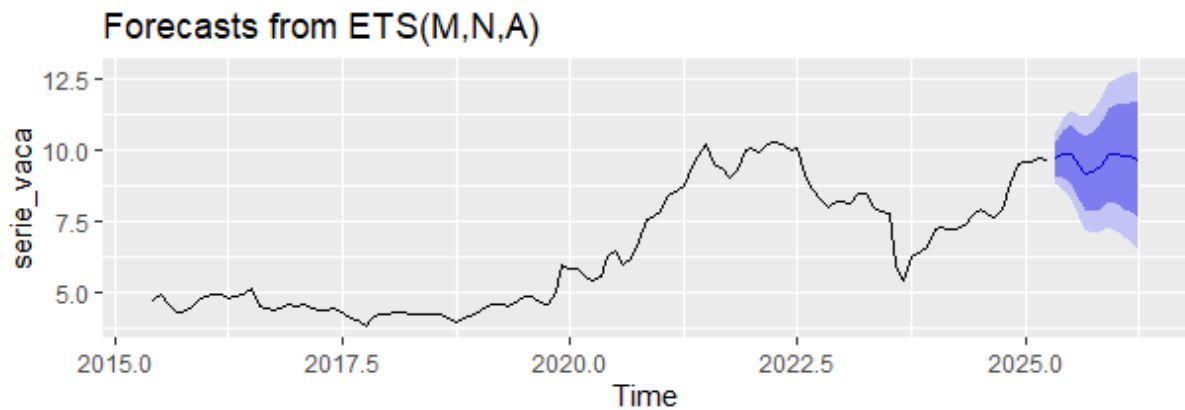
Em termos de critérios de informação, o modelo apresentou $AIC = 287,38$, $AICc = 292,04$ e $BIC = 329,07$. Embora esses valores sejam superiores aos obtidos na série do boi gordo, eles ainda refletem um ajuste satisfatório para a série da vaca. As métricas de erro do conjunto de treinamento confirmam a boa performance preditiva do modelo, com: Erro médio (ME) - 0,0426, Erro quadrático médio (RMSE) - 0,291, Erro absoluto médio (MAE) - 0,205, Erro percentual absoluto médio (MAPE) - 3,19%, MASE - 0,1665 e Autocorrelação dos resíduos na primeira defasagem (ACF1) - 0,2455. Esses resultados demonstram que o modelo ETS(M,N,A) ajustou-se bem à série, com baixo erro de previsão e resíduos próximos ao comportamento aleatório, ainda que a autocorrelação dos resíduos (ACF1 = 0,2455) indique leve persistência serial não completamente explicada. No entanto, a estabilidade estrutural da série e a robustez do modelo reforçam sua adequação tanto para análise quanto para projeções no contexto da pecuária de

O modelo ETS(M,N,A) aplicado para preços da vaca gorda indica estabilização dos preços no período previsto, após forte valorização entre 2020 e 2022 e recuperação recente a partir de 2023. A ausência de componente de tendência leva a suposição de que não haverá crescimento nem queda sistemática no curto prazo. A alta suavização do nível ($\alpha \approx 1$) indica que o modelo responde fortemente aos valores mais recentes. O valor quase nulo de gamma mostra que o padrão sazonal não varia ao longo do tempo.

Em linhas gerais, a estabilização observada na previsão através deste modelo pode indicar uma possível transição para uma fase de equilíbrio na cadeia produtiva, com recomposição de rebanhos e ajuste da oferta ao longo do tempo.

A Figura 9 apresenta a previsão da série de preços da vaca gorda para o ano de 2025, estimada a partir do modelo ETS(M,N,A). Esse modelo, que incorpora erro multiplicativo, ausência de tendência explícita e sazonalidade aditiva, revelou-se adequado para séries com nível estável e variação sazonal recorrente, como é o caso da vaca gorda no Rio Grande do Sul.

Figura 9 –Previsão da série de preços da vaca gorda no RS (2015–2024) com modelo ETS(M,Ad,A)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS

A curva de previsão mostra uma tendência de estabilidade com leve oscilação positiva, sugerindo que, após a recuperação observada ao longo de 2024, os preços devem manter-se em um novo patamar médio em 2025. A ausência de tendência no modelo (componente N) limita projeções de crescimento contínuo, o que é coerente com a característica estrutural dessa categoria, menos suscetível a variações especulativas ou choques de oferta/exportação, em comparação ao boi gordo.

Os intervalos de confiança de 80% (faixa azul clara) e 95% (faixa azul escura) demonstram incerteza crescente ao longo do horizonte de previsão, como esperado. No entanto, os limites permanecem relativamente estreitos, o que reforça a confiabilidade do modelo ETS para esta série. Essa projeção sugere ao produtor um cenário de preços relativamente estáveis, com variações moderadas esperadas em função da sazonalidade e das condições de mercado.

De acordo com a tabela 4 a comparação entre os preços efetivamente praticados e as previsões geradas pelo modelo ETS nos seis primeiros meses do ano mostra bom desempenho geral, embora com tendência leve à subestimação nos últimos meses.

Tabela 4 - Descrição dos valores praticados e previstos para preço da vaca gorda (R\$/kg) pelo modelo ETS, para o ano de 2025 no estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Praticado	Previsão	Inferior 80	Superior 80	Inferior 95	Superior 95
jan/25	9,60	9,71	9,12	10,30	8,81	10,61
fev/25	9,60	9,86	9,03	10,70	8,59	11,14
mar/25	9,70	9,85	8,82	10,87	8,28	11,42
abr/25	9,65	9,47	8,30	10,64	7,68	11,26
mai/25	9,55	9,20	7,90	10,50	7,22	11,19
jun/25	9,67*	9,24	7,83	10,66	7,08	11,40
jul/25		9,48	7,95	11,00	7,15	11,81
ago/25		9,84	8,20	11,47	7,34	12,34
set/25		9,85	8,11	11,59	7,19	12,51
out/25		9,79	7,95	11,63	6,98	12,60
nov/25		9,77	7,83	11,70	6,81	12,72
dez/25		9,65	7,63	11,67	6,56	12,74

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS.

Nos três primeiros meses, o modelo superestimou levemente os preços, enquanto nos três meses seguintes passou a subestimar os valores praticados, com desvios moderados (máx. R\$ 0,43). Em todos os casos, os valores reais permaneceram dentro dos intervalos de confiança de 80% e 95%, o que indica consistência estatística da previsão, mesmo diante das variações do mercado.

6.6 Matriz de correlação

De acordo com a tabela 5, verifica-se que os coeficientes de correlação são elevados para todas as categorias, evidenciando forte associação entre os preços praticados nas distintas fases do ciclo produtivo. Em particular, observa-se que a correlação entre preço do boi gordo da vaca gorda é quase perfeita (0,9912), indicando que os preços dessas categorias se movem de forma muito sincronizada. Esse resultado pode ser explicado pela natureza complementar desses animais no sistema produtivo, já que vacas são responsáveis pela produção dos terneiros que, em última instância, se destinam à reposição ou ao abate como boi gordo. Estes resultados corroboram com Silva et al. (2020), que encontrou forte correlação entre os preços de distintas categorias.

Tabela 5 – Correlações parciais entre os preços praticados na pecuária de corte do Rio Grande do Sul para as distintas categorias entre os anos de 2015-2024.

	Boi	Vaca	Reposição	Terneiro
Boi	1.0000	0.9912	0.9221	0.8579
Vaca	0.9912	1.0000	0.9344	0.8810
Reposição	0.9221	0.9344	1.0000	0.9732
Terneiro	0.8579	0.8810	0.9732	1.0000

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados NESPro/UFRGS.

A forte correlação entre as categorias Reposição e Terneiro (0,9732) revela a estreita relação entre o mercado de animais jovens e o processo de renovação do rebanho. Conforme apontado por Saito et al. (2017), o preço dos terneiros está diretamente ligado à dinâmica da reposição do rebanho, já que esses animais representam o futuro da atividade, e consequentemente, a continuidade da produção. Assim, flutuações nos preços dos terneiros refletem diretamente nas estratégias de manejo e investimento dos produtores.

Correlação igualmente alta entre Reposição e as categorias adultas (Boi e Vaca) reforça a interdependência dos diferentes elos da cadeia produtiva, destacando que mudanças nas condições de mercado para animais adultos influenciam os valores dos animais jovens e vice-versa (Oliveira et al., 2019). Essas inter-relações são fundamentais para a tomada de decisão dos produtores, principalmente em ambientes de alta volatilidade nos preços. De maneira geral, os valores que se enquadram nas faixas de correlação forte a muito forte, segundo os critérios propostos por Marôco (2011).

Esses resultados indicam uma interdependência significativa entre os mercados de boi, vaca, terneiro e animais de reposição no Rio Grande do Sul. Tal comportamento evidencia que os movimentos de preços em uma categoria tendem a ser acompanhados por variações similares nas demais, possivelmente refletindo fatores comuns, como condições climáticas, oferta de pastagens, custo de insumos e demanda de mercado (Silva et al., 2020; Oliveira et al., 2019). A correlação forte entre as variáveis é especialmente relevante para análises de previsibilidade de preços, planejamento de compra e venda e estratégias de manejo produtivo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar a formação de preços na pecuária de corte no estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 2015 e 2024, com foco nas principais categorias envolvidas em comercializações dentro do setor: boi gordo, vaca gorda, reposição e carneiro. A análise envolveu a aplicação de técnicas de séries temporais para previsão de preços para o ano de 2025, bem como a avaliação das relações entre essas categorias ao longo do período.

Com base nos dados coletados foi possível diagnosticar a ocorrência de tendências e sazonalidades, além de construir previsões para os preços futuros. O modelo SARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] se destacou como o mais eficiente, apresentando os menores valores de AIC, BIC e RMSE, além de resíduos bem comportados, o que indica um ajuste estatisticamente robusto. Sua capacidade de capturar a sazonalidade anual típica da pecuária de corte o torna particularmente adequado para a realidade do setor, marcada por ciclos biológicos de produção, decisões de retenção de matrizes e flutuações de oferta.

Os modelos ETS, apesar de mais simples e intuitivos, mostraram desempenho inferior. O modelo STL, por sua vez, revelou utilidade na decomposição da série, embora também não superou o SARIMA em capacidade de previsibilidade dos preços.

A análise das correlações parciais entre as categorias revelou relações fortes e significativas, especialmente entre boi e vaca (0,9912), e entre reposição e carneiro (0,9732). Esses resultados confirmam a forte integração entre as fases da cadeia pecuária e sugerem que movimentos de preços em uma etapa repercutem diretamente nas demais. A correlação levemente menor entre preços do boi e carneiro (0,8579) evidencia o intervalo temporal entre as decisões de reposição e o abate, em função do próprio ciclo pecuário e da maior distância biológica existente entre as duas categorias.

Em termos econômicos, as previsões apontam para um cenário de estabilidade ou leve valorização dos preços, sugerindo a entrada em uma nova fase do ciclo pecuário, possivelmente marcada por retenção de fêmeas e restrição de oferta. Esse movimento é coerente com a lógica histórica do setor e com fatores estruturais, como custos de produção, comportamento da demanda externa e interna, e políticas de exportação.

Conclui-se que a utilização de métodos quantitativos aplicados à série temporal dos preços na pecuária de corte pode ser utilizada como instrumento auxiliar para tomada de decisão dos agentes econômicos envolvidos com esta atividade.

8. REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, A. N. Market price determinants of live cattle: the case of Garissa livestock market. Tese, 2014.
- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Relatório Anual 2021–2024. Disponível em: <https://abiec.com.br>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- ANUALPEC. (2023). Anuário da Pecuária Brasileira (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- BAKER, S.R.; BLOOM, N.; DAVIS, S. J. Measuring economic policy uncertainty. Working paper, 2013.
- BARCELLOS, J.O.J. Cria, cria e engorda de bovinos de corte. UFRGS, Porto Alegre, 2006.
- BIELSCHOWSKY, José Carlos de. Dependência Estrutural e Política Econômica. Rio de Janeiro: Ipea, 2000.
- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. Gestão do agronegócio: fundamentos e estratégias. São Paulo: Atlas, 2007.
- BUENO, R. L. S. Econometria de Séries Temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Boletins e análises da pecuária de corte. ESALQ/USP, 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br>
- CHAMBERLIN, E. The Theory of Monopolistic Competition. Cambridge: Harvard University Press, 1933.
- CLARK, Colin. The Conditions of Economic Progress. London: Macmillan, 1940.
- FERREIRA, R. J.; LOPES, M. A. Análise da sazonalidade e do ciclo pecuário no preço do boi gordo em Rondônia. Revista Científica de Produção Animal, v. 12, n. 1, p. 45–52, 2010.
- FLIESSBACH, A.; IHLE, R. Cycles in cattle and hog prices in South America. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, v. 64, n. 4, p. 1167–1183, 2020.
- FOURASTIÉ, Jean. Le grand espoir du XXe siècle. Paris: Presses Universitaires de France, 1949.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008
- GUJARATI, D. N. Econometria Básica. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005.
- HOMMA, A. K.O. Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso da colônia ... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 6 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>
- KRUGMAN, P. R.; OBSTFELD, M. International Economics: Theory and Policy. 8. ed. Boston: Pearson, 2013.
- LEWIS, W. A. Economic Development with Unlimited Supplies of Labour. Manchester School of Economic and Social Studies, v. 22, p. 139–191, 1954.
- MARION, B. W.; GEITHMAN, F. E. Concentration price relations in regional fed cattle markets. Review of Industrial Organization, v. 10, p. 1–19, 1995.
- MARQUES, P.R. et al. Rentabilidade da terminação de vacas de descarte. Ciência Animal Brasileira, v.13, n.1, p.100-107, 2012.
- MARSHALL, A. Principles of Economics. London: Macmillan, 1890.

- MARÔCO, J. (2011). *Análise estatística com o SPSS Statistics (5ª ed.)*. Lisboa: ReportNumber.
- MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. C. Demandas tecnológicas dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil — nutrição animal. Embrapa Gado de Corte. Documentos, n. 218, 16 p., Brasília, 2016.
- MENEZES, L. F. G. et al. Desempenho de bovinos de corte submetidos a diferentes estratégias de suplementação durante a terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 5, p. 1231–1240, 2012.
- MENEZES, L. M.; FONTOURA, E. A. B. ; ROSA, R. S. ; PEREZ, H. S. A. ; GOMES, A. F. F. ; CUNHA, P. T. ; CORRÊA, G. F. . Desempenho de cordeiros Texel e Corriedale mantidos em azevém em fim de ciclo. *REVISTA ELECTRÓNICA DE VETERINARIA*, v. 18, p. 1-9, 2017.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). Balança comercial da carne bovina. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- MORETTIN, P. A. *Análise de Séries Temporais*. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2006.
- MORETTIN, Pedro A. *Econometria financeira um curso em séries temporais financeiras*. 3. São Paulo: Blucher, 2017.
- NESPro – Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva da Carne. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/nespro/>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- OLIVEIRA, T. F., SILVA, C. A., & SOUZA, M. J. (2019). Dinâmica de preços e estratégias de comercialização na pecuária de corte. *Revista de Gestão Agroindustrial*, 7(1), 45-57.
- PAZDIORA, R. D. et al. Avaliação econômica da terminação de bovinos de corte em confinamento e em pastagem de verão. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 12, n. 1, p. 103–121, 2014.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2014.
- PREBISCH, R. *The Economic Development of Latin America and its Principal Problems*. Santiago: CEPAL, 1951.
- R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- RESTLE, J. et al. Produção de bezerros em sistemas de cria: estratégias para maximizar o desempenho e a rentabilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.157–165, 2007.
- ROBINSON, J. *The Economics of Imperfect Competition*. London: Macmillan, 1933.
- SAITO, R. M., COSTA, N. S., & LIMA, P. R. (2017). O mercado de reposição na pecuária bovina: análise das tendências e impactos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55(4), 689-704.
- SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W. D. *Economia*. 19. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2010.
- SANTOS, W. M. et al. Production and price cycles in beef cattle in Rondônia State, Brazilian Amazon. *Journal of Economics, Management and Trade*, v. 28, n. 11, p. 7–18, 2022.

SARTORI, J. R. et al. “Custo de produção e formação de preços no confinamento de bovinos de corte: uma abordagem baseada no milho.” *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 51, 2022.

SEAPI-RS – Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul. Informativo Conjuntural – Pecuária de Corte. Porto Alegre: Governo do RS, 2023.

SILVA, D. B., ALMEIDA, J. R., & SOUZA, R. L. (2020). Flutuações dos preços na cadeia da carne bovina: uma análise setorial. *Revista de Economia do Agronegócio*, 18(2), 131-146.

STIGLITZ, J. E. *Informational Asymmetries and Market Failures*. Nobel Lecture, 2001.

VALLE, E. R. et al. Sistemas de produção de bovinos de corte em pastagens: aspectos técnicos e econômicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 147–159, 2009.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: Princípios Básicos*. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. *Fundamentos de Economia*. - 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. *Economia e gestão dos negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2000.

9. ANEXO

Base de dados utilizada (fonte NESPRO)

Ano	Mês	Boi	Vaca	Reposição	Terneiro
2015	junho	5,19	4,75		
	julho	5,38	4,93		
	agosto	4,99	4,58		
	setembro	4,72	4,30		
	outubro	4,73	4,30		
	novembro	4,94	4,48		
	dezembro	5,25	4,73		
2016	janeiro	5,36	4,88		
	fevereiro	5,44	4,92		
	março	5,43	4,92		
	abril	5,32	4,81		
	maio	5,37	4,91		
	junho	5,47	4,98		
	julho	5,49	5,14		
	agosto	5,06	4,53		
	setembro	4,91	4,45		
	outubro	4,91	4,41		
	novembro	4,99	4,49		
	dezembro	5,15	4,58		
2017	janeiro	5,16	4,56		
	fevereiro	5,13	4,58		
	março	5,02	4,47		
	abril	4,91	4,38		
	maio	4,97	4,38		
	junho	5,07	4,45		
	julho	4,89	4,31		
	agosto	4,71	4,10		
	setembro	4,65	4,03		
	outubro	4,61	3,87		
	novembro	4,70	4,10		
	dezembro	4,84	4,27		
2018	janeiro	4,89	4,28		
	fevereiro	4,96	4,34		
	março	4,92	4,33		
	abril	4,95	4,25		
	maio	4,96	4,27		
	junho	5,01	4,28		
	julho	4,95	4,28		
	agosto	4,84	4,26		
	setembro	4,72	4,09		
	outubro	4,75	3,99		

	novembro	4,83	4,10		
	dezembro	5,03	4,16		
2019	janeiro	5,09	4,30		
	fevereiro	5,21	4,51		
	março	5,19	4,58		
	abril	5,16	4,57		
	maio	5,24	4,56		
	junho	5,42	4,68		
	julho	5,52	4,88		
	agosto	5,51	4,90		
	setembro	5,41	4,64		
	outubro	5,39	4,57		
	novembro	5,90	4,99		
	dezembro	7,04	5,98		
2020	janeiro	6,88	5,85		
	fevereiro	6,81	5,82		
	março	6,65	5,54		
	abril	6,40	5,44		
	maio	6,53	5,60		
	junho	7,19	6,26		
	julho	7,28	6,44		
	agosto	7,03	6,00		
	setembro	7,18	6,17		
	outubro	7,80	6,83		
	novembro	8,57	7,59		
	dezembro	8,60	7,64		
2021	janeiro	8,86	7,87		
	fevereiro	9,35	8,41		
	março	9,66	8,56		
	abril	9,81	8,79		
	maio	10,35	9,43	11,67	14,57
	junho	11,03	9,83	12,30	14,97
	julho	11,23	10,21	12,29	15,69
	agosto	10,64	9,54	11,52	13,88
	setembro	10,45	9,40	11,47	12,73
	outubro	10,11	9,04	10,79	12,32
	novembro	10,34	9,30	10,61	11,93
	dezembro	11,05	9,98	11,10	12,68
2022	janeiro	11,04	10,05	10,87	12,16
	fevereiro	10,95	9,95	11,20	12,39
	março	11,17	10,18	11,50	13,16
	abril	11,33	10,28	11,66	13,43
	maio	11,25	10,20	11,27	13,07
	junho	11,11	10,02	10,67	12,31
	julho	11,08	10,10	10,74	11,92
	agosto	10,40	9,19	10,40	11,39

	setembro	10,03	8,64	9,83	10,49
	outubro	9,61	8,28	8,99	9,94
	novembro	9,25	8,02	8,72	9,30
	dezembro	9,34	8,22	8,78	9,24
2023	janeiro	9,25	8,18	8,61	9,24
	fevereiro	9,47	8,13	8,56	9,51
	março	9,61	8,47	8,87	9,67
	abril	9,54	8,47	8,87	9,67
	maio	9,22	7,97	8,59	9,35
	junho	9,09	7,87	8,10	9,52
	julho	9,04	7,79	8,59	9,79
	agosto	7,32	5,98	7,62	8,57
	setembro	7,01	5,41	6,92	7,47
	outubro	7,43	6,29	7,41	8,14
	novembro	7,47	6,37	7,25	7,88
	dezembro	7,75	6,63	7,39	8,41
2024	janeiro	8,23	7,25	7,90	9,91
	fevereiro	8,30	7,27	8,46	10,02
	março	8,10	7,25	8,29	9,79
	abril	8,17	7,25	8,03	9,53
	maio	8,38	7,38	8,30	9,32
	junho	8,81	7,75	7,74	8,89
	julho	9,30	7,90	7,97	8,88
	agosto	9,35	7,80	8,18	8,65
	setembro	9,17	7,67	8,09	8,95
	outubro	9,43	7,95	8,62	9,63
	novembro	9,96	8,81	9,31	10,53
	dezembro	10,52	9,52	10,00	11,53

```

Script
getwd()
setwd("D:/Documentos
Organizados/TCCS/Leonardo")

# Pacotes necessários
install.packages(c("tidyverse", "lubridate",
"forecast", "tseries", "ggplot2"))
# Opcional para decomposição moderna:
# install.packages(c("tsibble", "fable",
"feasts"))

# Carregar pacotes
library(tidyverse)
library(lubridate)
library(forecast)
library(tseries)
library(ggplot2)
# library(tsibble)
# library(fable)
# library(feasts)

# Importar dados
df <- readxl::read_excel("serie temporal
leonardo.xlsx", sheet = "Planilha1", skip = 1)

# Preencher anos faltantes
df <- df %>%
  fill(Ano) %>%
  mutate(
    Mes_num = case_when(
      Mês == "janeiro" ~ 1,
      Mês == "fevereiro" ~ 2,
      Mês == "março" ~ 3,
      Mês == "abril" ~ 4,
      Mês == "maio" ~ 5,
      Mês == "junho" ~ 6,
      Mês == "julho" ~ 7,
      Mês == "agosto" ~ 8,
      Mês == "setembro" ~ 9,
      Mês == "outubro" ~ 10,
      Mês == "novembro" ~ 11,
      Mês == "dezembro" ~ 12
    ),
    Data = as.Date(paste(Ano, Mes_num,
"01", sep = "-"))
  ) %>%
  select(Data, Boi, Vaca, Reposição,
Terneiro)

### Analise
exploratoria#####
#####

# Gráfico de linhas
df %>%
  pivot_longer(cols = c(Boi, Vaca,
Reposição, Terneiro),
  names_to = "Categoria",
  values_to = "Preco") %>%
  ggplot(aes(x = Data, y = Preco, color =
Categoria)) +
  geom_line(size = 1.2) +
  theme_minimal() +
  labs(title = "Preços mensais da pecuária de
corte (2015-2024)",
  x = "Ano", y = "Preço (R$/kg vivo)")

# Boxplot por mês (sazonalidade visual)
df %>%
  mutate(Mes = month(Data, label =
TRUE)) %>%
  pivot_longer(cols = c(Boi, Vaca),
  names_to = "Categoria",
  values_to = "Preco") %>%
  ggplot(aes(x = Mes, y = Preco, fill =
Categoria)) +
  geom_boxplot() +
  theme_minimal() +
  labs(title = "Sazonalidade dos preços", x =
"Mês", y = "Preço (R$/kg vivo)")

#####Decomposição da
serie#####
# Criar objeto ts para Boi e Vaca (mensal,
frequência = 12)
serie_boi <- ts(df$Boi, start = c(2015, 6),
frequency = 12)
serie_vaca <- ts(df$Vaca, start = c(2015, 6),
frequency = 12)

# Decomposição clássica
decomp_boi <- decompose(serie_boi)
plot(decomp_boi)

decomp_vaca <- decompose(serie_vaca)
plot(decomp_vaca)

# Alternativa mais robusta - STL
stl_boi <- stl(serie_boi, s.window =
"periodic")
plot(stl_boi)

stl_vaca <- stl(serie_vaca, s.window =
"periodic")
plot(stl_vaca)

#####modelo arima sarima
#####
# Teste de estacionariedade (ADF test)
adf.test(serie_boi)
adf.test(serie_vaca)

# Auto ARIMA (automaticamente encontra
o melhor modelo ARIMA/SARIMA)
model_boi <- auto.arima(serie_boi,
seasonal = TRUE)
summary(model_boi)
checkresiduals(model_boi)

```

```

    model_vaca <- auto.arima(serie_vaca,
seasonal = TRUE)
    summary(model_vaca)
    checkresiduals(model_vaca)

    # Previsão 12 meses à frente
    forecast_boi <- forecast(model_boi, h = 12)
    autoplot(forecast_boi)

12) forecast_vaca <- forecast(model_vaca, h =
    autoplot(forecast_vaca)
#####modelo ets alternativa
#####
    # ETS model
    ets_boi <- ets(serie_boi)
    summary(ets_boi)
    autoplot(forecast(ets_boi, h = 12))

    ets_vaca <- ets(serie_vaca)
    summary(ets_vaca)
    autoplot(forecast(ets_vaca, h = 12))

#####correlação entre
categorias#####
    # Matriz de correlação (para período com
dados completos)
    df_corr <- df %>%
    drop_na()

    cor(df_corr %>% select(Boi, Vaca,
Reposição, Terneiro))

    # ----- PREVISÃO NUMÉRICA DOS
VALORES PARA 2025 -----

    # Criar data frame com previsões do boi
    previsao_df_boi <- data.frame(
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12),
    Previsao_Boi
as.numeric(forecast_boi$mean),
    Inferior_80
as.numeric(forecast_boi$lower[,1]),
    Superior_80
as.numeric(forecast_boi$upper[,1]),
    Inferior_95
as.numeric(forecast_boi$lower[,2]),
    Superior_95
as.numeric(forecast_boi$upper[,2])
    )

    # Exibir no console
    cat("Previsões de preços do BOI para
2025:\n")
    print(previsao_df_boi)

    # Criar data frame com previsões da vaca
    previsao_df_vaca <- data.frame(
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12),
    Previsao_Vaca
as.numeric(forecast_vaca$mean),
    Inferior_80
as.numeric(forecast_vaca$lower[,1]),
    Superior_80
as.numeric(forecast_vaca$upper[,1]),
    Inferior_95
as.numeric(forecast_vaca$lower[,2]),
    Superior_95
as.numeric(forecast_vaca$upper[,2])
    )

    # Exibir no console
    cat("\nPrevisões de preços da VACA para
2025:\n")
    print(previsao_df_vaca)

    # ----- PREVISÃO COM MODELO ETS -
----

    # Gerar previsões ETS para 12 meses
    forecast_ets_boi <- forecast(ets_boi, h =
12)
    forecast_ets_vaca <- forecast(ets_vaca, h =
12)

    # Data frame com previsões ETS para o boi
    previsao_ets_boi <- data.frame(
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12),
    Previsao_Boi_ETS
as.numeric(forecast_ets_boi$mean),
    Inferior_80
as.numeric(forecast_ets_boi$lower[,1]),
    Superior_80
as.numeric(forecast_ets_boi$upper[,1]),
    Inferior_95
as.numeric(forecast_ets_boi$lower[,2]),
    Superior_95
as.numeric(forecast_ets_boi$upper[,2])
    )

    cat("\nPrevisões de preços do BOI para
2025 com o modelo ETS:\n")
    print(previsao_ets_boi)

    # Data frame com previsões ETS para a
vaca
    previsao_ets_vaca <- data.frame(
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12),
    Previsao_Vaca_ETS
as.numeric(forecast_ets_vaca$mean),
    Inferior_80
as.numeric(forecast_ets_vaca$lower[,1]),
    Superior_80
as.numeric(forecast_ets_vaca$upper[,1]),

```

```

    Inferior_95 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$lower[,2]), =
    Superior_95 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$upper[,2]) =
) =

    cat("\nPrevisões de preços da VACA para =
2025 com o modelo ETS:\n") =
    print(previsao_ets_vaca) =

    # Instale o pacote se ainda não tiver =
    # install.packages("writexl") =

    library(writexl) =

    # ----- ARIMA: Previsão do Boi ----- =
    previsao_df_boi <- data.frame( =
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12), =
    Previsao =
as.numeric(forecast_boi$mean), =
    Inferior_80 =
as.numeric(forecast_boi$lower[,1]), =
    Superior_80 =
as.numeric(forecast_boi$upper[,1]), =
    Inferior_95 =
as.numeric(forecast_boi$lower[,2]), =
    Superior_95 =
as.numeric(forecast_boi$upper[,2]) =
) =

    # ----- ARIMA: Previsão da Vaca ----- =
    previsao_df_vaca <- data.frame( =
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12), =
    Previsao =
as.numeric(forecast_vaca$mean), =
    Inferior_80 =
as.numeric(forecast_vaca$lower[,1]), =
    Superior_80 =
as.numeric(forecast_vaca$upper[,1]), =
    Inferior_95 =
as.numeric(forecast_vaca$lower[,2]), =
    Superior_95 =
as.numeric(forecast_vaca$upper[,2]) =
) =

    # ----- ETS: Previsão do Boi ----- =
    previsao_ets_boi <- data.frame( =
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12), =
    Previsao =
as.numeric(forecast_ets_boi$mean), =
    Inferior_80 =
as.numeric(forecast_ets_boi$lower[,1]), =
    Superior_80 =
as.numeric(forecast_ets_boi$upper[,1]), =
    Inferior_95 =
as.numeric(forecast_ets_boi$lower[,2]), =
    Superior_95 =
as.numeric(forecast_ets_boi$upper[,2]) =
) =

    # ----- ETS: Previsão da Vaca ----- =
    previsao_ets_vaca <- data.frame( =
    Mes = seq(as.Date("2025-01-01"), by =
"month", length.out = 12), =
    Previsao =
as.numeric(forecast_ets_vaca$mean), =
    Inferior_80 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$lower[,1]), =
    Superior_80 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$upper[,1]), =
    Inferior_95 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$lower[,2]), =
    Superior_95 =
as.numeric(forecast_ets_vaca$upper[,2]) =
) =

    # ----- Exportar todas em um único arquivo =
    .xlsx ----- =
    write_xlsx( =
    list( =
    ARIMA_Boi = previsao_df_boi, =
    ARIMA_Vaca = previsao_df_vaca, =
    ETS_Boi = previsao_ets_boi, =
    ETS_Vaca = previsao_ets_vaca =
    ), =
    path =
"previsoes_2025_modelos_ARIMA_ETS.xlsx" =
    ) =

```