

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MIGUEL RODRIGUES DE SOUZA

Modelo de formação de preços para bezerros comercializados em leilão

Pirassununga

2022

MIGUEL RODRIGUES DE SOUZA

Modelo de formação de preços para bezerros comercializados em leilão

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientador: Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro

Pirassununga

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729m Souza, Miguel Rodrigues
Modelo de formação de preços para bezerras
comercializados em leilão. / Miguel Rodrigues Souza
; orientador Augusto Hauber Gameiro ; coorientador
Rubens Nunes. -- Pirassununga, 2022.
64 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de
Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Preços. 2. Bovinos. 3. Leilão. I. Gameiro,
Augusto Hauber, orient. II. Nunes, Rubens,
coorient. III. Título.

Miguel Rodrigues de Souza

Modelo de formação de preços para bezerros comercializados em leilão

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Administração do programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na
Indústria Animal

Data da aprovação: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro – Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família, que sempre me apoiou e forneceu todo suporte necessário para que os meus objetivos fossem alcançados.

Agradecer aos colegas do Laboratório de Análises Socioeconômicas e Ciência Animal – LAE, que sempre se dispuseram em ajudar e pela amizade que estabelecemos ao longo do tempo. E aos colegas do Programa de Gestão e Inovação na Indústria Animal. Obrigado a todos pela parceria e a oportunidade em conhecê-los.

Agradecer ao professor Dr. Augusto Hauber Gameiro, por acreditar e auxiliar na construção desse projeto. Agradecer também ao professor Dr. Rubens Nunes em aceitar este desafio e as suas grandes contribuições. Muito obrigado de coração por todos os esforços que vocês colocaram para consolidação do projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

RESUMO

SOUZA M. R. **Modelo de formação de preços para bezerros comercializados em leilão**. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022.

A pecuária bovina está em constante evolução, aumentando a sua representatividade na economia nacional. Além do desenvolvimento nos pilares produtivos, também está cada vez mais dinâmica a comercialização de mercadorias tanto em relação a compra de insumos como também nas vendas do desfrute das propriedades rurais. Torna-se assim cada vez mais necessário o correto planejamento comercial, para poder auxiliar os produtores em decidir melhor as oportunidades que devem ser exploradas em razão do ambiente que está inserido. Um dos principais métodos de comercialização utilizado pelos produtores de pecuária bovina é o leilão, que ocorre em diversos municípios, sendo organizados pelas leiloeiras. Essas são responsáveis por promover o leilão, estabelecendo as regras e as condições que os animais serão comercializados, agregando profissionalismo nas transações dos bovinos pela formação de lotes homogêneos, metodologia padrão para desenvolver o leilão, disponibilidade de visualização dos lotes antes de iniciar o evento, garantia nas negociações, além de outros benefícios. Dessa forma o estudo buscou explorar a formação dos preços no mercado de bezerros comercializados em leilões no município de Lavras do Sul RS, coletando as informações disponíveis do escritório de leilão Clínica Remates, que oferece os serviços de comercialização desde 1983 no município. Em primeiro lugar buscou-se identificar quais eram as variáveis e os seus efeitos que mais impactam nos preços dos bezerros. Em seguida, a pesquisa buscou escolher qual o modelo que melhor representasse os dados, e por fim verificar a presença de eficiência de mercado nas negociações dos bezerros. Os achados indicaram que as principais variáveis que impactam nos preços foram: taxa de juros, preços do boi gordo, quantidade e peso dos animais. Conforme os resultados dos primeiros testes, foi necessário verificar o impacto dos preços defasados no preço atual, utilizando de modelos de séries temporais, obtendo resultado significativo. Os achados empíricos apresentaram, com nível de segurança de 5%, a presença de eficiência fraca no mercado de comercialização de bezerros em leilões no escritório Clínica Remates.

ABSTRACT

SOUZA M. R. **Pricing model for calves sold at auction.** 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022.

Cattle ranching is constantly evolving, increasing its representativeness in the national economy. In addition to the development in the productive pillars, the relationship of exchanges of goods is also increasingly dynamic in relation to the purchase of inputs as well as in the sales of the enjoyment of rural properties. It is increasingly necessary to have correct commercial planning, in order to help producers to better decide which opportunities should be explored due to the environment in which they are inserted. One of the main marketing methods used by cattle ranchers are the auctions that take place in several municipalities and are organized by the auctioneers, who are responsible for carrying out the auction, establishing the rules and conditions under which the animals will be marketed. Adding professionalism to cattle transitions, through the formation of homogeneous lots, standard methodology to develop the auction, availability of visualization of the lots before starting the event, guarantee in negotiations, in addition to other benefits. In this way, the study sought to explore the formation of prices in the market of calves sold at auctions in the municipality of Lavras do Sul RS, collecting the information available from the Clínica Remates auction office, which has been offering marketing services since 1983 in the municipality. First, we sought to identify the variables and their effects that most impacted calf prices. Then the research sought to choose which model best represented the data, and finally to verify the presence of market efficiency in the negotiations of calves. The findings indicated that the main variables that impact prices were: interest rate, live cattle prices, auction type, quantity and weight. According to the results of the first tests, it was necessary to verify the impact of lagged prices on the current price, using time series models, obtaining a significant result as will be presented. The empirical findings showed, with a safety level of 5%, the presence of weak efficiency in the market for marketing calves in auctions at the Clínica Remates office.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados.....	41
Tabela 2 – Resultados da regressão linear múltipla.....	45
Tabela 3 – Estimativas finais dos parâmetros.....	50
Tabela 4 – Estatística do teste qui-quadrado de Box-Pierce.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dispersão dos valores observados ao longo do tempo.....	48
Figura 2 – Função de autocorrelação para valor médio observado com limites de significância de 5%.....	48
Figura 3 – Teste de autocorrelação parcial para valor médio observado com limites de significância de 5%.....	49
Figura 4 – Função de autocorrelação dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0) com nível de significância de 5%.....	51
Figura 5 – Função de autocorrelação parcial dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0) com nível de significância de 5%.....	52
Figura 6 – Gráfico dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0)	52
Figura 7 – Modelo de previsão ARIMA (1,1,0) versus valores observados.....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Contexto da pesquisa: o agronegócio no Brasil e no Rio Grande do Sul.....	15
2.2 A comercialização de bovinos em leilões.....	17
2.3 Hipótese da eficiência de mercado.....	20
2.4 Modelos de previsão de preços.....	23
2.4.1 Modelos multivariáveis.....	24
2.4.2 Modelos de séries temporais e suas aplicações na pecuária de corte.....	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 Dados.....	40
3.2 Modelo de regressão linear múltipla	41
3.3 Modelo autorregressivo integrado e de média móvel.....	42
4 RESULTADOS.....	44
4.1 Resultados do modelo de regressão linear múltipla.....	44
4.2 Resultados do modelo ARIMA.....	47
4.3 Hipótese de eficiência fraca do mercado de leilão.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

A pecuária bovina brasileira consistia basicamente em propriedade rurais com grandes extensões de terras subutilizadas, com pouca adoção de tecnologias modernas e mão de obra com baixa qualificação. Estas condições demonstraram que muitos dos proprietários de terras tinham como objetivo utilizá-la como reserva de recursos investidos (terra e capital), visando o menor custo de produção com uma produtividade baixa por área, porém que eram recompensados por possuírem grandes extensões de terras.

A pecuária bovina tem aumentado seu efetivo de cabeças nos últimos anos, em termos nacionais, e concomitante a isso, a produção de carne também cresceu a taxas relativamente elevadas, demonstrando que houve ganhos de produtividade. Mas além das melhorias técnicas que auxiliaram nos resultados, outro fator foi a expansão da área, principalmente em lugares de vegetação natural e com pouca infraestrutura, onde antes não era praticada a bovinocultura de corte, como nas regiões de fronteira agrícola mais ao norte do país (CARVALHO et. al., 2001).

Atualmente a maior participação na produção da pecuária bovina de corte continua em sistemas extensivos, com alto grau de heterogeneidade em relação ao uso de tecnologias, escala de produção, variabilidade climática e cultural. As propriedades operam com um ou mais ciclos produtivos, podendo ser a cria, recria e a engorda. Existe complexidade na produção da pecuária de corte, em um país com dimensões continentais e condições econômicas, sociais e ambientais, bem diferenciadas para cada região. Assim, para a escolha de quais medidas a serem tomadas para melhorar o setor, deve-se considerar o local e as suas peculiaridades, pois não será viável para todos os lugares a utilização dos mesmos recursos e técnicas (CEZAR et. al., 2005).

O acesso à tecnologia e à informação está melhorando no meio rural via técnicos independentes, empresas privadas de consultoria zootécnica, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), entre outros. Levando consigo melhorias na qualidade e eficiência dos trabalhos nas propriedades rurais, aumentado o volume de trocas de produtos e serviços entre o meio rural e urbano. Em sinergia com o aumento da profissionalização no setor da pecuária bovina de corte, tem aumentado o uso de recursos como a suplementação nutricional, formação de pastagens, inseminação

artificial, ferramentas de gestão, sanidade controlada, entre outras. Estes fatores têm contribuído com a melhora dos indicadores econômicos da pecuária de corte.

Porém, os desafios nos diferentes elos do setor são significativos, tanto nas propriedades rurais que estão vulneráveis a fatores climáticos, econômicos e sociais, como também para a indústria e o varejo associados, que principalmente dependem do consumo da carne bovina, este concorrendo com outros produtos disponíveis de diferentes fontes de proteína de origem animal.

Acentuando os desafios para os agentes do setor, as falhas de comunicação entre os principais elos da cadeia dificultam a previsibilidade dos preços, aumentando o risco para os envolvidos, principalmente aos produtores rurais, pois estes ficam à mercê da precificação que o mercado impõe. Assim, em muitos casos os proprietários buscam alavancar suas atividades por meio de novos investimentos, visando compensar as oscilações de preços com o aumento da produtividade.

As oportunidades de mercado são definidas em função das categorias dos animais que serão desfrutados do rebanho e que podem ser comercializados em leilões ou diretamente na propriedade.

Na comercialização existe uma interação social, onde diferentes interessados se conectam em redes nas quais as mercadorias são transferidas entre vendedores e compradores. Porém, a decisão na compra ou na venda dos produtos ou serviços, é influenciada por diversas variáveis, como os riscos envolvidos, qualidade do serviço ou mercadoria, preços, aspectos culturais, quantidade de animais ofertados etc (OLIVEIRA et. al., 2008).

Assim é necessário buscar informações dentro e fora da propriedade rural, para conseguir diagnosticar os pontos fortes e fracos do negócio, com a busca por ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisão dos produtores, o que poderá contribuir para maximizar os seus lucros. É importante conhecer as melhores oportunidades para comercializar a produção, considerando os fatores internos da propriedade rural, como também as oscilações do mercado, aproveitando-se destas informações para traçar o melhor planejamento.

Para esclarecer quais as características que têm maior impacto no preço e os seus efeitos no produto, a utilização de modelos econométricos é uma alternativa que pode auxiliar os produtores de bovinos de corte em concentrar os seus esforços nas características que mais agregam valor ao seu produto, como também definir o melhor momento da comercialização.

Desta forma, os objetivos do estudo são, primeiro, identificar os principais fatores e seus efeitos no preço final dos bezerros comercializados em leilões no município de Lavras do Sul RS. A partir da posse dessas informações, desenvolver um modelo econométrico de preços que possibilite projetar o preço dos bezerros no futuro.

Espera-se que os resultados do estudo proporcionem subsídios para melhorar a comunicação da informação e despertar o interesse em outras leiloeiras em mapear e disponibilizar as principais informações relevantes aos preços dos animais comercializados. Os resultados poderão servir de instrumento tanto para as empresas leiloeiras, principalmente em relação a quais momentos são mais oportunos e quais informações referentes aos lotes devem ser consideradas no momento da comercialização, como também para os produtores, que por meio dessas informações poderão buscar estratégias que melhorem os resultados econômicos da sua atividade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Contexto da pesquisa: o agronegócio no Brasil e no Rio Grande do Sul

O agronegócio é o setor que compreende todas as etapas do processo agrícola e pecuário, desde a sua produção, industrialização, distribuição e a venda do produto. Este setor foi responsável por 26,6% do PIB do Brasil em 2020, somando um total de quase R\$ 2 trilhões. No ano de 2020 o PIB do agro obteve alta em todos os seguimentos, com acréscimos de 20,4% quando comparado com o ano de 2019. O setor que obteve o melhor desempenho foi o primário, alcançando praticamente 57% de alta, seguido da prestação de serviços no agronegócio que acumulou 20,3%; as agroindústrias foram de 8,7% e os insumos de 6,9%. Esses resultados deveram-se principalmente pelo abastecimento do mercado interno, o volume produzido e os preços das exportações das *commodities* agrícolas, que utilizaram intensivamente dos serviços de transporte, armazenagem e comercialização. Com isso, a agricultura obteve um aumento no PIB de 24,2% e a pecuária de 24,56% (CEPEA, 2021).

Outro ponto relevante é em relação à balança comercial, na qual o agronegócio supera o déficit dos outros setores e alcança saldos positivos há mais de 10 anos, contribuindo para o fechamento positivo da balança comercial, que em 2019 teve saldo de US\$ 83,1 bilhões, enquanto o saldo dos demais setores foi de US\$ -35 bilhões, encerrando o ano com US\$ 48 bilhões (AGROSTAT, 2020).

O Brasil está entre os maiores exportadores de produtos agropecuários no mundo. Em 2019 foi o maior exportador de café e esteve entre os maiores exportadores de carne bovina, carne de frango, soja, suco de laranja e açúcar (AGROSTAT, 2020).

Em que pese o desempenho econômico favorável, a pressão pela melhoria da utilização dos recursos nos sistemas produtivos será cada vez maior por parte da população, por diversos fatores, sejam eles humanos e/ou ambientais. Em lugares onde as condições ambientais não são favoráveis para as práticas agropecuárias, acabam por limitar a produtividade, diminuindo a renda dos produtores. O resultado é a elevação relativa da remuneração do trabalho e da terra, podendo haver a médio e longo prazo o desaparecimento de algumas práticas agropecuárias em determinadas regiões. O Brasil se destaca nesse sentido, pois o clima predominante na extensão

do território é favorável para a produção agropecuária além disso, possui margem para melhorar a eficiência produtiva por área.

O país contém em torno de 221 milhões de cabeças de gado e 2,6 milhões de propriedade rurais com bovinos. As regiões que obtiveram os maiores crescimentos do rebanho de bovinos foram o Centro-Oeste e o Norte (ABIEC, 2020). O perfil do tamanho das propriedades no Brasil pode ser assim representado: 12% têm menos que 1 hectare, 70% têm área entre 1 e 50 hectares, 15% entre 50 e 500 hectares, 2% entre 500 e 10.000 hectares (Censo Agro IBGE, 2017).

O sistema de produção na pecuária de corte brasileira é predominantemente extensivo, ou seja, necessita de mais de 1 hectare de terra por unidade animal, para completar o ciclo produtivo. No ano de 2019 a representatividade dos animais abatidos que foram oriundos de confinamento foi ao redor de 14%, enquanto 86% foram de animais terminados em pastagens (ABIEC, 2020).

O Rio Grande do Sul possui uma área de 21,7 milhões de hectares, com 365 mil propriedades rurais, com um efetivo de 992 mil pessoas trabalhando nas atividades agropecuárias e com um rebanho de bovinos com 11,5 milhões de cabeças. A utilização das terras é destinada para lavoura, pecuária e mata, com 36,1%, 42,3% e 17,5% da ocupação total, respectivamente (Censo Agro IBGE, 2017). No estado, a idade média do produtor rural em 2018 se concentrou em mais de 45 anos, representando 62% do total; entre 35 e 45 anos era de 18,32% e abaixo de 35 anos, de 17%. O nível de escolaridade destes produtores era o seguinte: 63% não tinham o ensino fundamental completo e a média salarial não ultrapassou dois salários-mínimos, em 66% dessa população (PNAD, 2017).

Entre os principais elos que influenciam os agentes da cadeia da pecuária de corte, está a comercialização, principalmente do desfrute das produções, que muitas vezes são comercializadas diretamente entre os interessados, ou em outros casos, passam por intermediários. Os intermediários realizam uma parcela significativa das negociações que ocorrem nos diferentes níveis da cadeia, sendo de interesse dos participantes, as informações sobre as oportunidades do mercado que estão ocorrendo, facilitando a tomada de decisão da compra e da venda de seus produtos.

Assim, pode-se observar que o setor agro no país tem uma ampla margem para melhorar em vários pilares, gerando de certa forma, otimismo em relação à sua representatividade na cadeia de alimentos.

2.2 A comercialização de bovinos em leilões

A comercialização de bovinos em leilões iniciou-se com a chegada dos uruguaios pelo Rio Grande do Sul, pois a prática da prestação do serviço de comercialização de bovinos via leilão já era amplamente desenvolvida pelos uruguaios e argentinos. Com isso, a região de Bagé foi um dos polos iniciais, pois além de ser uma cidade fronteira com o Uruguai, tem suas raízes sociais e econômicas, fortemente entrelaçadas com a produção de pecuária bovina de corte, propiciando um ambiente oportuno para a prática de leilões de bovinos (HASEGAWA, 1995).

Na década de 70 os leilões começaram a se expandir no Rio Grande do Sul, por meio das feiras de terneiros e para outros estados, como Minas Gerais e Paraná, sendo impulsionados principalmente por órgãos governamentais estaduais e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Em meados dos anos 80 os leilões começaram a ser realizados nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do país. Nesse período iniciaram-se os leilões virtuais, sendo promovidos pelos principais canais de telecomunicação da época no setor. Em conjunto com o desenvolvimento dos leilões, foi fundado o Sindicato das Empresas Leiloeiras e o Sindicato Nacional dos Leiloeiros Rurais no ano de 1989 (HASEGAWA, 1995).

O leilão do tipo inglês é o principal na pecuária, no qual o comprador é definido por meio de sucessivos lances com valores crescentes, pois o interessado que apresentar o lance mais alto, arremata a mercadoria (MACHADO FILHO, 1994).

A reposição dos animais para recria, engorda e reprodução é realizada principalmente pela comercialização, podendo ser realizada diretamente pelo vendedor ou por meio de corretores, sejam particulares ou empresas leiloeiras. Muitos optam por utilizar os leilões como principal ferramenta de comercialização, em função das vantagens como: atrair número maior de compradores para as diferentes categorias; diminuir manejo com os animais, pois dispensa revisão dos lotes nas propriedades rurais; melhorar a disponibilidade dos animais para os compradores, já que há formação dos lotes é realizada buscando a homogeneidade das características físicas dos indivíduos que formam o lote (CHRISTOFARI et al., 2010).

A prática da comercialização de bovinos via leilão agrega profissionalismo nas negociações, pois melhora a apresentação dos lotes, por meio da escolha de animais padronizados, principalmente em função da condição do escore corporal, idade, peso, raça, entre outros atributos. Além disso, os leilões são fiscalizados pelas inspetorias

veterinárias municipais e as leiloeiras apresentam as regras para o evento, oferecendo um método padrão para todos os animais que serão comercializados (CHRISTOFARI et al., 2010). Possibilita também, a demonstração prévia dos lotes nos currais com informações nos catálogos sobre o peso médio do lote, quantidade de animais do lote, origem dos lotes e em algumas praças. Existem vendedores buscando diferenciar-se por meio de cartazes com informações sobre os manejos reprodutivos, sanitários e nutritivos, que os animais que compõem o lote receberam no estabelecimento de origem.

Nesse sentido, os leilões aumentam a eficiência na comercialização, sendo benéficos para compradores e vendedores, além de muitas praças as leiloeiras garantirem o pagamentos aos vendedores, oferecendo segurança e credibilidade aos negócios. Assim, por meio dos leilões, os interessados conseguem ofertar e demandar diferentes categorias de animais em um só lugar e no mesmo momento.

Vários fatores interferem no preço final das categorias de bovinos comercializados em leilões, como o peso do lote, quantidade de animais ofertados, o número de compradores interessados, época do ano, raça, categoria animal, preços de bens relacionados, entre outros. Todas essas variáveis influenciam positivamente ou negativamente no valor final dos bovinos, gerando incertezas em relação aos preços a ambos os lados dos participantes (WILLIANS et al., 2012).

Os leilões no estado do Rio Grande do Sul têm importância na comercialização dos bovinos, principalmente nas categorias de reposição de animais comerciais e de genética. Os tipos de leilões em relação a oferta dos animais, são basicamente os leilões gerais, os leilões de genética e as feiras de terneiros.

Nos leilões gerais são ofertadas todas as categorias de bovinos, como frequentemente também, ovinos e equinos, com uma ordem de entrada estabelecida previamente pela empresa leiloeira. Esses são os mais numerosos, pois acontecem ao longo de todo ano e concentram a maior comercialização em número de bovinos. Cada empresa leiloeira estabelece as regras do leilão como a formação dos lotes, ordem de entrada, condições de pagamento e entrega dos animais.

Os leilões gerais praticamente não têm restrições sobre as características físicas dos lotes, somente é necessário estar com a sanidade dos animais controlada e atualizada perante a inspetoria municipal. Normalmente ocorre de haver lotes nos leilões com qualidades bastante heterogêneas, causando oscilações acentuadas nos valores das vendas.

Em diversos municípios gaúchos existem os Núcleos de Produtores de Terneiros de Corte (NPTC), que em conjunto com as empresas de leilões, programam a agenda das feiras de terneiros, nas quais acontece uma grande parcela das comercializações de terneiros, terneiras e novilhas e têm exigências mínimas para as características dos animais. As feiras são regulamentadas pela Secretária da Agricultura, Pecuária e Irrigação por meio da IN – Instrução Normativa nº 02/2016. Essa IN estabelece as regras e os parâmetros dos lotes em relação ao peso médio, idade dos animais, condição reprodutiva e sanitária. Com isso, aumenta-se a homogeneidade dos lotes oferecidos nesses eventos, concomitante com interesse dos compradores que procuram por animais com qualidade e homogeneidade para formar seus rebanhos.

Os leilões de genética ofertam animais com qualidade superior, onde os criatórios são associados às associações de raça, que são responsáveis por realizar a certificação dos animais em relação aos padrões raciais, confirmando a sua origem. Com isso, o perfil do comprador neste mercado é exigente, elevando o nível de preparo e cuidado pelos criatórios com os animais que serão ofertados. Como esse tipo de leilão é especialmente diferenciado dos demais, não foi realizada nenhuma coleta de dados para ser incluído nesta pesquisa.

Neste contexto, pode se observar, ainda, que existem diferentes segmentos de mercados a serem explorados na pecuária bovina de corte. Dependendo do perfil das propriedades que se estabeleceram nas regiões, irá prevalecer um nicho de mercado, nos quais os produtores buscam tirar o melhor proveito das oportunidades, podendo ser auxiliados por ferramentas que demonstram as tendências e as características que estão sendo mais valorizadas nas diferentes praças de leilões.

Assim, uma alternativa é a utilização de modelos econométricos que consigam captar os efeitos sobre o preço das diferentes variáveis que compõem o produto, como no caso dos bovinos comercializados em leilões, onde as diferentes características em relação aos aspectos físicos dos animais, aspectos climáticos e econômicos, irão influenciar no valor final.

Dessa forma, o estudo irá abordar, primeiro, a hipótese de eficiência dos mercados. Em seguida serão apresentados os modelos de formação de preço, iniciando com uma revisão geral sobre esses modelos e posteriormente uma revisão sobre os modelos multivariáveis e de séries temporais, e as suas aplicabilidades no

mercado da pecuária bovina de corte. Por último serão apresentados os modelos aplicados na pesquisa com seus objetivos e resultados.

2.3 Hipótese de eficiência dos mercados

A teoria de mercados eficientes é amplamente difundida e consolidada. Os mercados se aproximam da eficiência quando os interessados possuem as informações relevantes tanto da mercadoria como do ambiente em que estão inseridos, sendo distribuídas de forma homogênea. A melhoria da eficiência se dá por meio do uso de tecnologias e informações, como por exemplo, o histórico dos preços, o conhecimento das características intrínsecas da mercadoria ofertada, o comportamento dos fatores que influenciam nos preços etc. Todas estas informações, quando distribuídas aos participantes, melhoram a eficiência na comercialização.

A teoria baseia-se principalmente em três fundamentos, sendo o primeiro, que todos os envolvidos têm as mesmas informações e análises do mercado, não havendo assimetria na disponibilização dos dados, que por consequência levando os agentes a conclusões parecidas sobre as projeções e riscos. Segundo, que os custos de transações não são significativos e os agentes conseguem comprar ou vender ativos, com risco zero. E por último, que os impostos não afetam na política de negociações (ALCANTÁRA, 1980).

Com isso, os preços determinados em mercados eficientes refletem todos os atributos relevantes e as características do produto, além das informações que estão surgindo até o momento da efetivação da negociação. Isto demonstra que nenhum agente envolvido possui informações privilegiadas e, assim, não conseguindo tirar proveito, por exemplo, de comprar ou vender mercadorias por preços acima ou abaixo do preço consistente com a informação disponível, fazendo com que nenhum envolvido consiga sistematicamente ganhar mais que outros no mercado.

Para Fama (1970) existem três tipos de eficiência de mercado, são elas: i) Eficiência fraca: pressupõe que todas as informações dos preços passados foram atribuídas nos preços à vista, assim os preços passados não tem utilidade para prever os preços futuros; ii) Eficiência semiforte: este conceito defende que além dos preços passados, as informações públicas também foram consideradas nos preços, ampliando-se o conceito de eficiência fraca; e iii) Eficiência forte: este é o caso mais amplo, que além dos preços e das informações públicas, considera-se também

informações privilegiadas, incorporando-se todas as informações nos preços dos produtos.

Em mercados eficientes verifica-se a presença do princípio da não arbitragem, isto é, a negociação de um mesmo ativo entre dois mercados diferentes em um período curto, não trará ganhos econômicos pela diferença de preços. Pois em mercados onde existe arbitragem o agente consegue tirar proveito do lapso de tempo existente entre a operação de compra e de venda de um ativo onde o preço ainda não se ajustou, com isso, obtendo lucro sobre a diferença dos preços. Obtendo ganhos econômicos sem correr risco ou de risco baixo (THALER E BARBERIS, 2002).

Apesar do conceito estar consolidado, são raros os casos em que os mercados sejam plenamente eficientes, pois, na maioria dos casos, as informações não são distribuídas de maneira homogênea para os agentes envolvidos, ou seja, sempre existiria alguma assimetria de informação. Ademais, os mercados reais apresentam custos de transação não desprezíveis e os agentes têm diferentes atitudes em relação ao risco. Assim na maioria das vezes, as imperfeições das negociações no mundo real, dificultam o reflexo perfeito das mudanças de preços em função das novas informações que surgem até o momento de efetivar a transação da mercadoria.

Moraes et al. (2009) investigaram a eficiência do mercado de boi gordo futuro no Brasil, utilizando o teste de cointegração. A hipótese de eficiência dos mercados, baseia-se no pressuposto que os agentes do mercado constroem as suas expectativas de maneira racional e considerando todas as informações disponibilizadas até efetivar a negociação. Os preços em mercados eficientes se comportam de maneira aleatória, sendo representados por uma Random Walk, isto é, os preços passados não servem para auxiliar em projetar os preços futuros, uma vez que as informações passadas já foram consideradas, gerando preços futuros imprevisíveis com exatidão, independentes entre si e aleatórios, não permitindo a construção de projeções capazes de gerar ganhos sistemáticos. Para os resíduos do modelo também é necessário que se observe o comportamento de ruído branco, ou seja, apresentando independência e média zero.

A metodologia testada no estudo de Moraes et al. (2009) verificou a presença de prêmios ao risco. Os dados utilizados foram diários e coletados na B3 para o estado de São Paulo, com total de 915 observações. Os resultados encontrados foram que os preços à vista e futuros foram cointegrados, sendo os resíduos não autocorrelacionados, indicando que a hipótese de que o mercado de boi gordo futuro

pode ser eficiente e de que os preços futuros são estimadores não-viesados no longo prazo.

Silva Neto et al. (2010) buscaram explorar a hipótese de eficiência dos mercados do boi gordo à vista nas praças de Presidente Prudente, Campo Grande, Goiânia e os preços futuros da BM&F. Os dados utilizados foram diários entre o período de janeiro 2007 e julho de 2008, somando um total de 385 observações. Suas análises indicaram que a série dos dados não era estacionária em nível, apresentando raiz unitária no teste de Dickey-Fuller, assim, sendo necessária integração de ordem 1 das séries, tornando-as estacionárias. O teste de cointegração demonstrou que os preços à vista nas praças de Presidente Prudente, Goiânia e Campo Grande, mantiveram relação de longo prazo com o preço futuro do boi gordo.

Para verificação da presença de prêmios de risco realizada por Silva Neto et al. (2010), foi adotado o modelo de correção de erros. Os resultados estatísticos do modelo não permitiram rejeitar a hipótese de presença de prêmios de risco, indicando que os preços futuros podem ser relevantes para as estratégias dos agentes. Com isso, foi possível concluir que há presença de cointegração em todas as séries analisadas com o preço futuro, sugerindo que este pode ser um bom indicador para descoberta dos preços. Porém, também não foi possível rejeitar a hipótese da eficiência dos mercados.

Tavares e Silva (2012) buscou identificar a existência de eficiência no mercado de comercialização à vista e futuro do boi gordo a nível nacional. O período estudado foi entre os anos de 2001 até 2010, sendo as observações diárias e somando um total de 2.300. Os dados para os preços futuros foram coletado da BM&FBovespa, e a fonte utilizada para os preços à vista foram do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Para verificar a relação de equilíbrio entre os mercados eles aplicaram o teste de cointegração, e os modelos de correção de erro (VEC) avaliaram a dinâmica de curto prazo, consistindo nas variações de preços e para longo prazo, através dos níveis das séries. Os resultados apresentaram evidências que os preços do mercado do boi gordo futuro apresentam previsões não viesadas e há presença de cointegração entre as séries. Com isso, a construção de modelos VEC pode ser ferramenta importante para apresentar a velocidade com a qual as variáveis alcançam o equilíbrio.

A hipótese de eficiência de mercado à vista no estudo de Tavares e Silva (2012) não obteve um resultado conclusivo, mostrando que o assunto merece maiores

investigações e as realizações de testes empíricos ao longo do tempo. Eles também sugerem que os mercados tendem a se ajustar de maneira diferenciada, conforme a magnitude dos desvios em relação ao equilíbrio para o mercado à vista do boi gordo.

Vários outros estudos foram desenvolvidos para verificar a eficiência do mercado da pecuária bovina de corte, analisando principalmente o mercado do bovino gordo, porém poucos foram os trabalhos que buscaram verificar a presença da eficiência nas negociações em leilões à vista. Com isso, o presente estudo buscou também verificar se a hipótese de eficiência do mercado pode ser rejeitada ou não, considerando o case da Clínica Remates que realiza todos os seus leilões na praça de Lavras do Sul RS. Objetivou-se identificar a possível existência e o melhor modelo de previsão dos preços para os dados disponíveis.

2.4 Modelos de previsão de preços

As previsões são de relevância para as empresas, já que estas podem influenciar em vários segmentos e auxiliar nas tomadas de decisões. Com isso uma série de benefícios podem ser associados às previsões como a melhoria nas informações de serviços, maximização de recursos, crescimento produtivo e operacional (DELURGIO, 1998).

Para realizar previsões satisfatórias é necessário o conhecimento do mercado e as suas necessidades, conseguir formar uma base de dados consistente e saber analisá-los, articular setores diferentes e conhecer as ações que afetam a sua demanda. Assim, além de ser importante o conhecimento do processo das previsões, também é de relevância o domínio do modelo a ser adotado de previsão (CHATFIELD, 1995).

A escolha do modelo a ser adotado é fator relevante para conhecer as características gerais e o método científico de previsão. Existem diversas maneiras de classificar os métodos de previsão, porém a principal diferenciação é a de métodos qualitativos e métodos quantitativos. Os métodos quantitativos ainda são subdivididos em séries temporais e métodos multivariáveis (FABRIS, 2000).

Os métodos de previsão qualitativos são baseados na opinião de pessoas ligadas diretamente ao meio de interesse como fornecedores, clientes, varejo, gestores. Esses métodos são utilizados normalmente para períodos longos de previsão (ARMSTRONG e COLLOPY, 1998). A sua utilização, muitas vezes, é

complementar aos métodos quantitativos. As empresas, por exemplo, utilizam esses modelos para prever a demanda de novas tecnologias, mercados, desenvolvimento de produtos e estratégias. Assim, se torna interessante a utilização desses métodos para prever efeitos no futuro de eventos recentes, que ainda não podem ser observados em dados históricos, ou de eventos que não ocorreram no passado, mas que podem ocorrer no futuro (SCHWITZKY, 2001).

Com isso, o estudo irá abordar especificamente os modelos quantitativos, sendo primeiramente apresentada abordagem sobre os modelos multivariáveis e após uma revisão sobre os modelos de séries temporais e suas aplicabilidades na comercialização de bovinos de corte, visando validar os modelos que serão propostos na pesquisa.

2.4.1 Modelos multivariáveis

Os modelos multivariáveis analisam o comportamento das variáveis simultaneamente, buscando em geral identificar as variáveis que são menos impactantes no objeto de estudo, podendo excluí-las e simplificar os modelos estatísticos, assim facilitando a compreensão dos efeitos das relações entre as variáveis relevantes. As análises buscam facilitar as tomadas de decisões com as informações obtidas dos conjuntos de dados, principalmente em situações em que os dados multivariados não sugerem a utilização de modelos unidimensionais.

A classificação para os modelos multivariáveis segundo Hair et al. (2009), consiste em três perguntas em relação aos objetivos da pesquisa e o tipo dos dados, sendo: i) As variáveis incluídas na pesquisa, podem ser categorizadas como independentes ou dependentes? ii) Se sim, quantas dessas variáveis podem ser tratadas como dependentes na análise? iii) Qual a forma de medida das variáveis?

As perguntas de Hair et. al. (2009) buscam esclarecer quais técnicas devem ser aplicadas nos dados, se serão técnicas de dependência ou de interdependência. As técnicas de dependência são aplicadas nos casos em que o conjunto das variáveis independentes podem explicar o comportamento da variável dependente. Essas técnicas são agrupadas por dois principais critérios, sendo o primeiro o número de variáveis dependentes, este podendo ser com uma única variável dependente ou várias, também pode haver relações de dependência entre as variáveis. O segundo critério, é o tipo de escala de medida das variáveis, podendo estas serem medidas

quantitativas ou qualitativas. Recomenda-se em casos em que os dados apresentam uma única variável dependente quantitativa, os modelos de regressão múltipla. Porém os casos para as técnicas de interdependência, são quando as variáveis não são independentes ou dependentes, sendo necessário a análise simultânea de todas as variáveis. A escolha da técnica de interdependência será atrelada com o tipo de estrutura do conjunto das variáveis, podendo ser recomendado a análise fatorial, análise de agrupamento, análise de correspondência, entre outras.

Vários estudiosos utilizaram os modelos de multivariáveis para precificação de bovinos comercializados em praças de leilões, computando as características físicas dos animais, estratégias dos leilões e condições ambientais.

Christofari et al. (2009) analisaram as influências das características do momento dos bezerros comercializados em leilão sendo a ordem de entrada, tempo em pista, número de lances, uniformidade dos lotes e as estratégias de comunicação sobre o preço final por quilograma dos bezerros. As amostras foram computadas nas estações de outono e primavera; todos os dados são do Rio Grande do Sul com período total de três anos consecutivos: 2004, 2005 e 2006. Para analisar os efeitos das características dos lotes sobre o preço por quilograma, realizou-se a análise de variância e para o efeito do tempo de permanência em pista sobre o preço final, utilizou-se a correlação e regressão.

Os resultados encontrados Christofari et al. (2009) demonstraram que os efeitos das características dos lotes sobre o preço final do quilograma têm maiores impactos em período que se tem uma baixa demanda e menos interessados. Mas em períodos com altas demandas, os efeitos das características diminuem sobre o preço final por quilograma. Outras observações foram que os períodos iniciais e finais do leilão, demonstraram efeitos negativos sobre os preços. Em relação à homogeneidade dos lotes para raça e estado corporal obtiveram relação positiva com maior número de compradores interessados.

Além disso, Christofari et al. (2009) indicaram que no Rio Grande do Sul ainda se observa poucos lotes com informações claras quanto ao histórico dos manejos realizados e origem dos animais, assim dificultando para os compradores a correta diferenciação dos lotes, já que estas informações são de grande utilidade, pois possibilita aos interessados escolher de forma mais adequada os lotes que lhe interessam e não só apenas através da visualização dos animais no momento do

leilão, como também as informações sobre manejo sanitário, histórico técnico e manejo nutricional.

O estudo de Christofari et al. (2009) mostrou a importância na comunicação das informações sobre os lotes e que a ordem de entrada dos animais e a homogeneidade dos lotes influenciaram no preço final dos bezerros comercializados em leilões no Rio Grande do Sul, principalmente em períodos com baixa demanda e alta oferta.

Koetz et al. (2014) investigaram os efeitos das características fenotípicas que influenciam o preço dos bezerros comercializados em leilão na região norte do Paraná. Os lotes foram classificados visualmente em relação ao sexo, a uniformidade, biotipo, grupo genético, o tempo de permanência em pista e os preços dos lotes. Os dados foram coletados no período entre abril de 2011 até abril de 2012, totalizando uma amostra de 197 lotes com 4.289 bezerros. Os dados foram armazenados em Excel® e aplicadas as análises estatísticas referentes à frequência, desvio padrão, média e, após a constatação da normalidade dos dados, realizou-se análise de variância com nível de 5%.

Os achados por Koetz et al. (2014) apresentaram um percentual de liquidez nas vendas de 76%, com os machos obtendo um preço final por quilograma superior quando comparado com as fêmeas, em torno de 11%. A uniformidade dos lotes considerou características relacionadas com o peso, qualidade e conformidade dos animais. Os achados foram que os compradores têm maior preferência por lotes mais homogêneos com raças mista/taurinas, apresentando uma valorização significativa em relação aos lotes não-uniformes. O tempo dos animais em pista foi em média de três minutos e não apresentou relação significativa com o preço final do quilograma.

Os resultados do estudo de Koetz et al. (2014) foram, ainda, que os preços dos bezerros comercializados em leilões no período do estudo ficaram estáveis. Os lotes mais valorizados foram compostos por animais preponderantemente das raças taurinas, homogêneos, machos e com boa conformação. Essas informações se tornam úteis para os participantes dos leilões, pois auxilia no planejamento da comercialização e formação dos lotes nos leilões.

Tate et al. (2016) avaliaram os fatores espaciais, temporais e de qualidade que afetam os preços dos bezerros e novilhos na Califórnia e oeste dos EUA, utilizando dados de leilões de vídeo submetidos à análise de regressão. O estudo trouxe uma análise do impacto das condições espaciais e temporais no preço dos bezerros e

novilhos, isolando os efeitos da venda de bezerros a termo e demonstrando os vínculos das variações dos prêmios ao longo do tempo, entre as práticas de valor agregado com o ciclo bovino. Os dados foram coletados do sistema da WVM (Califórnia), sendo a quantidade de lotes igual a 6.500 para os bezerros e a 8.016 para os novilhos. O período de coleta ocorreu entre 1993 e 2013, sendo todos os bezerros machos castrados com idade ao redor dos 6 meses de idade, pesando entre 204 até 272 quilogramas, com uma amostra de 888.438 animais. Os novilhos também eram castrados, pesando entre 363 até 431 quilogramas e com amostra de 1.300.440 animais. Os dados utilizados na maioria das análises foram principalmente do período coletado (2004-2013), porém todos os anos foram incluídos para analisar a variabilidade do prêmio em relação as práticas de valor agregado. Para analisar o preço foi utilizado uma regressão tradicional, sendo a unidade de análise os lotes, sobre os preços recebidos por 45 quilogramas de peso vivo (R\$/45 Kg PV).

As variáveis utilizadas por Tate et al. (2016) nos modelos para as características físicas foram: número de animais, raça, peso médio do lote. A característica geográfica foi a distância da origem dos animais até o centro de processamento de Omaha, pela quilometragem do Google Maps do ponto de processamento até o centro de origem. Características de práticas de valor agregado, foram os bovinos com certificação natural. Estes foram bovinos que não receberam implantes e/ou antibióticos. A outra variável se eram candidatos ou não para a certificação de carne angus. As características para avaliar o efeito do tempo foram o mês de entrega dos animais ao comprador e se o contrato foi realizado a termo ou não.

O desenvolvimento de dois modelos no estudo do Tate et al. (2016), um para bezerros e outro para os novilhos, permitiu especificar algumas variáveis que eram em comum, objetivando melhorar a determinação do preço para cada categoria. As variáveis em comum foram as certificações, a fonte de origem, a idade, o peso, características do histórico de manejo, a raça, alimentação dos bovinos. Para avaliar os efeitos das datas de vendas e entrega, foram avaliadas vendas a termo com entregas para 1 mês, 2 meses, 3 meses, 4 meses ou mais. A linha de base foram os contratos à vista, com isso possibilitando conferir os prêmios ou os descontos com os contratos a termo. Os intervalos avaliados foram bienais no período de 10 anos.

Os resultados encontrados por Tate et al. (2016) foram que a distância do centro de origem foi estatisticamente significativa a nível de 1%: quanto maior era a

dispersão do centro de origem dos lotes comercializados, em relação ao principal ponto de alimentação e processamento, maior eram os descontos sofridos nas negociações. Os descontos espaciais estão fortemente vinculados aos custos de envio destes animais. Em relação aos impactos nos preços em função dos contratos a termo, foram significativos a nível de 1% em todos os períodos tanto para bezerros como também para os novilhos. Porém, os coeficientes não fornecem as estimativas de prêmios ou descontos associados aos contratos a termo *versus* à vista, pois o valor de venda é em função do peso previsto na entrega. Com isso, é necessário comparar o preço do leilão vendido a termo com a estimativa desse lote ter sido vendido em um leilão à vista no mês da entrega dos bovinos. Assim, foi calculado o preço previsto para cada lote contratado a termo no conjunto de dados de 2004 até 2013, e em seguida calculado o preço previsto para o mesmo lote, se ele tivesse sido vendido à vista em seu mês de entrega. Porém, existe alta variabilidade nos prêmios do contrato a termo, refletindo as mudanças na condição do mercado e nas expectativas do preço entre o mês de venda e o mês da entrega, em geral quanto maior o prazo a termo, melhores eram os prêmios recebidos.

Em relação às variáveis de valor agregado, os resultados demonstrados por Tate et al. (2016) indicaram que o desmame gerou prêmios aos bezerros ao longo do período de 10 anos e se manteve estável quando analisado pelas regressões bienais. Candidatos à certificação angus e certificação natural obtiveram prêmios para as duas categorias. A idade e a suplementação com feno obtiveram prêmios e apresentaram consistência nas regressões bienais para os bezerros e os novilhos. A variabilidade da carne e da estrutura dos animais do lote obtiveram descontos. Esta variação dependeu do grau de variabilidade e nos últimos 10 anos da amostra aumentou proporcionalmente. Em relação ao peso, quanto maior, menor era o preço pago ao quilograma de peso vivo.

Foi observada por Tate et al. (2016) grande variabilidade nos prêmios, tanto para os bezerros como também para os novilhos nos modelos de regressão bienais. Com isso, passou-se a testar a variabilidade em função do ciclo do gado, assim a hipótese de que nos períodos com estoque altos de bovinos, os compradores estão menos motivados a licitar suas avaliações para os lotes específicos. Para testar, utilizou-se os coeficientes de regressão das características de valor agregado e o estoque anual de gado do USDA.

A principal variável explicativa do modelo proposto por Tate et al. (2016) foi o estoque de gado do USDA, impactando negativamente nos prêmios de ganho de preço, assim estimando que o aumento em um milhão de cabeças de gado no estoque, reduziu os prêmios de valor agregado entre 0,08/45 kg PV e 0,09/45 Kg PV.

Cada vez mais os modelos de precificação para os bovinos vivos parecem se apresentarem de forma relevante para os produtores e a indústria, pois os leilões armazenam dados detalhados sobre os animais que são comercializados, conseguindo por meio destes modelos apresentar as principais variáveis que impactam positivamente e negativamente sobre os preços.

O estudo conduzido por Tate et al. (2016) foi pioneiro em isolar os prêmios recebidos para contratos a termo oferecidos pelos vendedores nos leilões de vídeo. No geral os prêmios foram positivos em todas as regressões apesar de existir grande variabilidade e foram significativos estatisticamente para os contratos inseridos nos modelos. Também foi o primeiro estudo que considerou o impacto dos estágios do ciclo dos bovinos nos prêmios de valor agregado. A constatação final foi que existe uma desvantagem geográfica para os produtores que estão mais longe dos principais centros de processamento.

Lopez, Bankole e Wahrmund (2017) buscaram identificar os fatores determinantes para os diferenciais de preços dos animais de reposição comercializados à vista em leilões no nordeste do Texas. Os dados para compor o modelo de regressão baseado na teoria de Lancaster (1996) foram relacionados com as características físicas dos lotes de bezerros como: sexo, raça, média de peso do lote, quantidade de animais no lote, coletados entre o período de 2010 a 2013 na Northeast Texas Beef Improvement Organization, resultando em um total de lotes de 1.645 para machos e 1.401 para fêmeas. Em relação aos preços futuros do gado de reposição, foram coletados no Chicago Mercantile Exchange Group. Os parâmetros utilizados para estabelecer o modelo foram os mínimos quadrados ordinários.

O coeficiente de regressão (R^2) do modelo de Lopez, Bankole e Wahrmund (2017) foi de 64%, o que significa que o modelo explicou a variação no preço dos bovinos comercializados nos leilões em 64%. Variáveis de sazonalidade não foram incluídas e nem os preços base do mercado no momento do leilão. Os resultados foram significativos para todas as características dos lotes; o tamanho e raças europeias tiveram efeito positivo; o peso teve efeito negativo; em relação ao sexo, as fêmeas tiveram uma desvalorização quando comparadas com os machos. Os

contratos futuros foram significativos há nível de 1%, com exceção dos meses de agosto e março. Os meses dos contratos futuros de abril e novembro tiveram efeito negativo; para os meses de setembro e outubro os efeitos foram positivos em relação ao preço, sendo outubro o mês de maior impacto no preço à vista.

Para melhorar estatisticamente o poder de explicação do modelo proposto por Lopez, Bankole e Wahrmund (2017), os autores sugeriram que mais estudos deveriam ser realizados, incluindo variáveis de custos de transação, sazonalidade, preços futuros de produtos para alimentação dos bovinos como milho, soja, sementes etc. O trabalho demonstrou que os preços futuros e as características dos lotes são relevantes para explicar os preços dos animais comercializados à vista em leilões no nordeste do Texas.

No Uruguai, Lanfranco e Castaño (2017) realizaram um trabalho com o objetivo de quantificar os efeitos das condições ecológicas nos preços dos animais de reposição (novilhos, novilhas e vacas) comercializados em leilões. Os fatores ecológicos sugeriram padrões de preços geográficos para os bovinos de reposição em sistemas de criação extensiva, demonstrando que variações do clima nas diferentes épocas do ano, tem efeitos na oferta e demanda de bovinos, com isso impactando os preços dos bovinos comercializados em leilões.

Os fatores considerados por Lanfranco e Castaño (2017) nos modelos para as características ecológicas foram divididos em dois grupos, permanentes: índice CONEAT (mensura a produtividade do solo em carne e lã, em função do tipo de solo) e milímetros de água no perfil do solo. As variáveis das condições ecológicas não permanentes foram: índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI), indicador este que representa a disponibilidade de pastagem e os valores considerados foram do mês anterior a comercialização. O escoamento de água superficial no solo e % de água disponível no perfil do solo, foram considerados os valores do trimestre anterior da comercialização de cada lote, sendo a fonte dessas variáveis o Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). As características relacionadas aos bovinos eram: sexo, idade, raça, nutrição melhorada, grau de uniformidade do lote, área de marcação e se tinha infestação de *Bacharis coridifolia* na origem dos bovinos. As características relacionadas ao mercado e ao leilão foram: preço do boi gordo, taxa de câmbio, época de venda, estratégia de marketing do leilão, ordem de entrada, tamanho do lote e se o lote era recomendado ou não.

Em relação aos dados das leiloeiras, Lanfranco e Castaño (2017) coletaram os dados de três empresas: a Lote 21, a Plaza Rural e a Pantalha Uruguai. Quanto à amostra, o número de observações foi de 14.476 lotes individuais, em 91 leilões de vídeo entre junho de 2002 até junho de 2009. Os dados do mercado foram coletados do INIA e do Banco Central do Uruguai; as fontes dos dados ecológicos foram extraídas das delegacias de polícia de origem dos lotes. O modelo regressivo utilizado foi o de Rosen (1974). Entre as vantagens da utilização dos modelos regressivos, segundo os autores, está que este possibilita mensurar o efeito de cada variável independente sobre a variável dependente, utilizando da regressão multivariada com o método dos mínimos quadrados ordinários.

O modelo final de Lanfranco e Castaño (2017) foi composto por 12.518 observações. Para evitar problemas de singularidade na matriz de dados devido à presença de uma constante de regressão, uma opção foi descartada para as variáveis binárias compostas (raça, cruzamento, e estação do ano) e suas interações. O teste de hipótese rejeitou o H_0 e concluiu que o modelo tem poder explicativo, com R^2 ajustado igual a 0,859. Os efeitos das variáveis ecológicas permanentes foram significativos estatisticamente, mas com sinais diferentes e a correlação foi baixa (0,44), assim, permitindo que as duas permanecessem no modelo. A variável CONEAT teve relação positiva e linear com os preços dos bovinos, porém a variável milímetros de água no perfil do solo teve efeito positivo e negativo, dependendo da quantidade de chuva, o que significa a presença de uma relação não-linear: chuva pouca ou em excesso pode prejudicar os preços dos bovinos.

Em relação aos efeitos das condições ecológicas sazonais, os resultados encontrados por Lanfranco e Castaño (2017) foram significativos estatisticamente para as estações de outono e inverno, com base na primavera; o verão não foi estatisticamente significativo, quer dizer que não houve diferença estatística entre o verão e a primavera. No outono houve desconto, porém no inverno foi ao contrário: os lotes receberam prêmios. Para o NDVI, a temperatura e a precipitação todos foram significativos. O coeficiente da quantidade real de umidade disponível no perfil do solo, foi significativo estatisticamente, com relação linear positiva e relação quadrática negativa, significa que os preços dos bovinos aumentam com o aumento da umidade do perfil do solo, porém a taxas decrescentes. O escoamento de água superficial foi significativo e teve relação negativa com os preços dos bovinos comercializados.

Os efeitos dos fatores ecológicos encontrados por Lanfranco e Castaño (2017), variaram conforme a estação. Por exemplo, os efeitos da disponibilidade de água são mais impactantes nos preços dos bovinos no outono e menos no verão e inverno. A cobertura vegetal tem maior efeito na estação de verão. Somando os efeitos não permanentes e permanentes nos preços dos bovinos, surgem os padrões sazonais de preços dos bovinos de reposição. Assim, os efeitos ecológicos sazonais sobre o preço dos animais de reposição não são os mesmos para os diferentes anos: variações acima ou abaixo da média nos padrões ecológicos iram influenciar os preços dos bovinos de reposição comercializados nas praças de leilões no curto prazo.

Buscando inferir sobre os efeitos no preço de touros comercializados em leilões, a pesquisa realizada por Evangelista et al. (2019) teve como objetivo determinar quais fatores mais influenciavam no preço de compra dos touros no estado do Rio Grande do Sul. Os dados foram coletados no período de agosto até novembro de 2013, somando um total de setecentos e sessenta touros que foram comercializados em leilões de seis cidades diferentes. As variáveis que foram utilizadas na pesquisa foram: escore de musculosidade, escore de condição corporal, raça, peso, escore de frame e ordem de entrada dos animais em pista. As análises estatísticas utilizadas para mensurar o grau do efeito das variáveis sobre o preço final, foram um modelo linear generalizado e a execução da ANOVA com teste de Tukey com nível de significância de 95%. A liquidez dos leilões foi em torno de 90%, apresentando uma amplitude alta entre os preços dos touros.

Os resultados encontrados por Evangelista et al. (2019) foram que o peso, o escore de musculosidade e o escore de condição corporal, não apresentaram efeitos significativos sobre o preço final dos touros. Mas a ordem de entrada dos animais em pista e a raça, apresentaram significância, com os resultados demonstrando declínio dos preços quando o leilão transcorria do primeiro quarto para o segundo. Houve acréscimos para todas as raças, entre o terceiro quarto do leilão para o final. Os touros com menor escore de frame foram os que receberam os menores preços e a raça que obteve a maior valorização foram os touros Angus, estes sendo comparados com as raças Brangus e Hereford. Porém os animais Angus somente foram 15% do total de touros coletados na pesquisa, isto pode ter influenciado nos preços, pois estes animais foram originados de criatórios muito reconhecidos nos estados e com animais de alto padrão.

Os achados por Evangelista et al. (2019) demonstraram que muitas variáveis podem influenciar os preços dos touros comercializados em leilão, mas para as características em relação aos animais avaliados os principais efeitos, foram atribuídos para a conformação e a raça dos touros. Em relação ao leilão, a ordem de entrada na pista influenciou o preço final dos touros para todas as raças.

Harris et al. (2020) buscaram adaptar espacialmente o modelo regressivo de Lanfranco e Castaño de duas maneiras, sendo o modelo de regressão que leva em consideração os efeitos de autocorrelação espaciais no termo de erro e um modelo de regressão que considera os efeitos da heterogeneidade espacial na resposta no termo de erro.

Os dados coletados por Harris et al. (2020) foram das três maiores leiloeiras virtuais do Uruguai, totalizando uma amostra de 14.476 lotes em 91 leilões, no período de 2002-2009. Os animais eram machos e fêmeas de recria/engorda. As informações em relação às características dos animais foram: sexo, peso, classe, condição, uniformidade de idade, conformação do lote, nutrição, área infestada de carrapato, área infestada por mio-mio e raça. As características do mercado consideradas foram: taxa de câmbio, preços médios do boi gordo. As características do leilão foram: ordem de entrada dos animais na pista, tamanho do lote, lote recomendando. As variáveis agroecológicas foram divididas em dois grupos: as variáveis permanentes: produtividade do solo (CONEAT), capacidade de retenção de água no perfil do solo; e as variáveis temporárias: época de venda (verão, outono, inverno, primavera), condição de pastagem, escoamento de água superficial, água disponível no solo. As interações entre os preditores: escoamento de água superficial x água disponível no solo, condição de pastagem x estação do ano, escoamento de água superficial x estação do ano, água disponível no solo x estação do ano.

Os modelos estatísticos utilizados por Harris et al. (2020) foram regressão linear, modelo misto, regressão multiescala geograficamente ponderada, sendo estes estimados por meio dos mínimos quadrados ordinários, máxima verossimilhança restrita e um procedimento iterativo de *back-ajuste* de mínimos quadrados ponderados, respectivamente. Os resultados dos modelos são apresentados através de R^2 e AIC. Os resultados dos modelos para a estatística do R^2 foram, 0,85, 0,85, 0,89 e para estatística AIC foram de -5144, -5168, -5426, para os modelos de regressão linear, modelo linear misto e regressão multiescala geograficamente ponderada, respectivamente.

O modelo desenvolvido por Harris et al. (2020) que apresentou melhor resultado estatístico foi o de regressão multiescala geograficamente ponderado. Este estabeleceu as relações do preço dos bovinos e seus preditores em escalas globais, amplamente regionais e altamente locais. Sobre a relação das condições não estacionárias, quatro foram significativas em todos os lugares: preço do boi, sexo masculino, peso vivo e a interceptação. Os relacionamentos estacionários foram 17 significativos a nível de 5%: taxa de câmbio, ordem de entrada, tamanho do lote, lote recomendado, peso vivo, classe, raça leiteira, hereford, capacidade de retenção de água, escoamento superficial, água disponível no solo e as interações entre, escoamento de água superficial x água disponível no solo e condição de pastagem x época do ano. O estudo sugere que os preços de mercado são influenciados por todos os grupos de preditores, em relação as características dos bovinos, leilões e ecológicos. A utilização do modelo linear misto e o modelo de regressão geograficamente ponderada multiescala, melhorou a mensuração dos efeitos geográficos sobre os preços dos bovinos, quando comparado com o modelo de regressão linear.

Diversos estudos já realizaram pesquisas para quantificar os efeitos das características físicas dos bovinos e as estratégias de marketing dos leilões sobre o valor final dos animais, porém poucos estudos computam além dessas características, também os efeitos ambientais, como fatores do mercado e climáticos. Os modelos apresentados demonstram a complexidade de incluir estes fatores e que mais modelos devem ser desenvolvidos para melhorar a compreensão das diferentes variáveis sobre os preços dos bovinos comercializados em leilões.

Por meio da revisão de literatura e dos dados disponíveis na praça do estudo em questão, foi possível coletar as informações pertinentes para a pesquisa e com isso explorar os dados para verificar quais fatores influenciam nos preços e qual modelo econométrico representa melhor os dados.

Com isso, o estudo primeiro explorou os modelos multivariáveis para identificar quais os fatores intrínsecos aos lotes de animais que influenciavam nos preços e após, optou-se também em testar os modelos de séries temporais para analisar qual destes representa melhor os dados. Desta forma, na sequência será abordado sobre os modelos de séries temporais e as suas aplicabilidades na comercialização de bovinos de corte.

2.4.2 Modelos de séries temporais e suas aplicações na pecuária bovina de corte

Os métodos de séries temporais para realizar previsões consistem nos padrões internos dos dados fornecidos para prever o futuro. O propósito é identificar os padrões dos valores passados e projetá-los no futuro, assim baseando-se nas informações passadas e atuais. É possível estimar de forma quantitativa o futuro. Identificar um comportamento na análise dos dados ao longo do tempo, é menos impreciso, pois são expressos por notações matemáticas, estabelecendo de maneira objetiva como a previsão é realizada e possibilitando a aplicação de uma grande base de dados históricos (Moore e Weatherford, 2005).

Existem vários modelos de séries temporais. Entre os mais utilizados estão os Modelos Box & Jenkins, Modelos Bayesianos, Autorregressivo Integrado de Média Móvel e de Redes Neurais. Todos com o mesmo objetivo que é extrapolar valores futuros, porém diferenciam-se principalmente no grau de complexidade e no tratamento dos dados. Alguns trabalhos já avaliaram o poder preditivo dos modelos de séries temporais para o mercado de bovinos de corte, demonstrando que o melhor modelo a ser utilizado irá depender dos dados e o objetivo do estudo.

Bressam (2004) pesquisou a aplicabilidade de previsões de séries temporais em negociações de contratos futuros para boi gordo, café e soja, em operações de compra e venda de contratos nesses mercados na então BM&F. Os modelos testados foram, modelo autorregressivo de médias móveis (ARIMA), modelos lineares dinâmicos e redes neurais artificiais. Utilizando-se dos dados da BM&F para realização das previsões entre janeiro de 1998 e dezembro de 1999, os resultados foram analisados a partir do desempenho preditivo e critérios operacionais de compra e venda de contratos, em datas próximas do vencimento.

Conforme a pesquisa de Bressam (2004), o melhor modelo para os três mercados foi o ARIMA, que teve rápida adaptabilidade e estrutura parcimoniosa, com médias positivas nas simulações de compra e venda de contratos futuros. Os modelos lineares dinâmicos também apresentaram resultados satisfatórios com retornos positivos derivados de corretas simulações de tendência do mercado, principalmente do boi gordo. Os modelos redes neurais desempenharam bem para os mercados de boi gordo e a soja, porém para o café tiveram resultado com médias negativas, limitando seu uso para este mercado. Outro fator, é que os modelos de redes neurais,

necessitam de alta subjetividade na interpretação das variáveis envolvidas no processo de modelagem. Assim, o potencial de cada um dos métodos estudados está associado a facilidade ou dificuldade na compreensão e aplicação dos mecanismos que determinam sua estimação. Estas ferramentas podem ser utilizadas para identificação de tendência de preços em negociações em um horizonte de curto prazo.

Os resultados encontrados por Bressan (2004) demonstraram que a aplicabilidade destes modelos de previsão apresentou maior potencial de utilização em mercados com baixa liquidez. Isto deriva do desempenho destacado no mercado futuro de soja em grão, que tem baixo volume de negociação quando comparado com os outros e as limitações do desempenho dos modelos estão diretamente relacionadas com os objetivos e os critérios de avaliação que o analista atribui.

O estudo conduzido por Costa (2012) buscou prever os preços da arroba do boi gordo utilizando os modelos ARIMA, com objetivo de apresentar uma tendência dos preços previstos. Os modelos ARIMA são compostos por três componentes, sendo o componente autorregressivo, o componente de integração e o componente de média móvel. Estes componentes irão variar seus parâmetros conforme melhor for a combinação destes para representar a série dos dados. Os componentes autorregressivos são utilizados para séries que apresentam autocorrelação nas observações, ou seja, o valor da observação do período t é função do valor observado da variável defasada. O componente de integração é utilizado para tornar séries não estacionárias em séries estacionárias e o componente de média móvel, é aplicado para os casos em que os resíduos apresentam autocorrelação.

Estes modelos testados por Costa (2012) baseiam-se principalmente em dois pressupostos que são: a parcimônia, que significa que quanto menor o número de parâmetros para representar a série, melhor; e a interatividade, que consiste basicamente na comparação dos dados projetados com os valores observados. A construção do modelo foi dividida em três etapas. A primeira etapa foi a identificação, que consiste em preparar os dados e realizar os testes para seleção do modelo. A segunda etapa é a estimação, que é responsável por estimar os parâmetros do modelo e gerar os coeficientes, possibilitando fazer o diagnóstico e a validade do modelo, através da significância dos coeficientes, as análises da autocorrelação e autocorrelação parcial e as análises dos resíduos. A terceira etapa consiste na geração das previsões dos preços e suas análises.

Os resultados de Costa (2012) apresentaram um padrão sazonal da série, com isso dificultando encontrar os parâmetros do modelo, pois séries com padrões sazonais complexos dificultam na identificação do melhor modelo. Os valores futuros gerados para o curto prazo apresentaram quedas nos preços, acompanhadas os preços observados, com quedas em novembro, dezembro e janeiro, mas recuperação para os meses a partir de março. Assim estes modelos apresentam uma alternativa de auxílio para os produtores que engordam seus animais, facilitando a tomada de decisões tanto no melhor momento de começar a engorda, como também na comercialização dos animais acabados.

Para estudar o mercado em Tocantins, Dilly e Faria (2018) construíram um modelo de previsão para a arroba do boi gordo, através dos modelos ARIMA. Os dados utilizados compreenderam o período de 2010 até 2018, para gerar previsões até 2030. A exploração por Dilly e Faria (2018) buscou identificar o melhor modelo que representasse os dados, fazendo uma decomposição em três níveis e algumas estatísticas iniciais foram testadas como, média, desvio padrão e coeficiente de variação. A verificação para a estacionariedade da série foi realizada com gráfico de dispersão e a autocorrelação. Confirmada a não estacionariedade dos dados, foi necessário fazer a diferenciação da série para torná-la estacionária.

Os resultados de Dilly e Faria (2018) apresentaram uma baixa dispersão, menor que 15%, e as análises dos resíduos demonstraram ausência de autocorrelação serial. Com isso, foram analisadas as previsões até 2030. Estas não apresentaram oscilações significativas, demonstrando uma estabilidade nos preços projetados. Porém, os autores recomendam que estudos ainda devam ser feitos para analisar melhor os preços no estado do Tocantins, podendo testar e comparar modelos econométricos distintos para previsões dos preços, buscando auxiliar nas estratégias dos pecuaristas em obter maiores lucros da atividade.

O estudo realizado por Payne et al. (2019) utilizou dados de três locais da Georgia com o objetivo de identificar maneiras de melhorar as previsões de base para o preço dos bovinos. Foram criadas previsões ingênuas, utilizando uma média móvel, e vários modelos de regressão, com a combinação de médias bayesianas. Avaliação dos modelos foi realizada por meio do desempenho das previsões fora da amostra.

Os modelos de regressão testados por Payne et al. (2019) variaram conforme local e horizonte de previsão, os autorregressivos demonstraram bons resultados quando os horizontes eram mais curtos e os modelos com defasagens anuais ou com

informações do mercado atual, se saíram melhor com horizontes mais longos. O modelo com média bayesiana superou a melhor previsão ingênua para previsões com horizontes longos em 2 dos três locais testados. O melhor modelo estimado de todos os lugares e para todos os horizontes continha as variáveis fundamentais, estas não demonstravam melhorar a consistência do modelo de previsão, mas mostrou-se fundamental para explicar a base e deve-se incorporar estas informações para modelos de base.

Para horizontes curtos os resultados encontrados por Payne et al. (2019), foram que os modelos de regressão, o modelo de média bayesiana e o melhor modelo ingênuo tem resultados similares, porém quando o horizonte é longo o modelo de regressão apresentou erro menor que o modelo ingênuo. Já horizontes de previsões curtas, o modelo ingênuo sem mudança é o melhor, para horizontes mais longos, uma média móvel de 3 ou 4 anos apresentou o melhor desempenho entre os modelos ingênuos. Quando se comparou os modelos ingênuos com os de regressão, os de regressão apresentaram desempenho melhor para todos os lugares e todos os horizontes. Os modelos de média bayesiana tiveram resultados diferentes para diferentes horizontes e lugares.

Os modelos de média bayesiana na pesquisa de Payne et al. (2019) foram responsáveis por demonstrar as incertezas dos modelos nos locais e pelas mercadorias consideradas, estes modelos ficaram entre os 10 melhores para previsões de horizontes curtos. Os resultados do trabalho demonstram que é importante testar vários modelos para previsão, a fim de encontrar o melhor modelo e que dependendo das informações contidas, dos horizontes de previsão e os locais, os modelos terão resultados distintos.

Santos (2021) buscou comparar os modelos ARIMA com os modelos de inteligência artificial (GRU), para prever o preço futuro da arroba do boi gordo. Os dados utilizados da arroba do boi gordo foram fornecidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), entre o período de janeiro de 1998 até maio de 2021, distribuídos mensalmente. Primeiro, o estudo de Santos (2021) realizou uma exploração dos dados e após estabeleceu os modelos ARIMA e GRU, a serem aplicados. Os parâmetros utilizados para avaliar qual dos modelos representou melhor os dados foram: Percentual do erro médio absoluto (MAPE), Coeficiente de determinação (R^2) e a raiz quadrada do erro médio quadrático (RSME). Entre os modelos ARIMA testados o que apresentou menor critério de Aikake foi o ARIMA

(1,1,0) e analisando os resíduos, estes apresentaram independência através do teste de autocorrelação, permanecendo todas as observações dentro do intervalo de confiança. O valor do MAPE foi de 2,72%, indicando que o modelo pode representar os dados. O modelo de rede neural GRU foi utilizado 70% dos dados para o treinamento e os outros 30% para a validação. Os resultados foram melhores para o GRU, porém com poucos ganhos, com o MAPE igual há 2,05% e o R^2 de 77%. Além disso, as previsões geradas para cinco períodos dos dois modelos, obtiveram valores similares em relação aos observados.

Com os resultados encontrados por Santos (2021) pode-se concluir que os dois modelos são satisfatórios em representar os dados, podendo ser aplicados para o desenvolvimento de previsões dos preços para arroba do boi gordo, auxiliando no planejamento comercial dos envolvidos na produção da pecuária bovina de corte.

Por meio da revisão bibliográfica o presente estudo direcionou os testes buscando encontrar o melhor modelo para representar os dados. Os primeiros testes foram realizados com modelos multivariáveis, com o intuito de analisar quais variáveis mais impactam e seus efeitos sobre os preços dos bezerros. Com os resultados do modelo de regressão multivariável, sugeriu-se testar os modelos de séries temporais para representar os dados. A metodologia e os resultados de cada modelo, serão apresentados de forma separada, a seguir.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Dados

A seleção das variáveis para construção dos modelos foi baseada em revisão bibliográfica e na disponibilidade dos dados da empresa analisada, considerando a importância atribuída às diferentes variáveis independentes já analisadas em outros estudos. Os dados para o estudo foram planilhados no Software Microsoft Excel® e o período da coleta dos dados foi de janeiro de 2017 até fevereiro de 2022, distribuídos mensalmente, somando 62 períodos. Computou-se uma amostra total de 2.740 lotes, com um total de 30.162 bezerros machos. Todos os dados são referentes à empresa Clínica Remates que atua na praça de leilões de Lavras do Sul RS.

A média de peso dos lotes foi de 186 quilogramas e variou entre 60 até 409 quilograma de peso vivo, e a quantidade de animais por lote variou de 1 até 40 animais, com média de 11 animais por lote. As variáveis coletadas foram: as datas dos leilões, o número de participantes que efetivaram negócios na comercialização de bezerros. Em relação aos lotes, as informações disponíveis na praça foram: a quantidade, a média de peso dos lotes e o preço médio final por quilograma de bezerro.

As variáveis independentes coletadas relacionadas ao mercado foram: o preço do quilograma do boi gordo, preço do saco de 60 quilogramas da soja e do milho, sendo esses dados coletados nas cotações agropecuárias publicadas semanalmente pela Emater RS. As variáveis macroeconômicas compiladas foram: Produto Interno Bruto, obtido no Sistema de Contas Nacionais Trimestrais (IBGE); a taxa de juros Selic, coletada no site do Ministério da Economia; a taxa de desemprego, considerada pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Contínua mensal; e a taxa de câmbio, considerando o dólar preço de venda publicado pelo Banco Central do Brasil. As condições climatológicas consideradas foram: a luminosidade e a precipitação, estas coletadas por dia da estação meteorológica do município de Bagé RS.

As variáveis preço por quilograma de bezerro, preço do boi gordo, preço do saco da soja e do milho, foram deflacionadas para o mês de fevereiro de 2022, pelo Índice de Preços ao Produtor (IPP), publicado mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados.

Medidas	R\$/kg P.V.	Peso do lote (kg)	Quantidade do lote (Cabeças)
Média	10,86	183	11
Mediana	10,31	177	10,5
Moda	8,72	160	10
Mínimo	3,61	60	1
Máximo	22,46	409	40
Desvio Padrão	0,06	48,23	6,5

3.2 Modelo de regressão linear múltipla

Os modelos multivariáveis podem ser estimados por meio de regressão linear múltipla. Essas equações visam explorar e inferir as relações das variáveis independentes sobre a variável dependente, estimando uma função matemática e a partir disso, permitindo projetar valores para variável dependente em função das mudanças nas variáveis independentes. Porém, a constatação de uma relação entre as variáveis não implicará necessariamente em casualidade (GUARNIERI, 2006). Com isso o modelo geral da equação da regressão linear múltipla, onde Y é a variável dependente, Cx são os coeficientes, Bx são as variáveis independentes e e é o erro, é expresso por:

$$Y = C + C1 * B1 + C2 * B2 + C3 * B3 + e \quad (1)$$

As etapas para construção do modelo de decisão foram: selecionar e transformar os dados, embasando-se em estudos prévios; construir os diagramas de dispersão e a matriz de correlações, para verificar as correlações entre as variáveis utilizadas, sendo as variáveis independentes correlacionadas com a variável dependente, mas não correlacionadas entre si; a verificação da existência de relações lineares; a escolha e o ajuste das variáveis que iram entrar no modelo de regressão e, por fim, a validação do modelo.

Para generalizar o modelo é necessário que se assumam algumas condições. São elas: em relação aos tipos de variáveis, sendo a variável dependente quantitativa, contínua e não-limitada; e para as variáveis independentes, essas podem ser

quantitativas ou qualitativas; a variável dependente e os resíduos do modelo devem ter distribuição normal; deve-se presumir a presença da linearidade no modelo; a independência dos resíduos, evitando a autocorrelação entre os resíduos; a homoscedasticidade do modelo, que significa, para qualquer valor das variáveis independentes a variância na variável dependente é constante; e a ausência de multicolinearidade para evitar a autocorrelação entre as variáveis independentes, com a finalidade de conseguir distinguir o efeito de cada variável independente sobre a variável dependente.

Com estas condições cumpridas, pode-se realizar a validação cruzada, este teste tem como objetivo verificar o quão adequado está o modelo para prever a saída em uma amostra diferente de dados. Assim realiza-se a divisão dos dados em dois ou mais conjuntos, selecionando-os aleatoriamente e rodar o modelo com os conjuntos dos dados, após compara-se os resultados para verificar se foram semelhantes, se sim pode-se constatar que o modelo é generalizável.

3.3 Modelo autorregressivo integrado e de média móvel

Os modelos autorregressivos integrados e de médias móveis (ARIMA) foram aprimorados e difundidos pelos estatísticos George Box e Gwilym Jenkins na década de 70, e são utilizados para prever uma variedade de séries temporais, sem a necessidade de considerar no modelo as relações econômicas dos agentes que geraram a série. Estes modelos, segundo Box-Jenkins, são capazes de representar os dados para séries que sejam tanto estacionárias como também não estacionárias (GUJARATI, 2011).

Os modelos são compostos por três principais componentes que são: o componente autorregressivo, o componente integrador e o componente de média móvel. Estes componentes são os parâmetros que iram modelar o grau de autocorrelação entre os desvios e as observações defasadas da série original (GUJARATI, 2011).

Busca-se na escolha dos valores para os parâmetros o princípio da parcimônia, isto é, os menores valores possíveis que melhor representam a série. Estes valores são as defasagens das observações que foram significativas para a geração da série, sendo demonstradas nos testes de autocorrelação e autocorrelação parcial (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Separando-se o modelo ARIMA, observa-se a porção de média móvel (MA) de ordem q , sendo que cada observação da série Y_t , é gerado por uma média ponderada dos erros aleatórios q períodos passados. A porção autorregressiva (AR), irá modelar uma autorregressão entre a variável Y_t e a sua defasagem em p períodos em que a autocorrelação parcial seja significativo. E o parâmetro integrador é responsável por transformar a série não estacionária em estacionária, através do método das diferenças de ordem d . As séries estacionárias são aquelas cujo a variância e a média são constantes ao longo do tempo, esta condição é necessária para as análises estatísticas serem consistentes (GUJARATI, 2011).

As etapas para a construção do modelo ARIMA, foram baseadas na metodologia Box-Jenkins, sendo a primeira etapa de identificação, compreendendo um processamento prévio dos dados para identificar qual dos modelos é melhor em representar os dados através dos resultados dos testes de autocorrelação e autocorrelação parcial. Em seguida a etapa de estimação dos parâmetros do modelo e com o modelo ajustado, passou-se para a etapa de verificação. Nesse momento que será avaliado o modelo para verificar se este serve para representar os dados, através dos coeficientes e das análises dos resíduos. Se o modelo estimado for adequado, pode prosseguir para o objetivo que são gerar as previsões, porém se o modelo estimado não for adequado, retorna-se para o primeiro passo e recomeça as etapas novamente (MORETTIN e TOLOI, 2006).

A representação matemática do modelo ARIMA em função de p, d, q é apresentada a seguir:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right) (1 - L)^d X_t = \delta + \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde:

p é o número de termos autorregressivos;

d é o número de diferenças;

q é o número de termos da média móvel;

L é o operador defasagem;

Φ é o polinômio ligado ao operador autorregressivo de ordem p ;

Θ é o polinômio ligado ao operador de médias móveis de ordem q ;

ε_t é o ruído branco.

Para tornar a série estacionária foi aplicada uma defasagem, e os testes de autocorrelação e autocorrelação parcial estimaram um modelo autorregressivo de 1º ordem. Para verificar o componente da média móvel, foi verificado se havia autocorrelação dos resíduos, não apresentando. Assim verificou testar vários parâmetros que pudessem representar melhor os dados. Porém os resultados do estudo indicaram para testar um comparativo entre o modelo ARIMA e uma Random Walk. A partir disso, será apresentado nos resultados quais os ganhos que se obteve com o modelo proposto, em comparação com o modelo Random Walk, este sendo a representação de um mercado eficiente, onde os atributos do passado, foram considerados para a formação dos preços presentes.

4 RESULTADOS

A escolha em realizar a utilização de dois modelos distintos para aplicar na pesquisa, foi devido aos resultados do primeiro modelo testado, o de regressão linear múltipla, não serem satisfatórios, com isso optou-se pela utilização dos modelos de série temporal.

Os modelos testados serão apresentados de forma separada, primeiramente demonstrando quais foram os dados e os resultados encontrados com o modelo de regressão linear múltipla, em seguida da mesma forma para os modelos de séries temporais e o teste da hipótese de eficiência do mercado.

4.1 Resultados com o modelo de regressão linear múltipla

Inicialmente foi realizado uma exploração sobre os dados coletados, buscando-se identificar quais variáveis não eram correlacionadas com a variável dependente, por meio de regressão linear simples. A partir disso, foi realizada correlações entre as variáveis independentes eliminando as variáveis que apresentaram correlações altas entre si. Os resultados dessa etapa serviram para classificar as variáveis que permaneceram no modelo de regressão linear múltipla, sendo por ordem de entrada: Preço do boi gordo, taxa de juros, quantidade de animais no lote e peso. Conforme serão apresentados na tabela 2.

Tabela 2- Resultados da regressão linear múltipla.

Constante	0,184*
EP	0,324
Boi gordo	1,361*
EP	0,023
Taxa de juros	-1,454*
EP	0,201
Quantidade	0,036*
EP	0,005
Peso	-0,006*
EP	0,0007
R ² - ajustado	0,698
Nº observações	2739

Erro padrão (EP).

* indica significância à nível de 5%.

Fonte: Própria autoria.

As variáveis são consideradas nas seguintes unidades: Y em R\$/kg vivo de bezerros; taxa de juros em % ao ano; preço do boi gordo em R\$/kg peso vivo; quantidade em unidades de bezerros por lote e o peso médio do lote, realizado na chegada dos bovinos no parque do sindicato rural.

Para verificar a presença de autocorrelação dos resíduos foi realizado o teste de Durbin-Watson, que busca verificar se existe correlação serial. Os valores do teste variam de 0 até 4, sendo que valores acima de 2 indicam uma autocorrelação negativa e quanto mais próximo de 4 maior é a autocorrelação, da mesma maneira serve para os valores abaixo de 2, porém estes indicam autocorrelação positiva, valores próximos a 2 indicam ausência de autocorrelação dos resíduos (Gujarati, 2011). O teste foi realizado no Software Microsoft Excel®, utilizando-se dos resíduos da regressão linear múltipla, primeiro encontrando os valores dos resíduos e depois aplicando a fórmula do teste dada a seguir.

$$DW = \frac{[\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})]^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2} \quad (3)$$

Onde T é o número de observações, e_t são os resíduos da regressão ajustada pelo método dos mínimos quadrados ordinários. O resultado do teste apresentou uma autocorrelação positiva dos resíduos com valor de 0,48, indicando que o erro padrão da regressão pode estar subestimado, assim fazendo parecer que os preditores são significativos, quando na verdade podem não ser. A autocorrelação positiva significa

que se os valores das preditoras aumentarem no dia anterior, irá também aumentar o valor da variável dependente.

Os achados do teste de Durbin-Watson (DW) podem sugerir que se aplique outros modelos econométricos aos dados, já que a autocorrelação dos resíduos pode enviesar os resultados através da equação de regressão linear múltipla, não sendo confiável a significância encontrada no modelo, comprometendo o teste T.

Porém apesar do teste de DW apresentar autocorrelação nos resíduos, os achados empíricos do impacto das variáveis independentes testadas, têm coerência no mercado de leilões, pois os agentes envolvidos nas negociações utilizam destas informações para formarem as suas expectativas sobre os preços que serão efetuados no leilão e os resultados foram similares há outros estudos já realizados.

Os coeficientes para as variáveis incluídas no modelo positivos foram: preço do boi gordo e quantidade, com os valores respectivos de 1,36 e 0,036. Isto significa que para cada uma unidade acrescida no preço do boi gordo, o preço do quilograma do bezerro irá aumentar em R\$ 1,36 por quilograma de peso vivo e para cada unidade acrescida nos valores de quantidade, aumentaria em R\$ 0,036 centavos no preço do quilograma do bezerro.

Observa-se que o preço do boi gordo foi a variável com relação positiva mais impactante. Este resultado foi compatível com outros estudos, sendo esperado já que para produzir um boi gordo, é necessário produzir ou adquirir um bezerro (Eaton e Eaton, 1999).

A quantidade também era de se esperar com relação positiva, já que a unidade em análise são os lotes e, com isso, lotes maiores facilitam o preenchimento das cargas nos caminhões de frete dos animais, possivelmente atraindo um número maior de compradores, aumentando-se a disputa pelos lotes com maiores quantidades expostos em pista.

As variáveis que tiveram relação negativa no modelo foram: taxa de juros e peso, com os coeficientes de -1,45 e -0,006, respectivamente. Isso indica uma relação de baixa no preço do quilograma do bezerro, com o acréscimo de uma unidade nestas variáveis. Observa-se que a taxa de juros foi a variável no modelo com o maior coeficiente, descontando no preço do quilograma do bezerro em leilão -R\$ 1,45 reais, para cada uma unidade no seu acréscimo. Este resultado parece fazer sentido, pois como muitos participantes do leilão iniciam com recursos financeiros emprestados por bancos ou empresas particulares, com a elevação da taxa de juros, incide sobre os

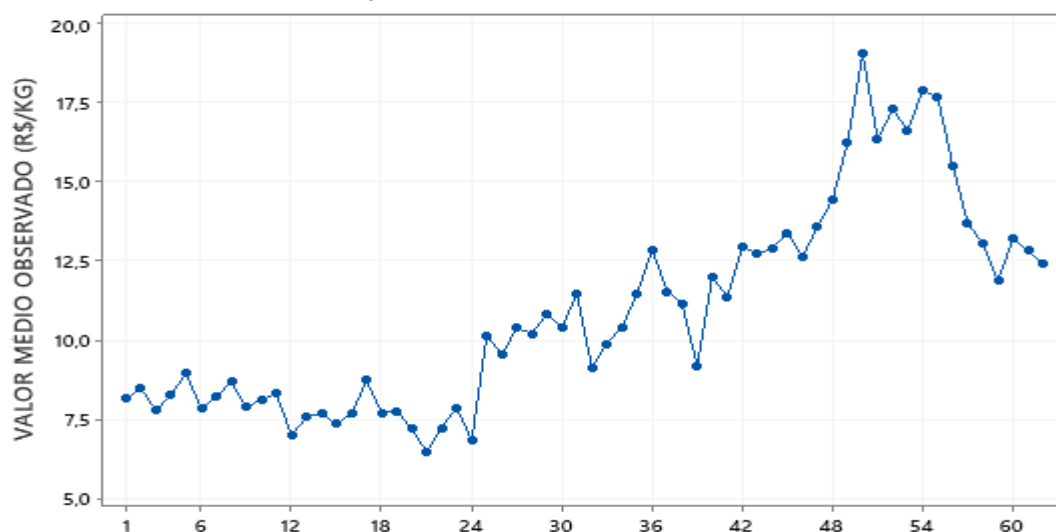
empréstimos um aumento nos custos, repercutindo em uma menor disposição para lançar nos lotes. O peso teve o menor valor do coeficiente no modelo, indicando pouco impacto sobre os preços dos bezerras no período analisado. O impacto negativo é condizente com os estudos revisados, já que uma maior média no peso do lote, incide em um maior valor unitário total.

4.2 Resultados com modelo ARIMA

Para utilizar os dados na construção do modelo de série temporal, utilizou-se o pacote computacional MINITAB@ versão 19.2020.1.0. O primeiro passo foi definir o intervalo de tempo que seria utilizado, sendo mensal, conforme a disponibilidade dos dados, somando-se um total de 62 observações. A partir disso foi construído o gráfico de dispersão, para visualizar a distribuição dos dados ao longo do tempo e realizado o teste de autocorrelação, para verificar a presença de correlação entre a variável e as suas defasagens. O gráfico de dispersão apresentou uma tendência de alta ao longo do tempo e o teste de autocorrelação obteve uma curva com decaimento exponencial, indicando que a correlação do preço observado, decai constantemente conforme aumenta o número das suas defasagens.

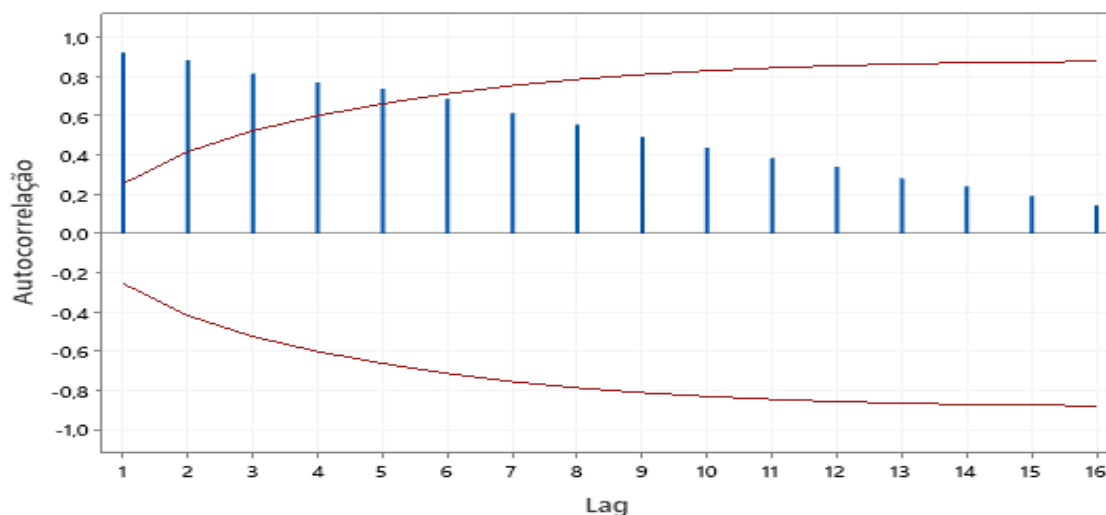
Os testes também indicaram que a série tem comportamento não estacionário, já que se fosse estacionária, o gráfico apresentaria uma distribuição constante ao longo do eixo e não uma tendência de alta e a função de autocorrelação tenderia a zero abruptamente, conforme são apresentados nas figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Dispersão dos valores observados ao longo do tempo.



Fonte: Própria autoria.

Figura 2- Função de autocorrelação para valor médio observado com limites de significância de 5%.



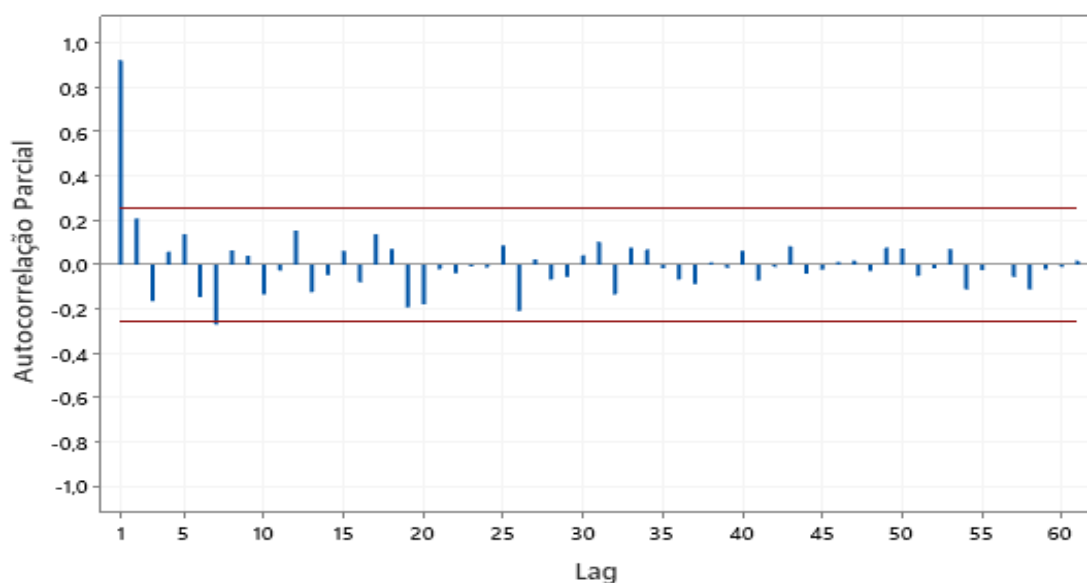
Fonte: Própria autoria.

Com as primeiras análises realizadas, os resultados indicaram a construção do modelo ARIMA, apropriado para casos que a série apresenta comportamento não estacionário, já que este modelo tem o componente integrador, responsável por transformar a série em estacionária. Para estimar o parâmetro integrador observando os dados e apresentando-se como uma série não estacionária quanto ao nível, ou seja, oscilam em torno de um mesmo nível por um período e após mudam de nível

temporariamente, sendo característico de séries econômicas. Utilizou-se a diferença de ordem um, para transformar a série em estacionária.

Em relação ao componente autorregressivo do modelo, a sua inclusão foi baseada com o resultado do teste de autocorrelação, já apresentado. E para estimar o seu parâmetro, realizou-se a autocorrelação parcial, apresentando o resultado significativo com intervalo de confiança de 95%, onde somente a primeira defasagem foi estatisticamente significativa. Assim definindo para os primeiros testes do modelo o parâmetro p de primeira ordem, estes resultados estão condizentes com o princípio da parcimônia, que busca estimar o menor valor para os parâmetros do modelo a ser testado. O teste de autocorrelação parcial é apresentado na figura 3.

Figura 3 – Teste de autocorrelação parcial para valor médio observado com limites de significância de 5%.



Fonte: Própria autoria.

Em relação ao parâmetro da média móvel para o modelo, foi testado se a sua inclusão ou não melhorava os indicadores do modelo como erro médio quadrático e o coeficiente. Porém, a inclusão do parâmetro da média móvel não melhorou o modelo, além disso, não se detectou correlação residual nos modelos testados, indicando para utilização do modelo ARIMA (1,1,0), denominado de modelo autorregressivo de primeira ordem diferenciado. Este conjunto de parâmetros foi a melhor combinação entre os testados, conforme será apresentado seus resultados a seguir.

Os resultados do modelo apresentaram um R^2 ajustado de 82%, este indicador representa o quanto do modelo é explicado pelos dados incluídos. O coeficiente do modelo foi de -0,268, ou seja, este é o valor que multiplicará os termos do modelo ARIMA. O coeficiente estimado foi significativo a nível de 5%, podendo rejeitar a hipótese nula com 95% de certeza. Estes resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativas finais dos parâmetros

Constante	0,09
EP	0,149
AR 1	-0,268
EP	0,126
R^2 - ajustado	0,823
Nº observações	62

Erro padrão (EP)

* indica significância à nível de 5%.

Fonte: Própria autoria

Em relação as análises dos resíduos, os valores para o erro médio absoluto e o erro médio quadrático foram respectivamente de 0,853 e 1,305. Estas são medidas de precisão do modelo, servindo também como parâmetro para escolha do melhor modelo, buscando entre os modelos testados o que apresentou o menor valor para o erro médio quadrático.

Também é necessário analisar se os resíduos do modelo gerado se comportam como ruído branco, ou seja, não apresentando nenhum comportamento padrão definido, sendo independentes e identicamente distribuídos de média zero. A estatística do teste de Box-Pierce foi aplicada para verificar se o modelo cumpri o pressuposto que os resíduos são independentes, apresentando para todos os testes de Box-Pierce valores acima do nível de significância de 5%, concluindo que os resíduos são independentes, os resultados são apresentados na tabela 4.

A média dos resíduos do modelo foi igual a 0, e os testes de autocorrelação e autocorrelação parcial, demonstrados nas figuras 4 e 5, não apresentaram correlação significativa a nível de 5%. Além disso, os gráficos de probabilidade normal, histograma, valor ajustado versus resíduos e o gráfico de distribuição dos resíduos,

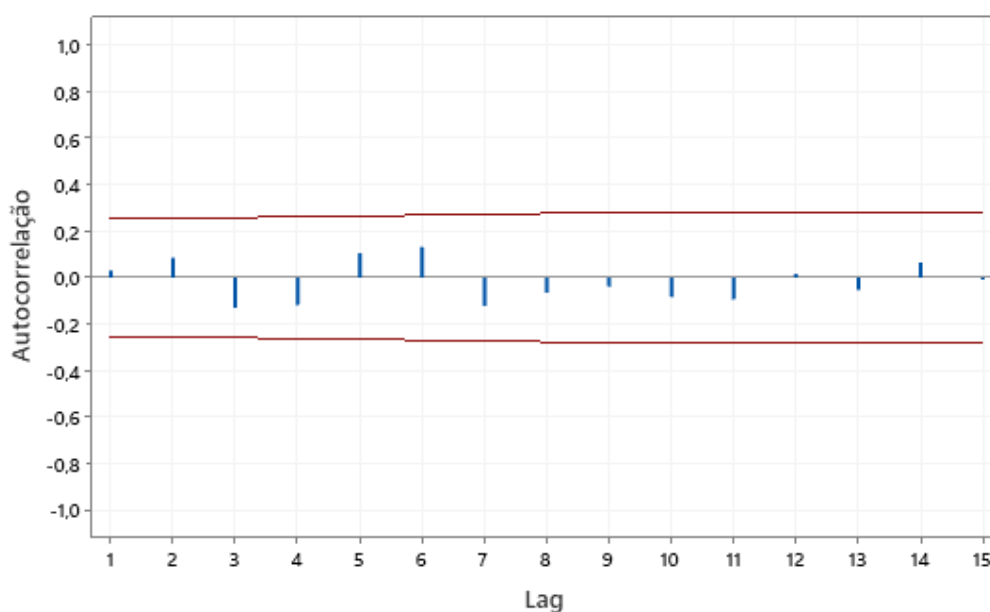
foram analisados. O histograma dos resíduos apresentou valores nas faixas de -2,4 e 2,4, representando valores com choques extremos, estes resíduos são originados dos períodos em que houve a maior amplitude dos preços entre um período e outro. Podendo indicar que os resíduos não tenham distribuição normal, para isso aplicou-se o teste Anderson-Darling. Os resultados do teste de normalidade não puderam rejeitar a hipótese nula, não podendo rejeitar que os resíduos não seguem uma distribuição normal, talvez o pequeno tamanho da amostra dos dados pode estar distorcendo o histograma de como seria o esperado. Conforme serão apresentados na figura 6.

Tabela 4 – Estatística do teste qui-quadrado de Box-Pierce.

Lag	12	24	36	48
Qui-Quadrado	7,24	18,16	29,13	30,71
GL	10	22	34	46
Valor-P	0,702	0,697	0,705	0,959

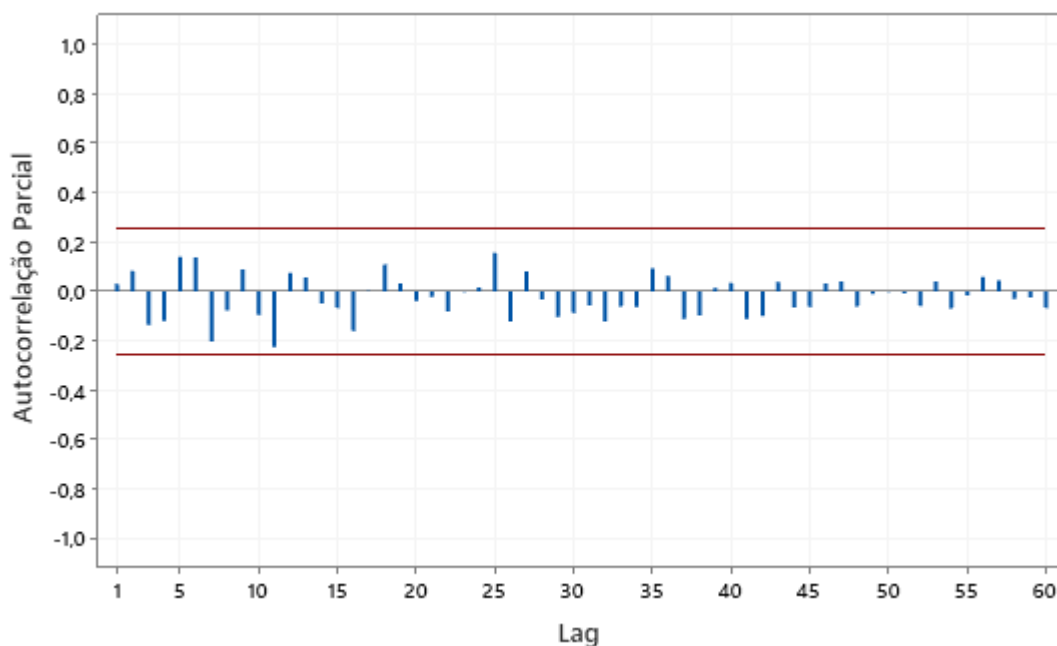
Fonte: Própria autoria.

Figura 4 – Função de autocorrelação dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0) com nível de significância de 5%.



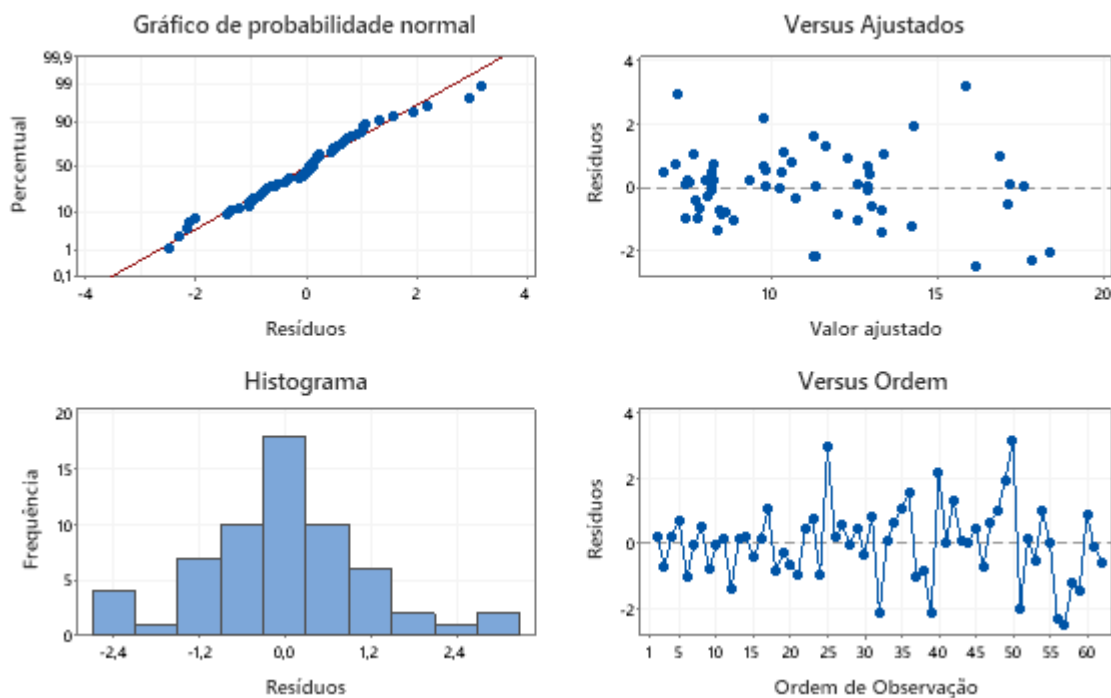
Fonte: Própria autoria.

Figura 5 – Função de autocorrelação parcial dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0) com nível de significância de 5%.



Fonte: Própria autoria.

Figura 6 – Gráficos dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,0).



Fonte: Própria autoria.

Os resultados do modelo ARIMA (1,1,0) indicam que preço futuro do bezerro comercializado em leilão tende a variar de maneira contrária em relação ao preço do último leilão, uma vez que o coeficiente que relaciona o valor presente da variável com o valor defasado tem sinal negativo. Por exemplo, se o preço do leilão atual subir em R\$ 1,00 real, espera-se que o preço do próximo leilão reduza R\$ 0,268 centavos conforme o modelo estabelecido, mais o impacto nos preços das informações que os agentes envolvidos recebam até o próximo leilão. Este resultado trás o modelo como um amortecedor de choques para os preços futuros. Os resultados fazem sentido na experiência prática, pois quando se aumenta os preços do último leilão os compradores criam menos expectativas para comprar, do que quando os preços estão em baixa e do contrário da mesma forma.

A partir da validação do modelo, buscou-se inferir sobre o preço futuro em um período à frente (63), explorando por meio da observação do comportamento dos preços, qual momento seria melhor para servir como base, os resultados do modelo não apresentaram nenhuma observação fora do intervalo de confiança com 95% de segurança, sendo proposto a previsão recursiva a partir do período 30. Com isso, o preço projetado para o período 63, foi de R\$ 12,86 reais, indicando uma alta em relação ao último leilão de 6,2% para os preços dos bezerras. Abaixo é apresentada a fórmula da previsão do modelo e a equação dos limites inferiores e superiores e a figura 7 – Modelo de previsão ARIMA (1,1,0) versus valores observados.

1) Equação do modelo de previsão.

$$E(y(t + 1)) = y(t) + (\phi * (y(t) - y(t - 1))) \quad (4)$$

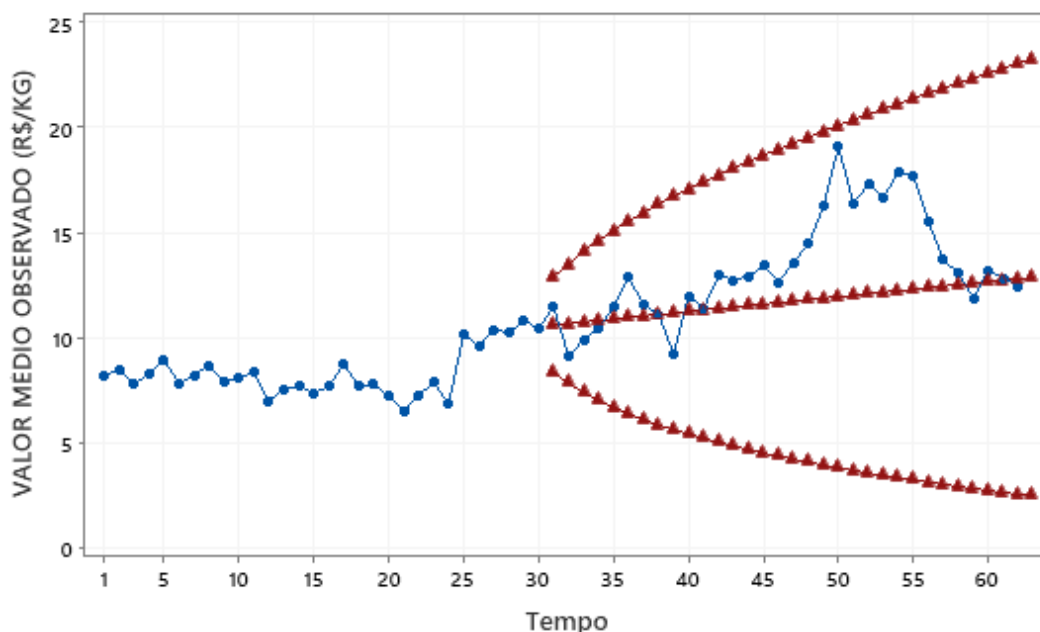
Onde:

$E(y(t+1))$ é a saída do modelo em um período à frente.

$Y(t)$ é a observação em t período.

ϕ é o coeficiente do modelo.

Figura 7 – Modelo de previsão ARIMA (1,1,0) versus valores observados



Legenda: Série com marcador esférico azul representa o valor real;

Séries com marcador triangular vermelho representa respectivamente, os valores dos limites máximos, médios e mínimos.

Fonte: Própria autoria.

Conforme os resultados obtidos, o estudo buscou inferir sobre a hipótese de eficiência fraca do mercado de leilões da empresa Clínica Remates em Lavras do Sul RS. Com isso o próximo tópico apresenta um comparativo entre o modelo Random Walk e o modelo proposto no estudo ARIMA (1,1,0).

4.3 Hipótese de eficiência fraca do mercado

Conforme já foi apresentado na revisão bibliográfica, um mercado eficiente é aquele cujo todos os fatores envolvidos na comercialização de um bem, são considerados pelos agentes envolvidos e todos os agentes envolvidos têm simetria das informações sobre o mercado.

Com os resultados do modelo ARIMA (1,1,0), rejeitou-se o coeficiente do modelo seja diferente de 0, com nível de significância de 5%, porém não se rejeita com nível de 1%. Além disso, o modelo apresentou uma anomalia no teste de autocorrelação parcial do valor médio observado no sétimo período, com o valor no limite do intervalo de confiança. É importante ressaltar que o número de observações

na amostra foi relativamente pequeno, com isso, é necessário ter cuidado nas interpretações entre qual é o melhor modelo, pois pode ser difícil concluir, já que conforme os períodos aumentem, os resultados e o comportamento dos resíduos podem alterar.

Outro teste importante que indicou a hipótese da eficiência fraca do mercado, foi a construção de um modelo misto, ou seja, após aplicar o modelo ARIMA (1,1,0), utilizou-se dos resíduos para criar um modelo multivariável, mas aplicando como variável dependente, não os valores observados e sim, os resíduos do modelo ARIMA (1,1,0). As variáveis independentes testadas foram as mesmas utilizadas no modelo de regressão linear múltipla descrito anteriormente. O resultado do modelo de regressão não foi estatisticamente significativo para nenhuma variável independente. Isto sugere que os efeitos destas variáveis sobre o preço, já foram captados pelos próprios preços passados.

As evidências indicam explorar quais seriam os ganhos entre o modelo proposto e o modelo Random Walk, ou seja, em um mercado eficiente o preço futuro seria o próprio preço passado, mais os impactos das informações transcorridas até a próxima negociação. A exploração buscou descobrir se a memória incorporada no modelo ARIMA (1,1,0) pode trazer ganhos sistemáticos em prever o preço futuro dos bezerros comercializados nos leilões, quando comparado com o modelo Random Walk.

Com isso, explorou sobre o desvio padrão do erro aleatório no modelo Random Walk sendo de 1,19 e no modelo ARIMA (1,1,0) foi de 1,15, ou seja, o ganho incorporando a memória foi de R\$ 0,04 reais, não apresentando ganhos sistemáticos. E o modelo ARIMA (1,1,0) obteve intervalos de confiança menores em R\$ 0,20 reais, quando comparados com o Random Walk.

Os resultados favorecem a hipótese de eficiência fraca do mercado, pois não houve ganhos sistemáticos quando se incorporou a memória do modelo ARIMA (1,1,0). Outro ponto que merece atenção, é que quanto maior for o número de períodos que se deseja realizar a previsão, o resultado da multiplicação do último termo do modelo ARIMA (1,1,0), tenderá a 0, já que o coeficiente é menor que 1 em módulo, este resultado irá convergir o modelo ARIMA (1,1,0) para uma Random Walk, já que o preço futuro será o próprio preço passado. A fórmula do preço futuro utilizando a Random Walk é apresentada a seguir.

$$E(y(t + 1)) = y(t) \quad (5)$$

Onde:

$E(y(t+1))$ é a previsão em um período a frente.

$Y(t)$ é o preço observado no período t .

Utilizando o modelo ARIMA (1,1,0) para projetar o preço futuro do bezerro comercializado em leilão um período a frente, sendo o preço para o período 60 de R\$ 13,20 reais e o preço do período 61 R\$ 12,82. A fórmula da previsão do período 62 será apresentada abaixo.

$$E(y(62)) = 12,82 + (-0,268 * (12,82 - 13,20)) = 12,91 \quad (6)$$

Analisando o resultado empírico encontrado pelo preço futuro do bezerro comercializado em leilão, apresentado acima e do modelo Random Walk, para a projeção do preço no período 62, não houve ganhos sistemáticos, já que o preço no período 62 foi de R\$ 12,44 reais. Enquanto o modelo ARIMA (1,1,0) foi R\$ 12,91 reais e o modelo Random Walk é o próprio preço passado.

Com os resultados obtidos, é necessário o acompanhamento dos dados por um período maior, podendo esclarecer com maior solidez se o mercado realmente apresenta eficiência, como indicou até agora.

Também aplicar os modelos testados em outras praças de leilões para analisar se haverá a presença da eficiência do mercado, esclarecendo quais informações devem ser melhor exploradas entre os agentes, visando fortalecer o profissionalismo que já se faz presente nas comercializações via leilões, comprovando que talvez este tipo de negociação para algumas praças e produtores, seja a melhor escolha para quem busca comercializar os seus animais por um preço justo, conforme o momento que o mercado se encontra e também em relação as características dos animais ofertados.

Assim, o presente estudo buscou esclarecer como se dá a formação dos preços dos bezerras comercializados no escritório Clínica Remates que atua na praça de leilões de Lavras do Sul RS. Apresentando-se como uma alternativa confiável para a comercialização dos animais, não havendo poder de barganha pelos interessados em adquirir as mercadorias, resultando em uma comercialização justa, sem privilegiar

nenhum agente interessado em participar e com metodologia padrão para comercialização de todos os lotes, oferecendo um serviço de qualidade e com seriedade para os produtores da região.

5 Considerações finais

Os resultados permitem evidenciar o potencial de aplicação dos modelos propostos para explicar a formação do preço dos bezerros comercializados em leilões no Rio Grande do Sul.

Os achados da pesquisa possibilitaram indicar modelos diferentes para propósitos diferentes, conseguindo captar os efeitos das principais variáveis sobre os preços, tanto no aspecto em relação aos animais como também fatores relacionados diretamente ao setor.

O estudo da série dos preços auxiliou em descobrir que os fatores testados relacionados à formação dos preços, já estão sendo considerados no momento da comercialização, possibilitando detectar a eficiência do mercado de leilões nas comercializações, além disso, compreender melhor como os agentes formam as suas expectativas de preços para o próximo leilão e que a comercialização via leilões é uma escolha confiável para os produtores.

Porém, mais estudos são necessários para descobrir se a formação dos preços continuará considerando todas as informações, que são diretamente relacionadas com o mercado de bovinos de bezerros comercializados em leilões, em função de cada praça, localidade e o período das análises.

Com isso, espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar a despertar o interesse dos envolvidos do setor da pecuária de corte, em construir novas pesquisas que agreguem no planejamento comercial dos rebanhos e melhore a compreensão da formação dos preços nas praças de leilões, possibilitando alavancar os resultados econômicos dos agentes atuantes.

Referências Bibliográficas:

ABIEC. Associação Brasileira da Indústria Exportadora de Carne Bovina. **Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil**. 2020. Disponível em: < <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 04 mar. 2021.

AGROSTAT. Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: < [MAPA Indicadores \(agricultura.gov.br\)](http://mapa.gov.br/indicadores)>. Acesso em: 18 dez. 2020.

ALCÂNTARA J. C. G. Modelo de avaliação de ativos – Aplicações. **Revista de Administração de Empresas**. Vol. 20, n. 3, p. 31-41, 1980. Disponível em: < [https://www.scielo.br/j/rae/a/3kpL8qt66Lyh6rdzYpmMmRz/?format=pdf&lang=pt#:~:t=ext=A teoria do mercado eficiente se apóia em três pressupostos, do futuro da avaliação](https://www.scielo.br/j/rae/a/3kpL8qt66Lyh6rdzYpmMmRz/?format=pdf&lang=pt#:~:t=ext=A%20teoria%20do%20mercado%20eficiente%20se%20ap%C3%B3ia%20em%20tr%C3%AAs%20pressupostos%20do%20futuro%20da%20avalia%C3%A7%C3%A3o)>. Acesso em 20 março 2022.

ARMSTRONG, J. S.; COLLOPY, F. Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting: Principles from empirical research. **Forecasting with judgment**. New York: John Wiley & Sons. p 269-293, 1998.

Banco Central do Brasil. Cotações e boletins. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>. Acesso em: 06/07/2021.

BRESSAN, A. A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **ERA-eletrônica: Fundação Getúlio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo**. Vol. 3, n.1, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/raeel/a/pyJSSHNTjgMQdFHtFdnYNXJ/?lang=pt>>. Acesso em: 06 fev. 2021.

CARVALHO, M. V. B. M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FREITAS, M. A. M.; ALMEIDA, O. C. Caracterização de propriedades rurais e identificação de espécies arbóreas e arbustivas ocorrentes em pastagens do Agreste de Pernambuco. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 3, n. 1, p. 38-54, 2001.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio**. São Paulo, Piracicaba, 2021. Disponível em: <

[https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/dtec.pib_mar_2021.10jun2021vf-1\(1\).pdf](https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/dtec.pib_mar_2021.10jun2021vf-1(1).pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CEZAR, I. M.; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R. L. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. **Campo Grande: Embrapa Gado de Corte**, 2005. 40 p.

CHATFIELD, C. Model Uncertainty, Data Mining and Statistical Inference. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 158, parte 3, p. 419-466, 1995.

CHRISTOFARI L. F. et. al. Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 38, n. 1, p. 1-8. 2009. Disponível em: < [SciELO - Brasil - Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte](#)>. Acesso em 22 fevereiro 2022.

CHRISTOFARI, L. F.; Barcellos, J. O. J.; Braccini Neto, J.; Oaigen, R. P.; Santos, A. P. and Canozzi, M. E. **A. Efeitos do peso vivo sobre a comercialização de bezerros de corte em leilões**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 62(2):419- 428, abril, 2010.

COSTA W. L. S. Tendência do preço da arroba do boi gordo, uso de séries temporais e modelo ARIMA no SPSS. **Universidade Federal de Minas**. Vol. 12, n. 12, p. 1-10, 2021. Disponível em: < [Vista do TENDÊNCIAS DO PREÇO DA ARROBA DO BOI GORDO, USO DE SÉRIES TEMPORAIS E MODELO ARIMA NO SPSS \(ufmg.br\)](#)>. Acesso em: 10 março 2022.

DELURGIO, S. A. Forecasting principles and applications. **1st Edition. Singapore: McGraw-Hill**. p. 802, 1998.

DILLY, K. G., FARIA V. A. Projeção da bovinocultura no estado do Tocantins utilizando modelo ARIMA. **Revista Integralização Universitária**. Vol. 12, n. 18, p.102-113, 2018. Disponível em:

<<http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/812/457#>>. Acesso em: 18 abril 2022.

EATON, B.C.; EATON, D.F. Microeconomia 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999. 606p.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio Grande do Sul. **Cotações Agropecuárias**. Disponível em: < [Emater/RS - Referência de Qualidade em Extensão Rural \(tche.br\)](#)>. Acesso em: 01/08/2021

EVANGELISTA et. al. Principais fatores que influenciam a venda de touros em leilões de gado. **Revista Mexicana de Ciências pecuárias**. Vol. 10, n. 3, p. 1-13, 2019. Disponível em: <<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4609>>. Acesso em 15 janeiro 2022.

FABRIS, A. A. **Estratégia para previsão e acompanhamento da demanda de carnes no mercado de frangos de corte**. 2000. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

FAMA E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**. Vol. 25, n. 2, p. 383-417, 1969. Disponível em: < https://www.jstor.org/stable/pdf/2325486.pdf?refregid=excelsior%3Afa9f506d2374e8fa2490def95cb6b13e&ab_segments=&origin=&acceptTC=1>. Acesso em 22 março 2022.

GUARNIERI, R. A. **Emprego de redes neurais artificiais e regressão linear múltipla no refinamento das previsões de radiação solar do modelo ETA**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2006.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**.5.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2011. 920p.

HARRIS, P. et. al. Influence of Geographical Effects in Hedonic Pricing Models for Grass-Fed Cattle in Uruguay. **Agricultural Economics, Policies and Rural**

HASEGAWA, M.M. **O mercado de reposição da pecuária bovina de corte no Estado de São Paulo**. 1995. 142f. Dissertação (Mestre em Economia Aplicada) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1995.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. [Rio de Janeiro, 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?edicao=20920&t=series-historicas>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional Por Amostra (PNDA)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 maio. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/Graficos/A001>>. Acesso em: 12/06/2021.

LADD, G. W. Survey of promising developments in demand analysis: economic of product characteristic. New direction in econometric modeling and forecasting in U.S. agriculture. **New York: North-Holland**, 1982.

LANCASTER, K. Consumer demand: a new approach. **New York: Columbia University Press**, 1971.

LANFRANCO B. A.; CASTAÑO J. P. Hedonic Pricing of Grass-Fed Cattle in Uruguay: Effect of Regional Resource Endowments. **Rangeland Ecology & Management**. Vol. 70, n. 5, p. 549-559, 2017. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-and-applied-economics/article/can-cattle-basis-forecasts-be-improved-a-bayesian-model-averaging-approach/7366E7D99E2148E7D752E2776D6AE08D>>. Acesso em: 30 out. 2020.

LOPEZ, J. A.; BANKOLE, T.; WAHRMUND, J. A Hedonic Analysis of Feeder Cattle Auction Prices in Northeast Texas. **Southern Agricultural Economics Association's**. Vol. 4, n. 7, p. 1-30, 2017.

MACHADO FILHO, C. A. P. Leilões de animais no Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 76-82, 1994.

Management. Vol. 10, n. 7, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/10/7/299>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MOORE H. J. & WEATHERFORD R. L. **Tomada de Decisão em administração com Planilhas Eletrônicas**. 6. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MORAES et. al. Análise da eficiência do mercado futuro brasileiro de boi gordo usando co-integração. **Revista de sociologia e economia rural**. Vol. 47, n. 3, p. 1-14, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/S68qQTnmFchyGp33ZgFpq9H/?lang=pt>>. Acesso em: 22 abril de 2022.

MORETTIN, P. A; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. **São Paulo: Edgard Blucher**, 2006.

OLIVEIRA, C. B. et al., Diferenciação por qualidade de carne: a ótica do bem estar animal. **Ciência Rural**, v. 38, 2008.

PAYNE N. D. et. al. Can Cattle Basis Forecasts Be Improved? A Bayesian Model Averaging Approach. **Journal of Agricultural and Applied Economics**. Vol. 51, n. 2, p. 249-266, 2019. Disponível em: <[As previsões de base de gado podem ser melhoradas? Um modelo bayesiano com média de aproximação | Revista de Economia Agrícola e Aplicada | Núcleo de Cambridge](#)>. Acesso em 8 fevereiro 2022.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**. Chicago, v. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.

SANTOS J. A. A. Beef Cattle Price Forecasting: A Case Study Using ARIMA and GRU. **Thekne e logos**. Vol. 12, n. 3, p. 1-14, 2021. Disponível em: <[PREVISÃO DO](#)>

[PREÇO DA ARROBA DO BOI GORDO: UM ESTUDO DE CASO USANDO ARIMA E GRU | dos Santos | Tekhne e Logos \(fatecbt.edu.br\)](#)>. Acesso em: 20 abril 2022.

HAIR JF. et. al. **Análise Multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SCHWITZKY, M. **Acuracidade dos métodos de previsão e sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabados**. 2001. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

SILVA et al. Eficiência de mercado: Evidências empíricas para o mercado spot e future do boi gordo. *Revista Economia*. Vol. 36, n. 3, p. 1-18, 2010. Disponível em: <[Eficiência de mercado: evidências empíricas para os preços spot e futuro de boi gordo | Silva Neto | Revista de Economia \(ufpr.br\)](#)>. Acesso em 25 abril 2022.

TATE S. T. et. al. Calf and yearling prices in California and the western United States. **California Agriculture**. Vol. 70, n. 4, p. 179-186, 2016. Disponível em: <<http://calag.ucanr.edu/archive/?article=ca.2016a0019>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

TAVARES P., SILVA M. Analysis of the Efficiency of Cattle Future Market in Brazil: Testing of the Stationarity, of Cointegration, VEC and TVEC Models. **SSRN**. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2158974>. Acesso em 20 abril 2022.

THALER, Richard; BARBERIS, Nicholas. A Survey of Behavioral Finance. *Handbook of the Economics of Finance*, Set 2002.

WILLIAMS, G. S.; Raper, K. C.; DeVuyst, E. A.; Peel, McKinney, D. Determinants of price differentials in Oklahoma value-added feeder cattle auctions. **Journal of Agricultural and Resource Economics**. 37(1):114-127, 2012.