



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FACULDADE DE ECONOMIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ALBERTO ANDRADE GOMES

**FLUTUAÇÕES DO CICLO DA CARNE NO BRASIL: UMA ANÁLISE COM
MODELO DE VETORES AUTOREGRESSIVOS**

SALVADOR

2021

ALBERTO ANDRADE GOMES

**FLUTUAÇÕES DO CICLO DA CARNE NO BRASIL: UMA ANÁLISE POR MEIO
DE VETORES AUTOREGRESSIVOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciências Econômicas, Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de bacharel em Ciências Econômicas.

Área de concentração: Macroeconomia, Ciclos Econômicos.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Mota dos Santos

SALVADOR

2021

Ficha catalográfica elaborada por Valdineia Veloso CRB 5/1092

G633 Gomes, Alberto Andrade
Flutuações do ciclo da carne no Brasil: uma análise por meio de
vetores autoregressivos / Alberto Andrade Gomes. – Salvador, 2021

51f. tab.; fig.; graf.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de
Economia, Universidade Federal da Bahia, 2021

Orientador: Dr. André Luís Mota dos Santos

1. Ciclos econômicos 2. Macroeconomia 3, Agropecuária de corte
I. Santos, André Luís Motos dos II Título III. Universidade
Federal da Bahia

CDD 339.981



COLEGIADO DO CURSO DE ECONOMIA
COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DO TRABALHO MONOGRÁFICO
RELATÓRIO FINAL DE AVALIAÇÃO

2. PARECER DA BANCA EXAMINADORA

ALUNO: Alberto Andrade Gomes

Após apresentação, a banca deliberou indicando: i) a aprovação do discente com nota 9,0 (nove); ii) modificações brandas no texto como correção dos títulos de tabelas e figuras, substituição da expressão "a análise do VECM falhou" e exclusão da referência ao consumo de carnes substitutas da carne bovina como resultado da análise.

BANCA EXAMINADORA:

PRESIDENTE: Prof. Dr. André Luis Mota dos Santos

1º MEMBRO: Profa. Dra. Claudia Sá Malbouisson Andrade

2º MEMBRO: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

AGRADECIMENTO

“Christo nihil praeponere”

Em primeiro lugar, agradeço a Nosso Senhor, Jesus Cristo, verdadeiro homem e verdadeiro Deus, pelo dom imerecido da vida e da salvação. Possa Ele me receber em Seu reino. Agradeço a Nossa Senhora, a sempre virgem, Maria, mãe de Deus, por cuja intercessão salvou e salva-me do inferno. Agradeço a Santa Igreja Católica, mãe boa e caridosa, tão flagelada, porém nunca maculada, pelo pecado de seus filhos.

“And see them dancing around the bonfire/ The association of man and woman/ In daunsinge, signifying matrimonie—/ A dignified and commodious sacrament.”

Em segundo lugar, agradeço a meus pais, Alberto Santos Gomes e Jussara Maria Andrade Gomes, por tudo. Sem vocês, nada seria possível. Agradeço a minha segunda mãe, Edenice Saldanha Barbosa, por ser uma manifestação do amor de Deus em minha vida.

“Amor é fogo que arde sem se ver”

Em terceiro lugar, agradeço a Victória Laís Brandão de Melo, sem a qual a minha vida não passaria de uma espera interminável pelo verme da morte.

“To me, fair friend, you never can be old”

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os amigos e professores que me acompanharam nessa jornada: ao meu orientador, professor André Mota, por todo o apoio e cuidado. Mostrou-se um exemplo não só de professor, mas de ser humano; aos meus queridos amigos: Vitor, Leno, Vinicius, Cyro, Rafael, Rian, Jean, William e Lucas, sem os quais a permanência neste curso seria impossível.

RESUMO

Esta monografia tem como objetivo analisar as flutuações de preço na carne bovina advindas da dinâmica do ciclo da carne. Posto que a carne bovina é um dos bens mais importantes para o Brasil, sendo o item com maior impacto individual no IPCA, além de sua indústria ser responsável por 10% do PIB total do país, faz-se necessário analisar o movimento do seu ciclo. A metodologia usada no presente trabalho tem como base modelos com vetores autorregressivos, sendo um VAR e um VECM. Foram-se feitos, respectivamente, os testes de raiz unitária, a estimação modelo e os testes de adequação necessários. Após, fez-se a análise de impulso-resposta do VAR. Não foi possível chegar a um VECM. Os resultados indicam que: 1) não é possível analisar o ciclo por meio de um modelo de equilíbrio, com curvas de oferta e demanda; 2) que a literatura corrente do assunto está correta quanto ao comportamento do ciclo, visto que os resultados do VAR coincidem com as suposições da literatura.

Palavras chaves: Macroeconomia. Ciclos Econômicos. Agropecuária de Corte. Ciclo da Carne Bovina.

ABSTRACT

The goal of this monograph is to analyze the price fluctuations of the bovine meat that arise from the dynamics of the meat cycle. Given that bovine meat is one of the most meaningful goods of Brazil, being the good which individually affects the IPCA the most. Even more, the industry is responsible for 10% total of the country GPD. Therefore, it is a must to analyze the dynamics of the cycle. The methodology used in this essay is based on vector autoregression models, a VAR, and an ECM. Unit root tests, model estimation and adequacy tests were carried out, respectively. Then, it was made the impulse-response analysis of the VAR. It was not possible to arrive at an VECM. The results imply that: 1) it is not possible to achieve a equilibrium model, with supply and demand curves, based on the meat cycle; 2) the literature is correct about the movement of the cycle, as the VAR results match with the current analysis of the cycle accepted by the literature.

Key Words: Macroeconomy. Economic Cycles. Beef Farming. Bovine Meat Cycle.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 MODELO DE VETORES AUTORREGRESSIVOS (VAR).....	15
3.2 MODELO DE VETORES DE CORREÇÃO DE ERROS (VECM)	16
4. DADOS	17
4.1 VARIÁVEIS VAR	17
4.2 VARIÁVEIS VECM	22
5. RESULTADOS	30
5.1 RESULTADOS VAR.....	30
5.1.1 Análise de impulso-resposta	37
5.2 RESULTADO VECM.....	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A - Análise de impulso-resposta do VAR	48

1. INTRODUÇÃO

A pecuária é um dos maiores setores da economia brasileira, sendo o PIB da agropecuária de corte responsável por 10% do PIB total do Brasil em 2020, um avanço de 1,6 pontos percentuais em relação aos 8,4% de 2019. O dado torna-se ainda mais relevante sabendo do contexto de pandemia causado pelo novo coronavírus, que, entre outros fatores, acarretou a redução de 4,1 pontos percentuais do PIB total brasileiro em relação a 2019. Ou seja, trata-se um setor que não reduziu as atividades no contexto pandêmico, mas sim ampliou-as. Desta forma, mostra-se um dos setores mais fortes da economia brasileira.

Dentro da agropecuária de corte existe um fenômeno cíclico de altas e baixas do preço do boi, denominado “ciclo da pecuária”. Ocorre por conta de um ajuste defasado entre a oferta e demanda de bens finais e os insumos na cadeia de produção. Por tratar-se de uma cadeia de produção longa (é necessário esperar o tempo ótimo de corte do boi), as flutuações de preço são sentidas ao longo do tempo, isto é, um choque externo gera alterações não somente no curto, mas também no médio e longo prazo. Este trabalho procura entender se: a) o ciclo da pecuária de fato segue o movimento tradicional aceito pela literatura técnica; b) é possível estimar um modelo de equilíbrio para o ciclo, gerando curvas de oferta e demanda.

Esta dinâmica gera fortes oscilações no preço da carne bovina que, por sua vez, frequentemente é responsável por grande variação no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), de maneira direta ou por meio da substituição que os consumidores fazem por outra proteína animal, geralmente pescados e frango. Segundo IBGE, o principal componente influenciador do IPCA em 2019 foi a carne, com impacto de 0,86% no índice, o maior efeito individual. Esta alta não afeta somente as famílias e domicílios, mas toda a sociedade, como bares e restaurantes, que sofrem aumento de custos. Eles, por sua vez, podem passar a inflação para o consumidor, aumentando os preços. Este exemplo demonstra quão forte é o impacto da carne bovina na sociedade brasileira, tendo o setor conseguido 114.276,4 milhões de reais com venda de carne no mercado interno.

Além disto, o Brasil é também um dos maiores *players* no mercado internacional de carne, sendo responsável por 11,5% da produção mundial de bovinos, atrás somente da Índia, com 18,4%. O Brasil exporta 26,42% de sua produção de carne, deixando o restante para o mercado interno. Contudo, foi o líder mundial de exportações em 2020, com 2690,9 mil TEC (Tonelada de Equivalente Carcaça), quase o dobro do segundo lugar, Austrália, que teve 1391,7 mil TEC.

O maior importador de carne do mundo é a China, com 2223,4 mil TEC importados em 2020. Desses, 50,80% foram carne brasileira, tornando-a um dos principais parceiros comerciais do Brasil, juntamente com Hong Kong, Uruguai, Cingapura, Jordânia, Turquia e Chile. Todos os dados aqui expostos têm como fonte o BEEF REPORT 2021, da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (AISEC), que por sua vez baseia-se no IBGE, CEPEA e Athenagro.

Entendida a importância do setor para a economia brasileira, justifica-se a importância das perguntas apresentadas por esta monografia, visto que uma maior compreensão analítica deste campo pouco explorado pela literatura econômica, é importante para a nação.

Para a primeira pergunta, isto é, se a realidade condiz com a visão da literatura tradicional: os fatos estilizados do ciclo podem ser formalizados num vetor autorregressivo. Neste, as funções de impulso-resposta podem ser comparadas com a descrição do ciclo geralmente feita por especialistas de mercado ou técnicos ligados à produção de carne.

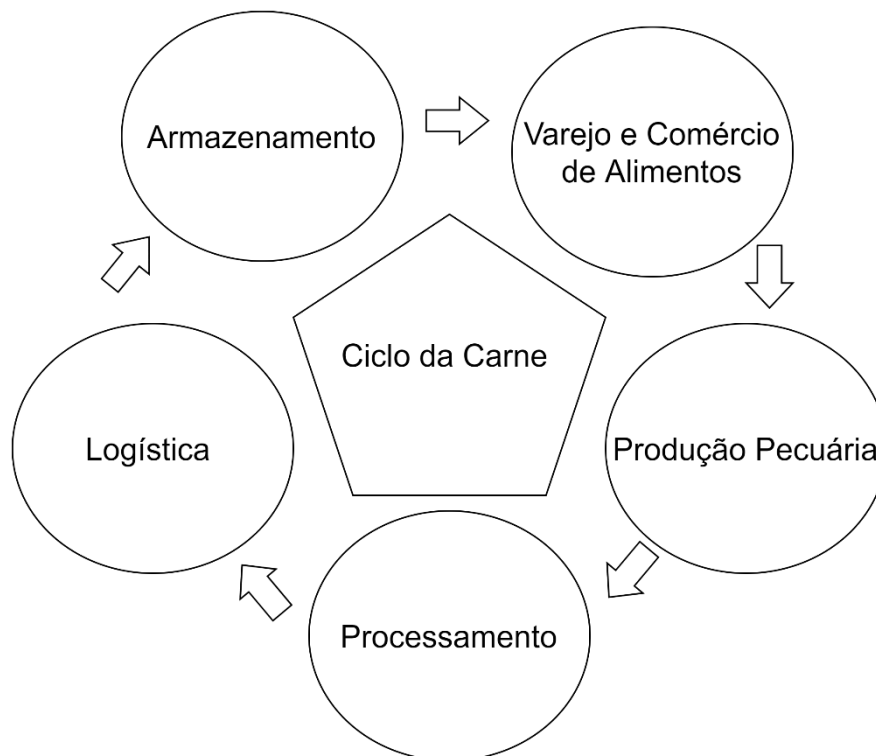
Para a segunda pergunta, isto é, se é possível traçar um modelo de equilíbrio com curvas de oferta e demanda para melhor compreender a dinâmica de mercado: oferta e demanda por carne podem ser modeladas como relações de cointegração num modelo com vetor de correção de erros. Não houve sucesso nessa tentativa.

Desta forma, além da introdução, este trabalho conta com seis capítulos. O segundo trata da revisão de literatura, onde explica-se o sistema de produção da carne bovina, bem como o ciclo da pecuária e sua interpretação corrente. O terceiro capítulo explica a metodologia econométrica por trás dos modelos utilizados: o modelo de vetores autorregressivos (VAR) e o modelo de vetores com correção de erro (VECM). O quarto capítulo explica os dados utilizados em cada modelo, bem como os recortes temporais e número de observações. O quinto é de resultados, onde analisa-se os testes de raiz unitária necessários para estimação do modelo, bem como a interpretação de todos os resultados. Por fim, o sexto e último capítulo são as conclusões, onde discute-se as implicações, os limites e a possível ampliação dos resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção da carne bovina no Brasil é composta por uma complexa cadeia de atores interativos, cada qual com sua própria lógica interna também complexa e diversificada. Segundo o Centro de Inteligência da Carne Bovina (CiCarne), a cadeia é composta respectivamente por Produção Pecuária, Processamento, Logística, Armazenamento, Varejo e Comércio de Alimentos.

Figura 1 – Ciclo De Produção Da Carne



Fonte: Elaboração própria, baseado em diagrama disponível no site CiCarne (2020).

Trata-se, porém, de um esquema simplificado com o intuito de melhor ilustrar o processo. Na verdade, cada um desses fatores desdobra-se em outros menores, cada qual com sua própria lógica produtiva, com seus próprios consumidores, competidores e fornecedores. A soma destes é que resulta no grande Sistema Agroindustrial da Carne Bovina (pecuária de corte), responsável por gerar 747,05 bilhões de reais em 2020, representando 10% do PIB total do Brasil segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O ciclo começa no setor de insumos para produção pecuária, composto por empresas que fornecem principalmente insumos e serviços de nutrição, protocolos, materiais, sêmen e sanidade animal, sendo responsável por 103,00 bilhões de reais em 2020. Estas fornecem às

empresas de produção propriamente ditas, responsáveis por tudo que envolve o abate do gado, tendo o faturamento de 178,24 bilhões de reais em 2020, o terceiro maior da cadeia.

Em seguida, tem-se no âmbito do processamento também o setor de insumos e serviços para as indústrias processadoras, sendo majoritariamente responsáveis pelo fornecimento de embalagens, energia elétrica e equipamentos de proteção individual (EPIs). Este ramo gerou 60,44 bilhões de reais em 2020. Após, chega-se às indústrias frigoríficas, onde encontram-se alguns dos principais momentos do sistema: a venda de carne ao mercado interno e a exportação de carne e couro para o mercado externo. Carne mercado interno gerou 114.276,4 milhões de reais; exportação de carne 44.022,8 milhões de reais e exportação de couro 4.961,3 milhões de reais. Apesar destas três serem as mais significativas, não são as únicas, tem o faturamento total do setor frigorífico chegando a 179,01 bilhões de reais em 2020, o segundo maior da cadeia.

Por fim, chega-se ao setor de varejo, composto também pela divisão entre empresas de insumos e serviços e de varejo propriamente ditas. O faturamento das primeiras foi de 20,247 bilhões de reais em 2020. As últimas, dividindo-se principalmente entre vendas de carne no varejo e vendas de outros produtos, chegaram a 204,64 bilhões de reais em 2020, o maior faturamento do sistema agroindustrial da carne bovina. Todos os dados apresentados nesta seção tem como base o Beef Report 2021, relatório sobre o perfil da pecuária no Brasil disponibilizado anualmente pela Brazilian Beef, projeto da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC).

Entendido o sistema agroindustrial da carne bovina e o impacto desta na composição do IPCA e no consumo das famílias, expõe-se o Ciclo da Pecuária, fenômeno de maior interesse deste trabalho. Na figura abaixo segue uma representação gráfica do ciclo:

Figura 2 - Ciclo Da Pecuária De Corte



Fonte: CiCarne (2020)

Entende-se por ciclo da carne a flutuação de altas e baixas no preço do gado e, conseqüentemente, da carne bovina de maneira periódica. Por conta de a própria atividade fim da pecuária de corte exigir tempo (esperar os anos necessários para o tempo ótimo de abate do boi), esta flutuação dos preços é percebida de maneira lenta na cadeia produtiva.

Para explicar o ciclo, parte-se de um choque externo positivo no preço do bezerro. Com seu preço alto, os produtores têm incentivos para criar e vender mais bezerras, resultando na retenção de matrizes, isto é, na diminuição das vendas e do abate das vacas em condição de gerar prole. Em seguida, por conta da menor participação das vacas no mercado, a quantidade de carne disponível diminui, fazendo com que o preço do boi gordo valorize. Com isto, os produtores têm um incentivo para investirem no mercado futuro de oferta de bois, aumentando então sua produção de bezerras.

O aumento na oferta de bezerras dentro do mercado levará a desvalorização do seu preço, trazendo então um incentivo negativo para a venda de bezerras, acarretando a venda de matrizes para corte. Com a carne de vaca novamente em alta dentro do mercado, a oferta de carne como um todo aumenta, levando a queda do preço do boi gordo. Com os preços de boi e bezerro em baixa, os produtores não veem incentivo para a produção de bezerras, levando a uma queda na

oferta. Com a escassez de oferta, os preços sobem, levando a alta do bezerro e reiniciando o ciclo.

Também pode-se entender o ciclo pela perspectiva do boi gordo. Segundo o CiCarne em relatório de 2021, a maior oferta de bois gordos leva a queda de preços da carne bovina como um todo, implicando na desvalorização de vacas e bezerros. Desta forma, os produtores aumentam a participação das vacas para o mercado de corte, implicando no aumento da oferta de carne e, conseqüentemente, numa maior queda dos preços. Então, a oferta de bois no mercado futuro é comprometida, levando, em alguns anos, à escassez do boi gordo, levando ao aumento do seu preço. Com isto, dentro de alguns anos a oferta de bois gordos crescerá novamente por conta do mecanismo de mercado, reiniciando o ciclo.

É importante ressaltar que se trata de um ciclo longo, as mudanças explicadas acima levam anos para se consolidarem, visto o tempo necessário para crescimento do gado. Porém, historicamente este tempo vem diminuindo, visto que o aumento tecnológico permite o abate cada vez mais cedo do boi gordo. O CiCarne estima que os ciclos correntes sejam de 6 anos.

Tradicionalmente, na literatura econômica, ciclos de preços e quantidades em mercados, notadamente nos mercados agrícolas, são explicados por modelos tipo cobweb. De fato, aquele que talvez seja o artigo mais clássico sobre a questão, o de Ezekiel (1938), refere-se ao mercado de gado de corte nos Estados Unidos. Mercados agrícolas compartilham com a pecuária a característica de ciclo longo de produção.

Segundo Gandolfo (1997), embora tenha sido Kaldor (1934) quem nomeou o modelo cobweb básico, este já havia sido introduzido por outros autores. Também de acordo com Gandolfo (1997), Nerlove (1958) introduziu expectativas adaptativas no modelo. Esse artigo terá forte influência em Muth (1961), uma referência pioneira no uso de expectativas racionais¹. O próprio Nerlove se dedicou a estudar o mercado de gado de corte empiricamente (NERLOVE et al. 1979,1992). Ele é citado em Rosen et al. (1994), que constroem um modelo teórico que se encaixa bem aos dados dos Estados Unidos.

3. METODOLOGIA

Para auferir a flutuação dos preços no ciclo da pecuária, é necessário utilizar-se um modelo capaz de abarcar a relação entre sequências de variáveis com observações ordenadas em intervalos de tempo regulares. Desta forma, é necessário um modelo de séries temporais.

3.1 MODELO DE VETORES AUTORREGRESSIVOS (VAR)

Segundo Cottrell e Lucchetti (2021), o Modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) almeja modelar a persistência temporal de um vetor de n séries temporais, y_t , por meio de uma autorregressão multivariável. Deste modo:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + Bx_t + \epsilon_t$$

O número de defasagens p indica a ordem do VAR. O vetor x_t , que pode ou não estar presente, contém variáveis exógenas, como constante, tendência ou dummies sazonais. As variáveis com defasagens de tempo são endógenas (que o presente artigo trata na seção de Dados). O ruído branco é representado por ϵ_t .

Pode-se escrever a equação na forma reduzida:

$$A(L)y_t = Bx_t + \epsilon_t$$

Onde $A(L)$ é uma matriz polinomial de forma:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ y_{t-1} \\ \dots \\ y_{t-p-1} \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ y_{t-2} \\ \dots \\ y_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix} x_t + \begin{bmatrix} \epsilon_t \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Deste modo, a modelagem VAR é uma opção válida para medir o impacto que um choque em uma variável causa, ao longo do tempo, em outra. Esta é a chamada “análise das funções de impulso-resposta”, apresentada nos resultados deste trabalho.

Contudo, antes de estimar o modelo é necessário saber se as séries são estacionárias, isto é, se não possuem raiz unitária. Caso possuam, segundo Margarido e Medeiros (2006), os choques aleatórios sofridos pela série geram um efeito permanente (na série), invalidando a suposição de um ciclo com variações temporárias em torno de uma tendência. Desta forma, média e variância não são constantes ao longo do tempo, impossibilitando a interpretação econômica da

regressão, a chamada “regressão espúria”. É necessário diferenciar a série n vezes para remover a presença de raiz unitária, sendo n o número de raízes.

3.2 MODELO DE VETORES DE CORREÇÃO DE ERROS (VECM)

Segundo Sacramento (2017), as séries, após passarem pelo processo de diferenciação, podem estar cointegradas, isto é, possuem uma tendência estocástica em comum. Disto resulta que os resíduos sejam estacionários, implicando numa relação de longo prazo entre as variáveis. Quando isto ocorre, é o caso de um Modelo de Vetores de Correção de Erros (VECM).

Segundo Cottrell e Lucchetti (2021), um VECM de ordem p com um termo determinístico μ_t pode ser escrito da forma:

$$\Delta y_t = \mu_t + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t$$

Com

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I; \quad \Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j$$

O VECM possibilita, mediante seu sistema de equações, a interpretação de um sistema de equilíbrio, posto que se possa interpretar os vetores resultantes como curvas de oferta e demanda. Contudo, antes de estimar o modelo deve-se, respectivamente, fazer: 1) testes para identificação de raiz-unitária, 2) descobrir a quantidade necessária de defasagens para estimação do VAR, 3) teste para identificação de cointegração, 4) descobrir a ordem de defasagens. Somente após este procedimento é possível rodar o VECM.

4. DADOS

Como estimou-se dois modelos diferentes, isto é, VAR e VECM, fez-se necessário conjuntos diferentes de variáveis, porém interrelacionadas, de modo a continuarem tratando do mesmo assunto. O VAR conta com um conjunto de cinco variáveis observadas mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, totalizando 288 observações. O VECM conta com um conjunto de nove variáveis observadas mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, totalizando 204 observações.

4.1 VARIÁVEIS VAR

Para estimar o Modelo com Vetor Autorregressivo foram utilizadas as variáveis Preço do Boi, Preço do Bezerro e Quantidade. Para o preço do boi, duas opções de variáveis foram tratadas: **P1**, indicador do boi gordo CEPEA/B3; e **P2**, valor médio a prazo do Estado de São Paulo, ambas disponibilizadas pelo Centro De Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP.

O preço do bezerro é **Pb**, valor médio a prazo do Estado de São Paulo, também Esalq/USP. Importante ressaltar que este é o principal determinante para análise de impulso-resposta, visto que é nele o choque de mercado. Todas estas três variáveis foram deflacionadas utilizando o IPCA, isto é, dividindo o índice do mês corrente (junho/2021) pelo do mês da observação, e em seguida multiplicando o resultado pela observação. Utilizou-se o IPCA como deflator pois é o índice comumente utilizado pelo CEPEA.

Para quantidade, duas variáveis foram consideradas: **QVA**, a razão da quantidade de vacas abatidas em relação a quantidade de bovinos abatidos (cabeças) no Brasil; e **QVP**, a razão do peso total das carcaças de vacas em relação ao peso total da quantidade de bovinos (quilogramas) no Brasil. Ambas disponibilizadas pelo SIDRA/IBGE, pesquisa trimestral de abate de animais. Periodicidade mensal, mas com dados divulgados trimestralmente.

Antes de prosseguir com os testes de raiz unitária, fez-se a análise gráfica das variáveis para verificar presença de constante e tendência. As variáveis QVA e QVP, por serem razões, já estão, por definição, em estado estacionário, não necessitando da aplicação dos testes de raiz unitária, não sendo necessária a análise gráfica. Para suavização, fez-se a transformação logarítmica nas variáveis de Preço

L_P1 – Transformação logarítmica do Indicador do boi gordo CEPEA/B3. É uma média diária ponderada de preços à vista do boi gordo no Estado de São Paulo. Boi Gordo considerado para

o indicador: bovinos machos, com 16 (dezesesseis) arrobas líquidas ou mais de carcaça e idade máxima de 42 (quarenta e dois) meses (CEPEA). Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

Gráfico 1 – Log do Preço do Boi Gordo CEPEA/B3 observado mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, 288 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

L_P2 - Transformação logarítmica do Indicador do Boi Gordo - Média A Prazo Estado De São Paulo. É uma referência calculada pelo Cepea, que tem como base a amostra do Indicador do boi gordo CEPEA/B3 e a taxa de juros CDI - referência de 30 dias (CEPEA). Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

Gráfico 2 – Log do Preço do Boi Gordo Média a Prazo do Estado De São Paulo observado mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, 288 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

L_Pb - Transformação logarítmica do preço do Bezerro - Média Estado De São Paulo. Entende-se por bezerro o animal desmamado, macho, nelore, com idade entre 8 e 12 meses; valores coletados se referem a negócios realizados no mercado físico. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

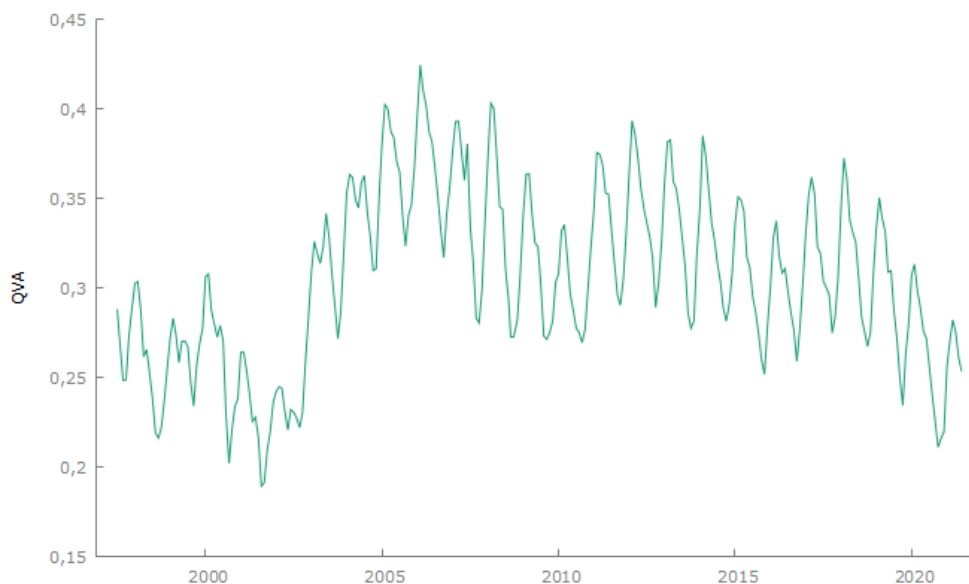
Gráfico 3 – Log do Preço Do Bezerro Média do Estado De São Paulo observado mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, 288 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

QVA - Razão da quantidade de vacas abatidas em relação a quantidade de bovinos abatidos (cabeças) no Brasil. Entende-se por vaca: bovino fêmea adulta, com 2 anos de idade ou mais, independente de já ter parido ou não. Entende-se por bovino: bois (macho adulto com 2 anos de idade ou mais); vacas (fêmea adulta com 2 anos de idade ou mais); novilhos (filhotes com menos de 2 anos de idade). Trata-se de uma razão, logo já se encontra em estado estacionário, não necessitando dos testes de raiz unitária.

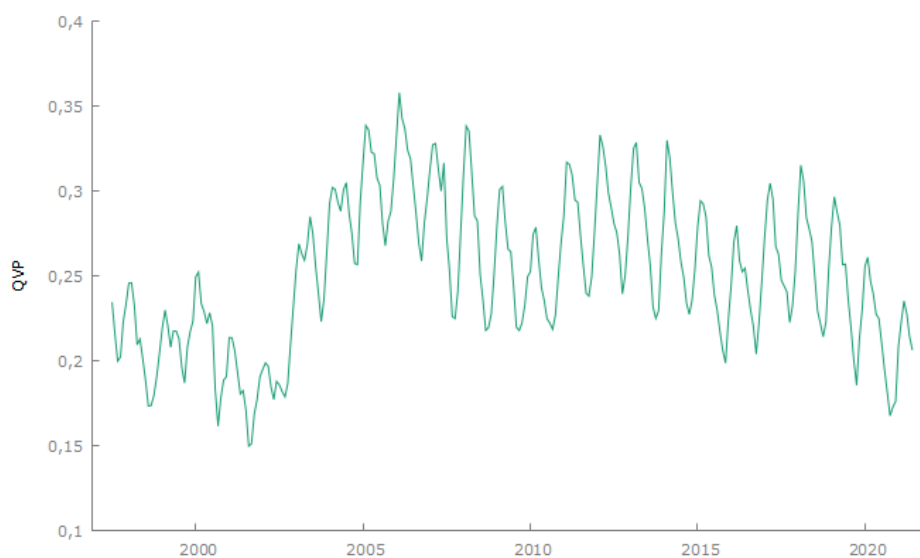
Gráfico 4 - Razão da quantidade de vacas abatidas em relação a quantidade de bovinos abatidos (cabeças) no Brasil observado mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, 288 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

QVP - Razão do peso total das carcaças de vacas em relação ao peso total da quantidade de bovinos (quilogramas) no Brasil. Entende-se por carcaça: o animal abatido, formado das massas musculares e ossos, desprovido de cabeça, mocotós, cauda, couro, órgãos e vísceras torácicas e abdominais, tecnicamente preparado. Trata-se de uma razão, logo já se encontra em estado estacionário, não necessitando dos testes de raiz unitária.

Gráfico 5 - Razão do peso total das carcaças de vacas em relação ao peso total da quantidade de bovinos (quilogramas) no Brasil observado mensalmente entre julho de 1997 e junho de 2021, 288 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

4.2 VARIÁVEIS VECM

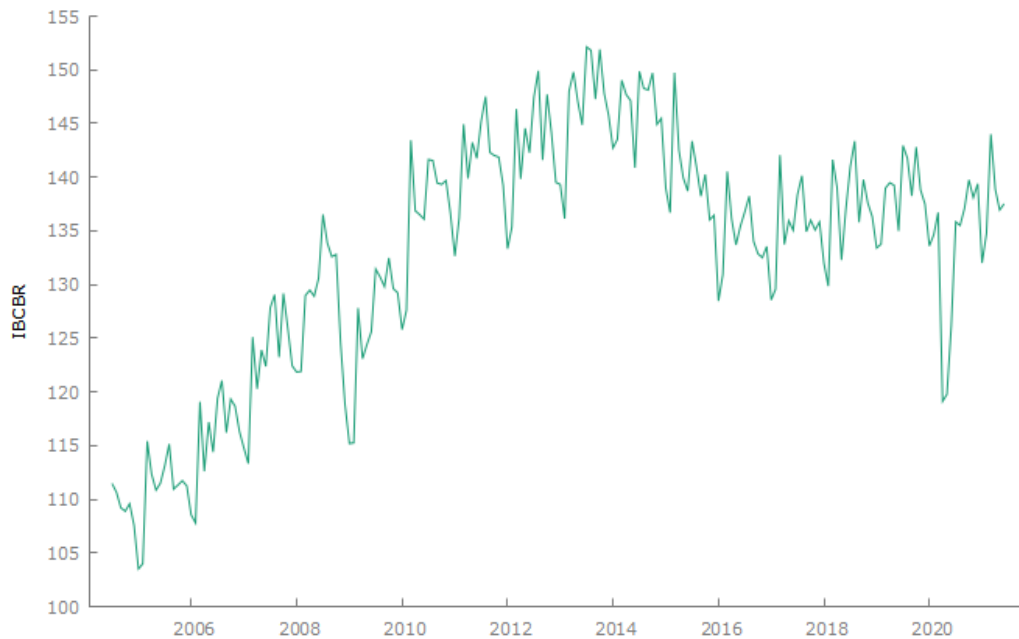
Para estimar o Modelo com Vetor de Correção de Erros (VECM) foram utilizadas as variáveis Renda, Custo, Preço e Quantidade. Para variável de renda, existe a possibilidade de escolha entre o Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC-Br), disponibilizado pelo Banco central, como variável *proxy* **IBCBR**; e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do Estado de São Paulo, disponibilizado pelo Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi) e deflacionado pelo IPCA, como variável *proxy* **R**.

Para a variável de custo, utilizou-se somente o indicador do milho Esalq/BM&FBOVESPA, disponibilizada pelo CEPEA, variável **C**. As variáveis de preço são as mesmas do VAR exposto acima, **P1** e **P2**, sendo a única diferença decorrente da mudança no número de observações. Todas também deflacionadas pelo IPCA.

Por fim, para a variável quantidade foram selecionadas quatro opções: a quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no estado de São Paulo, **Q1**; a quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no Brasil, **QBR1**; o peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no estado de São Paulo, **Q3**; e o peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no Brasil, **QBR3**. Importante ressaltar que, apesar do trabalho ser focado no Estado de São Paulo, a literatura corrente, como, por exemplo, no trabalho de Pancera e Alves (2020), demonstra que é possível utilizar variáveis nacionais sem perdas significativas. Todas disponibilizadas pela Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, com observações mensais e disponibilizado trimestralmente pelo IBGE.

IBCBR - É o indicador mensal contemporâneo da atividade econômica nacional. A literatura corrente, como, por exemplo, no trabalho de Rodrigues (2020), mostra ser possível utilizá-lo como variável de renda. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

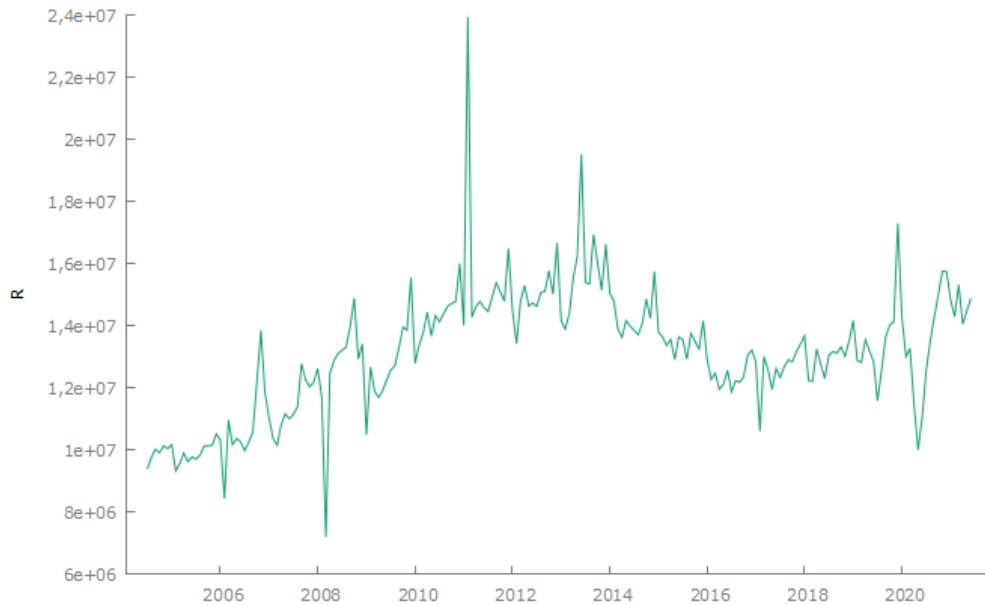
Gráfico 6 – Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBCBR) observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

R – ICMS é o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação. A literatura mostra ser possível utilizá-lo como variável de renda. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

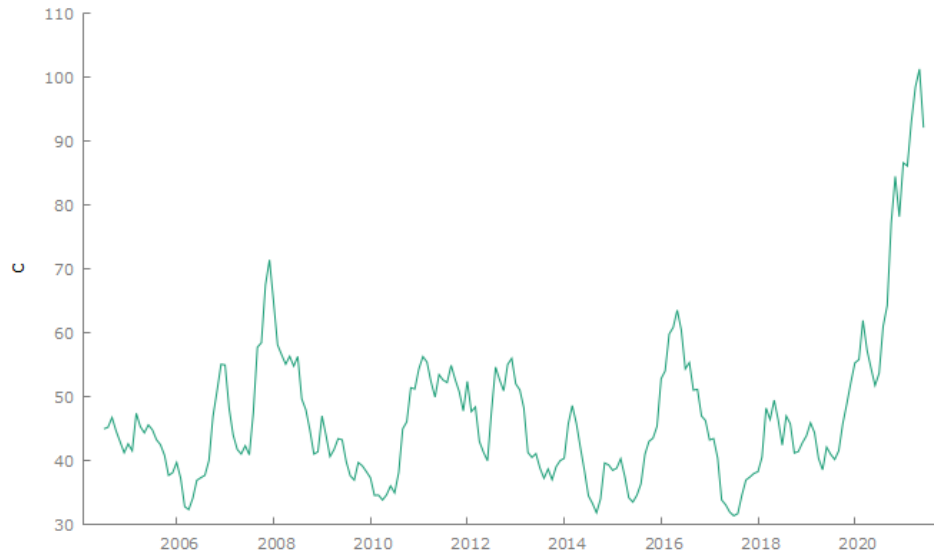
Gráfico 7 – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do Estado de São Paulo observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

C – O indicador do milho Esalq/BM&FBOVESPA tem como base a saca de 60kg (reais por saca, à vista). A literatura mostra que este é o principal custo na criação de gado confinado, como indicado por Pereira (2017). Contudo, é importante ressaltar que existem outros, como, por exemplo, medicações veterinárias. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

Gráfico 8 – Saca de Milho 60k Esalq/BM&FBOVESPA observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

P1 – A definição de P1 mantém-se como exposto acima, na seção VAR. Porém, para o VECM não se fez transformação logarítmica. A análise gráfica continua a mesma, presença de constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

Gráfico 9 - Preço do Boi Gordo CEPEA/B3 observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

P2 – A definição de P2 mantém-se como exposto acima, na seção VAR. Porém, para o VECM não se fez transformação logarítmica. A análise gráfica continua a mesma, presença de constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

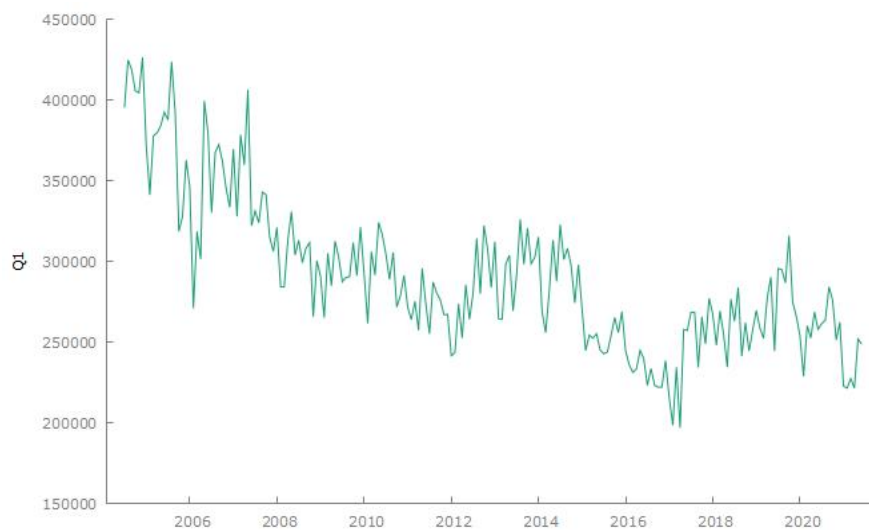
Gráfico 10 - Preço Boi Gordo Média A Prazo Estado De São Paulo observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do CEPEA/ESALQ-USP (2021).

Q1 - Quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no estado de São Paulo. Entende-se por bovino: bois (macho adulto com 2 anos de idade ou mais); vacas (fêmea adulta com 2 anos de idade ou mais); novilhos (filhotes com menos de 2 anos de idade). Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

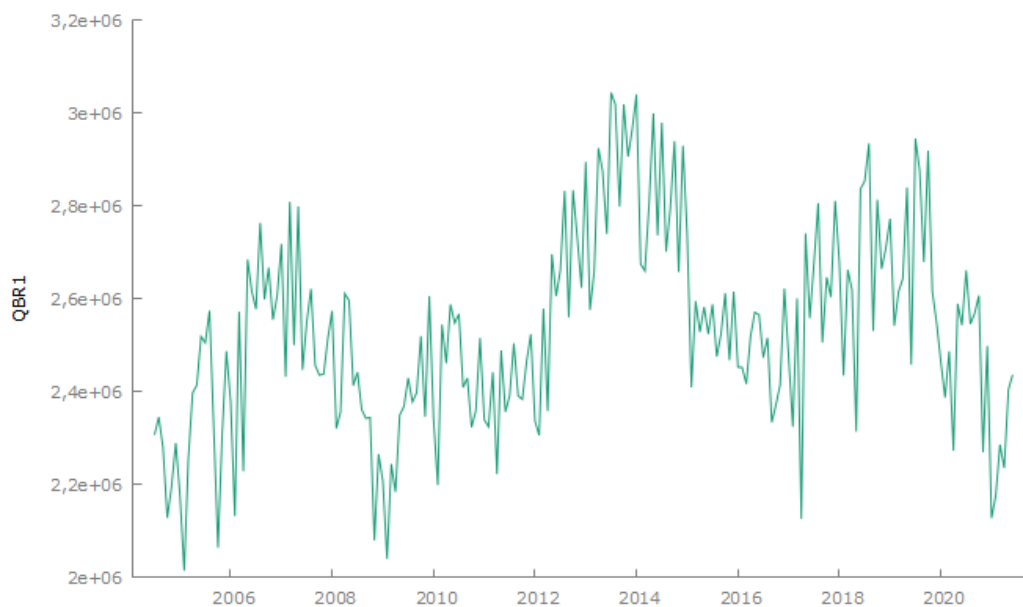
Gráfico 11 - Quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no estado de São Paulo observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

QBR1 - Quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no Brasil. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

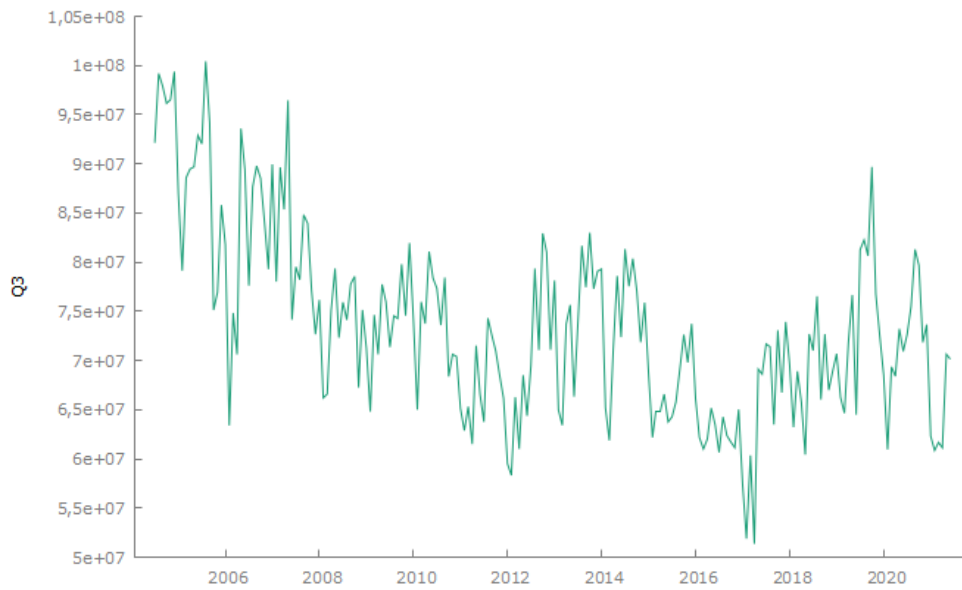
Gráfico 12 - Quantidade de bovinos abatidos (cabeça) no Brasil observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

Q3 - Peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no estado de São Paulo. Entende-se por carcaça: o animal abatido, formado das massas musculares e ossos, desprovido de cabeça, mocotós, cauda, couro, órgãos e vísceras torácicas e abdominais, tecnicamente preparado. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e sem tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

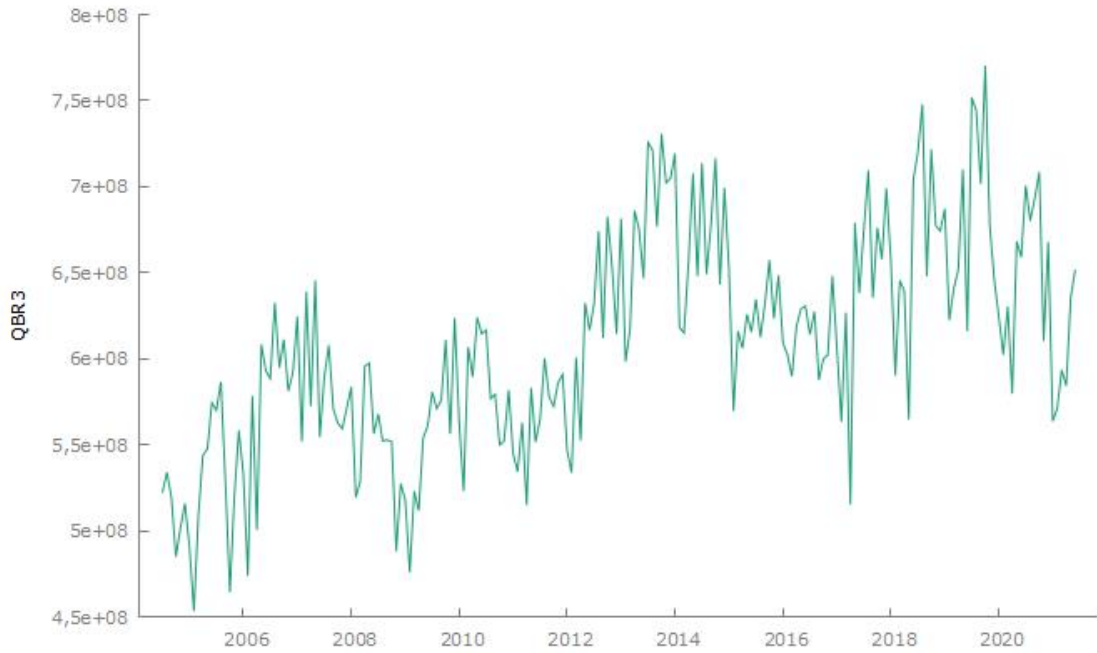
Gráfico 13 - Peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no estado de São Paulo observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

QBR3 - Peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no Brasil. Pela análise gráfica implica-se uma série com constante e tendência. A análise do correlograma não constatou sazonalidade.

Gráfico 14 - Peso total das carcaças (quilogramas) dos bovinos abatidos no Brasil observado mensalmente entre julho de 2004 e junho de 2021, 204 observações.



Fonte: Elaboração própria pelo Gretl versão 2021C, com dados do SIDRA (2021)

5. RESULTADOS

A seguir, apresenta-se o passo a passo para a estimação dos modelos. Para o VAR: 1) testes de raiz-unitária; 2) estimação; 3) testes de adequação; 4) análise de impulso-resposta. Para o VECM: 1) testes de raiz-unitária; 2) testes de cointegração; 3) estimação do VECM; Em seguida, discute-se os resultados alcançados, isto é, o impulso-resposta do VAR e os motivos da não adequação do VECM.

Contudo, antes faz-se necessária a definição do termo máximo de defasagens que podem ser utilizadas pelos testes. Segue-se a indicação de, Schwert (1989) *apud* Bueno (2008), que é:

$$pmax = ((n / 100) ^ {1/4}) * 12$$

Onde n é o número total de observações. Deste modo, o VAR, que possui 288 observações, tem o número máximo de defasagens *pmax* igual a 15. O VECM, que possui 204 observações, tem o número máximo de defasagens *pmax* igual a 14.

5.1 RESULTADOS VAR

Fez-se os testes Dickey Fuller Aumentado (ADF) e ADF-GLS para a identificação de raiz unitária nas variáveis P1, P2 e Pb. As variáveis QVA e QVP, como explicado, já se encontram em estado estacionário. O teste ADF tem como hipótese nula a presença de uma raiz unitária, e a hipótese alternativa de estacionariedade. Segundo Cottrell e Lucchetti (2021), o teste assume uma variável de média não-nula ou com tendência linear para a regressão. O ADF-GLS é uma variante mais potente do anterior, por utilizar o método GLS para anulação da média ou tendência.

O resultado do teste ADF é como segue:

Quadro 1 – ln_ADF

Variável	Termos Determinísticos	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
P1	c,t	AIC: 14	-3,44978 (0,045)
		BIC: 1	-2,2157 (0,4802)
P2	c,t	AIC: 14	-3,46824 (0,04283)
		BIC: 1	-2,69522 (0,2385)
Pb	c,t	AIC: 12	-3,8138 (0,01579)
		BIC: 1	-1,31719 (0,8835)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Utilizou-se o log das variáveis para fins de suavização das séries, como explicado anteriormente. A literatura indica que os menores valores do Critério de informação Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) são preferíveis. Também indica que BIC é um critério mais

sofisticado, logo será o principal critério de interpretação. Logo, as variáveis possuem com certeza pelo menos uma raiz unitária, independente da significância estatística. Em seguida, como as séries incluem constante e tendência, faz-se necessário diferenciar uma vez as variáveis, eliminando a tendência, e aplicar novamente o teste, chamado d_ADF, ou ADF em primeira diferença. O resultado foi:

Quadro 2 – ln_ADF_d

Variável	Termos Determinísticos	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
d_P1	c	AIC: 13	-3,18518 (0,02089)
		BIC: 0	-13,5551 (1,023e-30)
d_P2	c	AIC: 13	-3,19477 (0,02032)
		BIC: 0	-13,6671 (4,534e-31)
d_Pb	c	AIC: 15	-3,57746 (0,006237)
		BIC: 0	-10,9819 (2,197e-22)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

A análise dos resultados em primeira diferença indicam a presença de apenas uma raiz unitária nas séries, possibilitando a modelagem do VAR com apenas uma diferença.

Em seguida, fez-se o teste ADF-GLS, novamente com as variáveis em log. O resultado foi:

Quadro 3 – ln_ADF_GLS

P1	c,t	MAIC: 2	-2,10196(0,246)
		MBIC: 0	-1,69604(0,471)
P2	c,t	MAIC: 2	-2,25901(0,181)
		MBIC: 0	-2,02603(0,283)
Pb	c,t	MAIC: 5	-2,11527(0,240)
		MBIC: 1	-1,59898(0,532)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Pelo menos uma raiz unitária em todas as séries. O resultado da primeira diferença, removendo a tendência, ficou:

Quadro 4 – d_ln_ADF-GLS

P1	c	MAIC, MBIC: 15	-1,71604(0,087)
P2	c	MAIC, MBIC: 15	-1,79899(0,073)
Pb	c	MAIC, MBIC: 11	-2,33462(0,018)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

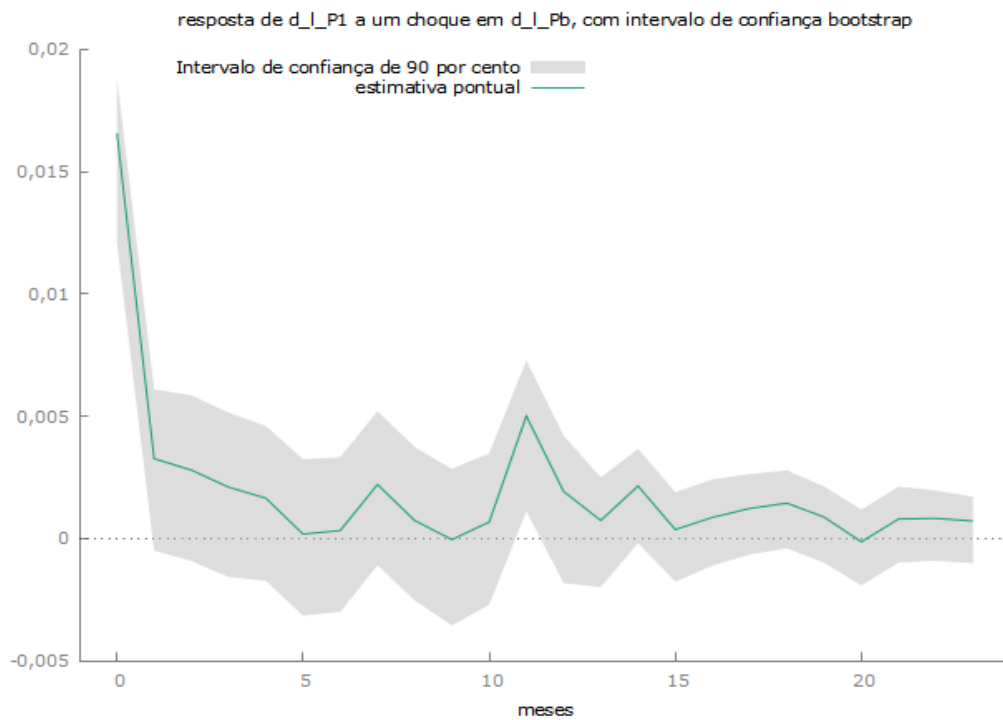
Os resultados indicam que P1 e P2 possuem uma única raiz unitária a apenas 1% de significância estatística, enquanto Pb a possui desde 5%. Após comparar os dois testes, decidiu-se rodar o modelo assumindo que as séries possuem apenas uma raiz unitária, estimando o VAR com apenas uma diferença.

Os testes de adequação não apresentaram autocorrelação e, por terem sido estimados com erros padrão robusto (variante HC1), não possuem heterocedasticidade. Contudo, não se verificou normalidade dos resíduos.

Desta forma, resta somente a análise de impulso-resposta para finalização do VAR. Contudo, por conta do interesse do presente trabalho ser o ciclo da pecuária, analisou-se somente os gráficos necessários para tal. São eles a resposta de QVA, QVP, P1, P2 em relação a um choque positivo em Pb.

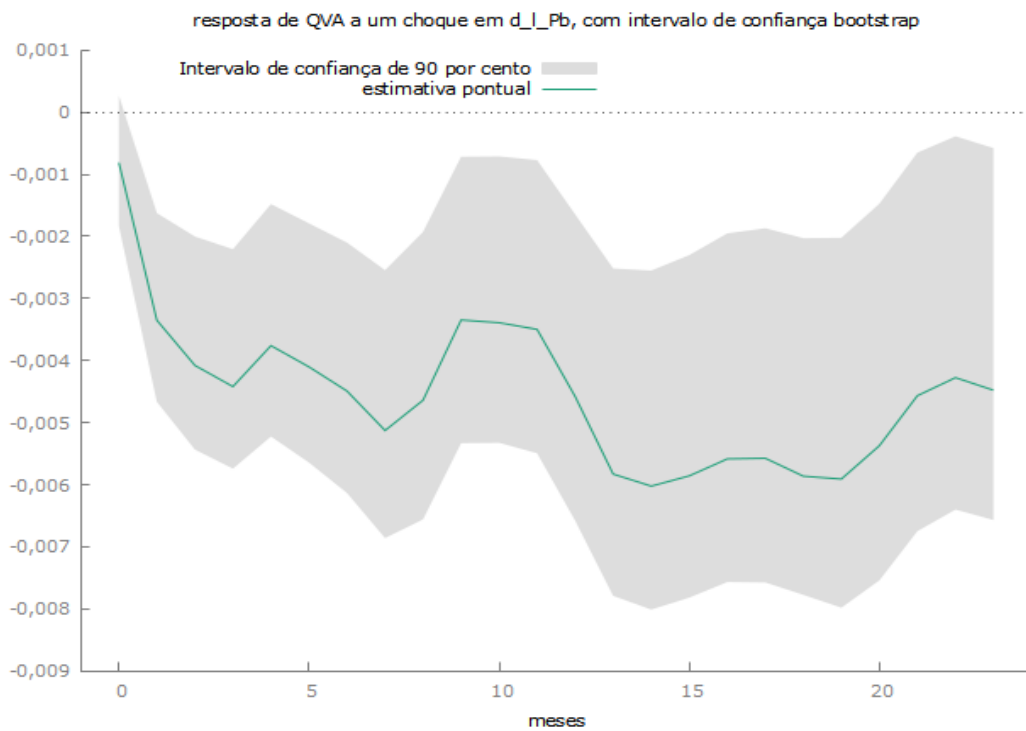
1) Pb,QVA,P1

Gráfico 15 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

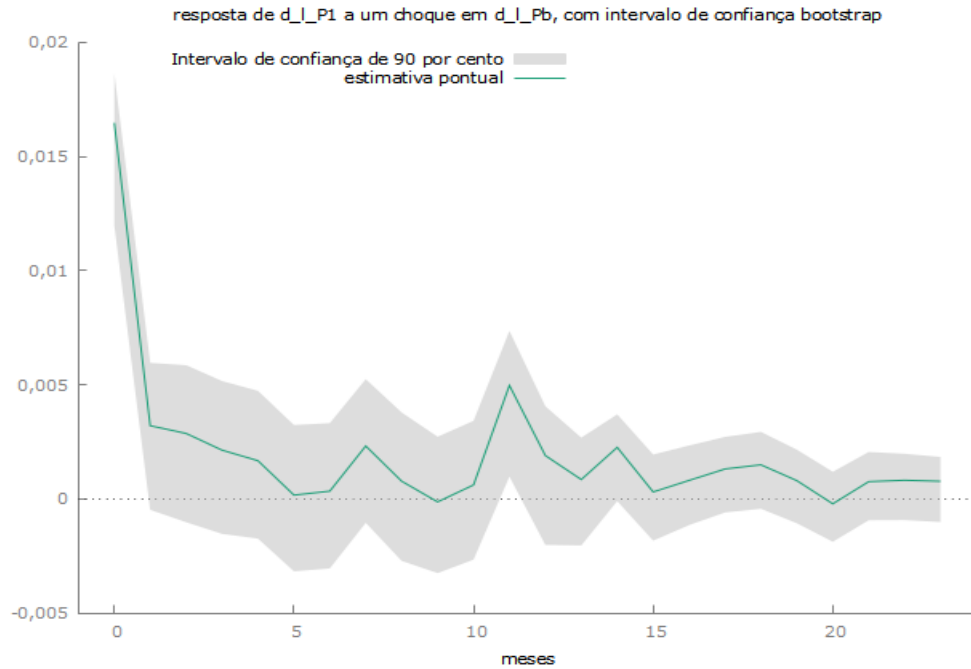
Gráfico 16 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

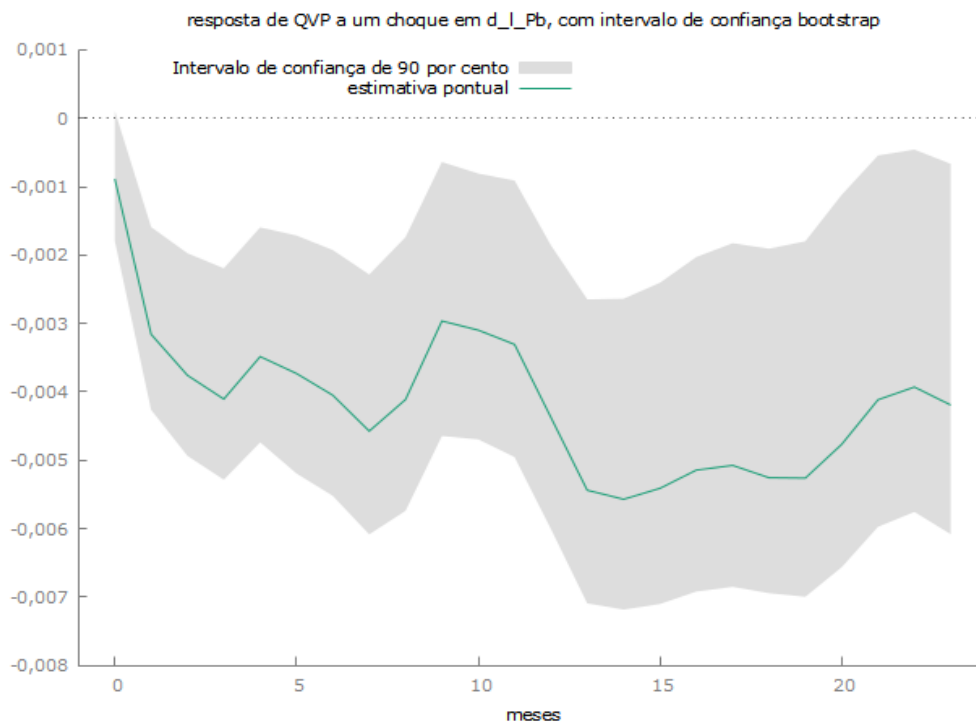
2) Pb,QVP,P1

Gráfico 17 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

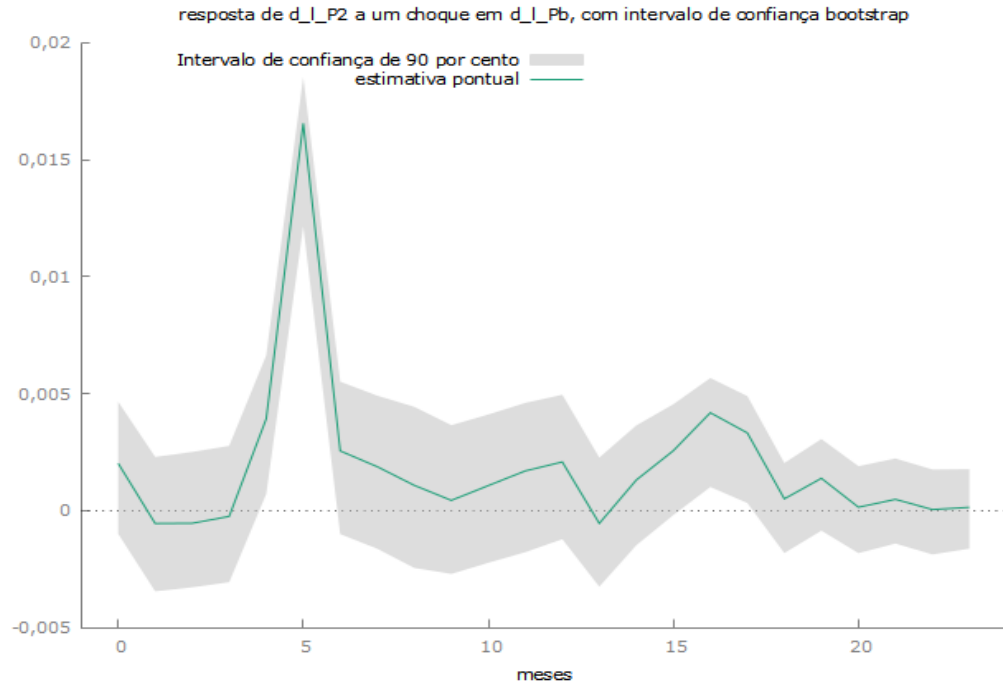
Gráfico 18 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

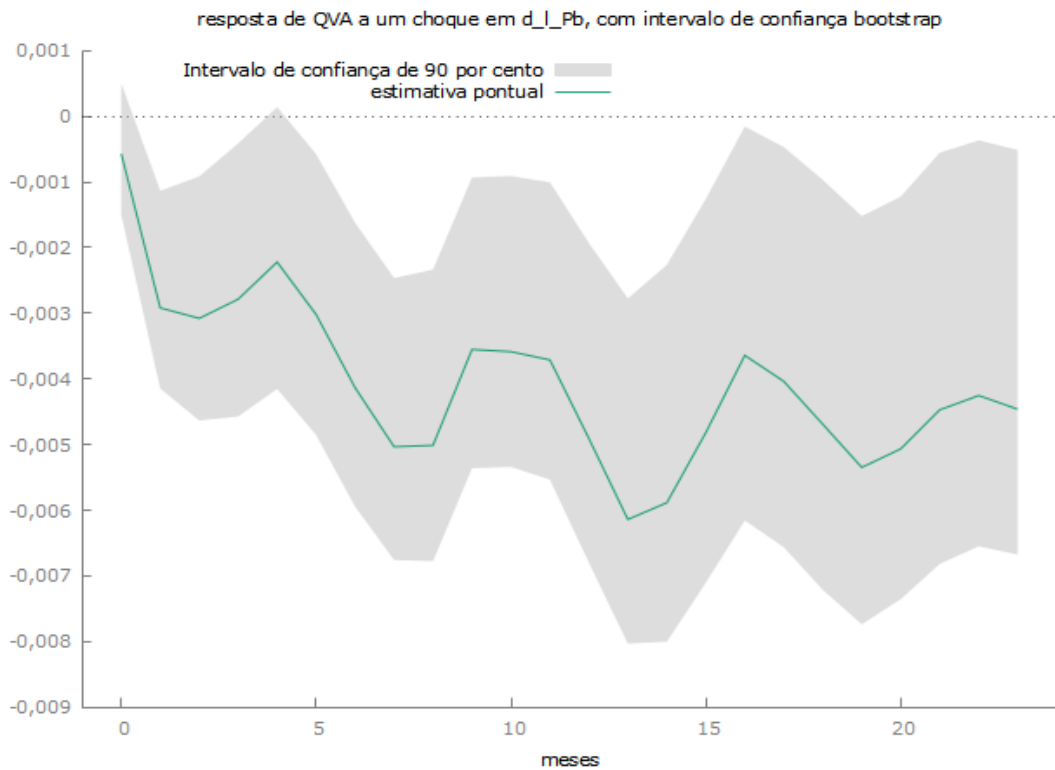
3) Pb,QVA,P2

Gráfico 19 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

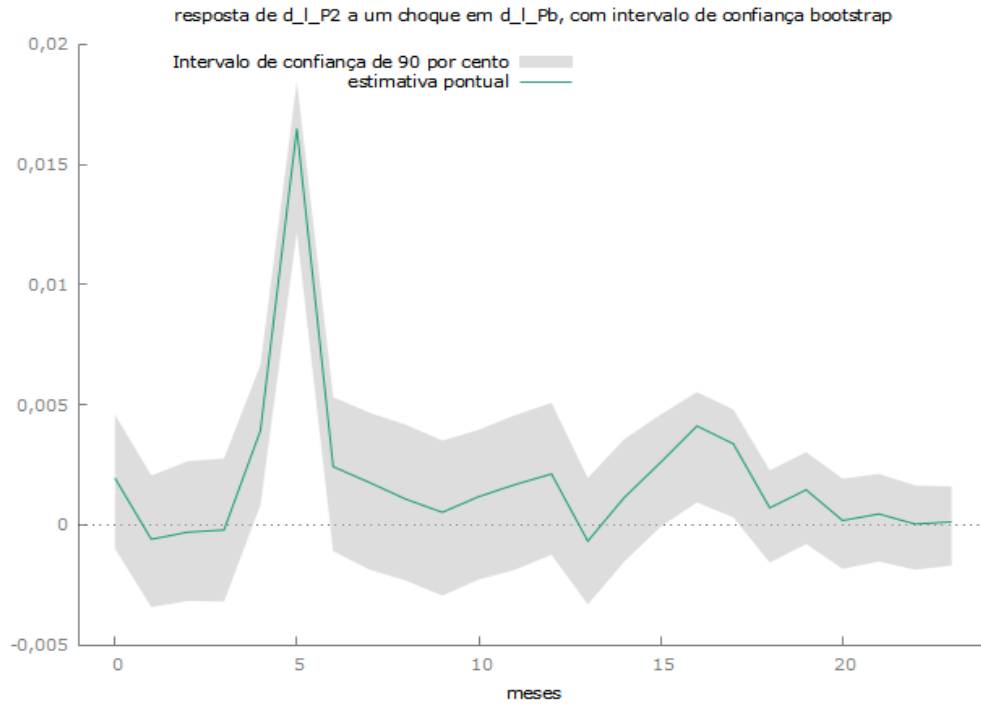
Gráfico 20 -



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

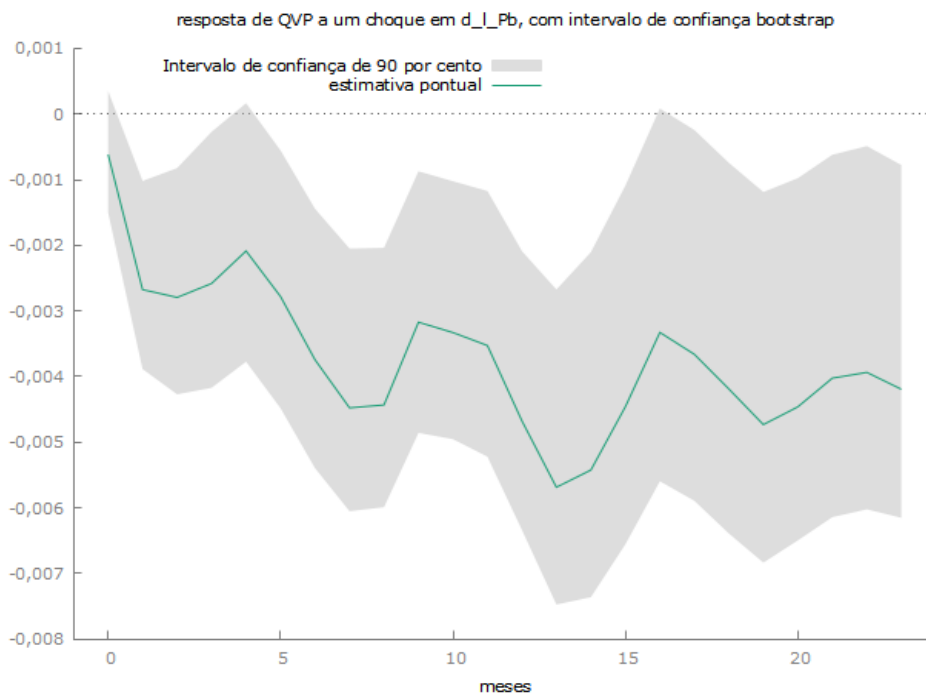
4) Pb,QVP,P2

Gráfico 21



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Gráfico 22



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

5.1.1 Análise de impulso-resposta

A diferença gráfica entre os impactos em P1 é mínima, de modo que pode analisar-se as duas ao mesmo tempo sem perda de interpretação. Os gráficos são estatisticamente significativos nos períodos 1 e 11, onde existe um aumento de P1. Desta forma, se há um choque positivo no preço do bezerro, inicialmente o indicador do boi gordo CEPEA/B3 sobe muito, mas logo desce e retorna ao normal, para subir novamente quase um ano depois, dessa vez de maneira mais suave. Esta interpretação está condizente com o ciclo da carne apresentado pela literatura, onde o aumento do preço de bezerras leva a retenção de matrizes, fazendo com que a oferta de carne no mercado diminua, aumentando o preço do boi gordo.

A diferença gráfica entre os impactos em P2 é mínima. Os gráficos são estatisticamente significativos nos períodos 5, 6 e 17, onde existe um aumento de P2. Desta forma, se há um choque positivo no preço do bezerro, no curto-médio prazo a média do valor do boi gordo irá aumentar muito, mas depois retornar ao normal. Então, um ano após o primeiro aumento, o preço volta a crescer, mas dessa vez de maneira suave. Novamente, esta interpretação é condizente com o ciclo da carne, como já exposto acima. Além do mais, é condizente também com a análise de P1. Juntas, indicam que de fato ocorre aumento nos preços ao longo do tempo.

Os gráficos de impacto em QVA e QVP mostram um fenômeno interessante: os gráficos de QVA e QVP são praticamente iguais se o preço permanece o mesmo, isto é são iguais em P1 e iguais em P2. Deste modo, pode-se analisar QVA e QVP ao mesmo, sem perda de interpretação, desde que tenham sido modelados com a mesma variável de boi gordo.

Desta forma, os gráficos de resposta de QVA e QVP, quando modelados com P1, são estatisticamente significativos do período 2 ao 24, oscilando um pouco, mas claramente numa constante de declínio. Desta forma, um aumento no preço do bezerro causa com que a quantidade de vacas abatidas, seja pela contagem de cabeças ou peso das carcaças, decline. Isto está de acordo com o que diz a literatura sobre os ciclos da carne: aumento do preço do bezerro gera retenção de matrizes, pois os produtores têm incentivo a criar mais filhotes, deixando de vender e abater vacas. A interpretação será a mesma para quando modelados com P2, com apenas a exceção da não significância estatística nos períodos 1 e 5 para QVA e 1,5 e 17 para QVP.

5.2 RESULTADO VECM

Primeiro, realizou-se os testes ADF e ADF-GLS para identificação de raiz unitária. Não se observou diferença significativa quando feita a transformação logarítmica das séries, então optou-se por não fazer.

Quadro 5 - ADF

Variável	Termos Determinísticos	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
P1	c,t	AIC: 14	-2,56174 (0,2982)
		BIC: 1	-0,177464 (0,9936)
P2	c,t	AIC: 14	-2,50974 (0,3234)
		BIC: 1	-0,224284 (0,9926)
C	c	AIC, BIC: 1	-1,6671 (0,4481)
R	c	AIC: 9	-1,88541(0,3395)
		BIC: 1	-3,72636 (0,003778)
IBCBR R	c	AIC: 14	-2,24969(0,1888)
		BIC: 12	-2,3193(0,1658)
Q1	c	AIC: 12	-2,63823(0,08526)
		BIC: 2	-3,02523(0,03262)
Q3	c	AIC: 14	-3,13701(0,02396)
		BIC: 1	-4,40893(0,0002811)
QBR1	c	AIC: 14	-2,90795(0,04442)
		BIC: 2	-2,97367(0,03743)
QBR3	c,t	AIC, BIC: 14	-3,20141(0,08407)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

O teste indica que a maioria tem raiz unitária, pelo menos a 1%. Somente R e Q3 não tem raiz unitária segundo o critério BIC. Em seguida, resolveu-se estimar o ADF com primeira diferença (removendo a tendência), para ver se as séries têm mais de uma raiz unitária.

Quadro 6 - d_ADF

Variável	Termos Det.	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
d_P1	c	AIC: 13	-2,21587 (0,2007)
		BIC: 0	-12,2267 (1,907e-26)
d_P2	c	AIC: 13	-2,26748 (0,1827)
		BIC: 0	-12,2803 (1,277e-26)
d_C	-	AIC, BIC: 0	-10,9198 (6,054e-22)

d_R	-	AIC: 8	-8,34368(5,821e-15)
d_IBC R	-	AIC: 14	-2,91595(0,003453)
		BIC: 11	-3,89253(0,0001)
d_Q1	-	AIC: 13	-3,56675(0,0003569)
		BIC: 1	-15,2151(1,21e-32)
d_Q3	-	AIC: 13	-3,93079(-8,587e-05)
d_QBR1	-	AIC: 14	-2,4422(0,01413)
		BIC: 1	-17,0977(2,455e-36)
d_QBR3	c	AIC: 14	-2,6591(0,0813)
		BIC: 13	-3,22136(0,01881)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Confirma-se que a maioria das variáveis tem apenas uma raiz unitária, com apenas P1 e P2, segundo o critério AIC, possuindo mais de uma. Porém, o critério BIC aponta para apenas uma raiz unitária. Em seguida, fez-se o teste ADF-GLS:

Quadro 7 – ADF_GLS

Variável	Termos Det.	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
P1	c,t	MAIC: 1	-0,851765 (0,916)
		MBIC: 0	-0,422189 (0,983)
P2	c,t	MAIC: 1	-0,872165 (0,911)
		MBIC: 0	-0,454707 (0,980)
C	c	MAIC: 1	-1,67486 (0,098)
		MBIC: 0	-0,425227(0,600)
R	c	MAIC: 9	0,105669(0,782)
		MBIC: 2	-1,24977 (0,227)
IBC R	c	MAIC: 14	-0,104779(0,720)
		MBIC: 12	0,0107929(0,755)
Q1	c	MAIC, MBIC: 12	0,352553(0,847)
Q3	c	MAIC: 14	-0,348758(0,634)
		MBIC: 12	-0,117551(0,715)
QBR1	c	MAIC: 14	-1,86912(0,063)
		MBIC: 2	-2,06338(0,038)
QBR3	c,t	MAIC, MBIC: 11	-1,47975(0,621)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Todas as variáveis possuem raiz unitária. Não se faz necessária a estimação na primeira diferença das variáveis que só tem constante, pois o teste ADF-GLS precisa de ao menos um

termo determinístico para funcionar. Logo, assume-se que todas com apenas constante possuem apenas uma raiz unitária. Desta forma, é feita a primeira diferença somente para P1, P2 e QBR3.

Quadro 8 – d_ADF_GLS

Variável	Termos Det.	Defasagens	Estatística de Teste (p-valor)
d_P1	c	MAIC, MBIC: 13	-2,30461 (0,020)
d_P2	c	MAIC: 13	-2,37456 (0,016)
		MBIC: 10	-2,51962 (0,011)
d_QBR3	c	MAIC, MBIC: 14	-0,8507(0,410)

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Desta forma, somente QBR3 tem mais de uma raiz unitária, P1 e P2 rejeitam a hipótese nula (possui raiz unitária) a 5 e 10%. Partindo da análise conjunta dos testes, escolheu-se os seguintes modelos:

- 1) IBCBR; C; P1; QBR1; 2) IBCBR; C; P2; QBR1; 3) R; C; P1; Q1;
- 4) R; C; P1; Q3; 5) R; C; P2; Q1; 6) R; C; P2; Q3.

Então, é feita a seleção de defasagens do VAR, bem como o teste de cointegração (método Johansen). Mostra-se aqui somente os modelos onde achou-se relação de cointegração, ou seja, os modelos aptos para o VECM.

Quadro 9 – Modelo R;C;P1;Q1

R; C; P1; Q1	3	AIC 3	0	47,109 [0,0571]	21,808 [0,2378]	VECM
			1	25,301 [0,1555]	15,175 [0,2885]	
			2	10,126 [0,2761]	8,7569 [0,3141]	
		BIC 1	0	93,718 [0,0000]	52,171 [0,0000]	
			1	41,547 [0,0012]	31,107 [0,0009]	
			2	10,439 [0,2528]	8,6145 [0,3271]	
		HQC 2	0	59,958 [0,0020]	31,960 [0,0101]	
			1	27,998 [0,0808]	19,510 [0,0833]	
			2	8,4879 [0,4220]	8,0421 [0,3828]	
	4	AIC 3	0	64,671 [0,0407]	31,695 [0,0530]	VECM
			1	32,977 [0,3429]	16,213 [0,5398]	
			2	16,764 [0,4409]	9,5068 [0,6765]	
		BIC 1	0	119,51 [0,0000]	66,902 [0,0000]	
			1	52,605 [0,0033]	35,042 [0,0013]	
			2	17,563 [0,3818]	11,946 [0,4328]	

		HQC 2	0	79,542 [0,0010]	41,439 [0,0016]
			1	38,103 [0,1401]	19,781 [0,2661]
			2	18,322 [0,3296]	12,377 [0,3933]

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)Quadro 10 – Modelo R;C;P1;Q3

Quadro 10 – Modelo R;C;P1;Q3

R; C; P1; Q3	3	AIC 2	0	72,290 [0,0000]	44,121 [0,0001]	VECM
			1	28,169 [0,0774]	19,216 [0,0916]	
			2	8,9535 [0,3765]	8,4664 [0,3410]	
		BIC 1	0	110,38 [0,0000]	64,732 [0,0000]	
			1	45,647 [0,0003]	35,364 [0,0001]	
			2	10,283 [0,2642]	8,8049 [0,3099]	
		HQC 3	0	57,579 [0,0040]	32,858 [0,0072]	
			1	24,721 [0,1771]	14,744 [0,3200]	
			2	9,9770 [0,2877]	8,5200 [0,3359]	
	4	AIC 2	0	87,585 [0,0001]	49,698 [0,0000]	VECM
			1	37,887 [0,1462]	19,486 [0,2850]	
			2	18,400 [0,3244]	12,641 [0,3700]	
		BIC 1	0	126,87 [0,0000]	72,965 [0,0000]	
			1	53,906 [0,0022]	36,698 [0,0006]	
			2	17,207 [0,4076]	11,935 [0,4338]	
HQC 3		0	71,671 [0,0083]	39,851 [0,0029]		
		1	31,820 [0,4041]	15,682 [0,5857]		
		2	31,820 [0,4041]	9,4440 [0,6827]		

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Quadro 11 – Modelo R;C;P2;Q1

R; C; P2; Q1	3	AIC 3	0	47,006 [0,0584]	21,644 [0,2470]	VECM
			1	25,361 [0,1534]	15,221 [0,2852]	
			2	10,140 [0,2750]	8,7678 [0,3132]	
		BIC 1	0	93,196 [0,0000]	52,050 [0,0000]	
			1	41,146 [0,0013]	30,726 [0,0010]	
			2	10,420 [0,2542]	8,6360 [0,3251]	
		HQC 2	0	59,775 [0,0021]	31,817 [0,0107]	
			1	27,957 [0,0817]	19,463 [0,0846]	
			2	8,4942 [0,4214]	8,0922 [0,3777]	
	4	AIC 3	0	64,748 [0,0400]	31,689 [0,0531]	VECM
			1	33,059 [0,3387]	16,230 [0,5383]	
			2	16,829 [0,4359]	9,5305 [0,6741]	
		BIC 1	0	119,14 [0,0000]	66,630 [0,0000]	
			1	52,512 [0,0034]	34,923 [0,0014]	
			2	17,588 [0,3800]	12,020 [0,4259]	
HQC 2		0	79,449 [0,0011]	41,384 [0,0016]		
		1	38,064 [0,1412]	19,714 [0,2704]		
		2	18,351 [0,3276]	12,451 [0,3867]		

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Quadro 12 – Modelo R;C;P2;Q3

R; C; P2; Q3	3	AIC, HQC 2	0	72,067 [0,0000]	43,927 [0,0001]	VECM
			1	28,139 [0,0780]	19,139 [0,0938]	
			2	9,0000 [0,3721]	8,5543 [0,3327]	
		BIC 1	0	109,83 [0,0000]	64,459 [0,0000]	
			1	45,370 [0,0003]	35,080 [0,0001]	
			2	10,289 [0,2638]	8,8472 [0,3061]	
	4	AIC, HQC 2	0	87,406 [0,0001]	49,549 [0,0000]	VECM
			1	37,857 [0,1471]	19,390 [0,2913]	
			2	18,466 [0,3201]	12,735 [0,3618]	
		BIC 1	0	126,39 [0,0000]	72,576 [0,0000]	
			1	53,813 [0,0023]	36,566 [0,0007]	
			2	17,247 [0,4047]	12,011 [0,4268]	

Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Os números 3 e 4 que estão ao lado do modelo significam, respectivamente, o tipo de modelo rodado no teste de Johansen, isto é: constante sem restrições e tendência restringida. Ao lado, o tipo de defasagem (AIC, BIC OU HQC) e seu respectivo valor. Em seguida, 0,1 e 2 representam o posto da matriz vetorial. Para termos cointegração, é necessário rejeitar a hipótese nula nos postos 0 e 1, e aceitá-la no posto 2. A hipótese nula para um posto n é que a série possui n relações de cointegração. Desta forma, como estima-se o VECM na primeira diferença, necessita-se de vetores com posto matricial de ordem 2.

Antes de estimar o VECM, faz-se reiterar que se busca uma relação de equilíbrio em que os vetores possam ser identificados com curvas de oferta e demanda. Para isto, a variável renda é inserida apenas no vetor cointegrante que representa a curva de demanda; a variável custo, por sua vez, no vetor cointegrante que representa a curva de oferta. Desta forma é possível identificar o modelo de equilíbrio com curvas de oferta e demanda na regressão.

O vetor cointegrante com correção de erros tem o modelo: $a \cdot \text{renda} + b \cdot \text{custo} + c \cdot \text{preço} + d \cdot \text{quantidade} = 0$, sendo a , b , c , d , os coeficientes da regressão. Para

configurar uma relação de oferta e demanda, o vetor matricial da demanda deve ter o formato: (1 ; 0 ; (-) ; (-)), e o da oferta: (0 ; 1 ; (-) ; (+)).

Ao estimar o VECM, verificou-se que nenhum dos modelos de equilíbrio segue esse padrão, de modo que não são compatíveis com uma análise de oferta e demanda. As razões para tal podem ser várias: baixo número de observações ; a literatura aponta que curvas de oferta e demanda podem não ver relações lineares, de modo que o VECM não seja capaz de as captar; a variável de Custo (milho), apesar de ser a principal, não é a única, podendo a variável estar subdimensionada; a não inclusão do setor externo, o quanto de carne é de demanda externa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor agropecuário industrial da carne bovina é de suma importância para a economia brasileira, movimentando bilhões de reais, gerando grande número de empregos e fornecendo um produto essencial para a mesa dos brasileiros. Entender o funcionamento do ciclo da pecuária, suas flutuações de alta e baixas nos preços é de suma importância para o país como um todo, visto que influencia diretamente no IPCA, como o bem individual de maior impacto.

Este trabalho de conclusão de curso tratou de responder duas perguntas: a) o ciclo da pecuária de fato segue o movimento tradicional aceito pela literatura técnica; b) se é possível estimar um modelo de equilíbrio para o ciclo, gerando curvas de oferta e demanda. A primeira foi respondida por meio de um VAR e a segunda por meio de um VECM.

A análise dos resultados VAR demonstra que a literatura técnica está correta na sua interpretação do ciclo: aumento no preço do bezerro implica em retenção de matrizes e aumento no preço do boi gordo.

A análise do VECM demonstra que não é possível gerar um modelo de oferta e demanda baseado no ciclo da pecuária. Porém, este resultado é limitado e pode ser revisto por conta de algumas circunstâncias: baixo número de observações, talvez uma série que tenha pelo menos próximo de 300 observações seja mais precisa; a variável de Custo, milho, apesar de ser a principal variável nos custos de produção, não é a única. Uma variável mais robusta, mesclando outros fatores, como preço de medicamentos, principalmente Ivermectina, pode implicar noutro resultado; as curvas de oferta e demanda podem existir, porém não com relações lineares, portanto sendo imperceptíveis ao modelo utilizado. Um modelo mais sofisticado pode atender melhor a este requisito.

REFERÊNCIAS

- ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **BEEF REPORT – Perfil da Pecuária no Brasil 2021**. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- HUQ, A.S.M. Anwarul E.; ARSHAD, Fatimah Mohamed, 2010. Supply Response of Potato in Bangladesh: A Vector Error Correction Approach. **Journal of Applied Sciences**, 10: 895-902.
- CEPEA/ESALQ – USP, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Bezerro - Média Estado De São Paulo** – Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/bezerro.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- CEPEA/ESALQ – USP, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Boi Gordo - Média A Prazo Estado De São Paulo** – Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- CEPEA/ESALQ – USP, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador Do Boi Gordo CEPEA/B3** – Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- CEPEA/ESALQ – USP, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador do Milho ESALQ/BM&FBOVESPA** – Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- CICARNE, Centro De Inteligência Da Carne Bovina. **A cadeia e seus segmentos**. Disponível em: <https://www.cicarne.com.br/2020/06/03/cadeia-produtiva-da-carne-bovina/> . Acesso em: 11 nov, 2021
- CICARNE, Centro De Inteligência Da Carne Bovina. **Ciclo da pecuária**. Disponível em: <https://www.cicarne.com.br/2020/05/20/ciclo-da-pecuaria/> . Acesso em: 11 nov, 2021
- ENDERS, Walter. **Applied Econometric Time Series**. 4th Edition. New York. John Wiley, 2014. 496 p.
- GANDOLFO, Giancarlo. First-order Difference Equations in Economic Models. In: _____. **Economic Dynamics**. Study Edition. Berlim: Springer Science & Business Media, 1997. p. 35-51.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais Tabela 1092 - Número de informantes, Quantidade e Peso total das carcaças dos bovinos abatidos, no mês e no trimestre, por tipo de rebanho e tipo de inspeção** – Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1092>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Preços – IPCA** – Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Imposto sobre a circulação de mercadorias (ICMS)** - Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em: 11 nov, 2021.
- MUTH, John F, 1961. Rational Expectations and the Theory of Price Movements. **Econometrica** 29, no.3: 315–35.

PANCERA, A. Q. A. A., & ALVES, A. F, 2020. Testando a hipótese do mercado central: uma análise dos preços do boi gordo na presença de quebras estruturais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 58(4), e206751.

PASHIGIAN, B. Peter, 1970. Rational Expectations and the Cobweb Theory. **Journal of Political Economy** 78, no.2: 338–52.

PEREIRA, Kárito Augusto. **Análise econômica em sistema de confinamento, formação de preços da arroba do boi e suas variáveis de influência.** - 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.

SACRAMENTO, Joelma Sampaio. **Estrutura a termo da taxa de juros e os canais de transmissão da política monetária.** – 2017. 76 f. il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas , UFBA, Salvador, 2017

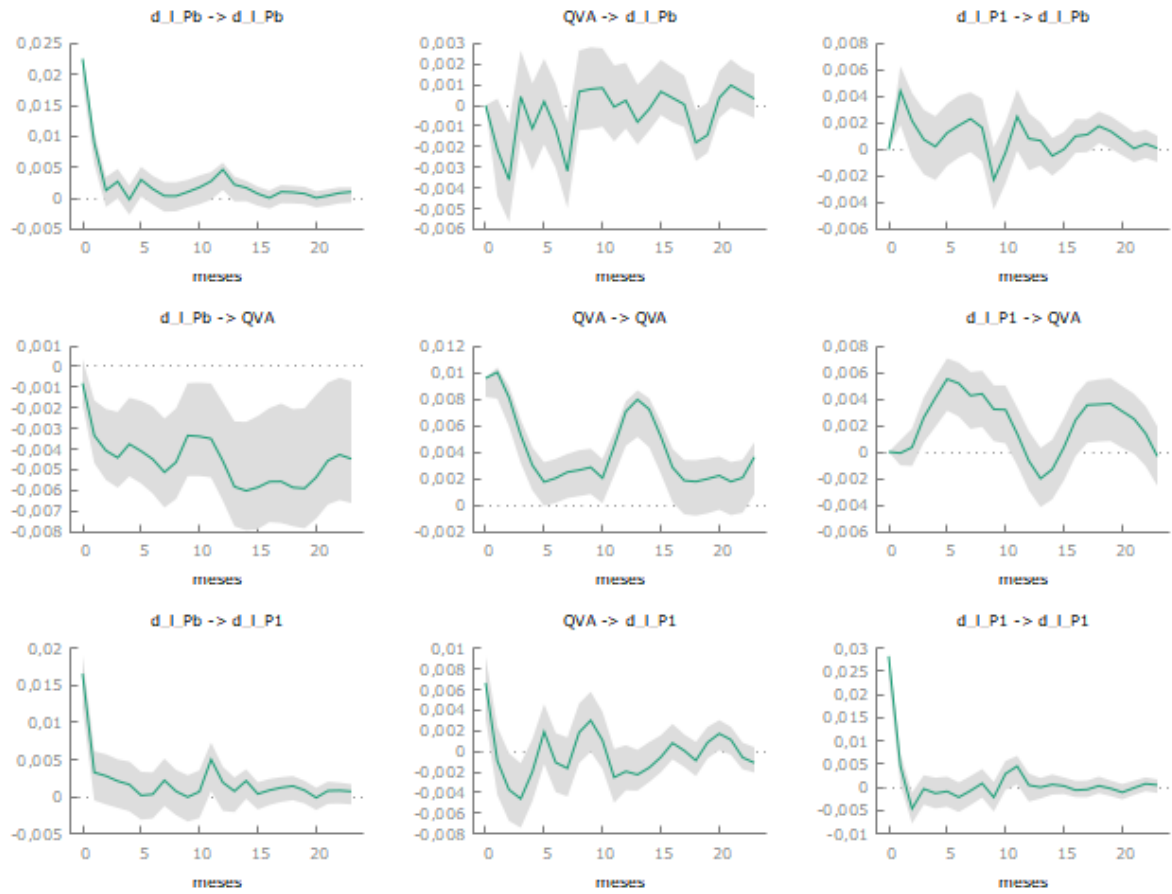
RODRIGUES, Aline Caroline. **Política monetária e preço real de commodities produzidas pelo Brasil.** - 2020. 114 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.

ROSEN, SHERWIN, et al, 1994. Cattle Cycles. **Journal of Political Economy** 102, no.3: 468–92

APÊNDICE

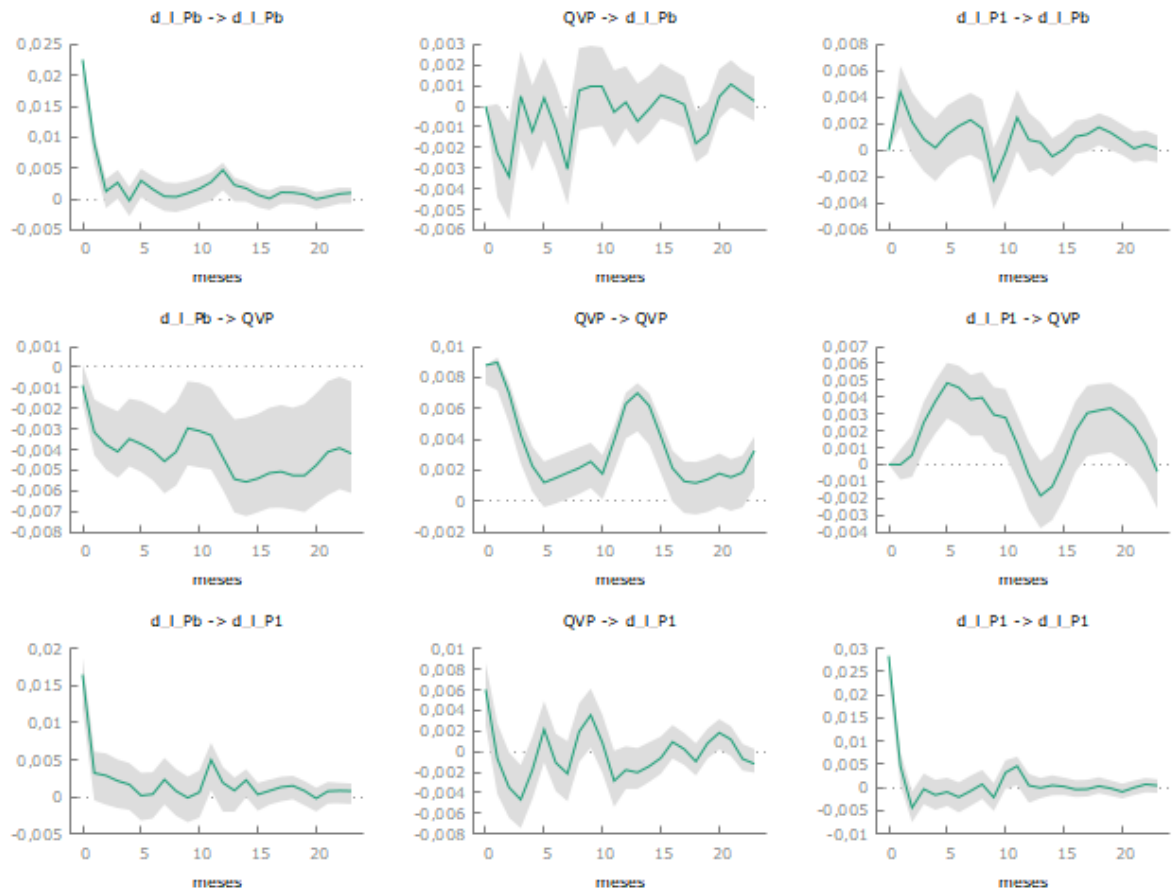
APÊNDICE A - Análise de impulso-resposta do VAR

Figura A - 1 Impulso-Resposta Pb;QVA;P1



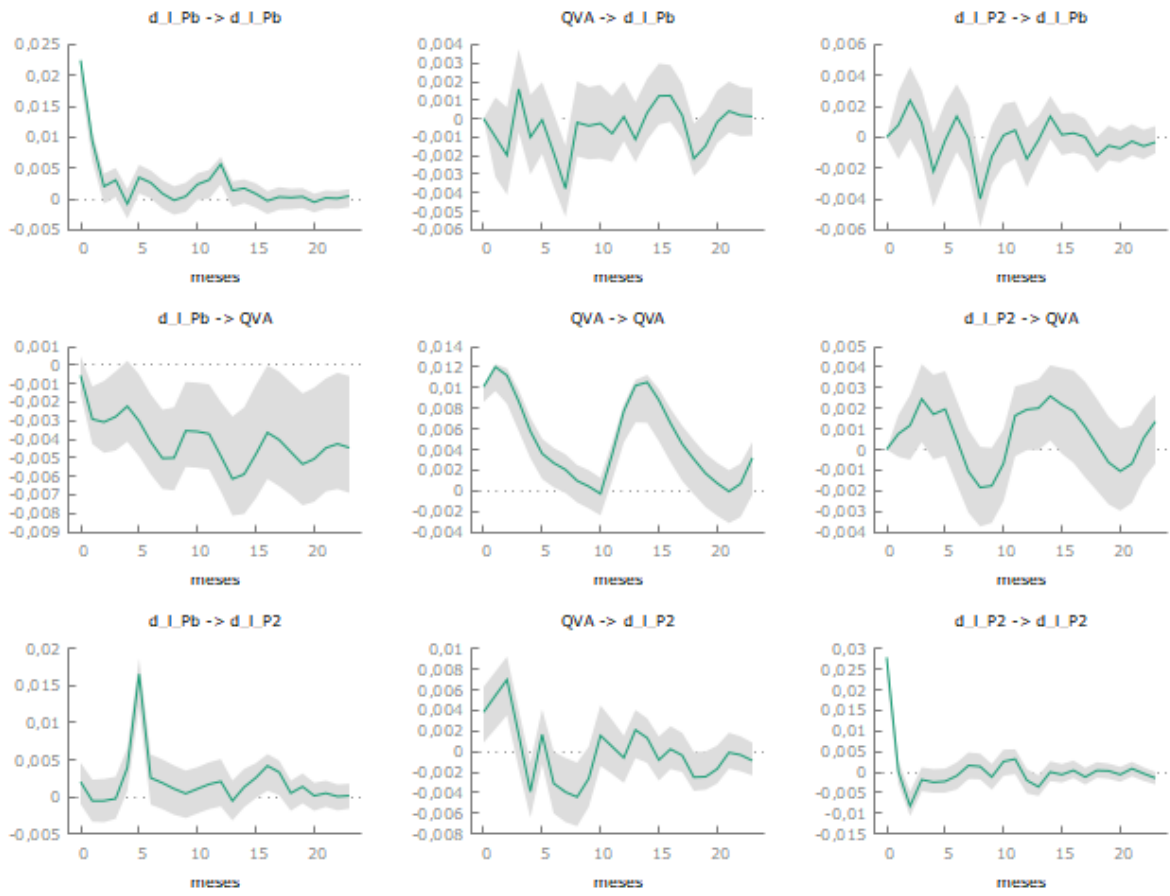
Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Figura A - 2 Impulso-Resposta Pb;QVP;P1



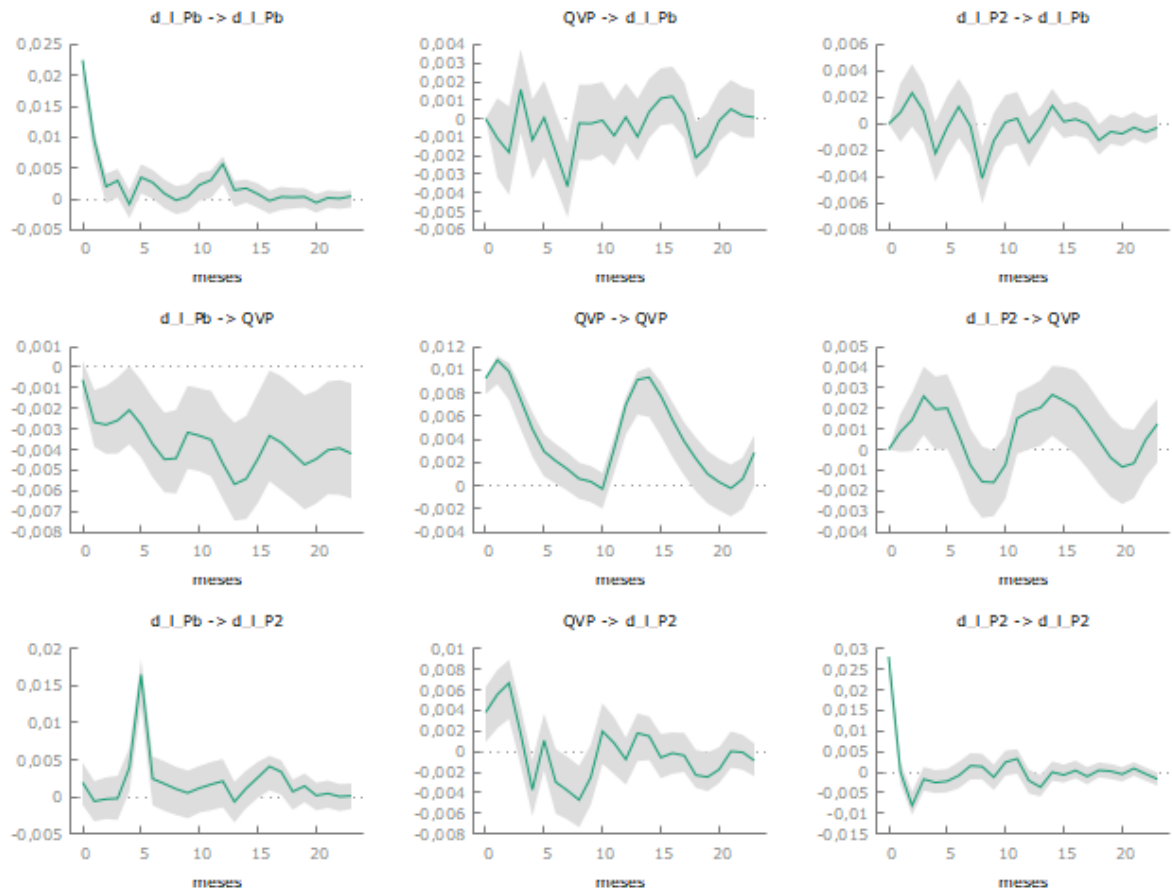
Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Figura A - 3 Impulso-Resposta Pb;QVA;P2



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)

Figura A - 4 Impulso-Resposta Pb;QVP;P2



Fonte: Elaboração própria (resultados do Gretl versão 2021C)