

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E
CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECONOMIA

RAQUEL OLIVEIRA GOMES

TRAJETÓRIAS DA
BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS:
PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL

GOIÂNIA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Raquel Oliveira Gomes

3. Título do trabalho

TRAJETÓRIAS DA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS: PERSPECTIVAS PARA
UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Professor do Magistério Superior**, em 19/01/2023, às 08:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raquel Oliveira Gomes, Discente**, em 19/01/2023, às 15:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3466198** e o código CRC **4EB805B4**.

RAQUEL OLIVEIRA GOMES

TRAJETÓRIAS DA
BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS:
PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas, da Universidade Federal de Goiás (UFG) como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada.

Linha de pesquisa: Organizações e Mercados.

Orientador: Prof. Dr. Waldemiro Alcântara da Silva Neto.

GOIÂNIA

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Gomes, Raquel Oliveira
TRAJETÓRIAS DA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL E
NO ESTADO DE GOIÁS: PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO
SUSTENTÁVEL [manuscrito] / Raquel Oliveira Gomes. - 2023.
CXX, 120 f.

Orientador: Prof. Dr. Waldemiro Alcântara da Silva Neto.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências
Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia,
2023.

Bibliografia. Anexos.

Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. SVAR. 2. Emissão de GEE. 3. Meio ambiente. 4. Pecuária. 5.
Transição sustentável. I. Silva Neto, Waldemiro Alcântara da , orient. II.
Título.

CDU 33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 01 da sessão de Defesa de Dissertação de Raquel Oliveira Gomes, que confere o título de Mestre(a) em Economia, na área de concentração em Economia Aplicada

Ao/s dezoitos dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e três, a partir da(s) 14 horas, por videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “TRAJETÓRIAS DA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS: PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL”. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) Waldemiro Alcântara da Silva Neto (PPGECON/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) Ricardo Bruno Nascimento dos Santos (PPGE/UFPA), membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência e Professor(a) Doutor(a) Adriana Ferreira Silva (PPGECON/UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) aprovado(a) pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) Waldemiro Alcântara da Silva Neto, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) dezoitos dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e três.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Professor do Magistério Superior**, em 18/01/2023, às 15:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Ferreira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 18/01/2023, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Bruno Nascimento dos Santos, Usuário Externo**, em 18/01/2023, às 17:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3424329** e o código CRC **B7498004**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo apoio nessa etapa, em especial aos meus pais, Maria e Jonas, e minha irmã, Julia. Obrigada por me incentivar a explorar meu caminho.

Ao Hilder, por todo amor, paciência e companheirismo que me deu. A realização desse mestrado somente foi possível com seu incentivo e suporte.

Aos meus tios, Luís e Glaudielly, por acreditarem em mim e me apoiarem desde o início da minha vida acadêmica. Também agradeço à Mariusa e Cida por se preocuparem comigo nessa caminhada e me oferecerem toda ajuda necessária.

Agradeço ao Professor Waldemiro pelas suas orientações e ajuda na elaboração desta dissertação, e no processo do mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Economia da UFG por contribuir na minha formação compartilhando seus conhecimentos. Aos servidores da universidade que sempre se demonstraram solícitos a me ajudar resolver problemas e dúvidas.

Ao projeto CAPES “Apoio aos Programas de Pós-Graduação emergentes e em consolidação em áreas prioritárias nos estados” pelo auxílio financeiro durante a minha passagem pelo mestrado.

RESUMO

A dissertação está elaborada no formato de dois artigos. O primeiro artigo buscou entender os elementos ligados à questão econômica e ambiental com relação às características da Bovinocultura de corte no Brasil e no estado de Goiás, são investigados os avanços nas principais áreas destacadas pela literatura sobre o tema, principalmente na questão da qualidade da alimentação animal e na implementação de sistemas integrados. Os resultados mostram que para que avanços sejam alcançados na área ambiental é necessário que as alternativas apresentadas aos produtores levem em consideração sua atratividade econômica e a capacidade operacional de sua implementação. O segundo artigo buscou investigar os efeitos dos choques de demanda e oferta sobre as trajetórias para bovinocultura de corte no Brasil e no estado de Goiás com a inclusão do aspecto ambiental. Em termos teóricos, buscou-se na inclusão das emissões de gases do efeito estufa na modelagem econométrica de VAR estrutural em modelos da tradição iniciada por Blanchard e Quah (1989) para a bovinocultura brasileira de corte. No primeiro artigo, foi possível identificar o conjunto de avanços com relação às práticas de suplementação e confinamento, que possuem potencial de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidos pela bovinocultura de corte, entretanto a adoção de sistemas integrados ainda não se mostra como uma alternativa escolhida pelos produtores. No segundo artigo, observou-se principalmente a necessidade de planejamento do crescimento dos rebanhos, a nível nacional e no estado de Goiás, para que o aumento da produção nos próximos anos se dê com ganhos de produtividade e redução dos impactos ambientais do setor. Em geral, os componentes de emissões de GEE, que também representam o padrão tecnológico do setor, e de estoque animal apresentaram os maiores impactos de longo prazo sobre as demais variáveis do setor, e reforçam a necessidade de aliar boas práticas produtivas para aumentar a produtividade e reduzir os impactos do setor sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: SVAR, Emissão de GEE, Meio Ambiente, Pecuária, Transição Sustentável.

ABSTRACT

The dissertation is presented in the format of two articles. The first article sought to understand the elements linked to the economic and environmental issue in relation to the characteristics of beef cattle in Brazil and in the state of Goiás, investigating the advances in the main areas highlighted by the literature on the subject, mainly in the issue of animal food quality and in the implementation of integrated systems. The results show that for advances to be achieved in the environmental area, it is necessary that the alternatives presented to the producers consider their economic attractiveness and the operational capacity of their implementation. The second article sought to investigate the effects of demand and supply shocks on the trajectories of beef cattle in Brazil and the state of Goiás, taking into account the environmental aspect. Theoretically, we sought to include greenhouse gas emissions in the econometric modeling of a structural VAR, building on the traditional models initiated by Blanchard and Quah (1989) for Brazilian beef cattle. In the first article, it was possible to identify a set of advances in supplementation and confinement practices that have the potential to reduce greenhouse gases produced by beef cattle. However, the adoption of integrated systems by producers has not yet been shown to be a chosen alternative. In the second article, it was mainly observed that there is a need for planning the growth of the herds at a national level and in the state of Goiás, so that the increase in production in the coming years takes place with productivity gains and a reduction of the environmental impacts of the sector. In general, the components of GHG emissions, which also represent the sector's technological standard, and animal stock had the greatest long-term impacts on the other variables in the sector, reinforcing the need to combine good production practices to increase productivity and reduce the sector's impacts on the environment.

Keywords: SVAR, GHG emissions, Environment, Livestock, Sustainable Transition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Evolução do PIB-Renda do Agronegócio e da Pecuária em Preços de Dez/2021 (A) e em Preços Nominais (B).	41
Figura 1.2: A - Distribuição do Número de Estabelecimentos por Ano e Grupo de Atividade, B - Distribuição das Áreas Ocupadas por Ano e Grupo de Atividade. C - Distribuição do Valor da Produção por Ano e Grupo de Atividade.	43
Figura 2.1: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas emissões sobre as demais variáveis do modelo, Brasil.	77
Figura 2.2: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas demais variáveis do modelo sobre as emissões, Brasil.	78
Figura 2.3: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas emissões sobre as demais variáveis do modelo, Goiás.	79
Figura 2.4: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas demais variáveis do modelo sobre as emissões, Goiás.	81
Figura 3.1: Evolução da Variável Renda Interna: Brasil (1997-2019): log natural do PIB (em milhões de reais) a preços correntes deflacionado pelo IGP-DI; Goiás 2001-2019: log natural do ICMS (em reais) a preços correntes.	96
Figura 3.2: Exportações: log natural do total de toneladas de carne bovina exportadas: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	97
Figura 3.3: Produção: log natural do peso total de carcaças abatidas (em toneladas): Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	98
Figura 3.4: Produtividade: log natural do peso médio da carcaça: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	99
Figura 3.5: Preços ao Produtor: log natural dos preços recebidos pelos produtores, deflacionados pelo IGP-DI: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	100
Figura 3.6: Preços do Varejo: log natural dos preços do varejo: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	101
Figura 3.7: Estoque Animal: log natural do número de cabeças de gado bovino: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	102
Figura 3.8: Emissões: log natural das emissões equivalentes (em termos de potencial de mudanças climáticas) de CO ₂ e (em toneladas): Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.	103

Figura 3.9: Função Impulso-Resposta das Exportações Brasileiras aos choques das variáveis do modelo.	104
Figura 3.10: Função Impulso-Resposta da Produção Brasileira aos choques das variáveis do modelo.	106
Figura 3.11: Função Impulso-Resposta das Emissões da Bovinocultura de Corte Brasileiras aos choques das variáveis do modelo.	107
Figura 3.12: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Consumidores Brasileiros aos choques das variáveis do modelo.	108
Figura 3.13: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Produtores Brasileiros aos choques das variáveis do modelo.	109
Figura 3.14: Função Impulso-Resposta da Renda Interna Brasileira aos choques das variáveis do modelo.	110
Figura 3.15: Função Impulso-Resposta do Estoque Animal de Bovinos Brasileiro aos choques das variáveis do modelo.	111
Figura 3.16: Função Impulso-Resposta da Produtividade da Bovinocultura Brasileira aos choques das variáveis do modelo.	112
Figura 3.17: Função Impulso-Resposta das Exportações do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	113
Figura 3.18: Função Impulso-Resposta da Produção do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	114
Figura 3.19: Função Impulso-Resposta das Emissões da Bovinocultura de Cortado Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	115
Figura 3.20: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Consumidores do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	117
Figura 3.21: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Produtores do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	118
Figura 3.22: Função Impulso-Resposta da Renda Interna do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	119
Figura 3.23: Função Impulso-Resposta do Estoque Animal de do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	120
Figura 3.24: Função Impulso-Resposta da Produtividade da Bovinocultura do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Percentual dos estabelecimentos que utilizaram suplementação animal nos anos de 2006* e 2017**, por região.	44
Tabela 1.2: Número de Estabelecimentos e Cabeças de Bovinos em propriedades com 50 ou mais cabeças de bovinos, por grupo de atividade econômica.	46
Tabela 1.3: Utilização das terras para pecuária (em milhões de hectares) no Brasil e por Região, 2006 e 2017.	48
Tabela 1.4: Evolução da Densidade de Cabeças de Bovinos por Hectare entre 2006 e 2017, por região, para o Brasil e para o estado de Goiás.	49
Tabela 2.1: Matriz de relações contemporâneas do modelo proposto.....	67
Tabela 2.2: Estatísticas do Teste de Raíz Unitária DF-GLS (ERS) para Brasil e Goiás.....	73
Tabela 2.3: Teste de Cointegração de Johansen pela estatística do Traço. Resultados para Brasil e Goiás.	74
Tabela 2.4: Estimativas para as matrizes de relações contemporâneas propostas: Brasil e Goiás.....	75
Tabela 2.5: Decomposição da Variância após 50 períodos: Brasil.	82
Tabela 2.6: Decomposição da Variância após 50 períodos: Goiás.....	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1. ARTIGO 1: A PECUÁRIA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS: <i>ESTUDO ESTATÍSTICO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR COM DADOS DE 2006 E 2017</i>	21
Introdução	23
1.1 Revisão de Literatura	27
1.2 Materiais e Métodos.....	35
1.3 Resultados e Discussão	36
1.4 Considerações Finais	48
Referências.....	50
2. ARTIGO 2: ANÁLISE COMPARATIVA DOS DETERMINANTES DE OFERTA E DE DEMANDA ENTRE BRASIL E GOIÁS: PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR.....	53
2.1 Introdução	55
2.2 Revisão de Literatura	58
2.3 Modelo Proposto.....	60
2.4 Materiais e Métodos.....	63
2.4.1 Dados.....	63
2.4.2 Metodologia	65
2.4.3 Testes Estatísticos	67
2.5 Resultados e Discussão	68
2.5.2 Matrizes de Relações Contemporâneas Estimadas	70
2.5.3 Função Impulso-Resposta	72
2.5.4 Decomposição da Variância.....	78
2.6 Considerações Finais	80
REFERÊNCIAS.....	82

3. CONCLUSÃO GERAL	87
REFERÊNCIAS	89
ANEXOS	91
3. Análise Descritiva dos Dados	91
3.1 Funções de Impulso-Resposta para o Caso Brasileiro	100
3.2 Impulso-Resposta para o Caso do Estado de Goiás	109

INTRODUÇÃO

O Brasil, no ano de 2020, mostrou-se o maior exportador de carne bovina do mundo, e o segundo maior produtor, atrás somente dos EUA, além disso, o país possui o segundo maior mercado interno de carne bovina no mundo, segundo dados da ABIEC (2021).

Tendo em vista a pressão externa pelo consumo de carne bovina e a possibilidade de crescimento do setor através dos moldes atuais de produção bovina atrelados à expansão da pastagem, o Brasil apresenta potencial para crescer na pecuária bovina de corte dado que aliada à disponibilidade de terras, o país conta com um dos menores custos de produção bovina a nível internacional (CARVALHO e ZEN, 2017).

Contudo, o modo de produção bovina precisa estar alinhado com uma trajetória de crescimento sustentável, que deve unir elementos de natureza econômica, voltados para análise da viabilidade financeira e atratividade econômica da pecuária de corte, bem como elementos ligados ao meio ambiente, evitando a demanda por novas áreas, a degradação do solo e o aumento das emissões de gases de efeito estufa aponta Santos *et al.* (2022).

O setor da agropecuária desempenha papel essencial para o estado de Goiás, visto que a partir da produção agropecuária se procede as agroindústrias do estado, elemento de grande importância na economia goiana (IMB, 2022). A atividade de pecuária bovina de corte no estado possui grande representatividade onde os bovinos de corte compõem 48,8% da produção pecuária, que inclui bovinos, suínos, frangos e lácteos (SEAPA, 2022).

O rebanho do estado representa cerca de 10% do total brasileiro, os dados da ABIEC (2022) demonstram que a atividade se encontra forte em grande parte dos municípios goianos. A produção de carne bovina goiana se destaca a nível nacional sendo o quarto maior produtor em 2021 totalizando 984,7 mil toneladas produzidas no estado (ABIEC, 2022).

Nesse sentido, o estado de Goiás é um dos principais agentes do agronegócio brasileiro, com uma produção pecuária pujante, uma agroindústria de ponta e tem gerado nas últimas décadas um elevado superávit comercial sendo o terceiro estado com maior volume e valor FOB de exportação em 2021 (ABIEC, 2022). No entanto, os desafios para um crescimento sustentável, seja ambiental ou econômico, que são conceitos praticamente indissociáveis, está posto aos agentes dos distintos elos desses diferentes, complementares e interrelacionados Sistemas Agroindustriais que fazem parte da produção animal em seus diferentes aspectos.

Segundo Enahoro *et al.* (2019), o contexto atual da pecuária de corte no mundo é o de aumento da demanda, principalmente motivado pelo crescimento populacional mundial

e pela elevação da renda dos países subdesenvolvidos. Nessa perspectiva, os autores argumentam em favor da expansão sustentável do setor a partir do aumento dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento para o melhoramento da produção pecuária, especialmente em áreas onde atualmente há produção de forma extensiva.

Atualmente os preços da carne animal passam por um processo de escalada e no caso brasileiro potencializado pela desvalorização do real, que eleva a atratividade do produto nacional no mercado externo (SANTOS, 2018). O Brasil como um dos principais produtores e exportadores de proteína animal tem experimentado, nos últimos anos, recordes de exportação.

Segundo Carvalho e Zen (2017) e Santos *et al.* (2022) existe na produção pecuária bovina brasileira uma dualidade, ela se mostra como uma cadeia produtiva heterogênea com dois tipos de produtores. De um lado, os produtores com alto grau de gerenciamento com uso intensivo de tecnologia e articulação para comercialização do rebanho, e do outro lado, existe o produtor que baseia sua produção na pecuária tradicional com conhecimento repassado por gerações utilizando pastagem extensiva, baixo aporte tecnológico e gerenciamento fraco. O segundo grupo ainda representa a maior parte dos produtores.

A partir do entendimento de que a produção atual no Brasil e no estado de Goiás não se mostra intensiva nem tecnicamente avançada apesar de mostrar tendências, mesmo que lentas, de intensificação, entende-se também que não é esperado que a inércia da trajetória atual seja quebrada de forma automática. Isto é, não se espera que o setor abandone sua forma de produzir atual exploratória para substituir por práticas sustentáveis, a menos que a adoção de novas práticas sejam não somente economicamente viáveis, mas representam um potencial de ganhos superior ao que atualmente é obtido.

No caso específico de Goiás, Machado *et al.* (2012) destacam que a questão das terras no estado está se tornando um fator decisivo para os produtores na forma de conduzir a pecuária, uma vez que a redução da disponibilidade e o aumento dos preços das terras tem incentivado os produtores a aumentar a competitividade na produção pecuária. Isto é, são fatores que determinam a necessidade de uma forma de produzir, além de representarem uma oportunidade para adoção de novas práticas, mais produtivas e ambientalmente menos danosas, ou seja, mais sustentáveis.

Quando se pensa na relação entre a economia e o meio ambiente, uma primeira percepção útil para sua compreensão é a de que os agentes vão alocar os recursos intertemporalmente para maximizar a utilidade. Isso ocorre pois se assume que os recursos

naturais como finitos, ou seja, existem limites para a sua utilização. Nesse sentido, a produção do sistema econômico está condicionada à disponibilidade dos recursos apresentando a necessidade de produzir de forma consciente com a capacidade do meio ambiente, ou seja, uma produção aliada à sustentabilidade (Malafaia *et al.*, 2021; May *et al.*, 2010).

May *et al.* (2010), ao realizarem um contraponto entre a Economia Ambiental e a Economia Ecológica, apontam que na abordagem neoclássica entende-se o progresso tecnológico como ponto principal para conter a exploração de recursos, uma vez que nessa linha a tecnologia é capaz de superar a limitação dos recursos naturais, com uma forte substitutibilidade entre tecnologia e recursos naturais.

Entretanto, essa abordagem admite que o mecanismo de oferta e demanda evitará a escassez, pois se um item estiver se tornando escasso, os preços vão aumentar a ponto de não permitir o amplo acesso aquele produto evitando a sua escassez.

Seguindo o pensamento da economia ecológica apresentado por May *et al.* (2010), o sistema econômico está limitado a dois recursos - capital e recursos naturais. Nesta abordagem, se compreende que a tecnologia tem papel importante para mitigar os efeitos negativos das atividades econômicas sobre o meio ambiente, visto que ela é um instrumento para o aumento da eficiência dos sistemas exploratórios. Diferentemente do sistema neoclássico, a economia ecológica enxerga os recursos como limitados independentemente do quanto se possa inovar, isto é, não é possível que as inovações tecnológicas consigam promover a substituição de todos os recursos existentes na terra.

May *et al.* (2010) evidenciam que os sistemas são mutáveis e estão em constante modificações ao longo do tempo dado que no meio ambiente existem diversas espécies interagindo (além dos seres humanos). Nesse sentido, os autores afirmam que existe a viabilidade de um sistema de produção como agricultura que esteja consoante com a regulação do meio ambiente, uma forma de exemplificar tal afirmação é através dos sistemas de rotação para recuperação do solo.

A sustentabilidade dentro do contexto econômico está relacionada ao conceito de desenvolvimento sustentável. Jabareen (2008) expõe a existência de um paradoxo entre desenvolvimento e sustentabilidade onde o desenvolvimento, traduzido em expansão de produção, utiliza os insumos naturais até o limite, onde provoca escassez e desequilíbrio ambiental.

Baeten (2000) argumenta que desde antes do surgimento de uma civilização industrial, a humanidade já compreendia a relação da exploração de recursos com o meio ambiente, e que o uso dos recursos naturais deveria ser realizado de forma prudente com o objetivo de evitar o esgotamento ambiental.

May *et al.* (2010) por meio da perspectiva histórica, explica que com a revolução industrial se iniciou uma exploração com maior intensidade da natureza buscando aumentar a produção, diante da elevação da produção, a exploração dos recursos naturais cresceu, e conseqüentemente, os impactos ambientais causados pela ação humana.

Na revisão de Jabareen (2008) é afirmado que a popularização do termo desenvolvimento sustentável ocorreu através do Relatório de Brundtland. A concepção do relatório é que o desenvolvimento sustentável está baseado no entendimento que as gerações atuais ao suprirem suas necessidades de produção não podem comprometer a capacidade de produção das gerações futuras (BRUNDTLAND, 1987).

A partir do século passado se passou amplamente a discutir sobre o desenvolvimento sustentável que se traduziria em uma relação conciliatória entre as relações econômicas e o meio ambiente. Nessa perspectiva, a percepção acerca do desenvolvimento econômico de forma sustentável é derivada da conscientização global dos problemas ambientais advindo das questões socioeconômicas (HOPWOOD *et al.*, 2005).

De acordo com Baeten (2000) os países com industrialização recente possuem as maiores pressões para a produzir de forma sustentável, de maneira que existe uma relação conflituosa entre as questões ecológicas e a produção. Visto que a produção nesses países se encontra em um período de aumento associado ao uso intensivo dos recursos naturais como ocorrido no passado com o início da industrialização mundial. Diante de tal perspectiva, compreende-se que os processos de decisões focados na mudança na forma de produção para uma trajetória sustentável estão associados ao processo conjunto, ou seja, as decisões devem ser tomadas de forma coletiva visando o bem-estar social e maximização do bem-estar social intergeracional.

Nesse sentido, o presente trabalho contribui para a literatura com uma abordagem sobre o desenvolvimento sustentável por meio da concepção de mitigação dos efeitos que as atividades humanas podem causar no meio ambiente. Assim, entende-se que produzir de forma sustentável na atividade pecuária está relacionado com uma produção voltada para a mitigação dos impactos da bovinocultura sobre o meio ambiente, com ênfase na preservação

das condições naturais para a existência dessa atividade a longo prazo, com o menor prejuízo possível aos demais sistemas econômicos e naturais.

Um importante caminho para a sustentabilidade considerado no presente trabalho é o papel, ainda que limitado, que o progresso tecnológico possui. Dessa forma, entende-se que por meio da introdução de tecnologias no setor da bovinocultura é possível encontrar soluções para minimizar os impactos que essa atividade possui no meio ambiente.

Novas maneiras de produção que sejam ambientalmente viáveis já são conhecidas e têm se mostrado capazes de gerar benefícios econômicos semelhantes ou superiores aos do modo convencional de produção de gado de corte, mas ainda não se mostram amplamente incorporadas pelos produtores, o que demonstra algum tipo de entrave para que elas se tornem a característica dominante do mercado.

Nesse sentido, é importante entender o funcionamento da pecuária de corte no Brasil e em Goiás, suas perspectivas de crescimento futuro, seus condicionantes, e as alternativas de crescimento sustentável da bovinocultura.

Este trabalho teve como objetivo geral o entendimento das condições para produção sustentável da bovinocultura de corte, tanto a nível nacional, quanto para de Goiás (que é um dos principais estados produtores). Dessa forma, buscou explorar a literatura especializada sobre o tema, realizou-se também uma análise exploratória dos dados referentes à bovinocultura de corte e sua relação com os caminhos apontados para uma transição sustentável para o setor, além de fazer estimativas das relações entre as principais variáveis que afetam a produção no setor com a questão ambiental. Para o estudo da relação dos impactos ambientais da produção sobre o meio ambiente foram considerados os dados disponíveis de emissões de gases de efeito estufa (GEE)¹.

Esses objetivos buscam ajudar no entendimento do seguinte problema: O crescimento da produção na pecuária bovina de corte no Brasil e no estado de Goiás estaria associado à sustentabilidade econômica e ambiental?

O trabalho parte da hipótese de que existe a possibilidade de um crescimento da pecuária por meio de uma trajetória sustentável em termos econômicos e ambientais, visto que o contexto de redução de disponibilidade de terras força os produtores a adotar novas

¹ O texto foca nas emissões de GEE pois utiliza dados referentes à mesma, entretanto, é reconhecido que o estudo das emissões faz sentido no contexto dos efeitos que esses gases apresentam em termos de mudanças climáticas e aquecimento global, conforme observado no 6º Relatório do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

técnicas de produção que passam pela redução do dano causado pela pecuária ao meio ambiente. Entende-se que essas técnicas, independentemente de melhorar ou não o meio ambiente, são adotadas a partir da perspectiva econômica, principalmente.

Este estudo está estruturado em quatro partes, com seu desenvolvimento em formato de artigos, a saber:

- i) A presente introdução, que destaca a importância do estudo da perspectiva sustentável na bovinocultura de corte e busca justificar a escolha do Estado de Goiás e do Brasil como objetos de estudo, além de conter os elementos próprios a uma pesquisa científica, tais como problema, hipóteses e objetivos;
- ii) O primeiro artigo, intitulado “*A pecuária de corte no Brasil e no estado de Goiás: tradeoff produção vs sustentabilidade: uma análise com base nos dados censitários de 2006 e 2017.*”, no qual se faz o levantamento estatístico descritivo, principalmente com base nos dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, com o intuito de analisar o atual estágio de incorporação de elementos sustentáveis na bovinocultura de corte no Brasil e em Goiás;
- iii) O segundo artigo, intitulado: “Análise comparativa Brasil-Goiás dos choques de demanda e oferta na bovinocultura de corte: perspectivas para uma transição sustentável no setor”, busca atualizar os estudos de Silva Neto e Bacchi (2014), com foco no Brasil, e Lauro e Silva Neto (2018), com foco em Goiás, seguindo a tradição de modelos baseados em Blanchard-Quah (1989) para análise de choques de oferta e demanda. O avanço na literatura deste artigo em relação aos estudos anteriores está no modelo proposto, com a inclusão da equação de emissões de gases do efeito estufa pela produção pecuária na análise, com o objetivo de inserir a questão ambiental na discussão dos determinantes do crescimento econômico da bovinocultura de corte, especialmente no caso do estado de Goiás;
- iv) No último capítulo, as considerações finais elencam os principais resultados da dissertação e traz a agenda de pesquisa proposta para essa temática.

1. ARTIGO 1: A PECUÁRIA DE CORTE NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS: ESTUDO ESTATÍSTICO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR COM DADOS DE 2006 E 2017 ²

Resumo

No contexto nacional brasileiro e local para o estado de Goiás o setor da pecuária bovina de corte apresenta grande relevância. Entretanto, seu processo produtivo produz alguns efeitos negativos sobre o meio ambiente, como: emissão dos gases do efeito estufa, degradação do solo e mudança do uso do solo no bioma Amazônico. A partir da revisão de literatura é possível perceber que a produção pecuária bovina de corte somente será considerada sustentável caso se mostre economicamente atrativa para os produtores e possua práticas capazes de preservar o meio ambiente, uma transição sustentável somente terá espaço se for suficientemente produtiva para atender à demanda. Em vista da escassez de uma literatura voltada para os resultados de medidas sustentáveis no setor, este trabalho se propõe a investigar as perspectivas sustentáveis para o setor e em que medida essas alternativas têm sido efetivamente implementadas. O texto conta com uma descrição dos dados para o setor obtidas pela ABIEC, CEPEA e IBGE (Censo Agropecuário): em um primeiro momento é feita uma análise descritiva a partir de informações referentes ao valor da produção, número de estabelecimentos e área destinada à produção pecuária de corte, no contexto do agronegócio brasileiro, são observados os dados ligados à suplementação, confinamento, densidade do rebanho, qualidade e uso das terras para entender as dinâmicas sustentáveis no setor entre 2006 e 2017. Os resultados mostram uma melhoria de sustentabilidade como um todo, especialmente na região Centro-Oeste, em especial para o estado de Goiás, que mostrou aumento expressivo do uso de ração e grãos como suplementos alimentares e a maior variação relativa no uso de sistemas agroflorestais, assim, é possível observar que as emissões é o principal motivo para preocupação ambiental com a produção de gado de corte para o estado. Contudo, se observa a continuidade de práticas danosas ao meio ambiente, como no caso da região Norte que apresentou expansão na área de pastagem juntamente com a redução da densidade de cabeças por hectare. Em geral também foi possível perceber que a adoção de medidas mais sustentáveis para produção no setor depende predominantemente de sua atratividade econômica e secundariamente dos impactos sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: Pecuária bovina sustentável, Emissão de GEE, ILPF, Confinamento, Suplementação.

² Este artigo foi base para dois artigos apresentados em congressos: i) A pecuária de corte no Brasil: tradeoff produção vs sustentabilidade: uma análise com base nos dados censitários de 2006 e 2017; e ii) Perfil da Bovinocultura nos municípios do Estado de Goiás (2006-2017) quanto à mitigação dos impactos ambientais da atividade. Esses artigos se encontram nos anexos deste trabalho.

Abstract

The present paper investigates beef production in Brazil and in the state of Goiás aiming to understand its environmental impact. This industry could be considered sustainable in case it would promote economic attractiveness as well as being environmentally friendly. The main object of study was the negative environmental impacts of beef production, known as the greenhouse gases emissions, degradation of soil and land-use change in Amazon. The present paper investigates the level of implementation of sustainable measures for the sector in the face of a gap of recent studies on results from such measures. The descriptive analysis used data from 2006 and 2017, available in IBGE's Agricultural Census as well as data from CEPEA and ABIEC. The study focused on variables associated to overcoming the mentioned risks: in the case of the GHG emissions the study investigates the usage of nutritional supplementation, confinement and the adoption of integrated systems, the animal density and the quality of the grazing areas were analyzed in a regional perspective to better understand the soil matter. The results point to a humble environmental progress in the country, notably in the Midwest (CO) region, especially in the state of Goiás, in contrast with the perseverance of extensive practices in the North (N) region. It was also possible to assume that the adoption of new techniques should first be economically attractive, and then represent a better environmental option.

Key words: *Beef Production, Greenhouse Gases, Sustainable Development, Agricultural Census.*

Introdução

A pecuária bovina brasileira é mundialmente reconhecida, no ano de 2020, o Brasil mostrou-se o maior exportador de carne bovina do mundo, e apresentou o maior rebanho comercial bovino do mundo com cerca de 187,5 milhões de cabeças, além disso, o país possui o terceiro maior mercado interno de carne bovina em nível mundial, segundo dados da ABIEC (2021).

Nacionalmente, a bovinocultura apresenta grande importância para a economia, em 2020, o PIB da pecuária de corte registrou um crescimento real de 6%, no mesmo ano, em um cenário de queda do PIB, o setor da pecuária de corte aumentou sua participação, representando cerca de 10% do PIB total. Apesar da diminuição no total de abate de cerca de 4% em relação ao ano de 2019, o total exportado pelo setor bovino aumentou cerca de 8% em 2020, passando a atingir um número maior de países parceiros deste produto e dobrando a exportação para países que já são parceiros, como foi o caso da China (ABIEC, 2021).

Dessa forma, diante a dimensão territorial do país, é vista a possibilidade de expansão do setor, uma vez que os moldes atuais de produção bovina são baseados na ampliação da pastagem. Todavia, esse modo de produzir não está alinhado com a sustentabilidade ambiental, visto que a expansão da pastagem caminha em direção do aumento do desmatamento, especialmente na Amazônia, e à degradação do solo, criando demanda por novas áreas de pastagem.

Assim, essa alternativa para o aumento da produção apresenta impactos negativos sobre o meio ambiente, principalmente quanto à degradação do solo e à emissão de gases do efeito estufa, e eleva a pressão sobre o aumento no uso de terras. Esse efeito é ainda mais agravado a partir da perspectiva de aumento da demanda de carne bovina no mundo, especialmente em países historicamente mais pobres como no caso na África Subsaariana e no Sul da Ásia, que têm se tornado mercados consumidores relevantes para carne brasileira (ENAHORO *et al.*, 2019). Isto é, faz-se necessário pensar qual caminho a produção brasileira irá tomar para aumentar sua produção e fazer frente à essa nova demanda. A exemplo, o chinês está consumindo cerca de 6,43 kg de carne bovina o que revela um total de consumo por aquele país de 9,26 milhões de toneladas, frente a 7,6 milhões do Brasil.

Na literatura existe um conjunto de alternativas tecnológicas que deveriam ser capazes de fomentar uma transição sustentável na pecuária de corte, mas que não têm sido

amplamente adotadas na produção pecuária brasileira. Caso novas tecnologias não sejam assimiladas, a produção nacional de carne bovina pode se tornar uma vilã ambiental.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho faz uma breve revisão das alternativas apontadas na literatura como soluções para transição sustentável na pecuária bovina de corte, e se propõe ir além, evidenciando que essas principais alternativas não estão sendo adotadas, exceto pelo uso de suplementação. Dessa forma se leva a reflexão da existência de um *trade-off*, por parte dos produtores, entre produção e defesa do meio ambiente, de modo que alternativas tecnológicas que não sejam nitidamente rentáveis e lucrativas não tem grande potencial de se tornarem práticas padrões no setor.

Sendo assim, é objetivado por meio deste artigo identificar, para o Brasil, quais as alternativas tecnológicas apresentadas pela literatura têm sido utilizadas, e como sua adoção variou entre os anos de 2006 e 2017 com base nos dados dos censos agropecuários. Busca-se também entender o padrão de adoção dessas tecnologias, e em que nível a busca pela sustentabilidade é o elemento que nortearia (ou não) a incorporação dessas técnicas na produção nacional de carne bovina.

Novas maneiras de produção que sejam ambientalmente viáveis já são conhecidas e têm se mostrado capazes de gerar benefícios econômicos semelhantes ou superiores aos do modo convencional de produção de gado de corte. Entretanto, não é esperado que a inércia da trajetória atual, de expansão das áreas de pastagem e do uso extensivo do solo, seja quebrada de forma automática, isto é, não se espera que o setor abandone sua forma de produzir através da adoção de práticas insustentáveis a menos que sejam não somente economicamente viáveis, mas representam um potencial de ganhos superior ao que atualmente é obtido.

A literatura sobre a transição pecuária está voltada principalmente para 3 alternativas para os produtores, o uso de Sistemas Integrados (SI), especialmente o sistema integrado lavoura-pecuária-floresta, com o objetivo de ter o componente florestal como captura de carbono (ALMEIDA E MEDEIROS, 2013; AMARAL *et al.*, 2012; MALAFAIA *et al.*, 2019; CORDEIRO *et al.*, 2015; MALAFAIA *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2022; MACHADO, 2012), o uso de suplementação e confinamento para mudar o resultado da digestibilidade do rebanho em termos de emissões de gases de efeito estufa (LOBATO *et al.*, 2014; DEL CURTO, 2005; AYARZA *et al.*, 1997; SANTOS *et al.*, 2022; SANTOS, 2018; ADAMS *et al.*, 2021), e o uso de certificação associado a boas práticas, ambientalmente menos danosas, que possam auferir um diferencial de preço ao produto ou

garantir que os produtores entrem em determinados mercados (FOREST, 2014; PALERMO, 2010; ALVES *et al.*, 2017, SANTOS *et al.*, 2022; BARCELLOS, 2016).

Os textos focados em SI, em sua maioria, apresentam o modelo Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Malafaia *et al.* (2019), Alves *et al.* (2017) e Almeida e Medeiros (2013) apontam que o ILPF é um sistema com altos custos de implantação sendo esse o principal entrave para sua utilização. Os autores Cordeiro *et al.* (2015) e Almeida e Medeiros (2013) afirmam que esse SI apresenta lucratividade compatível com a pecuária, pois apesar dos períodos de baixa na produção bovina, a floresta é capaz de compensar o lucro. Portanto, a produção bovina não é a atividade principal, e haverá uma diminuição da produção o que vai em um caminho oposto a ideia do aumento da produção pecuária, por representar uma mudança de ramo de atividade para os atuais pecuaristas, ao menos em parte.

Há na literatura apoio à disseminação da certificação dentro do mercado bovino de corte. Os autores Costa *et al.* (2012) e Alves *et al.* (2017) enxergam a certificação como meio para o acesso a outros consumidores, consumidores com preferências a produtos rastreáveis, com processos específicos voltados para uma produção mais ecológica e com renda disponível para arcar com preços maiores em troca de um produto de maior qualidade. Assim, é evidente que a pecuária bovina de corte certificada possui custos maiores.

Nesse sentido, há indícios que para o produtor o meio ambiente está em segundo plano e a transição para o sustentável somente poderá acontecer se a lucratividade do sistema sustentável for elevada diante de preços mais atraentes. A literatura atual argumenta que o ILPF é financeiramente viável a longo prazo (COSTA, 2012; ALMEIDA e MEDEIROS, 2013), entretanto, há dois impasses envolvendo o sistema: i) possui um alto custo de implantação e ii) a produção bovina não é o foco principal da atividade apresentando períodos de baixa em alguns períodos, de forma que não se faz sustentável em termos de produção.

Além da ILPF, a literatura voltada para pecuária bovina afirma que o confinamento e a suplementação (COSTA *et al.*, 2012; LOBATO *et al.*, 2014, DEL CURTO, 2005, GIUSEPPE, 2012) são práticas alinhadas com a sustentabilidade ambiental e com aumento de produtividade animal. Ao que se foi observado com os dados, há uma tendência de aumento do uso de suplementação em todas as regiões brasileiras, por outro lado, o confinamento se mostra uma técnica de adoção mais lenta e que esbarra no alto custo de investimento de sua implementação.

Existe uma dualidade quanto a sustentabilidade do uso de suplementação animal. De um lado a suplementação é sustentável ao se pensar na atividade principal de pecuária, pois diminui a necessidade do uso de pasto e preserva o solo, porém, sob outra perspectiva a suplementação pode ser um problema ambiental se for oriunda de produção agrícola de larga escala na Amazônia visto que se encara a floresta como oportunidade para expandir a produção (ABROMOVAY, 2010; CORDEIRO *et al.*, 2015). Ao ponto que é preciso enxergar que a sustentabilidade ambiental da pecuária bovina não se reduz apenas à atividade em si, pois não há efeitos totais para o meio ambiente compensando a redução de uma exploração por outra.

Alguns autores têm demonstrado a representatividade do estado de Goiás, cujo maior parte do bioma é o Cerrado, no debate sobre a bovinocultura de corte no Brasil (FERREIRA, 2022; MACHADO *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2020; PAULA, 2011; LAURO e SILVA, 2018). Paula (2011) afirma que a produção pecuária goiana tem uma tradição no estado desde o século XIX e se intensificou a partir de 1960 com planos em esfera estadual e federal de incentivo à agropecuária.

O plano estadual para o setor era voltado para profissionalização no setor e benfeitorias focadas nos estabelecimentos de atividades agropecuárias, enquanto na esfera federal os incentivos aconteciam por meio de acesso ao crédito rural e infraestrutura (PAULA, 2011). Assim, os investimentos ocorridos durante a segunda metade do século XX proporcionou ao setor pecuário do estado de Goiás uma sólida base para expansão da produção bovina de corte.

Ferreira *et al.* (2022) identificou que a bovinocultura de corte está em uma fase de intensificação do setor, e corrobora com a ideia de Paula (2011) afirmando que o estado é capaz de aumentar a produtividade da pecuária, pois apresenta uma base produtiva solidificada. Na mesma direção, Machado *et al.* (2012) afirmam que a pecuária bovina de Goiás tem vantagens por possuir uma configuração que facilita obtenção de insumos e provê uma logística estratégica ao se localizar na região central do país e apresentar uma estrutura de frigoríficos que auxiliam no escoamento da produção.

Diante desse cenário, o estado de Goiás comporta cerca de 10% da produção brasileira bovina de corte, e quarto maior produtor (ABIEC, 2022). Um estado que possui 34 milhões de hectares e apresenta 14 milhões destinados para a produção bovina de corte em 2021 (IBGE, 2022; ABIEC, 2022). Isso evidencia a importância do setor pecuário

apresenta dentro do estado e para o país, além de reafirmar a tradição e o comprometimento com a bovinocultura que os produtores goianos possuem.

Dessa forma, elaborou-se um breve levantamento de alternativas que caminham para a sustentabilidade dentro do contexto da produção bovina no Brasil e em Goiás e tem como objetivo verificar a evolução de práticas de sustentáveis nas primeiras décadas do século XXI.

O presente trabalho realizou uma análise descritiva dos principais dados referentes à produção pecuária de corte sustentável disponibilizados principalmente através dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). O conjunto de variáveis analisadas se encontra na seção de resultados, e eventuais elaborações próprias estão descritas como observação nas tabelas que as compõem.

Além desta introdução, o presente trabalho conta com uma revisão de literatura, uma seção metodológica, onde são descritos os dados utilizados, uma seção voltada para descrição e discussão dos resultados e, finalmente, as considerações finais.

1.1 Revisão de Literatura

A pecuária bovina contribui para o agravamento do efeito estufa por dois principais motivos: i) os animais usados nessa atividade, os ruminantes, durante a sua digestão liberam uma grande quantidade de gás metano, um dos responsáveis pelo efeito estufa. Berndt (2010) afirma que 70% desse gás liberado era oriundo da ruminação dos animais demonstrando o impacto que a produção bovina tem nos gases do efeito estufa (GEE); ii) para a pastagem do gado são desmatadas áreas de floresta que eram responsáveis pela captação de carbono, outro importante gás para o aumento do efeito estufa. Além disso, a forma de pastagem extensiva usa intensivamente a terra sem preocupação de recuperação do solo ocasionando degradação ambiental.

Nesse sentido, a produção bovina é um dos principais agentes na emissão de GEE emitidos pelo Brasil. Assim, a pecuária se apresenta como risco ambiental, pois ao contribuir com esse fenômeno ela é um fator para o aumento da temperatura global média e,

consequentemente, para o desequilíbrio dos ecossistemas (DEL CURTO *et al.*, 2005; PALERMO, 2010).

No processo de digestão dos animais bovinos ocorre a emissão entérica de metano, com o aumento da quantidade de animais da pecuária bovina, a emissão de metano tende a aumentar. A emissão de metano pelos ruminantes é proporcional a quantidade de alimento ingerido pelo animal e tem variações de acordo com a qualidade do alimento, a maior digestibilidade do alimento ocasiona aumento de peso em um período menor, menor ruminação e, consequentemente, menor emissão de metano (ABRÃO *et al.* 2016; ALMEIDA E MEDEIROS, 2013).

Ainda é possível perceber que os modos tradicionais de produção pecuária no Brasil se baseiam na ampliação horizontal, ou seja, no maior uso de área para o pastoreio. Apesar de haver extensão de terra pelo país, em especial na área da Amazônia Legal, boa parte dessas terras são ocupadas pela floresta nativa, de forma que para a ampliação da pastagem há, em geral, um processo de desmatamento. Peniago e Hellmeister Filho (2012) argumentam que a origem do desmatamento não é a busca por novas áreas para produção, e sim a especulação imobiliária de terras. Para a posse das terras é necessário que essa área seja produtiva, nesse contexto, a atividade pecuária surge como uma alternativa para ocupação de terras dado ao seu baixo custo, a qual precisa de uma área livre, portanto, desmatada.

Cordeiro *et al.* (2015) afirmam que a pecuária bovina é responsável por parte da degradação das florestas em solo brasileiro. O manejo utilizado na produção bovina tem características rudimentares e uma natureza exploratória na qual não se leva em consideração a qualidade do solo e há pouca importância para práticas de recuperação da terra, servindo de pressão para o aumento do desmatamento com a finalidade de liberação de terras para pastoreio.

A pastagem extensiva se apresenta como um manejo de baixa produtividade para engordar o gado visto que se não prioriza adubação do solo responsável por significativa parte da alimentação dos animais (CORDEIRO *et al.*, 2015), de forma que o uso intensivo do solo causado pelas pastagens não permite que esse solo consiga se recuperar pelo seu ciclo natural.

No contexto internacional, o Brasil se encontra para trás na introdução de tecnologias dentro da pecuária bovina, visto que a tecnologia no setor seria capaz de evitar a degradação do solo (LOBATO *et al.*, 2014).

Na Amazônia, região de fronteira e conflitos agrários, para ocupar as terras é necessário que elas sejam utilizadas produtivamente, de maneira que a pecuária é vista como um meio de ocupação a baixo custo que não necessita de grande desenvolvimento tecnológico e é capaz de gerar lucros. Isto é, a pecuária extensiva é caracterizada como uma forma de ter controle de grandes faixas de terra, além de permitir que os produtores avancem sobre áreas de floresta para a expandir a produção (PALERMO, 2010).

No contexto dos riscos que a pecuária bovina de corte representa ao meio ambiente, já existem tentativas de mitigação e reversão desses impactos, o uso de sistemas integrados, como Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são técnicas presentes na literatura sobre o tema. Elas apresentam como objetivo a integração entre o pasto e a lavoura nos casos ILP, no caso ILPF se incrementa com o elemento floresta. Alguns textos não citam diretamente o termo ILP, mas sim o sistema de consorciação entre leguminosas qual apresenta o mesmo princípio do ILP onde a propriedade rural pode optar em alternar entre a produção de leguminosas e criação bovina em uma mesma área, há também a opção de cultivar as leguminosas em área diferente do pasto e utilizar parte da produção vegetal na alimentação do gado (PALERMO, 2010).

A introdução do plantio de árvores no sistema ILPF promove uma diminuição da temperatura nos entornos da propriedade se relacionando diretamente com a qualidade do produto da pecuária bovina de corte, visto que auxilia no aumento do bem-estar dos animais por estar em um ambiente mais fresco (ALVES *et al.*, 2017).

A integração entre pecuária e lavoura apresenta o potencial de redução de custos, o plantio poupa o produtor de custos com pasto de preparo do solo, fertilização e recuperação, e viabiliza ao produtor a comercialização dos subprodutos da lavoura. Além disso, a alimentação advinda da lavoura proporciona ao gado maior ganho de peso em menor tempo o que aumenta a produtividade do rebanho (LOBATO *et al.*, 2014).

Nessa perspectiva, a integração entre lavoura e pecuária em forma de sistema de rotação proporciona uma menor degradação do solo, no período de lavoura a terra tem o descanso da degradação gerada pelos bovinos e se favorece da plantação para o enriquecimento de nutrientes (MALAFAIA *et al.*, 2019). Os sistemas ILP ou ILPF possuem como objetivo maximizar a capacidade da terra ao implementar sistemas produtivos integrados onde a lavoura se apresenta como fonte de alimentação animal e as árvores possibilitam arborização do pasto promovendo um ambiente com temperaturas mais amenas e disponibilidade de sombra para os animais. Também conta com a diversificação do uso da

terra que atrapalha a proliferação de pragas no solo ocasionando uma diminuição no uso de químicos no solo, bem como existe uma redução nos custos de controle de pragas e da recuperação do solo.

Comparativamente, porém, o sistema ILPF é um processo mais complexo visto que trata da interação da pecuária, floresta e da lavoura e necessita de um nível tecnológico e organizacional maior. Dada a sua complexidade, é um sistema que precisa de acompanhamento, quais são normalmente feitos como experimentos de longo prazo Amaral *et al.* (2012).

Cordeiro *et al.* (2015) argumentam que a inserção do elemento floresta como fonte de produção madeireira permitiria ainda ao produtor diversificação dos produtos de origem madeireira e da lavoura, além da pecuária. Esse é um fator importante para mitigação de risco pela diversificação do portfólio de produtos e uma oportunidade para aumento da lucratividade seja com a redução de custos ou com aumento de produtividade animal. Além disso, a integração de sistemas proporciona diminuição da temperatura por haver árvores na propriedade deixando as condições climáticas mais agradáveis para o gado, melhorando o bem-estar animal.

Em outra linha de técnicas para melhoria da produtividade agrícola e da questão ambiental, Lobato *et al.* (2014) sugerem que uma mudança na alimentação bovina seria uma forma de pecuária mais sustentável com capacidade de diminuir as emissões de GEE geradas por esses animais. A introdução de milho, arroz e sorgo na pastagem proporciona um maior sequestro de carbono e posteriormente pode ser utilizada na alimentação dos animais em estação de seca aumentando a produtividade do animal e diminuindo os gases emitidos pelo gado.

A deficiência nutricional da pastagem já é uma característica dentro da pecuária no Brasil, a falta de planejamento na produção leva picos de produção quando a forragem está no período de chuva e a escassez em época de secas afirmam Amaral *et al.* (2012). Nesse sentido, a utilização de suplementação alimentar juntamente com a vedação, estocagem de forragem produzida nas estações chuvosas, proverá alta produtividade mesmo nos períodos de seca e evitando a necessidade de expansão de terras para a criação animal.

Esse sistema é importante para que o rebanho apresente um tempo menor de abate, uma vez que, não haverá uma baixa na alimentação, fomentará o ganho de peso em um tempo menor. Assim, diminuirá o ciclo do gado e aumentará a eficiência da produção, conforme identificado por Amaral *et al.* (2012). Os autores apontam ainda que sistemas que

envolvem um aporte tecnológico para melhorar a produção bovina através de métodos de melhoramento genético, cruzamentos e a utilização de suplementação são essenciais para que os animais adquiram maior ganho de massa desde os meses iniciais.

Del Curto *et al.* (2005) defendem o afastamento do gado das áreas degradadas em determinados períodos para que o solo consiga realizar seu ciclo de recuperação e reponha seus nutrientes. Diante do potencial de degradação que a pastagem bovina possui, o método de formação, recuperação e renovação da pastagem é focado na recuperação do solo. É um processo que prioriza o tratamento do pasto, onde se busca entender a composição do solo da área, a etapa de diagnóstico é essencial para o prosseguimento da pastagem. Essa técnica consiste em adaptar a produção de acordo com o que a terra tem para oferecer para que então se possa preparar o solo com a forragem adequada ou com o uso de lavoura, vale ressaltar que também que é de extrema importância a manutenção do pasto após a inserção dos animais na área (AMARAL *et al.* 2012).

Outro importante elemento para uma transição pecuária mais sustentável é o da adoção de selos e certificações ambientais com a finalidade da diferenciação do produto, o que é especialmente importante dado o grande número de produtores pecuaristas de corte. Segundo Amaral *et al.* (2012), a utilização desses para gerar uma diferenciação de qualidade à carne bovina que atende aos requisitos de uma produção ambientalmente amigável seria uma forma de indicar e garantir ao consumidor a qualidade do produto que ele está adquirindo. Os selos dentro da pecuária bovina de corte representariam uma condição relevante para os produtores sustentáveis ao possibilitar a entrega de produtos com maior qualidade e maiores preços, elevando a competição dentro do setor e impulsionando a utilização de práticas sustentáveis (ALVES *et al.*, 2017).

Embora exista um conjunto de alternativas para superação das questões ligadas às emissões de GEE e degradação do solo pela bovinocultura, são apontados pela literatura entraves à sua adoção, por exemplo, no caso da implementação de ILPF, que apresenta alto investimento inicial sendo não atrativo para o produtor, e apesar de apresentar um potencial de retornos maiores pelo uso da produção madeireira, os retornos desse sistema requer mais tempo que a pecuária bovina tradicional (ALVES *et al.*, 2017).

Diante da complexidade do ILPF, a implementação desse sistema necessita de um grau de conhecimento produtivo maior e acompanhamentos e experimentações, bem como de profissionais especializados (MALAFAIA *et al.*, 2021). Um novo sistema passaria a ser

implementado nas fazendas o que poderia não ser bem recebido pelos produtores uma vez que isso implica em uma reforma na maneira atual de produzir (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Vale ressaltar que o foco da pecuária bovina sustentável está na mudança dos produtores atuais para adotar novas tecnologias, porém há um campo pouco explorado voltado para inserção de novos produtores no setor que desde o início da produção começariam com aporte tecnológico (LOBATO *et al.*, 2014).

Adams *et al.* (2021) afirmam que o uso de sistemas de criação bovina intensivos estão associados a um melhor desempenho animal, ou seja, maior ganho de peso com menos emissões de GEE. Além disso, os autores argumentam que a forma extensiva de produção tende a ter notável variabilidade no ganho de peso animal, tendo impacto negativo tanto na produção quanto no meio ambiente.

Algumas pesquisas recentes têm tentado traçar o panorama das dificuldades da transição sustentável na pecuária de corte no Brasil, nessa linha, o trabalho de Palermo (2010) expõe os riscos que a pecuária bovina brasileira apresenta para aumento da emissão de gases do efeito estufa e busca maneiras de mitigar a emissão de GEE e aumentar a captura de carbono pelo solo. O autor aponta, dentro do contexto brasileiro, o potencial sustentável do uso de confinamento e semiconfinamento aliado ao complemento da alimentação bovina com o uso de leguminosas plantadas na propriedade. Os resultados expostos por Palermo (2010) apontam que a técnica de confinamento associada à alimentação de leguminosas é capaz de converter a terra de pastagem em cerca de 57 milhões de hectares.

Alves *et al.* (2017) abordam o sistema integrado ILPF e ILP como uma alternativa de pecuária bovina sustentável. Os autores focam no potencial sustentável da implementação de árvores dentro da propriedade pecuária visando a captura de carbono. O trabalho acompanha um estudo de caso no Brasil onde a EMBRAPA implantou o sistema ILPF e ILP, os resultados mostram que o uso de ILPF necessita de maiores investimentos aliados ao conhecimento organizacional e uma atenção maior nas etapas de exploração madeireira e pecuária. Enquanto, o ILP apresenta um menor custo.

O trabalho de Costa *et al.* (2012) avaliaram o desempenho de três tipos de manejos sustentáveis: ILP e dois de ILPF que se diferenciam pela distância das mudas das árvores utilizadas no sistema. O estudo foi feito em uma propriedade do Mato Grosso do Sul no período de 2008-2009. Os resultados evidenciaram que o ILP apresentou o menor custo entre os manejos estudados e o retorno imediato no primeiro ano, quanto ao retorno financeiro de longo prazo, o sistema que apresenta o maior VPL é ILPF com menor distância entre as

árvores, mas tem como entrave o alto investimento e o longo tempo de retorno do capital inicial. Isso é um grande entrave, pois, conforme apontam Silva Neto e Bacchi (2014), a pecuária já é uma atividade de menores rentabilidade e risco quando comparada com outras commodities como soja e cana-de-açúcar. Logo, quando se fala em mais investimentos, há redução na rentabilidade, ao menos em curto e médios prazos.

O estudo de Fernandes (2009) verificou os efeitos da suplementação proteico-energética em bovinos através de uma comparação de tratamentos com ausência e com utilização de suplementação. O autor chegou à conclusão que a utilização da suplementação auxilia no aumento de peso do animal proporcionando um melhor desempenho da produção bovina.

Ayarza *et al.* (1997) realizaram um estudo para o Cerrado voltado para comparação da suplementação bovina na forma de pasto consorciado com leguminosas contra a forma de pastagem gramínea. A avaliação final do estudo apresenta que o uso do consórcio entre a forragem com a leguminosas se provou eficiente para o ganho de peso animal.

Abrão *et al.* (2016) elaboraram uma revisão sobre sistemas disponíveis para produção de bovinos de corte e apresentaram dados relacionados a diferentes formas de manejo. A revisão evidencia que o modo tradicional de produção bovina se mostra com produtividade inferior aos manejos de integração com a lavoura e com introdução de tecnologia. Ademais, os resultados encontrados mostram que a suplementação durante o período de seca possui potencial para evitar a perda de peso do gado nesse período.

Os resultados obtidos na presente pesquisa visaram argumentar com as questões levantadas na presente seção, especialmente às ligadas à bovinocultura de corte com relação às emissões de gases e ao solo. Em relação às emissões buscou-se entender como tem sido o uso de suplementação, confinamento e a adoção de sistemas integrados no Brasil, já no caso do solo foram observadas as qualidades de pastagens e o adensamento das cabeças de gado num comparativo entre os anos de 2006 e 2017.

Abaixo está um quadro com a síntese das principais práticas verificadas na literatura elencando o funcionamento da medida, seus objetivos e os autores que as referenciam.

Quadro 1.1 Quadro de referências em práticas para transição sustentável na bovinocultura de corte.

Técnicas	Como funciona	Objetivo	Autores
Sistemas Integrados (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta)	A produção da lavoura, da pecuária e floresta são feitas em um mesmo estabelecimento produtivo. É possível se realizar os 3 tipos de produção simultaneamente ou utilizar a mesma área para cada produção em momentos diferentes do tempo.	<ul style="list-style-type: none"> - Permitir diversificação da renda do estabelecimento - Promover a recuperação do solo - Diminuir os custos de alimentação dos animais - Capturar GEE 	Palermo (2010); Malafaia et al. (2019), Alves et al. (2017); Almeida e Medeiros (2013); Cordeiro et al. (2015) Lobato (2014); Amaral et al. (2012).
Certificação	Realizar manejos orientado por medidas específicas, no geral são voltadas para práticas ambientais, rastreamento e higiene.	- Obter certificação para o produto garantindo um maior valor adicionado	Costa et al. (2012); Alves et al. (2017); Amaral et al. (2012).
Confinamento	Utilizar espaços de confinamento para a produção bovina, em especial nos períodos de seca.	<ul style="list-style-type: none"> - Maior controle da produção - Processo de engorda mais rápido - Não necessitar de mais terras para produzir 	Palermo (2010); Lobato et al. (2014); Del Curto (2005); Ayarza et al. (1997); Santos et al. (2022); Santos (2018); Adams et al. (2021)
Suplementação	Realizar outras formas de alimentação além do pasto, como o uso de rações.	<ul style="list-style-type: none"> - Acelerar o processo de engordar - Manter um padrão de alimentação durante o ciclo do boi - Diminuir a necessidade do uso do solo 	Amaral et al. (2012) Fernandes (2009); Lobato et al., 2014; Del Curto, 2005); Ayarza et al., 1997; santos et al. (2022); Santos (2018); Adams et al. (2021).

Fonte: Elaboração própria

1.2 Materiais e Métodos

A estatística descritiva compreende uma série de procedimentos: levantamento de informações, organização, sintetização e descrição. Diante da aplicação dessas técnicas, é possível realizar análises e interpretar as informações recolhidas (SOUZA, 2007). O objetivo da estatística descritiva é realizar uma sintetização de um conjunto de informações para obter uma visão geral sobre o tema estudado e auferir reflexões sobre o estudo (GUEDES, 2005).

Nesse sentido, o presente trabalho faz uma análise descritiva dos principais dados referentes à produção pecuária de corte sustentável disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir das pesquisas dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, além de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). Essa seção apresenta a origem dos dados conforme a ordem em que são apresentados na seção de resultados.

Com base nos dados do CEPEA foram observadas as séries do PIB do Agronegócio e do setor pecuarista, complementarmente, com base na Tabela 1846 (SIDRA/IBGE) foi possível verificar a evolução dos Valores a preços correntes da Agropecuária e estimar a participação da pecuária de corte no mesmo com base na Tabela 6910, do Censo Agropecuário de 2017.

Os dados sobre confinamento foram obtidos a partir do Beef Report da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC), uma vez que eles estão disponíveis apenas para 2006 no Censo Agropecuário nas Tabelas 919 e 927.

O conjunto mais amplo de variáveis analisadas, bem como suas respectivas tabelas no SIDRA estão descritas a seguir:

- Número de estabelecimentos por grupo de atividade: Tabelas 1422, 1749, 783, 1262 (Censo Agropecuário de 2006), Tabelas 6754, 6908 e 6854 (Censo Agropecuário de 2017);
- Área Ocupada por grupo de atividade: Tabelas 263, 1422, 264, 837 e 960 (Censo Agropecuário de 2006), Tabelas 6754, 6908 e 6769 (Censo Agropecuário de 2017);
- Valor da Produção por grupo de atividade: Tabelas 1118, 1227, 1262, 783, 1267 (Censo Agropecuário de 2006), Tabelas 6897, 6912, 6910, 6898 (Censo Agropecuário de 2017);

- Suplementação: Tabela 921 (Censo Agropecuário de 2006) e Tabela 6906 (Censo Agropecuário de 2017);
- Número de Cabeças: 922 (Censo Agropecuário de 2006) e 6910 (Censo Agropecuário de 2017);
- Utilização das Terras: 1422 (Censo Agropecuário de 2006) e 6881 (Censo Agropecuário de 2017).

Com relação ao cálculo da variação entre os anos de 2006 e 2017, foi utilizado o seguinte critério de cálculo:

$$VAR_X = \frac{X_{2017} - X_{2006}}{X_{2006}} \quad (1.1)$$

Onde X representa a variável para a qual se pretende calcular a variação VAR.

As figuras apresentadas foram geradas com auxílio do software estatístico gratuito R (<https://www.r-project.org/>), com os pacotes “treemap” e “ggplot2”.

1.3 Resultados e Discussão

Uma primeira aproximação com relação ao papel do agronegócio, e em especial à importância da pecuária bovina de corte para o setor seria a de compreender como tem sido o desenvolvimento recente do setor em termos nominais e reais. A Figura 1.1 se propõe a fazer essa representação, nela é possível perceber que tanto para o PIB do agronegócio quanto para o setor da pecuária houve crescimento sustentado em termos nominais no período de 1996 a 2021, a despeito das oscilações sazonais no setor.

Entretanto, quando observada a variação real é possível perceber que o setor da pecuária está estagnado até 2005, após esse período exibe um crescimento em meados de 2007/2008 enquanto o agronegócio somente apresenta um crescimento significativo e passou a ter crescimento real a partir do ano de 2019, indicando uma possível superação dos efeitos da crise nacional sobre o setor.

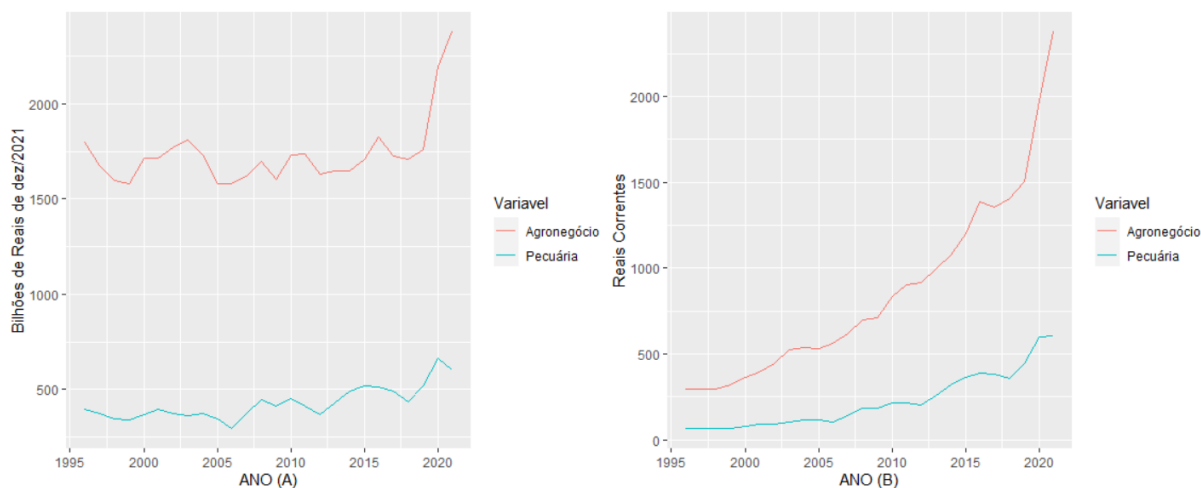


Figura 1.1: Evolução do PIB-Renda do Agronegócio e da Pecuária em Preços de Dez/2021 (A) e em Preços Nominais (B).

Fonte: CEPEA/CEA.

Quando se passa a observar especificamente a pecuária bovina de corte no país, segundo dados do IBGE, no Censo Agropecuário de 2017, é possível estimar que a produção de carne no campo correspondeu a 10,91% do PIB agrícola brasileiro. Em termos monetários, houve uma expansão de 16,17 bilhões de reais em 2006 para 50,46 bilhões de reais em 2017, um aumento nominal de 211%, a partir do deflacionados desses valores pelo IPCA (Índice de Preços Consumidor Amplo) é possível perceber um aumento real de 65,49%, um resultado bastante expressivo para o intervalo analisado.

Com relação ao Estado de Goiás, o Valor Adicionado Bruto do Agronegócio foi de 4,227 bilhões de reais correntes em 2006 para 19,423 bilhões de reais correntes em 2017, um aumento nominal de, aproximadamente, 360%, ou de 110% em termos reais, demonstrando que o estado teve uma evolução acima da média nacional em termos de crescimento do setor. Tal fato pode ser explicado pela estrutura produtiva agropecuária já estabelecida no estado, que facilitou a expansão do setor.

É importante destacar o papel da pecuária bovina nessa evolução, uma vez que a mesma se mostra enquanto o setor mais representativo, tanto em termos de número de estabelecimentos, com 111.020 estabelecimentos em 2006 (81,8%, considerando a pecuária como um todo) e 106.242 em 2017 (69,81%, considerando somente a produção de bovinos) quanto de área ocupada, com 20.621.141 hectares em 2006 (78,9%, considerando a pecuária como um todo) e 18.302.550 hectares em 2017 (69,65%, considerando somente a bovinocultura).

Na tentativa de compreender o perfil geral das mudanças no setor foram elaboradas as Figuras 2A, 2B e 2C, que respectivamente comparam a variação e composição do número de propriedades, da área ocupada e do valor da produção das atividades de Lavoura Temporária, Lavoura Permanente, Pecuária (em geral, não só bovina de corte) e outras atividades do agronegócio. Considerando a agropecuária como um todo, na transição de 2006 para 2017 é possível perceber uma redução do número de propriedades, com manutenção da área e expansão do valor (nominal) no setor.

Com relação ao setor da pecuária é possível notar que a tendência foi de manutenção do número de propriedades, a expansão da área de pastagem e uma forte expansão do valor, sendo possível perceber que a pecuária está muito mais próxima em 2017 do valor da produção representado pelas lavouras temporárias do que estava em 2006. Também é possível que essa expansão do valor tenha ocorrido de forma mais que proporcional à expansão da área ocupada, demonstrando uma elevação na produtividade no setor. Como destacado anteriormente, o presente artigo parte do entendimento de que a sustentabilidade na pecuária bovina de corte passa pela implementação de inovações tecnológicas que ao mesmo tempo sejam economicamente atrativas ao produtor e benéficas ao meio ambiente.

Nesse sentido, para compreender como tem evoluído a questão da adoção de uma pecuária de corte sustentável no Brasil, dois grandes grupos de problemas foram analisados. O primeiro diz respeito às emissões de dióxido de carbono (CO₂) e de metano (CH₄), importantes gases do efeito estufa ligados à produção pecuária. Já o segundo diz respeito à qualidade do solo e aos problemas relacionados à mudança em seu uso.

Quanto às emissões, foram consideradas as informações ligadas ao confinamento, ao uso de suplementação e ao perfil de adoção de sistemas integrados. Nesse contexto, um primeiro dado importante com relação à implementação de técnicas ligadas à uma produção de pecuária bovina de corte mais sustentável no Brasil é o uso do confinamento. Segundo dados levantados pela ABIEC (2021), houve uma variação de cabeças confinadas entre os anos de 2006 e 2017 de 3,46 para 5,26 milhões de cabeças, o que equivale a uma expansão de 1,96% para 3,04% de todo o rebanho nacional, ou ainda um aumento de 8,9% do total de abates em 2006 para 11,77% do total de abates em 2017.

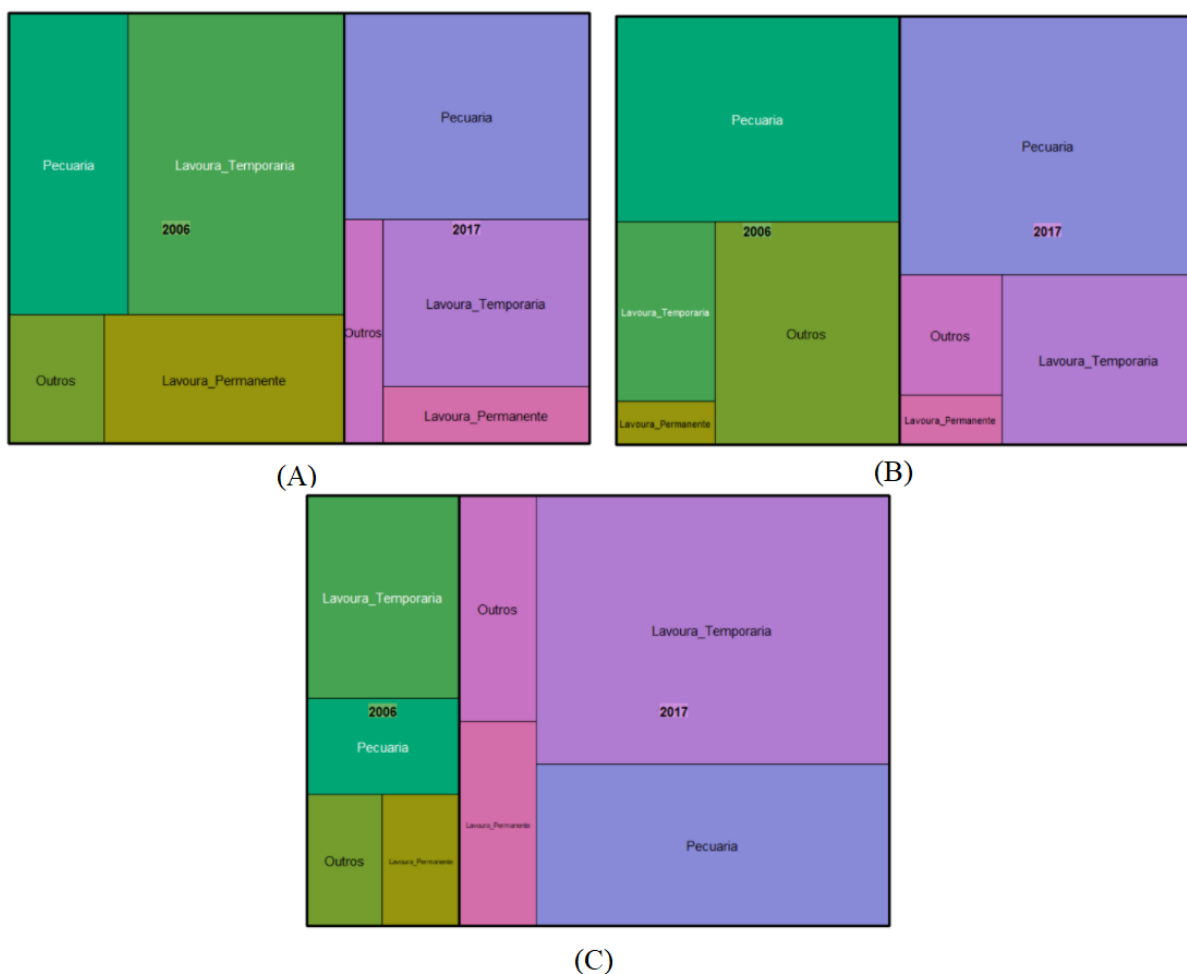


Figura 1.2: A - Distribuição do Número de Estabelecimentos por Ano e Grupo de Atividade, B - Distribuição das Áreas Ocupadas por Ano e Grupo de Atividade. C - Distribuição do Valor da Produção por Ano e Grupo de Atividade.

Fonte: IBGE. Observação: O tamanho de cada retângulo reflete os valores de cada grupo de atividade por variável por ano.

De forma similar ao aumento do confinamento, de acordo com a Tabela 1.1, foi possível perceber também uma elevação significativa da implementação de ração, grãos e outros suplementos que não sejam o sal mineral, que já era (em 2006) e continuou sendo (em 2017) utilizado pela maior parte dos estabelecimentos de pecuária bovina do país.

É importante perceber o expressivo aumento da implementação desses suplementos de maior aporte tecnológico na região Norte, bem como os expressivos aumentos na região Sul e, principalmente, no Centro-Oeste do país. No CO esse aumento foi bastante expressivo, de forma que menos de um terço dos estabelecimentos utilizavam ração, grãos e outros suplementos em 2006 e quase a totalidade do setor passou a utilizá-los em 2017, esse dado é ainda mais expressivo considerando que o Centro-Oeste é a região com o maior número de estabelecimentos e de cabeças de bovinos no país.

É importante notar que o estado de Goiás seguiu esse aumento observado na região, acompanhado ainda de uma redução no uso de suplementos mais simples, isto é, houve aumento de aporte tecnológico na bovinocultura do estado. Há um padrão claro de concentração de adoção de ração na suplementação animal, existem indícios que essa tecnologia não encontrou barreiras nas regiões do Norte e Noroeste Goiano, que ainda têm se mostrado resistentes na transição de uma pecuária extensiva e sem uso de sistemas integrados no contexto estadual.

Tabela 1.1: Percentual dos estabelecimentos que utilizaram suplementação animal nos anos de 2006* e 2017**, por região.

Região	Sal Mineral			Ração, Grãos e outros		
	2006	2017	Var Estimada	2006	2017	Var Estimada
N	88,6%	79,90%	-9,9%	8,3%	55,51%	570,4%
NE	70,7%	80,61%	14,0%	27,0%	37,57%	39,0%
SE	84,2%	91,05%	8,2%	46,2%	69,18%	49,8%
S	78,4%	89,49%	14,2%	34,2%	72,48%	112,1%
CO	91,0%	95,91%	5,4%	32,5%	83,55%	157,4%
GO	97,2%	84,21%	-13,37%	49,7%	76,84%	54,5%
Brasil	83,5%	85,19%	2,1%	30,7%	55,12%	79,5%

Fonte: IBGE. *No ano de 2006 foram considerados estabelecimentos com 50 ou mais cabeças. **No ano de 2017 foram considerados todos os estabelecimentos. A diferença se dá devido a disponibilidade da informação.

Ainda no tópico do uso de sistemas integrados, observados na Tabela 1.3, não foi possível perceber uma evolução do número de cabeças de bovinos em propriedades que praticam as atividades de lavouras temporária ou permanente e que tenham produção florestal de florestas nativas ou plantadas, na realidade, houve uma redução das cabeças relacionadas à produção de todas essas outras atividades, tendo tido um aumento do número de cabeças somente as práticas pecuárias não integradas.

Entretanto, investigando a Tabela 1.2 a partir do cálculo da elasticidade da variação de cabeças devido à variação de estabelecimentos, nota-se que as atividades com menores elasticidades foram as de lavouras temporárias e as de florestas plantadas. Segundo a literatura, essas seriam as atividades ligadas aos sistemas agropastoris, com o cultivo de leguminosas para uso em consórcio e ao ILPF ou ao sistema silvipastoril, no qual a floresta plantada é fonte de bem-estar animal e de renda com a venda da madeira.

Esses resultados podem indicar que embora tenha ocorrido uma redução do número de propriedades e de cabeças ligadas a esses dois sistemas integrados, houve um adensamento de cabeças em propriedades que utilizam essas técnicas, indicando uma saída elevada de produtores do setor, mas com o fortalecimento dos produtores que conseguiram prosperar utilizando essas técnicas, especialmente no caso da produção da lavoura temporária integrada à pecuária.

Nota-se que esse resultado diz respeito aos estabelecimentos com 50 ou mais cabeças, esse recorte se deu devido à disponibilidade de informações compatíveis entre os anos de 2006 e 2017. Especificamente no estado de Goiás, houve uma variação positiva de estabelecimentos que não usam sistemas integrados entre 2006 e 2017, com redução do número de cabeças desses estabelecimentos, o que indica uma tendência de redução da de concentração de cabeças em estabelecimentos não integrados.

Com relação aos sistemas que integram lavouras temporárias, lavouras permanentes ou florestas nativas, houve uma redução tanto do número de cabeças quanto do número de estabelecimentos, entretanto com uma elasticidade próxima a 0,7 em todos os três casos, indicando também uma redução da concentração do número de cabeças nesse tipo de cultura.

No caso da integração com florestas plantadas, assim como no de sistemas não integrados, houve aumento do número de estabelecimentos (de 306 em 2006 para 359 em 2017), mas com uma redução de 10,53% no número de cabeças. Em geral, os resultados indicam uma redução do número de concentração de cabeças nos estabelecimentos, o que não indica, necessariamente, que houve uma redução da densidade de cabeças por hectare, uma vez que o crescimento econômico da pecuária no estado não se deu com o aumento da área, nem com o do tamanho do rebanho, mas com a aceleração do ganho de peso dele.

Tabela 1.2: Número de Estabelecimentos e Cabeças de Bovinos em propriedades com 50 ou mais cabeças de bovinos, por grupo de atividade econômica.

Atividade Integrada	Estabelecimentos (em milhares)			Cabeças (em milhões)			Elasticidade
	2006	2017	Var %	2006	2017	Var %	
Lavouras Temporárias	680,29	507,00	-25,47%	17,20	15,71	-8,64%	0,34
Lavouras Permanentes	160,04	112,36	-29,80%	4,80	2,83	-41,08%	1,38
Florestas Plantadas	27,19	18,02	-33,73%	0,81	0,59	-27,76%	0,82
Florestas Nativas	22,79	20,49	-10,09%	0,50	0,37	-24,38%	2,42
Não Integrado	1726,13	1860,52	7,79%	151,01	152,34	0,88%	0,11

Fonte: IBGE. Observação: A elasticidade foi calculada dividindo a coluna Var % de Estabelecimentos pela Var % de Cabeças.

Outro problema investigado no presente artigo é o ligado à qualidade e ao uso do solo, caso destacado na literatura de especial interesse para a questão amazônica, onde a expansão das áreas de pastagem pode ser mais motivada pela especulação de terras do que pela produção pecuária em si.

Nesse sentido, a Tabela 1.4 mostra a evolução do uso de diferentes áreas de pastagem e de sistemas agrofloretais com produção vegetal e animal por região e para o país com comparativo entre os anos de 2006 e 2017. Um dado relevante na Tabela 1.4 é o ligado à variação percentual de áreas de sistemas agrofloretais, ele revela redução nas regiões Norte, Sudeste e Sul. Especialmente no caso da região Norte houve ainda um aumento de 11,15% do total de áreas de pastagens, contrariando a tendência de queda observada em todas as demais regiões e no Brasil. Essa redução de sistemas agrofloretais acompanhado do aumento das pastagens indica uma menor sustentabilidade para produção pecuária no Norte (que está todo contido na região Amazônica).

Um dado positivo, nesse sentido, foi o observado na região Centro-Oeste, embora ainda de forma tímida em valores absolutos quando comparada ao Nordeste, o uso de sistemas agrofloretais na região teve um aumento de 41,71% no período. Indicando uma tendência de produção mais sustentável nessas regiões.

É válido notar que o uso de sistemas agrofloretais na base de dados do IBGE não faz uma separação de área para produção agrícola ou pecuária, de modo que não se pode associar toda a área de sistemas agrofloretais na Tabela 1.3 à produção animal, embora ainda seja um importante indicador de sustentabilidade no campo, especialmente no caso do Centro-Oeste, dada a predominância da pecuária no agronegócio.

Adicionalmente, é importante perceber a utilização de pastagens naturais e plantadas degradadas ao longo das regiões, ligadas à uma pecuária de menor aporte tecnológico, e provavelmente menos sustentável em termos econômicos e ambientais. Enquanto houve uma redução de pastagens naturais em todas as regiões, houve uma expansão de pastagens degradadas ou em más condições no Nordeste e no Sudeste.

Nota-se ainda que as áreas totais de pastagem no Brasil tiveram uma redução, puxadas principalmente pelo que ocorreu no CO (que representa mais de um terço das áreas de produção pecuária no Brasil), nessa região houve redução mais que proporcional do uso de pastagens naturais e em más condições que a redução observada em pastagens plantadas em boas condições, indicando uma melhoria da qualidade dos solos utilizados para produção pecuária na região, que também é responsável por pressões sobre uso do solo na Amazônia, por estar parcialmente contida nessa.

Com relação ao estado de Goiás, algumas tendências são importantes no contexto da sustentabilidade, embora o estado não tenha avançado no número de estabelecimentos (exceto no caso de florestas plantadas) nem de cabeças em sistemas integrados, o mesmo teve um avanço significativo no aumento da área para sistemas agroflorestais, isso pode indicar que existe uma expansão dessas áreas principalmente com a diversificação das culturas, indicando que o gado não é, necessariamente, mais importante que as demais atividades quanto se trata de sistemas integrados.

Tabela 1.3: Utilização das terras para pecuária (em milhões de hectares) no Brasil e por Região, 2006 e 2017.

2006	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil	Goiás
Pastagens - naturais	6,00	16,03	10,96	10,84	13,81	57,63	3,14
Pastagens - plantadas degradadas	2,20	2,24	1,66	0,45	3,36	9,91	0,95
Pastagens - plantadas em boas condições	18,70	12,34	15,21	4,39	41,87	92,50	11,73
Sistemas agroflorestais	1,28	4,65	0,99	0,51	0,88	8,32	0,32
Total	28,18	35,25	28,82	16,20	59,92	168,36	19,5
2017	N	NE	SE	S	CO	Brasil	Goiás
Pastagens - naturais	5,17	9,77	6,57	6,82	11,10	39,44	2,77
Pastagens - pastagens plantadas em más condições	1,93	3,29	2,00	0,17	2,68	10,06	0,92
Pastagens - plantadas em boas condições	23,28	9,79	14,45	3,83	38,93	90,27	11,29
Sistemas agroflorestais	0,93	5,76	0,78	0,37	1,25	9,10	0,45
Total	31,32	28,61	23,80	11,19	53,96	148,87	15,4
Variação	N	NE	SE	S	CO	Brasil	Goiás
Pastagens - naturais	-13,79%	-39,05%	40,03%	37,07%	-19,58%	31,57%	11,78%
Pastagens - pastagens plantadas em más condições	-12,18%	47,04%	20,23%	63,17%	-20,21%	1,59%	-3,26%
Pastagens - plantadas em boas condições	24,52%	-20,68%	-4,98%	12,87%	-7,03%	-2,41%	-3,75%
Sistemas agroflorestais	-27,16%	24,03%	21,25%	27,66%	41,71%	9,42%	40,6%
Total	11,15%	-18,84%	17,41%	30,94%	-9,94%	11,57%	-21%

Fonte: IBGE (2016), IBGE (2017).

Finalmente, uma última tendência relacionada à pressão sobre a expansão das áreas de pastagem no Brasil, ligadas tanto ao uso do solo (especialmente na Amazônia Legal) e da qualidade tecnológica da produção pecuária é a análise da densidade de cabeças de bovinos por hectare, dado presente na Tabela 1.4.

Tabela 1.4: Evolução da Densidade de Cabeças de Bovinos por Hectare entre 2006 e 2017, por região, para o Brasil e para o estado de Goiás.

Região	Área de Pastagem (mi ha)			Cabeças de Bovinos (em milhões)			Cabeças por Hectare		
	2006	2017	Var %	2006	2017	Var %	2006	2017	Var %
Norte	28,18	31,32	11,1%	32,56	34,76	6,8%	1,16	1,11	-4,0%
Nordeste	35,25	28,61	-18,8%	25,83	21,68	-16,1%	0,73	0,76	3,4%
Sudeste	28,82	23,80	-17,4%	34,55	31,54	-8,7%	1,20	1,33	10,5%
Sul	16,20	11,19	-30,9%	23,58	23,58	0,0%	1,46	2,11	44,8%
Centro-Oeste	59,92	53,96	-9,9%	59,62	61,15	2,6%	0,99	1,13	13,9%
Brasil	168,36	148,87	-11,6%	176,15	172,72	-1,9%	1,05	1,16	10,9%
Goiás	15,83	14,99	-5,3%	18,23	17,29	-5,1%	1,15	1,15	-

Fonte: IBGE (2006), IBGE (2017).

É possível perceber que somente na região Norte houve uma redução da densidade de cabeças por hectare, e que os aumentos mais expressivos foram observados nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, o que revela aumento na produtividade. Com relação à Amazônia é importante perceber que os resultados da região Norte apontam para uma expansão menos que proporcional do número de cabeças sobre as áreas de pastagem, na realidade essa foi a única região com aumento de áreas de pastagem, indicando que na Amazônia, pelo menos nos estado da região Norte pode estar ocorrendo uso da pecuária para especulação fundiária, com um uso mais extensivo do solo.

Na região Centro-Oeste, que também pode ser compreendida como uma área de pressões sobre o que acontece na Amazônia, em especial o estado do Mato Grosso é importante notar que apesar do maior adensamento, os valores continuam baixos, com cerca de 1,13 cabeças por hectare, muito inferiores aos observados na região Sul, na qual a restrição física de disponibilidade de terras é muito mais relevante, com uma média de 2,11 cabeças por hectare. Na realidade, o que houve na região Sul foi uma expressiva redução nas áreas de pastagem (-30,9%) sem mudanças significativas no número de cabeças, indicando que pode ter havido um maior aporte tecnológico nessa região resultado em ganhos expressivos de produtividade.

Com relação ao estado de Goiás, não houve uma mudança significativa na densidade do rebanho, com uma redução muito próxima entre as áreas de pastagem e o número de cabeças.

Os resultados obtidos estão de acordo com o a percepção de Lobato *et al.* (2014), a persistência da chamada pecuária "extrativa" no Brasil, na qual existe baixo aporte tecnológico, com novilhos em condições corporais precárias, incapazes de elevar a produtividade da pecuária de corte. As tecnologias desenvolvidas pela Embrapa e pelos programas de pesquisa das universidades brasileiras ainda não chegam a todos os produtores. Embora novas alternativas tecnológicas estejam disponíveis, elas só são adotadas se se provarem competitivas em relação às práticas já utilizadas e com preços relativos favoráveis durante sua adoção.

Para Alves *et al.* (2017), a adoção de sistemas integrados, principalmente ILPF, poderia ter dois grandes entraves: um investimento inicial para produzir maior que o da produção convencional, e um período de retorno do investimento também mais distante, o que poderia ser mais decisivo na tomada de decisão para os produtores, principalmente aqueles sem reservas de recursos para tomar decisões de longo prazo, mesmo que o potencial de ganho dos sistemas integrados seja maior, por exemplo, no caso do ILPF, por conta da produção madeireira associada ao sistema.

Ainda no sentido da viabilidade econômica da adoção dos sistemas integrados, Paniago e Hellmeister Filho (2012) argumentam que o setor pecuário ainda não possuiria linhas de créditos adequadas para o desenvolvimento do setor, uma vez que é o ciclo produtivo bovino é longo e precisa de prazos de pagamentos compatíveis a sua cadeia. Além disso, para a introdução de tecnologias é necessário investimento, dessa forma, a mudança da pecuária tradicional para sustentável requer incentivos econômicos, pois sem esses, há uma dificuldade de implementação de tecnologias.

Um indício que justificaria o cenário atual da adoção de sistemas integrados para a pecuária bovina de corte estaria em Palermo (2011). Em sua investigação sobre emissões na pecuária bovina brasileira, especialmente no que tange a Amazônia, o autor levanta a grande problemática da expansão da pecuária associada ao aumento do desmatamento, uma vez que os produtores estariam em busca de novas terras com finalidades rentistas, ocupadas pela produção bovina.

Palermo (2011) aponta que a prioridade de pecuaristas na região amazônica não seria a produção bovina em si, mas a aquisição de títulos de posse de terras, assim a produção de gado em seu modo extensivo é uma prática barata e que utiliza grandes quantidades de terras com baixo aporte tecnológico, o que garante aos produtores a garantia da manutenção das terras, uma vez que elas são consideradas produtivas, ainda que com baixa produtividade.

Além disso, segundo Palermo (2011), a aquisição de grandes faixas de terra permitiria aos produtores expandir ainda mais suas áreas produtivas através da destruição da floresta, transformando-as em pasto.

Nesse cenário, não existiria um incentivo à adoção de práticas sustentáveis na forma de sistemas integrados pois a estrutura de incentivos, de objetivos e de interesses dos agentes nada teria a ver com a melhoria da viabilidade econômica da pecuária bovina de corte, nem com a busca pela sustentabilidade, mas pela posse das terras em si.

Paniago e Hellmeister Filho (2012) destacam ainda que as novas tecnologias disponíveis para tornar a pecuária bovina de corte sustentável por si só não seriam capazes de solucionar os problemas do setor, também seria necessária uma capacitação adequada do produtor rural e dos demais agentes que atuam nessa produção. Por ser uma atividade a ser introduzida, deve-se ter uma gestão que consiga analisar as condições de produção para tomar melhores decisões no manejo bovino, e a falta de uma estrutura adequada pode eliminar o condicionante da viabilidade econômica, necessário para adoção dessas novas práticas.

Nesse sentido, uma consideração importante a se fazer no debate sobre a sustentabilidade na pecuária bovina de corte no Brasil é o enfoque dado na literatura à adoção de práticas sustentáveis restrita aos produtores já instalados, isto é, existe um enfoque de substituição e não da competição com entrantes inovadores, que já se instalariam com sistemas integrados. De modo que entender o processo de transição não está simplesmente condicionado aos potenciais benefícios econômicos e sustentáveis desse novo modelo de produzir, mas também nos custos de adoção de novas técnicas e de abandonar técnicas já conhecidas, experimentadas e consolidadas por parte dos produtores brasileiros que já atuam no mercado.

Desta forma, como apontam Cordeiro *et al.* (2015), existiria uma complexidade na adoção dos sistemas integrados, uma vez que o produtor estaria lidando com mais de uma forma de produção, assim, é necessário passar por um período de experimentos e acompanhamento durante a adoção desses sistemas, o que pode não ser bem recebido pelos produtores, pois implicaria em uma reforma na sua forma de produzir.

A seguir, são tecidas algumas considerações com base nos resultados e na revisão de literatura desenvolvida, que ajudam a compreender melhor como se desenvolveu a dinâmica da pecuária bovina de corte entre os anos de 2006 e 2017, permitindo também notar que as

tendências observadas pelos censos agropecuários provavelmente não tiveram grandes mudanças nos anos mais recentes.

1.4 Considerações Finais

A pecuária bovina brasileira, de um modo geral, ainda está alicerçada na forma extrativa com baixo aporte tecnológico. Dentro do ciclo bovino, os animais possuem baixo peso o que impede a elevação da produtividade o que poderia ser melhorado com a introdução de tecnologias na produção. Embora tais tecnologias já existam, a difusão delas não é ampla, há um custo financeiro e operacional na mudança da forma de produzir para o produtor que está no setor há muito tempo ou é muito especializado e conhece somente uma forma de produzir, além da questão do uso especulativo de terras na região Amazônica. De forma que para que haja a introdução dessas tecnologias, são necessárias garantias para os produtores de que essas técnicas sejam competitivas e viáveis, comparativamente a forma tradicional de produzir. Nesse sentido o Senar – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural tem o papel-chave de levar ao produtor rural tais tecnologias de fomento à atividade pecuária.

Com base nos resultados, conclui-se que embora seja possível notar alguns indicadores que revelam a melhoria da sustentabilidade na pecuária bovina de corte, essa mudança ainda não é expressiva, e é ainda acompanhada de retrocessos na região Norte, indicando a presença de vetores de pressão sobre o desmatamento.

Em termos gerais o que se percebe é o aumento da suplementação e do confinamento, entretanto, não se percebeu uma maior expressividade de sistemas integrados, nem grandes variações no adensamento das cabeças de gado, indicado que o uso de técnicas sustentáveis está mais ligado à sua característica econômica que ambiental, isto é, nota-se que no setor a prioridade da eficiência econômica supera os potenciais benefícios para o meio ambiente que determinada técnica pode representar, o que pode criar uma trajetória bastante lenta de mudança, ou mesmo ser uma barreira a técnicas que demoram a apresentar retorno econômico, ainda que sejam muito importantes em termos de preservação ambiental, como no caso dos sistemas integrados.

Com relação ao estado de Goiás, uma importante conclusão a que se chega com relação ao papel do estado na transição para uma bovinocultura de corte mais sustentável em termos econômicos e ecológicos no país é a de que as análises precisam passar a

compreender como a adoção de sistemas integrados tem a capacidade de reduzir a importância do gado para a composição dos ganhos do empreendimento, bem como entender que os aumentos de produtividade no estado de Goiás com a bovinocultura devem ser entendidos a partir da redução das áreas e do número e cabeças dos empreendimentos.

Isto é, em análises futuras, se mostra menos importante o estudo da degradação ambiental e da mudança do uso do solo em comparação ao de emissões de gases de efeito estufa, que se mostrou o principal elemento relacionado à questão ambiental da bovinocultura de corte no estado de Goiás.

Dentro da produção agropecuária há grandes cadeias produtivas e diversos agentes, e tamanha diversidade no porte dos produtores, de forma que existe a oportunidade de explorar a diferenciação e caracterização de pequenos, médios e grandes produtores buscando entender as particularidades da produção bovina em estudos futuros.

O artigo avançou na discussão sobre os entraves para adoção de tecnologias que são apontadas como soluções viáveis para transição sustentável na pecuária bovina de corte, mas que não vêm sendo utilizadas, ou mesmo que tem problemas fundamentais de adoção em larga escala. Há diferenças entre produtores de cria, recria e engorda, sendo estes últimos que adotam práticas semi-intensivas e intensivas de confinamento visando a comercialização mais rápida do animal. Aliada a isso, as grandes regiões consumidoras estão no Sudeste do Brasil, que detém cerca de 90 milhões de habitantes e mais que 50% do PIB, logo, regiões mais distantes como a Norte, em geral possuem fazendas de cria e recria, menos intensivas em tecnologia.

Dessa forma, o artigo se faz relevante para os agentes públicos e privados, que percebam a necessidade de uma transição sustentável na pecuária de corte, para que se possa evitar que a discussão sobre a pecuária sustentável caminhe para um pensamento utópico das adoções de tecnologias que não se materialize de fato na implementação das práticas de manejo sustentável.

Ainda, há uma clara competição no Brasil entre a produção de grãos, cana-de-açúcar e a pecuária (em todos os aspectos), onde, a rentabilidade está diretamente relacionada ao uso da terra. Culturas menos rentáveis (como a bovinocultura de corte) acabam por migrar para regiões onde as terras são mais baratas (norte do país em comparação ao Sudeste e Sul principalmente).

Em trabalhos futuros, para resultados mais acurados, é possível expandir a pesquisa focada em variáveis mais detalhadas e específicas da pecuária bovina de corte, não somente

como a pecuária como um todo, bem como detalhar melhor o nível regional de comparação, utilizando dados municipais, por exemplo, ou pesquisa de campo. Além disso, é importante conhecer melhor os componentes ligados à implementação de cada tecnologia, para que seja possível compreender e, eventualmente, contornar os entraves atuais dessas alternativas, para que possam efetivamente serem adotadas, garantindo rentabilidade e a redução dos impactos ambientais causados pela atividade.

Referências

- ABIEC, Associação Brasileira dos Industriais Exportadores de Carne. ***Beef Report: Perfil da Pecuária do Brasil 2021***. Brasil, 2021.
- ABRAMOVAY, Ricardo. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil?. ***Novos estudos CEBRAP***, p. 97-113, 2010.
- ABRÃO, Flávia Oliveira; DE CASTRO FERNANDES, Brisa; PESSOA, Moisés Sena. Produção Sustentável na Bovinocultura: Princípios e Possibilidades. ***Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)***, v. 6, n. 4, p. 61-73, 2016.
- ADAMS, Sander Martinho et al. Sistemas de produção de carne no Brasil e o passivo ambiental: uma revisão. ***Research, Society and Development***, v. 10, n. 12, p. e212101220401-e212101220401, 2021.
- AMARAL, Gisele Ferreira *et al.* Panorama da pecuária sustentável. ***BNDES Setorial***, n. 36, set. 2012, p. 249-288, 2012.
- ALMEIDA, R. G. de; MEDEIROS, S. R. de. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ***SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10 ANOS DE Embrapa Gado de Corte- Artigo em anais de congresso (ALICE)***. [S.l.], 2013.
- ALVES, F.; ALMEIDA, R. de; LAURA, V. Carbon neutral brazilian beef: A new concept for sustainable beef production in the tropics. ***Embrapa Gado de Corte-Documents (INFOTECA-E)***, Brasília, DF: Embrapa, 2017., 2017.
- AYARZA, M. *et al.* Introdução de *Stylosanthes guianensis* Cv. mineirão em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*: Influência na produção animal e vegetal. ***Embrapa Agrobiologia-Séries anteriores (INFOTECA-E)***, 1997.

BARCELLOS, JOJB; OLIVEIRA, Tamara E.; MARQUES, Cristiane Soares Simon.

Apontamentos estratégicos sobre a bovinocultura de corte brasileira. **Archivos**

Latinoamericanos de Producción Animal, v. 24, n. 4, 2016.

BERNDT, Alexandre. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Simpósio Internacional de produção de gado de corte, Anais....** Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 121-147., 2010.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA) E CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2021. Disponível em: <

<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>

CORDEIRO, L. A. M. *et al.* Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE), Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, DF, v 32, n. 1/2, p. 15-43, jan . . . , 2015.

COSTA, F. P. *et al.* Avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta voltados para a recuperação de áreas degradadas em mato grosso do sul. In: **Congresso latinoamericano de sistemas agroflorestais para a produção pecuária sustentável**. [S.l.: s.n.], 2012. v. 7, n. 2012, p. 1–5.

DEL CURTO, Timothy *et al.* Management strategies for sustainable beef cattle grazing on forested rangelands in the Pacific Northwest. **Rangeland Ecology & Management**, v. 58, n. 2, p. 119-127, 2005.

ENAHORO, Dolapo *et al.* Supporting sustainable expansion of livestock production in South Asia and Sub-Saharan Africa: Scenario analysis of investment options. **Global food security**, v. 20, p. 114-121, 2019.

FERNANDES, Leonardo de Oliveira; REIS, Ricardo Andrade; PAES, José Mauro Valente. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 240-248, 2010.

FOREST, Marlene *et al.* A bovinocultura de corte e a questão da certificação, no agronegócio brasileiro. **ANAIS-ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE**, v. 1, n. 1, 2013.

- GUEDES, Terezinha Aparecida et al. Estatística descritiva. **Projeto de ensino aprender fazendo estatística**, p. 1-49, 2005.
- IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario2006/segunda-apuracao>.
- IBGE. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>> .
- LOBATO, J. *et al.* Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat science**, *Elsevier*, v. 98, n. 3, p. 336–345, 2014.
- MACHADO, Glaucia Rosalina; WANDER, Alcido Elenor; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana. **Competitividade da bovinocultura de corte no Estado de Goiás**. 2012.
- MALAFAIA, Guilherme Cunha *et al.* A sustentabilidade na cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.
- MALAFAIA, Guilherme Cunha *et al.* The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades. **Livestock Science**, v. 253, p. 104704, 2021.
- PALERMO, G. C. **Emissões de gases de efeito estufa (gee) e medidas mitigatórias da pecuária: Potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- PANIAGO, Rodrigo; HELLMEISTER FILHO, Paulo. Pecuária Sustentável: Novo ou Antigo paradigma da produção animal?. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, 2012.
- SANTOS, Carla. Estatística descritiva. **Manual de auto-aprendizagem**, v. 2, 2007.
- SANTOS, Paula da Silva *et al.* Cenários futuros para a produção de bovinos de corte no Brasil. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 1, jan/mar, p. 148-168, 2022.
- SANTOS, Rodrigo Malta dos. **A intensificação da bovinocultura de corte como um instrumento na redução do desmatamento nos diferentes biomas brasileiros**. 2018.
- TENNEKES, M., & Ellis, P. (2017). **Package ‘treemap’**. R Package Version, 2-4.
- WICKHAM, H., Chang, W., & Wickham, M. H. (2016). **Package ‘ggplot2’**. **Create elegant data visualisations using the grammar of graphics**. Version, 2(1), 1-189.

2. ARTIGO 2: ANÁLISE COMPARATIVA DOS DETERMINANTES DE OFERTA E DE DEMANDA ENTRE BRASIL E GOIÁS: PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR.

RESUMO

O presente artigo tem como contribuição avançar na literatura sobre choques de oferta e demanda em mercados agropecuários voltados para análise da bovinocultura de corte no Brasil com e inclusão do componente ambiental nessa análise. A produção do setor tem elevada importância para Brasil e localmente para Goiás, importante player nacional do setor. Em contexto mais amplo, discute-se a delicada relação entre o crescimento econômico da pecuária e a preservação ambiental, onde essa temática tem ocupado cada vez mais espaço nas discussões que envolvem esse importante segmento da economia. O estudo tem como foco uma análise comparativa do setor a nível regional e local, por esse motivo, o tratamento dado aos impactos negativos da bovinocultura de corte será o relativo às emissões de gases do efeito estufa, uma vez que essa problemática se mostra como a mais relevante para o estado de Goiás (Bioma do Cerrado), onde, historicamente, houve redução da utilização das terras. A metodologia empregada é a do uso de modelagem com Vetor Autorregressivo Estrutural (SVEC) com identificação de Bernanke, seguida pelos testes usuais da econometria de séries temporais. O trabalho ajuda a entender os determinantes do crescimento da pecuária de corte no Brasil e em Goiás, com destaque ao comportamento da variável ambiental que se refere a emissão de gases e ainda, como a pecuária bovina brasileira está conseguindo efetuar a transição para um modelo mais sustentável. Os resultados apontam por um contexto de dualidade na transição sustentável da bovinocultura de corte, com a coexistência de pressões para o rápido aumento da produção e a necessidade de planejamento do aumento dos estoques animais para que exista um maior controle das emissões de GEE produzidas pelo setor.

Palavras-Chave: Cointegração, SVEC, Gases de Efeito Estufa, Gado de Corte; Crescimento.

ABSTRACT

This article contributes to filling the gap in the literature on supply and demand shocks in agricultural markets focused on the analysis of beef cattle in Brazil, with the inclusion of the environmental component. The production of this sector is of high importance in the national context of Brazil and in the local state of Goiás. In a broader context, the role of livestock production in relation to the environment is discussed, so the sector has been negatively highlighted in aspects such as emissions, degradation of pasture areas, and land use change. The study focuses on a comparative analysis of the sector at the regional and local level. For this reason, the treatment given to the negative impacts of beef cattle farming will be related to greenhouse gas emissions, since this problem is shown to be the most relevant for the state of Goiás, where there has historically been a reduction in land use. The data used are for Brazil and Goiás for the following variables: Internal Income, Exports, Animal Stock, Meat Production, Productivity, Producer and Consumer Prices, and Greenhouse Gas Emissions between 1996 and 2019. A model has been proposed to analyze the effects of supply and demand shocks on output, exports, and greenhouse gas emissions. The methodology employed is the use of Cointegrated Structural Autoregressive Vector modeling, given the matrix of contemporary relations of the proposed model, for which the Augmented Dickey-Fuller and Johansen Cointegration tests have been applied. The work helps to understand the determinants of the growth of beef cattle in Brazil and Goiás, with emphasis on the behavior of environmental variables related to gas emissions and how Brazilian beef cattle are managing to transition to a more sustainable production system. The results point to a context of duality in the sustainable transition of beef cattle, with pressures for a rapid increase in production coexisting with the need for planning to increase animal stocks in order to gain greater control of GHG emissions produced by the sector.

Keywords: Cointegration, SVAR, Greenhouse Gases, Beef Cattle.

2.1 Introdução

Este artigo tem como tema de estudo a bovinocultura de corte no Brasil e no estado de Goiás, e visa contribuir com a literatura do estudo de choques de demanda e oferta, cuja discussão começa em Blanchard e Quah (1989) e avança para mercados agropecuários (Barros, Spolador e Bacchi (2009), Alves, Barros e Bacchi (2008), Silva Neto e Bacchi (2012), Caldarelli e Bacchi (2012) e Satolo e Bacchi (2009). O avanço na discussão desses modelos de crescimento de curto prazo está na inclusão da temática sustentabilidade ambiental, especificamente da questão ligada à emissão de gases do efeito estufa pelo setor. Trata-se de uma abordagem que visa incluir a perspectiva ambiental na modelagem das trajetórias de crescimento para bovinocultura de corte em âmbito regional e local, buscando maior entendimento de como os choques de oferta e de demanda se propagam ao longo do tempo e como isso afeta o meio ambiente.

A partir dessa inclusão busca-se entender como seria possível responder ao seguinte questionamento: " Quais as principais interações entre a cadeia produtiva da bovinocultura de corte no Brasil e no Goiás com o meio ambiente? Responder à pergunta-problema acima ajudaria a entender como o país, em nível agregado, e o estado, em nível local (caso específico), estariam posicionados quanto a uma transição sustentável no setor da bovinocultura de corte.

A hipótese que se apresenta mais ajustada à pergunta-problema seria a de que existiria uma relação direta entre o tamanho do rebanho e as emissões de gases de efeito estufa por conta das emissões entéricas, de modo que a melhor forma de produzir com menores impactos seria a adoção de tecnologias que mitigam essas emissões.

O principal objetivo do estudo foi estimar, por meio de um modelo estrutural, os impactos das variáveis do setor da bovinocultura de corte no Brasil e em Goiás sobre o meio ambiente. Especificamente buscou-se adaptar o modelo de Silva Neto e Bacchi (2014), para o Brasil, e Lauro e Silva Neto (2018), para o estado de Goiás, com a inclusão da dimensão ambiental. Essa adaptação seria feita a partir da estimação de um modelo econométrico estrutural para compreender as relações entre bovinocultura de corte e seus impactos ambientais, a nível nacional e estadual. Finalmente, o estudo teve como objetivo específico tirar indicações relevantes, inclusive para políticas públicas, de como mitigar os impactos

ambientais sobre o meio ambiente e fortalecer o setor da bovinocultura de corte, tanto a nível nacional quanto para o caso do estado de Goiás.

Com relação à inclusão da dimensão ambiental no modelo, entende-se que os sistemas são mutáveis e estão em constante modificações ao longo do tempo dado que no meio ambiente existem diversas espécies interagindo (além dos seres humanos) (MAY et al., 2010). Nesse sentido, existe a viabilidade de um sistema de produção como agropecuária que esteja consoante com a regulação do meio ambiente, uma forma de exemplificar tal afirmação é através dos sistemas de rotação para recuperação do solo.

A sustentabilidade dentro do contexto econômico está relacionada ao conceito de desenvolvimento sustentável. Jabareen (2008) expõe a existência de um paradoxo entre desenvolvimento e sustentabilidade onde o desenvolvimento, traduzido em expansão de produção, utiliza os insumos naturais até o limite, onde provoca escassez e desequilíbrio ambiental.

Baeten (2000) argumenta que desde antes do surgimento de uma civilização industrial, a humanidade já compreendia a relação da exploração de recursos com o meio ambiente, e que o uso dos recursos naturais deveria ser realizado de forma prudente com o objetivo de evitar o esgotamento ambiental.

Na revisão de Jabareen (2008) afirma-se que a popularização do termo desenvolvimento sustentável ocorreu através do Relatório de Brundtland, publicado em 1987. A concepção do documento é que o desenvolvimento sustentável está baseado no entendimento que as gerações atuais ao suprirem suas necessidades de produção não podem comprometer a capacidade de produção das gerações futuras (Brundtland, 1991).

A partir do século passado se passou amplamente a discutir sobre o desenvolvimento sustentável que se traduziria em uma relação conciliatória entre as interações econômicas e o meio ambiente. Nessa perspectiva, a percepção acerca do desenvolvimento econômico de forma sustentável é derivada da conscientização global dos problemas ambientais advindo das questões socioeconômicas.

Nesse sentido, o presente trabalho aborda o desenvolvimento sustentável por meio da concepção de mitigação dos efeitos que as atividades humanas podem causar no meio ambiente. Assim, entende-se que produzir de forma sustentável na atividade pecuária está relacionado com uma produção voltada para a mitigação dos impactos da bovinocultura sobre o meio ambiente, com ênfase na preservação das condições naturais para a existência

dessa atividade a longo prazo, com o menor prejuízo possível aos demais sistemas econômicos e naturais.

Um importante caminho para a sustentabilidade considerado no presente trabalho é o papel que o progresso tecnológico possui. Dessa forma, entende-se que por meio da introdução de tecnologias no setor da bovinocultura é possível encontrar soluções para minimizar os impactos que essa atividade possui no meio ambiente.

É importante destacar que ao serem consideradas as emissões gases do efeito estufa (GEE), deixa-se de considerar o papel do desmatamento como movimento para expansão das áreas de pastagem na Amazônia, que tem impacto importante na relação entre a questão ambiental e a produção bovina de corte em âmbito nacional (PENIAGO e HELLMEISTER FILHO, 2012, CORDEIRO *et al.*, 2015; PALERMO, 2011, SANTOS, 2018, ABRAMOVAY, 2010). Entretanto, para que se possa fazer uma comparação entre os resultados do Brasil e Goiás foi feito esse recorte.

No estado de Goiás, o tamanho do rebanho mostra-se como a principal variável de interesse na questão ambiental por seu potencial de emissão de GEE, especialmente no caso do metano (CH₄) via fermentação entérica (ABRÃO *et al.*, 2016, ALMEIDA e MEDEIROS, 2013, BERNDT, 2010). Os dados recentes para o setor indicam que as principais preocupações devem estar no tamanho do rebanho e nos impactos na mudança de alimentação do gado na perspectiva das emissões.

Em relação ao uso do solo, observou-se uma redução de 21% entre 2006 e 2017 da utilização das terras pela pecuária no estado de Goiás, quando comparados os dados dos Censos Agropecuários do IBGE de 2006 e 2017, essa redução foi principalmente na utilização de pastagens naturais.

Além disso, os dados recentes para confinamento apontam que o estado de Goiás é o terceiro estado com maior número de cabeças de gado confinadas (CEPEA, 2022), atrás apenas do Mato Grosso e São Paulo. Outro ponto importante é o da evolução significativa na adoção de suplementação alimentar no estado, com melhora em termos de qualidade, com uma redução de 97,2% em 2006 para 85,19% em 2017 no uso de sal mineral e um aumento de 49,7% (2006) para 76,84% (2017) no uso de ração, grãos e outros suplementos de maior valor agregado, segundo dados do IBGE (2006; 2017).

Finalmente, outra justificativa para a escolha das emissões estaria no fato de que a literatura sobre o tema aponta que a mudança de manejo dos bovinos para corte, especialmente sua alimentação, tem potencial de mitigação das emissões de GEE (ALVES

et al., 2017; LOBATO *et al.*, 2014, DEL CURTO, 2005, AYARZA *et al.*, 1997, SANTOS, 2022, SANTOS, 2018). Entretanto, para uma perspectiva mais robusta, é importante que pesquisas futuras levem em consideração também o movimento das áreas ocupadas pela bovinocultura de corte, tanto a nível local quanto nacional.

São partes de compõem o presente estudo: essa introdução, na qual se apresentam o problema e o tratamento teórico e metodológico. A revisão de literatura, para compreensão do conjunto de modelos que dão origem ao modelo proposto. A seção que apresenta o modelo proposto, indicando as relações estruturais que se compreendem relevantes no tratamento da relação entre bovinocultura de corte com a inclusão da dimensão ambiental. A metodologia do artigo, indicando os dados utilizados e os métodos econométricos empregados. Os resultados da pesquisa, seção na qual são apresentadas as descrições para as séries temporais usadas no modelo e os testes estatísticos relativos ao uso da econometria delas, os resultados da estimação do modelo var estrutural, as funções de impulso e resposta e a decomposição da variância do modelo estimado. Finalmente, o texto contém sua conclusão, onde são elencados os principais resultados com indicações para trabalhos futuros e contribuições voltadas para os principais stakeholders do setor.

2.2 Revisão de Literatura

O estudo de Blanchard e Quah (1989) trouxe uma significativa contribuição para o entendimento da dinâmica de crescimento de curto prazo da economia com os efeitos observados de choques exógenos de oferta e de demanda sobre o produto da economia. Os autores supuseram que os choques de oferta seriam os de efeitos permanentes enquanto os choques de demanda seriam de curto prazo. Essa interpretação de oferta permanente e demanda com efeitos de curto prazo é derivada da teoria Keynesiana de flutuações, denominada Ciclo real de Negócios. Os autores não descartam que a demanda pode provocar choques no produto, porém afirmam que os choques de oferta têm magnitude maior sendo mais impactantes. Assim, os choques de demanda apresentam características transitórias.

Os resultados encontrados evidenciam que de fato os choques de demanda não possuíam efeitos permanente no produto. O choque de oferta, como previsto foi permanente, alterando a trajetória do produto e se estabilizando com o tempo. Enquanto os resultados do choque de oferta no desemprego inicialmente há um pico positivo, dependendo do nível do choque, ele adquire valores negativos, mas em todos os casos, o desemprego volta ao seu

nível inicial, a explicação para esse comportamento estaria relacionada a rigidez dos salários reais (BLANCHARD e QUAH, 1989).

No contexto internacional, Olakojo e Onanuga (2020) estimam um modelo VAR estrutural com a inclusão da mudança climática como fator “tecnológico” para compreender os impactos de longo prazo dessa variável nas lavouras temporárias da Nigéria. A cerca da pecuária, Rossini *et al.* (2018) elaboraram um VEC estrutural buscando entender os determinantes da oferta e demanda de carne bovina na Argentina, diante dos resultados, as principais variáveis que apresentaram impacto na produção foram produtividade e tamanho do rebanho.

Dentre os trabalhos aplicados ao caso brasileiro, em específico à agropecuária e agronegócios, Spolador (2006) mediu o impacto dos choques de oferta e demanda na agricultura brasileira, na mesma linha, Satolo e Bacchi (2009) estimaram um VEC – Vetor de Correção de Erros para avaliação de choques de oferta e demanda na produção da cana-de-açúcar. Alguns modelos que estudaram o agronegócio brasileiro por meio da abordagem de Blanchard e Quah (1988) foram Alves (2006), Alves *et al.* (2008) e Barros e Silva (2008).

Na temática da pecuária brasileira, Silva Neto e Bacchi (2014) construíram um modelo teórico buscando entender os determinantes do crescimento da produção bovina no Brasil a partir de um VAR – Vetor Autorregressivo estrutural com a identificação de Bernanke com correção de erros causados pela cointegração das variáveis, por meio do modelo estimado pelos autores se verificou impacto significativo do estoque animal sobre as exportações e a produtividade, em menor efeito, afetou a produção e as exportações. Continuando no eixo de bovinocultura de corte no Brasil, Lima (2018) estudou setor pecuário de corte através de um VEC estrutural para identificação dos determinantes do crescimento das exportações da carne bovina.

O estudo realizado por Lauro e Silva Neto (2014) mostrou uma análise regional ao analisar os determinantes econômicos do crescimento da pecuária de corte em Goiás. Diante da detecção de 2 vetores de cointegração, o modelo estimado foi um VEC estrutural. Os resultados identificados pelos autores demonstraram que os choques de oferta apresentaram impacto positivo e prevaleceram sob os choques de demanda (negativos).

Ozturk e Uddin (2012) estimaram um modelo VAR para a Índia com o objetivo de captar os efeitos do consumo de energia sobre as emissões de CO₂. O modelo utilizou dados anuais de emissões de CO₂ em toneladas *per capita*, de consumo energético equivalente a kg de petróleo *per capita*, e do PIB real *per capita*. Considerando os resultados dos testes de

raiz unitária e cointegração chegou-se a um modelo VEC, uma vez que, pelo teste de Johansen, admitiu-se pelo menos um vetor de cointegração. O modelo permitiu identificar uma relação causal entre consumo energético e emissões na Índia, um indicativo de que país ainda precisa caminhar no sentido de superar uma base não renovável de geração de energia.

Com o intuito de fornecer uma estimativa dos impactos da bovinocultura de corte sobre as emissões de gases do efeito estufa, foi realizada uma modificação nos modelos desenvolvidos por Silva Neto e Bacchi (2014) e Lauro e Silva Neto (2018), com a inclusão de uma equação para medir as emissões de CO₂ equivalente dos gases da bovinocultura de corte segundo seu potencial de mudanças climáticas. O modelo que baseou a equação proposta foi o desenvolvido por Ozturk e Uddin (2012)³.

A equação de emissões proposta por Oskut e Uddin (2012) no modelo foi:

$$LC_t = \alpha_0 + \alpha_t + \beta_1 LE_t + \beta_2 LY_t + \epsilon_t \quad (2.1)$$

Onde LC representa o log natural das emissões, LE representa o log natural do consumo energético, LY representa o log natural PIB, a inclusão de α_0 indica uma constante e de α_t uma tendência. As variáveis LC , LE e LY foram modificadas (substituídas) para que se chegasse ao modelo proposto, na seção seguinte é apresentado o modelo original de Silva Neto e Bacchi (2014) e Lauro e Silva Neto (2018), com a adaptação do modelo de Ozturk e Uddin (2012) para inclusão da equação de emissões.

2.3 Modelo Proposto

O Modelo proposto parte de Silva Neto e Bacchi (2014) com a inclusão de uma versão modificada da equação (2.1), para inclusão da perspectiva ambiental à discussão.

No presente modelo, a demanda (Y_t^d) é dada em função da renda defasada (m_{t-1}) e dos preços do varejo (p_t^v):

$$Y_t^d = m_{t-1} - p_t^v \quad (2.2)$$

³ Allam *et al.* (2016) realizaram uma extensão desse modelo para a avaliar o impacto do crescimento econômico do consumo energia, do crescimento populacional sobre as emissões de carbono. Como principal resultado, identificaram relações de curto e longo prazo entre emissões e crescimento econômico, em especial para o Brasil observaram que a partir de determinado ponto haveria uma redução das emissões acompanhando o crescimento econômico, indicando que o país é capaz de passar por uma transição verde, entretanto, por não se tratar de modelo de avaliação de choques de curto e longo prazo o trabalho de Allam *et al.* (2016) embasar o presente artigo.

Oferta (Y_t^s), impactada pelo estoque de animais (η_t), pela produtividade (θ_t) e pelos preços recebidos pelos produtores (p_t^p):

$$Y_t^s = \eta_t + \theta_t + p_t^p \quad (2.3)$$

Exportações (X_t):

$$X_t = Y_t^s - Y_t^d \quad (2.4)$$

Emissões (C_t), explicadas pelo tamanho do rebanho e pela produção, em uma adaptação de Ozturk e Uddin (2012), substituindo o consumo de energia pelo estoque bovino, considerando a fermentação entérica como o fato gerador de emissões de GEE pela bovinocultura de corte, preocupação importante na literatura que estuda os impactos ambientais da bovinocultura de corte (AYARZA et al, 1997; DEL CURTO, 2005; LOBATO et al., 2014; PALERMO, 2011 SANTOS et al., 2022; SANTOS, 2018, SUELA et al., 2021). Por sua vez, o PIB per capita pelo volume da produção, considerando o produto pela ótica da oferta e na tentativa de capturar o efeito isolado da bovinocultura de corte, uma vez que Y_t^s é medida pelo peso total das carcaças dos animais abatidos.

$$C_t = \eta_t + Y_t^s \quad (2.5)$$

Choques:

Renda interna (e_t^m):

$$m_t = m_{t-1} + e_t^m \quad (2.6)$$

Preços pagos ao produtor (e_t^p):

$$p_t^p = p_{t-1}^p + e_t^p \quad (2.7)$$

Preços pagos pelo consumidor (e_t^v):

$$p_t^v = p_{t-1}^v + e_t^v \quad (2.8)$$

Produtividade (e_t^θ):

$$\theta_t = \theta_{t-1} + e_t^\theta \quad (2.9)$$

Estoque animal (e_t^η):

$$\eta_t = E(p_t^p) + e_t^\eta \quad (2.10)$$

$$e_t^\eta - e_{t-1}^\eta = \mu_t \quad (2.11)$$

com:

$$E(p_t^p) = p_{t-1}^p \quad (2.12)$$

Logo:

$$\eta_t = p_{t-1}^p + e_t^\eta \quad (2.13)$$

Conforme observado em Silva Neto e Bacchi (2014), pela substituição das equações para o cálculo das taxas de crescimento das exportações, oferta e demanda temos:

Crescimento das exportações:

$$\Delta X_t = e_{t-1}^p + e_t^\theta - e_t^m + e_t^v + e_t^p + \mu_t \quad (2.14)$$

Crescimento da oferta:

$$\Delta Y_t^s = e_{t-1}^p + e_t^\theta + p_t^p + \mu_t \quad (2.15)$$

Crescimento da Demanda:

$$\Delta Y_t^d = e_t^m - e_t^v \quad (2.16)$$

Crescimento das emissões

Para encontrar ΔC_t foi necessário resolver a sua equação considerando o modelo proposto. De modo que se pode reescrever a equação (2.4) em sua forma de primeira diferença:

$$\Delta C_t = C_t - C_{t-1} = (\eta_t - \eta_{t-1}) + (Y_t^s - Y_{t-1}^s)$$

Ou então, considerando (2.12) e (2.14), pode-se escrever:

$$\Delta C_t = (p_{t-1}^p - p_{t-2}^p + \eta_t - \eta_{t-1}) + e_{t-1}^p + e_t^\theta + p_t^p + \mu_t$$

Chegando ao resultado em termos de choque de:

$$\Delta C_t = 2e_{t-1}^p + e_t^\theta + p_t^p + 2\mu_t \quad (2.17)$$

De forma similar à equação de crescimento da oferta, com o potencializador dos preços defasados ao produtor e da aceleração do tamanho do rebanho, ou ainda, dos movimentos do tamanho do rebanho de modo geral.

Com isso, a matriz de relações contemporâneas usadas no presente trabalho será:

Tabela 2.1: Matriz de relações contemporâneas do modelo proposto.

	X	Y	C	m	η	θ	p^p	p^v
X	1	0	0	0	1(+)	1(+)	1(+)	1(+)
Y	0	1	0	0	1(+)	1(+)	1(+)	0
C	0	0	1	0	1(+)	1(+)	1(+)	0
m	0	0	0	1	0	0	0	0
η	0	0	0	0	1	0	0	0
θ	0	0	0	0	0	1	0	0
p^p	0	0	0	0	0	0	1	0
p^v	0	0	0	0	0	0	0	1

Fonte: Elaboração da autora.

A matriz de relações contemporâneas apresentou um total de dez efeitos, conforme definições do modelo proposto.

2.4 Materiais e Métodos

2.4.1 Dados

Considerando as variáveis do modelo, as seguintes fontes foram empregadas no modelo, a fim de que se fossem obtidas versões reais de variáveis que representem os movimentos propostos nas equações do modelo teórico:

- **Produção:** Foi considerado o volume da produção, calculado a partir do peso total das carcaças de animais abatidos, disponível na pesquisa trimestral de abate de animais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), na Tabela 1092 do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática).
- **Deflator:** como forma de transformar as variáveis nominais em reais foi utilizado como deflator o IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna), disponível na base do Ipeadata, o mês base utilizado foi agosto de 1994, de modo que todas as variáveis nominais compartilham essa referência.
- **Renda Interna:** Para o Brasil, foi considerado o PIB a preços correntes, deflacionado pelo IGP-DI, disponível na base “Ipeadata” do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Para o estado de Goiás, seguindo a proposta de Lauro (2014), foi utilizado o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), disponível no Conselho Nacional de Política Fazendária.

- Exportações: o total de toneladas exportadas de carne refrigerada e congelada, disponível na base “Comex Stat” do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.
- Produtividade: calculada pela razão entre peso total das carcaças e o número de animais abatidos, a partir dos dados disponíveis da Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, tabela 1092 do SIDRA/IBGE.
- Preços ao Produtor: Para o Brasil, seguindo a proposta original de Silva Neto e Bacchi (2014), foram utilizados os dados referentes ao indicador do preço do Boi Gordo, com sua média a prazo para o estado de São Paulo. Já para o estado de Goiás, foi utilizado o preço do boi gordo no município de Goiânia. Ambas as informações foram obtidas junto ao CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada;
- Preços ao Consumidor: como aproximação para os preços do consumidor na mesma esfera geográfica dos preços ao produtor, foram utilizados os dados do IPCA para o item Alcatra Bovina⁴. Para o Brasil foram utilizados os dados referentes à região metropolitana de São Paulo e para o estado de Goiás foi considerado o nível geográfico do município de Goiânia-GO. Os dados estão disponíveis ao longo das seguintes tabelas do SIDRA-IBGE, em ordem cronológica: 58, 655, 2938, 1419 e 7060.

Como os preços para itens específicos da cesta estão disponíveis apenas para variação mensal, os preços foram convertidos para índice e, em seguida, deflacionados pelo IGP-DI, de forma que se obteve um índice real de preços para a alcatra bovina.

As seguintes variáveis apresentaram periodicidade anual, sendo transformadas para dados trimestrais com uso de interpolação linear.

- Estoque animal: foi utilizado o tamanho do rebanho (número de cabeças), disponibilizado pela Pesquisa Pecuária Municipal, Tabela 3939 do SIDRA/IBGE.
- Emissões: foi utilizado o total de emissões da pecuária de corte calculadas em valores de CO₂e (t) GWP-AR5, medida de carbono equivalente para as emissões considerando seu potencial de mudanças climáticas. A partir da quinta revisão do

⁴ A escolha da variação mensal do subitem alcatra bovina do IPCA foi motivada pela correlação elevada (0,978) dessa variável com os valores de preços da carne bovina do DIEESE, base de dados que não está disponível para o público.

IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), disponibilizados pelo SEEG, Sistema de Estimativas de Emissões de Gases do Efeito Estufa.

Com base nas informações obtidas foi possível montar duas bases trimestrais, uma para o Brasil, com 92 observações, entre o primeiro trimestre de 1997 e o quarto trimestre de 2019, e outra para o estado de Goiás, com 76 observações, entre o primeiro trimestre de 2001 e o quarto trimestre de 2019. Os dados foram limitados a 2019 para que se pudesse compreender a estrutura do sistema antes da pandemia do novo coronavírus, e usar as projeções da função de impulso-resposta do modelo cointegrado de vetor autorregressivo estrutural como comparativo aos efeitos da pandemia.

2.4.2 Metodologia

Conforme demonstrado em Bueno (2011), a modelagem de vetor autorregressivo (VAR) em sua forma estrutural é dada por:

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-1} + B\epsilon_t \quad (2.18)$$

Com:

$$\epsilon_t \sim i.i.d(0; I_n).$$

Onde A é uma matriz quadrada de tamanho n que define as relações contemporâneas entre as variáveis. X_t e B_0 são vetores coluna com n linhas, sendo X_t o valor corrente das n variáveis do modelo, e B_0 o vetor correspondente de suas constantes. B_i são as p (número de defasagens) matrizes quadradas de tamanho n , B é uma matriz diagonal de tamanho n de desvios-padrão e, finalmente ϵ_t é o vetor de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si.

Para que seja possível realizar a estimação do VAR, entretanto, primeiro parte-se para a sua forma reduzida, a partir da qual é possível recuperar as informações contidas na forma estrutural. A forma reduzida de um modelo simplificado composto por 1 defasagem (indicada por Φ_1) e uma defasagem seria composta pelos seguintes elementos:

$$\begin{aligned} X_t &= \Phi_0 + \Phi_1 X_{t-1} + e_t, \\ \Phi_0 &\equiv A^{-1}B_0, \\ \Phi_1 &\equiv A^{-1}B_1, \\ Ae_t &\equiv B\epsilon_t. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Entretanto, conforme aponta Bueno (2011), a modelagem VAR será útil para fins de análise dos reais impactos econômicos das variáveis utilizadas caso sejam corretamente identificados, o que é feito em modelos estruturais, como o proposto na presente dissertação. No caso da presente dissertação é importante observar que o modelo SVAR foi estimado usando a minimização da razão de verossimilhança negativa.

A proposta seguida no trabalho é a indicada por Blanchard e Quah (1989), de que a identificação do modelo deve ser feita a partir da teoria subjacente. Nesse caso, também é possível que o número de restrições seja superior ao número de coeficientes estimados na forma reduzida $\frac{k(k-1)}{2}$, o que corresponderia a uma modelo sobreidentificado (Bueno, 2011).

Outra consideração importante, em termos práticos, é a de que para se trabalhar com um modelo VAR com variáveis em nível, $I(0)$, é necessário que todas apresentem estacionariedade segundo a especificação do VAR. Caso contrário, é preciso substituir o conjunto de variáveis por sua forma estacionária, o que geralmente é feito com um modelo especificado a partir das variáveis em primeira diferença, $I(1)$. Entretanto, essa alternativa não é suficiente para o caso das séries tratadas no modelo VAR serem cointegradas, isto é, quando as variáveis contidas em X_t possuem relações de longo prazo que possam ser afetadas por choques transitórios. Nesse caso, a modelagem proposta é a do Modelo de Vetor de Correção de Erros (ou VECM, na sigla em inglês).

A modelagem em VECM é capaz de fornecer os vetores de cointegração do erro do modelo VAR inicialmente proposto e possui a seguinte formulação geral:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + \delta d_t + e_t \quad (2.20)$$

Que pode ser reescrita como:

$$\Delta X_t = \Phi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Lambda \Delta X_{t-i} + \delta d_t + e_t \quad (2.21)$$

Onde d_t corresponde ao vetor de variáveis exógenas, inclusive *dummies* sazonais. Finalmente, ΦX_{t-1} passa a ser o elemento necessário para encontrar os vetores de cointegração, a partir da especificação dada para o modelo e da identificação do seu traço ou posto (BUENO, 2011). A identificação desse vetor é importante para verificar como as relações de longo prazo identificadas pela formulação original do modelo VAR proposto são perturbadas por choques no curto prazo (BUENO, 2011).

Em geral, pode-se pensar na seguinte estrutura de tomada de decisões, partindo-se da especificação inicial do VAR:

- Para o caso de variáveis em níveis estacionárias, todas $I(0)$, as mesmas não serão cointegradas, e pode-se especificar um em nível;
- Para o caso de variáveis não estacionárias e não cointegradas, o VAR precisa ser realizado com variáveis em primeira diferença, $I(1)$ ou ainda em ordem $I(d)$, desde que todas as variáveis nessa ordem de integração não apresentem cointegração.
- Caso as variáveis sejam não estacionárias e apresentem ordem de cointegração, é necessário encontrar seus vetores de cointegração e realizar um modelo VECM.

A seguir, os testes estatísticos usados para a identificação da estacionariedade e da cointegração das variáveis da série serão apresentados.

2.4.3 Testes Estatísticos

Os testes de raiz unitária verificam a estacionariedade das séries ao longo do tempo. Por definição de séries estacionárias são aquelas que possuem média e variância constante, e a sua covariância é vinculada às defasagens entre os períodos temporais. Nesse sentido, as séries não estacionárias possuem tendência estocástica, de forma que elas apresentam raiz unitária (BUENO, 2011).

Dickey e Fuller (1979, 1981) elaboraram um teste com objetivo de verificar se existe uma tendência estocástica ou determinística na série. Entretanto, Elliot, Rothermber e Stock (1996) afirmam que o poder do teste proposto é reduzido quando a presença de tendência temporal. Assim, esses autores propõe uma modificação no teste e o chamam de DF-GLS, a proposta do novo teste se baseia na minimização dos efeitos da tendência com relação a y_t , gerando a série y_t^d que passará pelo teste proposto por Dickey-Fuller.

A cointegração trata da existência entre uma relação entre duas ou mais variáveis que se tornam estacionárias a longo prazo. Para compreender a relação de cointegração entre as variáveis é aplicado o procedimento de Johansen (1988), que verifica a existência e, caso exista, a quantidade de vetores de cointegração do modelo proposto, a estimação dos vetores de cointegração é realizada simultaneamente com o Modelo Vetorial de correção de Erros.

O funcionamento do teste parte de um VAR reparametrizado que conta com o termo ΦX_{t-1} , que representa k combinações lineares de coeficientes, como descrito na equação 2.20. Assim, são testadas essas combinações e o sistema apresentará cointegração quando as

variáveis não se apresentarem linearmente independentes. A hipótese nula, para cada quantidade de vetores de cointegração será dada por:

- $H_0: r = r^*$ (exemplo: $r = 0, r = 1, r = 2, \dots$).

De forma que se existirem r^* vetores de cointegração, se testará a quantidade de vetores até que a hipótese nula não seja rejeitada, determinando-se assim a quantidade de vetores de cointegração existentes no modelo.

2.5 Resultados e Discussão

A Tabela 2.2, a seguir, traz os resultados do teste de raiz unitária para as séries deste estudo. Para examinar a existência de raiz unitária nas séries empregadas no modelo aplicou-se o teste DF-GLS de acordo com a metodologia de Elliot et. al. (1996), os resultados estão exibidos na tabela 2.2. Verificou-se que as variáveis em nível testadas possuem raiz unitária, a partir desse resultado, foram obtidas as primeiras diferenças das séries e realizado o teste novamente. Observou-se que ao nível de 5% de significância os resultados das séries diferenciadas em ordem 1 (I(1)) foram classificadas como estacionárias no modelo Tipo 1 (constante) sendo este o modelo considerado para análise.

Tabela 2.2: Estatísticas do Teste de Raíz Unitária DF-GLS (ERS) para Brasil e Goiás.

Variável I(d)	Brasil (n=92; 1997Q1:2019Q4)			Goiás (n=76; 2001Q1: 2019Q4)		
	P	TIPO 1	TIPO 2	P	TIPO 1	TIPO 2
Renda Interna* I(0)	9	-0,050	-1,574	3	0,237	-1,775
Exportações I(0)	2	1,022	-0,550	3	0,924	-0,862
Estoque I(0)	2	-0,368	-1,847	2	0,745	-2,963
Produção I(0)	4	0,002	-1,228	2	-0,544	-1,735
Produtividade I(0)	6	1,137	-1,829	5	-0,749	-3,227
Preços ao produtor I(0)	10	-0,598	-2,082	8	-1,458	-2,279
Preços ao consumidor I(0)	7	-0,684	-1,393	6	-0,289	-1,396
Emissões I(0)	2	-0,039	-1,748	6	0,306	-1,880
Renda Interna* I(1)	1	-5,613	-7,284	1	-9,938	-10,055
Exportações I(1)	1	-5,014	-8,995	1	-3,286	-5,866
Estoque I(1)	1	-2,157	-2,404	1	-2,100	-2,966
Produção I(1)	1	-6,217	-7,793	1	-8,359	-9,776
Produtividade I(1)	1	-11,338	-14,138	1	-6,405	-9,918
Preços ao produtor I(1)	1	-6,523	-6,510	1	-6,538	-6,528
Preços ao consumidor I(1)	1	-9,906	-9,455	1	-10,906	-9,246
Emissões I(1)	1	-3,121	-3,260	1	-2,837	-3,154

Fonte: Resultados da Pesquisa.

*No caso do estado de Goiás, a variável “Renda Interna” tem como *proxy* o ICSM do Estado. O Tipo 1 diz respeito ao modelo com constante e o Tipo 2 diz respeito ao modelo com constante e tendência.

*No Tipo 1 (constante), os valores críticos são os elaborados por Elliot, Tothenberg e Stock (1996): 1% = -2,58; 5% = -1,95 e; 10% = -1,62.

*No Tipo 2 (constante e tendência), os valores críticos são os elaborados em Elliot, Tothenberg e Stock (1996): 1% = -3,48; 5% = -2,98 e; 10% = -2,57.

A Tabela 2.3 traz os resultados dos testes de cointegração de Johansen para as séries usadas no modelo.

Tabela 2.3: Teste de Cointegração de Johansen pela estatística do Traço. Resultados para Brasil e Goiás.

Teste (H0)	Brasil - Traço	Goiás - Traço	10%	5%	1%
$r \leq 7$	5,68	4,11	7,52	9,24	12,97
$r \leq 6$	14,83	12,25	17,85	19,96	24,60
$r \leq 5$	31,58	26,87	32,00	34,91	41,07
$r \leq 4$	52,99	48,16	49,65	53,12	60,16
$r \leq 3$	88,24	74,77	71,86	76,07	84,45
$r \leq 2$	139,47	108,76	97,18	102,14	111,01
$r \leq 1$	193,91	159,91	126,58	131,70	143,09
$r = 0$	257,64	225,07	159,48	165,58	177,20

Fonte: Resultados da Pesquisa. Foram considerados os valores de 1% de significância.

Para verificação de cointegração entre as séries temporais empregadas no trabalho se fez necessário o uso do teste elaborado por Johansen (1988), diante dos resultados da tabela 2.2, o modelo escolhido para realização do teste foi o modelo Tipo 1 (constante). De acordo com a tabela 2.3, para o Brasil verifica-se que há 3 vetores de cointegração, enquanto para o estado de Goiás encontrou-se 1 vetor de cointegração. Dessa forma, para prosseguimento dos modelos propostos é recomendável a utilização dos vetores de cointegração através do Modelo de Vetorial de Correção de Erros (VECM) o que foi realizado no presente trabalho.

2.5.2 Matrizes de Relações Contemporâneas Estimadas

As matrizes de relações contemporâneas estimadas estão dispostas na Tabela 2.4, tanto para o Brasil quanto para o estado de Goiás.

Tabela 2.4: Estimativas para as matrizes de relações contemporâneas propostas: Brasil e Goiás.

Efeitos		Coeficientes	
De	Sobre	Modelo Brasil	Modelo Goiás
Produtividade	Exportações	-0,00931366	-0,0109905
Produtividade	Produção	0,04928419	0,04433862
Produtividade	Emissões	**0,21138266	0,1187634
Estoque Animal	Exportações	-0,02150942	-0,01613372
Estoque Animal	Produção	***0,082	0,01111161
Estoque Animal	Emissões	0,12293707	**0,29010118
Preços ao Produtor	Exportações	-0,08997489	-0,03113914
Preços ao Produtor	Produção	0,36858075	0,11847921
Preços ao Produtor	Emissões	***0,32925732	0,08848627
Preços do Varejo	Exportações	0,01197888	0,0476954

Fonte: Resultados da pesquisa. Níveis de Significância: * 10%; ** 5%; *** 1%.

A análise da matriz de relações contemporâneas estimada para o Brasil não permite um conjunto amplo de conclusões em relação ao caso brasileiro, uma vez que somente três relações mostraram-se estatisticamente significativas, o impacto do rebanho e dos preços ao produtor sobre as emissões e da produtividade sobre a produção. Ou seja, somente variáveis relativas á oferta se mostraram significativas contemporaneamente para o caso Brasil. Já para Goiás, somente o rebanho.

Em comparação ao modelo de Silva Neto e Bacchi (2014), o aqui proposto se comportou diferente, com menos efeitos significativos, provavelmente, devido a inclusão dos efeitos sobre as emissões. Tais efeitos, sobre a variável que denota a questão da sustentabilidade foram significativos.

É possível observar que o aumento dos preços e do rebanho tem impacto significativo e positivo sobre as emissões, indicando que é possível que pressões para aumentos repentinos na produção (caso dos preços ao produtor) podem incentivar o uso de tecnologias mais danosas ao meio ambiente para produção pecuária, inclusive ligadas à expansão do rebanho, o que pode ocorrer inclusive quando há expansão do uso da pecuária extensiva.

Uma inferência possível a partir desse resultado é que a nível nacional, para aumento da sustentabilidade, é preciso de uma estratégia para que a atratividade econômica do setor não faça com que o mesmo represente um risco ambiental para o país, isto é, torna-se necessária uma estratégia ativa de expansão do setor a partir de bases sustentáveis, uma vez que as pressões para o aumento da produção do mesmo, em geral, estão relacionadas ao aumento das emissões.

No caso da produção nacional, é possível observar que ganhos de produtividade são uma característica do sistema produtivo de carne bovina nacional, de modo que a trajetória atual, se mantida, tem o potencial de incrementar ainda mais a produção nacional, e que uma estratégia contínua melhorias produtivas de pode ter benefícios econômicos importantes para os agentes que atuam no setor.

No caso do estado de Goiás, ainda na Tabela 2.4, de forma diferente do que ocorre a nível nacional, não houve resultados significativos para as equações das exportações e da produção, apenas para a das emissões, que teve resultado positivo e significativo a partir das variações na produtividade. Esse resultado pode identificar que mudanças produtivas que tenham aumentado o peso médio da carcaça no estado estão, provavelmente, associadas a um padrão de aumento de emissões de GEE, indicando também que existe um desafio latente de expandir a produção do estado utilizando o conjunto maior de tecnologias para redução do impacto da produção de carne sobre o meio ambiente no estado.

Comparativamente ao estudo de Silva Neto e Bacchi (2014), o estoque animal se mostrou positivo e significativo sobre a produção, coeficiente que não tinha apresentado significância estatística no modelo dos autores.

2.5.3 Função Impulso-Resposta

Na Figura 2.1 é possível observar como as demais variáveis do modelo reagem a um aumento das emissões. Colocadas em suas próprias escalas, o impulso das emissões sobre as demais é, em geral, rapidamente absorvido, de volta ao estágio anterior, isso não acontece

somente, no caso do estoque animal e da produção. Esse pode ser um indicativo, no caso nacional, que a expansão do rebanho se dá, em geral, em virtude do aumento de técnicas menos preocupadas com a redução das emissões de GEE, por exemplo, com práticas extensivas.

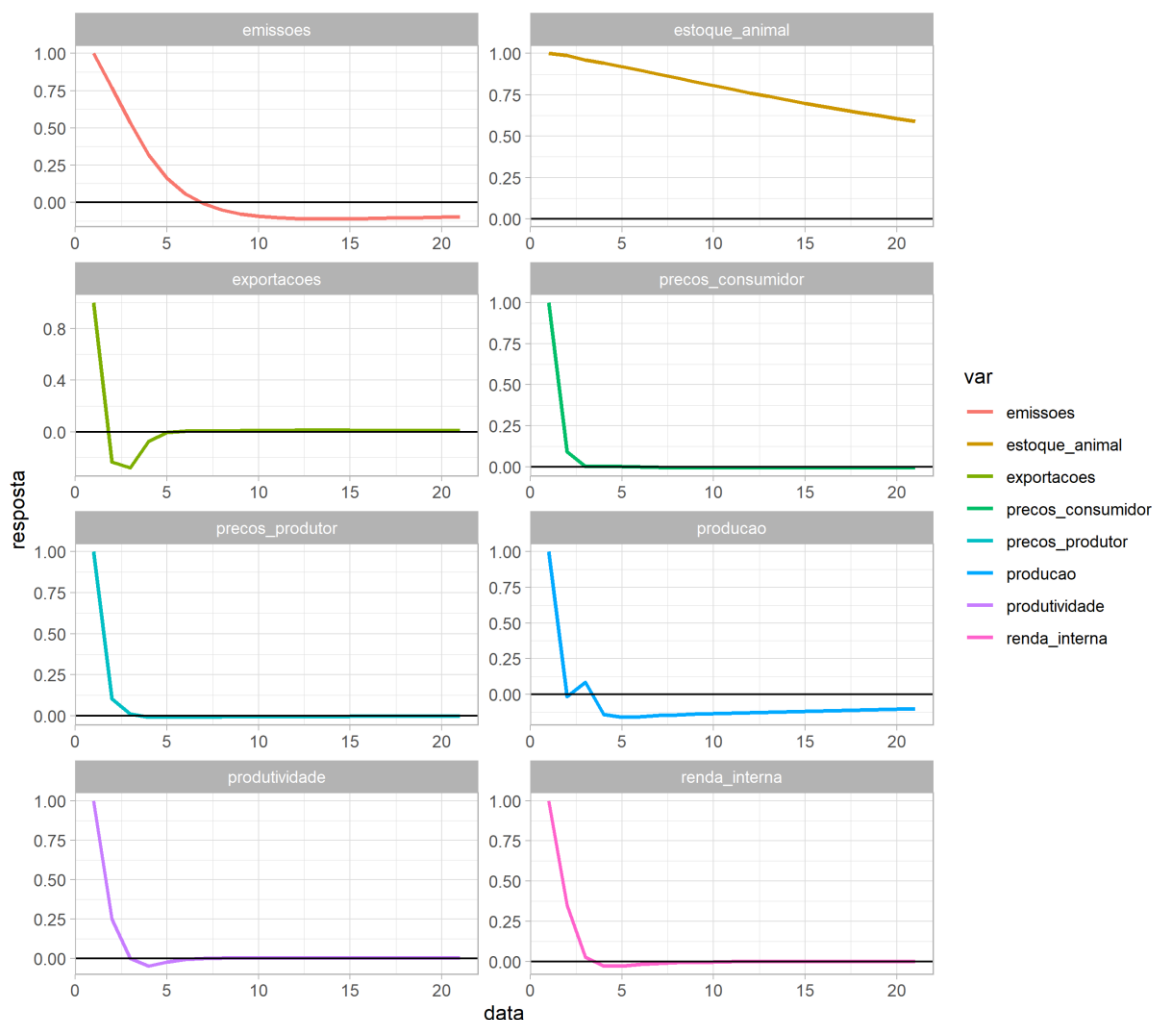


Figura 2.1: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas emissões sobre as demais variáveis do modelo, Brasil.

Fonte: Resultado de Pesquisa.

Ainda nas emissões nacionais, representada na Figura 2.2, todas as séries são da variável de emissões, respondendo a um choque vindo de alguma variável do modelo. O choque de maior impacto são as próprias emissões, no período inicial se observa as emissões aumentam 1 desvio padrão e entra em queda atingindo valores negativos. Um choque exógeno positivo no estoque animal eleva o nível de emissões, pois existe a proporcionalidade entre emissões e estoque, conforme explicitado sobre o impacto do aumento do rebanho bovino sobre as demais variáveis.

Nota-se que os impactos dos choques nas exportações, preços ao consumidor, preços aos produtores e produção não afetam de forma relevante as emissões. A produtividade apresenta um impacto em escala mais reduzida, entretanto, é possível observar que seu aumento tende a provocar uma diminuição nas emissões entre o primeiro e sexto trimestre até se estabilizar, tal acontecimento pode estar relacionado com uma melhoria na alimentação ocasionando diminuição da ruminação e, conseqüentemente, das emissões realizadas pelos animais.

Observa-se uma forte relação do estoque com as emissões, indicando que quando se faz necessário aumentar o rebanho, esse aumento ainda se dá com a piora dos impactos ambientais da atividade.

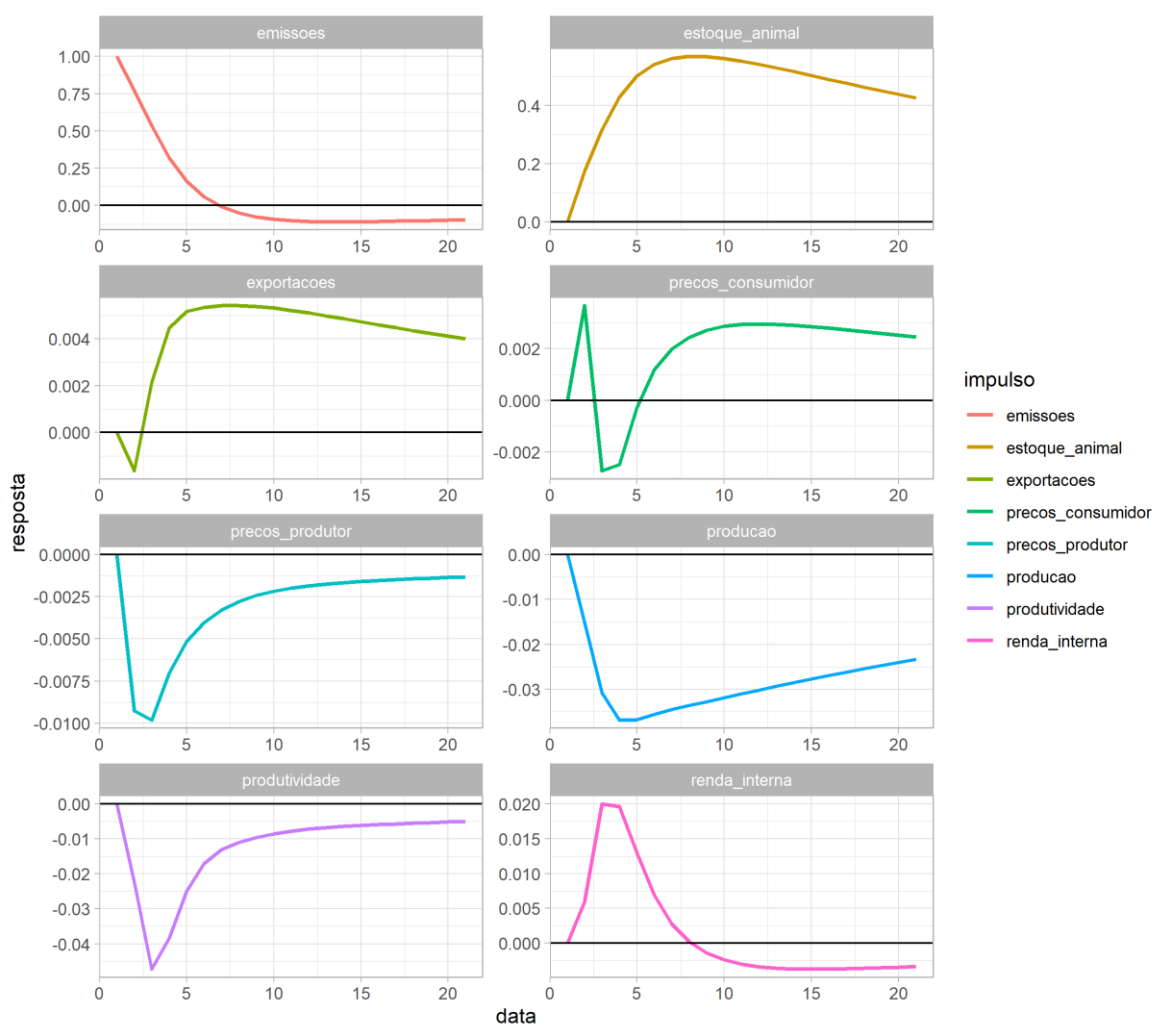


Figura 2.2: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas demais variáveis do modelo sobre as emissões, Brasil.

Fonte: Resultado de Pesquisa.

No caso do estado de Goiás (Figura 2.3), os resultados para o impacto das emissões sobre as demais variáveis são bem similares aos observados para o Brasil, observado na Figura 2.1. Aqui, a variável de maior interesse é o estoque animal, indicando uma relação dupla entre estoques e emissões, uma correlação positiva provavelmente associada à ausência de medidas para mitigar as emissões quando se decide pelo aumento dos estoques.

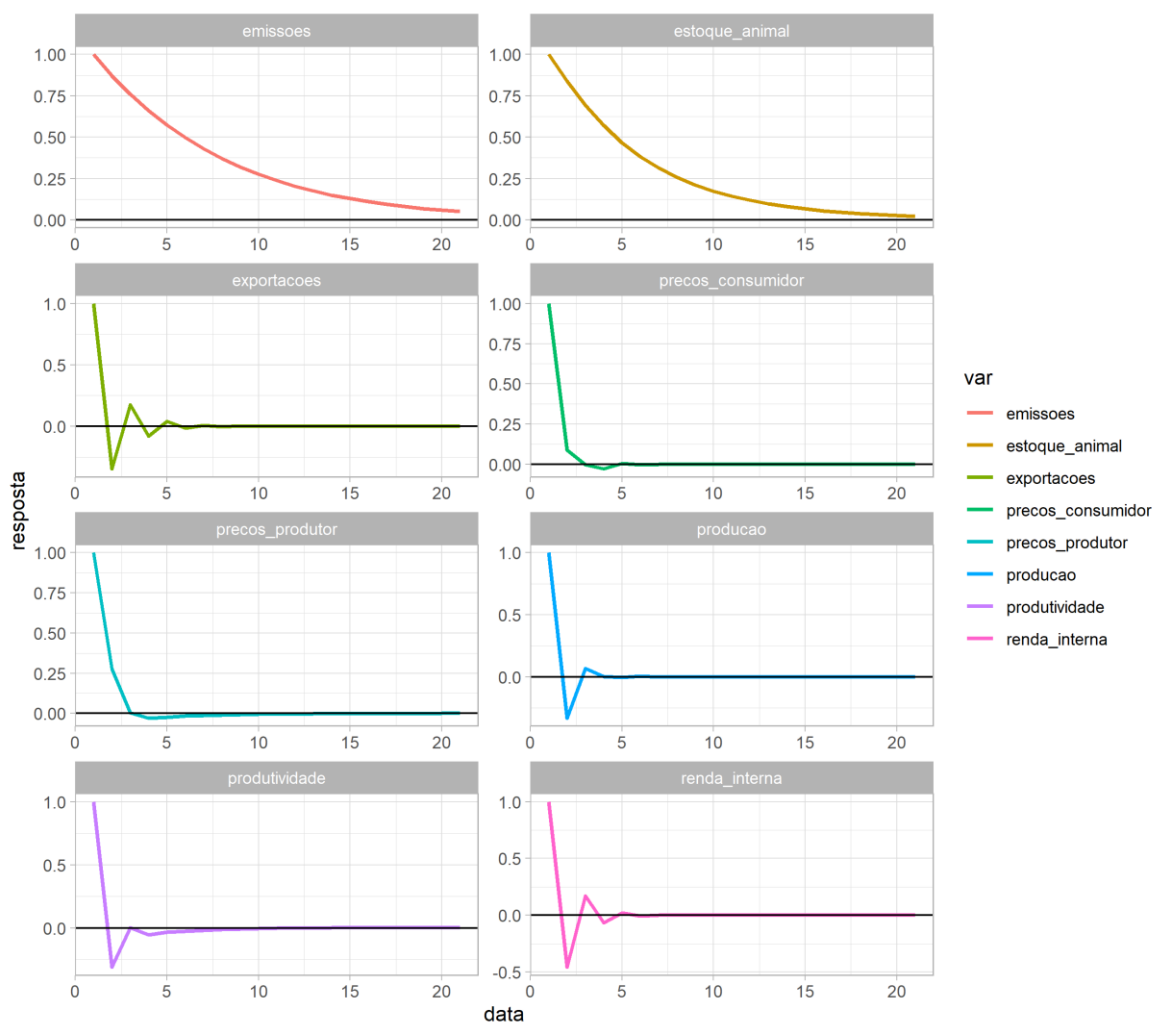


Figura 2.3: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas emissões sobre as demais variáveis do modelo, Goiás.

Fonte: Resultado de Pesquisa.

A resposta das emissões aos choques nas demais variáveis (Figura 2.4) revelam algumas trajetórias de importante análise, principalmente das próprias emissões, do estoque animal, das exportações da produção e dos preços ao produtor.

Em primeiro lugar, o choque negativo de maior interesse é o da produtividade, como esse choque tem efeito de redução das emissões, indicando que caminhos para aumento da

produtividade no estado estão orientados, em parte, para a mitigação dos impactos ambientais da bovinocultura de corte em Goiás. Comparativamente aos resultados nacionais, o impacto da produtividade sobre as emissões é muito mais expressivo, indicando que o estado está mais propenso a aproveitar tecnologias que reduzam suas emissões de GEE que o conjunto do país.

De modo contrário, exportações, renda interna e preços ao consumidor tem o potencial de aumentar as emissões em caso de aumentos repentinos em seus valores. Isso se deve às pressões de demanda, fato que acende um alerta quando se fala em uma possível transição sustentável no setor na região, uma vez que não são inesperados nem incomuns aumentos de demanda interna e externa sobre a demanda de carne.

Finalmente, os choques mais duradouros estão ligados ao padrão produtivo do Estado, tendo as próprias emissões e o estoque animal impacto positivo sobre as emissões, esse é um indicativo de que aumentos repentinos do rebanho não estão coerentes com a melhora do meio ambiente, e que se deve pensar uma trajetória para o aumento desse rebanho que esteja ligada à redução das emissões, para evitar uma trajetória de elevado impacto ambiental na produção da bovinocultura de corte no estado de Goiás.

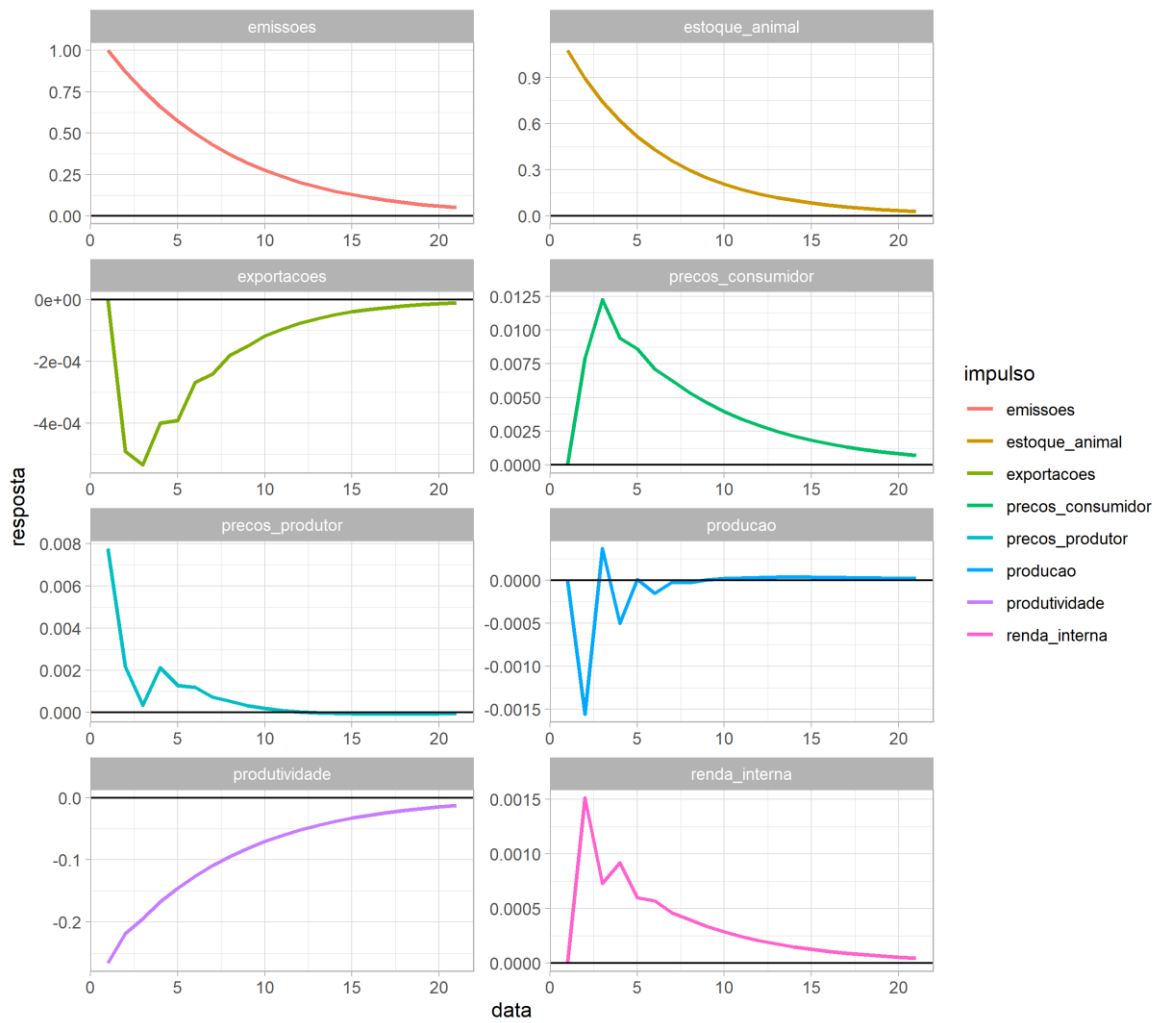


Figura 2.4: Função Impulso-Resposta, impacto de um choque nas demais variáveis do modelo sobre as emissões, Goiás.

Fonte: Resultado de Pesquisa.

2.5.4 Decomposição da Variância

Para o caso brasileiro, a tabela 2.5, representa os valores de decomposição da variância para o erro de previsão, enquanto a tabela 2.6 representa os valores para o modelo estimado para o estado de Goiás. Nas tabelas, cada coluna representa a variável de análise, e cada linha representa a contribuição das variáveis na decomposição da variância da coluna analisada.

Tabela 2.5: Decomposição da Variância após 50 períodos: Brasil.

Efeitos	Exportações	Produção	Emissões	Renda Interna	Estoque Animal	Produtividade	Preços ao Produtor	Preços ao Consumidor
Estoque Animal	88,75	88,29	53,39	65,56	94,86	64,73	70,19	77,78
Emissões	10,75	11,11	46,46	21,9	4,9	13,05	11,89	20,2
Produção	0,21	0,35	0,13	1,66	0,22	0,25	0,47	0,21
Produtividade	0,2	0,16	0	1,86	0	21,21	0,6	0,01
Exportações	0,07	0,01	0,01	0,2	0,01	0,03	0,03	0,01
Preços ao Consumidor	0,02	0,01	0	0,47	0	0,61	1,38	1,73
Renda Interna	0	0	0	7,52	0	0,03	0,05	0
Preços ao Produtor	0	0,07	0,01	0,83	0	0,1	15,39	0,06

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Quando se observa a decomposição da variância de previsão para as variáveis do modelo é possível perceber que algumas dessas são fortemente concentradas em um único fator, a exemplo das exportações, da produção, e do rebanho, todos com mais de 85% da variância sendo explicada pelas variações no tamanho do rebanho.

A seguir, as variáveis de renda interna, produtividade e preços, têm variações maiores a serem observadas na decomposição de sua variância. A renda interna, além de ser fortemente impactada pelo rebanho (65,56% da variância), também sofre efeitos importantes por conta das emissões (21,9%). A produtividade, além do tamanho do rebanho (64,73%) e das emissões (13,05%) também tem efeitos importantes advindos da própria produtividade (21,21%) indicando que pode ser possível observar trajetórias de crescimento tecnológico ligado à engorda bovina na bovinocultura de corte nacional.

Os preços ao consumidor e ao produtor também são fortemente influenciados pelo tamanho do rebanho, entretanto também surgem como fatores de impacto as emissões. No

caso dos preços ao produtor, o próprio preço ao produtor surge como variável de explicação da variância (15,39% dessa), o que pode indicar um sutil efeito inercial na trajetória desse preço, refletindo a absorção dos ganhos de aumento da produtividade pelos produtores, uma vez que esse cenário não é observado no caso dos preços ao consumidor.

Tabela 2.6: Decomposição da Variância após 50 períodos: Goiás.

Efeitos	Exportações	Produção	Emissões	Renda Interna	Estoque Animal	Produtividade	Preços ao Produtor	Preços ao Consumidor
Emissões	58,74	8,56	23,69	62,59	4,6	14,37	19,87	14,4
Estoque Animal	20,15	89,34	75,96	19,38	95,09	67,68	76,73	81,5
Produtividade	14,56	0,95	0,07	3,36	0,01	16,78	0,11	0,74
Renda Interna	4,19	0,15	0,01	13,87	0,01	0,36	0,1	0,09
Produção	1,19	0,97	0,26	0,51	0,28	0,71	0,68	0,3
Preços ao Consumidor	0,77	0,01	0	0,13	0	0,06	0,06	2,92
Exportações	0,35	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01
Preços ao Produtor	0,06	0,03	0	0,14	0	0,02	2,43	0,04

Fonte: Resultados da pesquisa.

A decomposição da variância para o estado de Goiás tem grandes similaridades com a nacional, especialmente no sentido de que os estoques são uma das fontes mais proeminentes de explicação da variância no modelo, especialmente no caso da produção, do próprio estoque e dos preços aos consumidores, casos em que mais de 80% dessas variâncias estaria relacionada aos estoques animais.

No caso das emissões e dos preços aos produtores, além da variável de estoque (em ambos os casos com cerca de 75%), também se mostrou relevante a questão das emissões. Especialmente no caso dos produtores, observa-se (considerando a função impulso-resposta), que existe um efeito negativo das emissões, indicando que um padrão produtivo de menor aporte tecnológico (em geral associado a maiores emissões), pode ser percebido como gerador de um bem de qualidade inferior.

A produtividade, além de impactos relativos à própria produtividade, também tem sua variância explicada pelas emissões e pelos estoques animais. Considerando os resultados anteriormente analisados, é importante criar incentivos para que a produtividade passe a se relacionar de forma negativa com as emissões, o que é importante para sustentabilidade e para a reputação do setor, especialmente no contexto internacional.

Uma característica do estado de Goiás que destoa fortemente do padrão nacional é o da decomposição da variância das exportações e da renda interna, que teve como principal influência as emissões. Esse fato é importante, pois os choques de emissões têm efeitos negativos indicando possíveis diminuições nas exportações e na renda interna ao se elevar o nível de emissões.

Esse resultado, no contexto do que foi observado na matriz de relações contemporâneas, pode indicar que os principais ganhos de renda e com exportações de bovina do estado estão, provavelmente, associados à mudança no padrão produtivo a partir de um viés de menor impacto sobre o ambiente, entretanto, os ganhos de produtividade continuam associados a uma trajetória ligada ao aumento das emissões, uma dualidade que pode representar um ponto de inflexão pelo qual a bovinocultura de corte no estado está se deparando.

2.6 Considerações Finais

O presente artigo teve como principal inovação a inclusão da dimensão ambiental no debate sobre a compreensão dos efeitos de demanda e oferta no setor da bovinocultura de corte, com estimativas tanto a nível nacional quanto a nível estadual.

O trabalho buscou compreender como essa inclusão pode tirar indicativos que favoreçam uma transição no setor para redução dos seus impactos sobre o meio ambiente, e teve como importante contribuição o indicativo de que as melhores alternativas para promover o desenvolvimento socioeconômico a nível nacional e estadual são aquelas ligadas ao aumento dos rebanhos com redução das emissões, o que pode ser um desafio dadas as pressões de demanda externas pela carne bovina brasileira.

Nesse sentido, o presente trabalho se fez capaz de realizar estimativas para as trajetórias das variáveis relacionadas à produção da bovinocultura de corte no Brasil e no Estado de Goiás. Identificou-se alguns aspectos da relação entre produção de carne e meio ambiente, sendo o principal deles a importância da produção com baixas emissões, uma vez que os choques de emissões analisados nas funções impulso-resposta têm, em geral, impactos negativos sobre o desempenho das demais variáveis, como a renda interna no caso nacional, e variáveis como renda e produção no caso goiano.

Apesar de modelos diferentes, os resultados de Silva Neto e Ribeiro (2020) para a bovinocultura de corte exibiu resultados semelhantes ao do presente trabalho. Em ambos os

trabalhos se nota que o mercado tende a estabilizar a longo prazo, os autores afirmam o mercado de carne brasileiro é robusto com uma cadeia produtiva desenvolvida se tornando resistentes aos choques exógenos.

O que foi possível observar, do conjunto de resultados, é que o Brasil apresenta elementos duais ligados à produção da bovinocultura de corte, isto é, tendências que levam a produção tanto para um aspecto mais sustentável, quanto para um menos sustentável, isso é ainda mais expressivo no caso do estado de Goiás, onde já existe um movimento em torno do aumento do uso de técnicas associadas à sustentabilidade da produção (OLIVEIRA, 2020), mas que podem não ser suficiente para expandir a produção com elevadas emissões de gases de efeito estufa para fazer frente à demanda externa e interna, que tem capacidade de fazer fortes pressões para a adoção de tecnologias que busquem a produtividade sem levar em conta a questão do meio ambiente.

É importante reforçar que o modelo proposto está no contexto nos demais trabalhos que ajudaram a compor o arcabouço teórico no qual o estudo se encontra inserido, e revelou que são principalmente as condições de oferta que têm impacto de longo prazo sobre o setor, especialmente o estoque animal e o padrão produtivo em termos de emissões de GEE. Isso é importante e ressalta a necessidade de pensar, inclusive politicamente, o planejamento das trajetórias de expansão da bovinocultura de corte, com vistas a fazer frente ao crescimento da demanda interna e externa sem que isso se dê às custas do meio ambiente.

Para os agentes do mercado, é possível perceber, como base nos resultados apresentados, que para que a carne produzida seja percebida como bem superior, principalmente para exportação, os produtores devem produzir seguindo medidas rigorosas voltadas para suplementação e qualidade de vida animal. Atualmente, segundo dados dos Censos Agropecuários, é percebido um avanço no uso de suplementação e confinamento, especialmente no estado de Goiás, entretanto é possível avançar também na direção de sistemas integrados, para que os aumentos futuros de rebanho estejam associados a ganhos de produtividade com redução das emissões, o que se mostrou importante para aferição de ganhos econômicos no setor.

Já no caso dos *policy makers*, os resultados apontam para necessidade de incentivar a produção com confinamento e suplementação, especialmente de alimentos que melhoram o ganho de massa com boa digestibilidade (redução das emissões de metano). É interessante aumentar os esforços para a implementação de sistemas integrados, principalmente com o

uso do componente florestal, para que o setor ganhe um viés de captura de carbono para fazer frente às emissões originárias das fermentações entéricas.

É de suma importância uma política nacional de combate ao perfil extensivo de produção pecuária bovina, de baixa produtividade e sem preocupação com as emissões, que podem inclusive estar ligados à mudança do uso do solo na Amazônia. Nesse sentido, é imperativa uma política nacional de planejamento dos rebanhos, para que as pressões externas de demanda não impulsionem a produção de carne a partir de práticas que aceleram o ganho de massa ou o tamanho do rebanho sem um compromisso com a redução das emissões.

Em particular, no caso do estado de Goiás é preciso que o planejamento dos rebanhos se dê com vistas a garantir que as emissões passem a ter uma trajetória inversa ao que historicamente aconteceu, isto é, para que o aumento do rebanho seja acompanhado na manutenção ou redução das emissões, uma vez que o modelo analisado para o estado permite entender que esse movimento traria benefícios para o setor e para a economia do estado.

Em frente a necessidade de estudos voltados para a compreensão da questão ambiental no contexto da bovinocultura de corte, pesquisas futuras poderão ser realizadas incluindo mais variáveis ambientais em busca de maior entendimento dessa relação. Além disso, a inclusão de variáveis do setor externo permite maiores inferências entre produção - meio ambiente - exportações a vista de auxiliar a tomada de decisões dos *policy makers*.

Diante do contexto pandêmico de 2020, se optou por não realizar uma previsão das séries históricas visto que a economia mundial estava passando por um momento atípico. Nesse sentido, é importante que pesquisas futuras empreenda esforços para analisar a dinâmica da bovinocultura de corte incluindo o período da pandemia de Covid-19, acrescentando variáveis, se necessário, e uma discussão voltada para a temática bovinocultura, sustentabilidade e a pandemia.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, Ricardo. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil?. *Novos estudos CEBRAP*, p. 97-113, 2010.
- ABRÃO, Flávia Oliveira; DE CASTRO FERNANDES, Brisa; PESSOA, Moisés Sena. Produção Sustentável na Bovinocultura: Princípios e Possibilidades. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 4, p. 61-73, 2016.

- ALAM, Md Mahmudul *et al.* Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. **Ecological Indicators**, v. 70, p. 466-479, 2016.
- ALMEIDA, R. G. de; MEDEIROS, S. R. de. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: **SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10 ANOS DE Embrapa Gado de Corte- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. [S.l.], 2013.
- ALVES, F.; ALMEIDA, R. de; LAURA, V. Carbon neutral brazilian beef: A new concept for sustainable beef production in the tropics. **Embrapa Gado de Corte-Documentos (INFOTECA-E)**, Brasília, DF: Embrapa, 2017., 2017.
- AYARZA, M. *et al.* Introdução de *Stylosanthes guianensis* Cv. mineirão em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*: Influência na produção animal e vegetal. **Embrapa Agrobiologia-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, 1997.
- BAETEN, Guy. The tragedy of the highway: Empowerment, disempowerment and the politics of sustainability discourses and practices. **European Planning Studies**, v. 8, n. 1, p. 69-86, 2000.
- BERNDT, Alexandre. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Simpósio Internacional de produção de gado de corte, Anais....** Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 121-147., 2010.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. Our common future—Call for action. **Environmental Conservation**, v. 14, n. 4, p. 291-294, 1987.
- BUENO, Rodrigo de Losso. **Econometria de series temporais**. São Paulo: Cengage, v. 1, p. 363-386, 2011.
- CARBONARI, Thiago; SILVA, César Roberto Leite da. Estimativa da elasticidade-renda do consumo de carnes no Brasil empregando dados em painel. Pesquisa & Debate. **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política**, v. 23, n. 1 (41), 2012.
- CEPEA: banco de dados. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br>>. Acesso em: jul 2022.
- COMEXSTAT: banco de dados. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: jul. 2022.

CONFAZ: banco de dados. Disponível em: <<https://www.confaz.fazenda.gov.br/boletim-de-arrecadacao-dos-tributos-estaduais>>. Acesso em: jul. 2022.

CORDEIRO, L. A. M. *et al.* Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. Embrapa Cerrados- Artigo em periódico indexado (ALICE), **Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, DF, v 32, n. 1/2, p. 15-43, jan . . . , 2015.

DEL CURTO, Timothy *et al.* Management strategies for sustainable beef cattle grazing on forested rangelands in the Pacific Northwest. **Rangeland Ecology & Management**, v. 58, n. 2, p. 119-127, 2005.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American statistical association**, v. 74, n. 366a, p. 427-431, 1979.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, p. 1057-1072, 1981.

ELLIOT, G., ROTHENBERG, T.J. and STOCK, J.H, Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root, *Econometrica*, Vol. 64, No. 4, 813–836. 1996.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario2006/segunda-apuracao>. Acesso em: jul. 2022.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: jul. 2022.

IPEADATA: banco de dados. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: jul. 2022.

JABAREEN, Yosef. A new conceptual framework for sustainable development. **Environment, development and sustainability**, v. 10, n. 2, p. 179-192, 2008.

JOHANSEN, S. (1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231--254

LAURO, Marcos Eduardo de Souza; SILVA NETO, Waldemiro Alcântara da. Crescimento Econômico da Pecuária de Corte: Evidências para Goiás (1997-2012). **Revista de Economia do Centro-Oeste**, v. 4, n. 2, p. 2-20, 2018.

- LIMA, R. P. *Crescimento das exportações de carne bovina brasileira entre 2005 e 2015: fatores econômicos*. 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- LOBATO, J. *et al.* Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. *Meat science*, Elsevier, v. 98, n. 3, p. 336–345, 2014.
- MAY, Peter; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria. **Economia do meio ambiente**. Elsevier Brasil, 2010.
- OLAKOJO, Solomon Abayomi; ONANUGA, Olaronke Toyin. Effects of climate change on the long-run crops' yields in Nigeria. *International Journal on Food System Dynamics*, v. 11, n. 3, p. 270-296, 2020.
- OLIVEIRA, Elis Regina de et al. Tecnologia e degradação de pastagens na pecuária no Cerrado brasileiro. *Sociedade & Natureza*, v. 32, p. 585-596, 2022.
- OZTURK, Ilhan; SALAH UDDIN, Gazi. Causality among carbon emissions, energy consumption and growth in India. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, v. 25, n. 3, p. 752-775, 2012.
- PALERMO, G. C. **Emissões de gases de efeito estufa (gee) e medidas mitigatórias da pecuária: Potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- PANIAGO, Rodrigo; HELLMEISTER FILHO, Paulo. Pecuária Sustentável: Novo ou Antigo paradigma da produção animal?. *Revista UFG*, v. 13, n. 13, 2012.
- ROSSINI, Gustavo Eduardo; VICENTIN MASARO, Jimena. Factores que Inciden en el Crecimiento de la Oferta de Carne Vacuna:¿ Qué Podemos Esperar en el Corto y Mediano Plazo. *Revista Argentina de Economía Agraria*, 2018.
- SANTOS, Paula da Silva *et al.* Cenários futuros para a produção de bovinos de corte no Brasil. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 1, jan/mar, p. 148-168, 2022.
- SANTOS, Rodrigo Malta dos. **A intensificação da bovinocultura de corte como um instrumento na redução do desmatamento nos diferentes biomas brasileiros**. 2018.
- SATOLO, Luiz Fernando; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Dinâmica econômica das flutuações na produção de cana-de-açúcar. *Economia Aplicada*, v. 13, p. 377-397, 2009.
- SEEG: banco de dados. Disponível em: <<https://seeg.eco.br/>>. Acesso em: jul 2022.
- SIDRA/IBGE: banco de dados. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>>. Acesso em: jul. 2022.

- SILVA NETO, Waldemiro Alcantara da. **Crescimento da pecuária de corte no Brasil: fatores econômicos e políticas setoriais**. 2011. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/T.11.2011.tde-02052011-094127. Acesso em: 2022-07-09.
- SILVA NETO, Waldemiro Alcântara da; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Growth of Brazilian beef production: effect of shocks of supply and demand. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 2, p. 209-228, 2014.
- RIBEIRO, Viviane P.; NETO, Waldemiro A. Silva. Brazilian beef exports to the main destinations: a persistence to shocks analysis. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, n. spe1, p. 86-94, 2020.
- SPOLADOR, Humberto Francisco Silva. **Impactos dinâmicos dos choques de oferta e demanda sobre a agricultura brasileira**. 2006. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. doi:10.11606/T.11.2006.tde-09052006-170914. Acesso em: 2022-07-09.

3. CONCLUSÃO GERAL

O trabalho alcançou como contribuição na literatura, voltada para a bovinocultura de corte, o entendimento do componente ambiental na pecuária de corte brasileira por meio de um vetor autorregressivo. O trabalho procura ocupar espaço de uma lacuna existente que é a ausência de trabalho que mensurem o impacto das emissões de gases do efeito estufa a partir de modelagens econométricas.

Através da visão fornecida pelo presente trabalho, salienta-se que este estudo fornece conhecimento para os agentes de mercado e governamentais para traçar ações estratégicas de um crescimento sustentável da pecuária de corte.

Em uma compreensão sobre a bovinocultura de corte no Brasil, se percebe indícios de mudanças nas técnicas de produção que estão caminhando para um manejo ambientalmente sustentável, contudo, ainda se observa que existe baixo uso de tecnologias dentro dos estabelecimentos pecuários e que a produção se encontra fortemente apoiada na forma extrativista.

Destaca-se que para que essas tecnologias que auxiliam na produção com menor impacto sobre o meio ambiente sejam utilizadas na produção, é necessário que haja uma clara sinalização que essas formas alternativas de produzir possuam competitividade dentro do setor, visto que para os produtores não é viável introduzir tecnologias com maiores custos que não apresentem retorno financeiro.

A cadeia produtiva da bovinocultura de corte nacional mostrou-se heterogênea, com diversos agentes dentro da produção agropecuária, especialmente dada a diversidade no tamanho dos produtores, em estudos futuros recomenda-se investigar a diferenciação e caracterização de pequenos, médios e grandes produtores, com o objetivo de entender as peculiaridades da produção bovina e sua relação com o meio ambiente.

A partir das estimativas para as trajetórias das variáveis relacionadas à produção de bovinos de corte no Brasil e no Estado de Goiás. Pelo modelo proposto foi possível identificar que é de grande importância reduzir as emissões do setor, uma vez que os choques de emissões, o que poderia ser caracterizado como uma mudança de padrão produtivo para um viés de maior degradação ambiental, têm importantes impactos negativos no desempenho das demais variáveis relevantes para o setor.

É válido também ressaltar que o modelo proposto se insere no contexto de outros trabalhos que contribuíram para o arcabouço teórico em que o estudo se insere, e revelaram

que são principalmente as condições de oferta que impactam o setor a longo prazo, principalmente o rebanho e o padrão produtivo em termos de emissões de GEE. Essa conclusão ressalta a importância de explorar novas trajetórias para a bovinocultura de corte a fim de crescer o setor e atender as demandas internas e externa pelo produto sem estar baseado na forma exploratória de produção.

Uma consideração relevante que retirada do trabalho é acerca do entendimento da importância que o perfil produtivo da bovinocultura nacional e no estado de Goiás possuem para orientar o conjunto de decisões a serem realizados que foquem na mitigação dos impactos da atividade pecuária sobre o meio ambiente, especialmente contendo as emissões de GEE através de práticas de manejo adequadas.

Parte do estado demonstra avanços significativos ambientais na bovinocultura, enquanto a outra ainda carece de atenção do poder público e da sociedade civil organizada, bem como de suporte técnico para a implementação de técnicas que possam reduzir o impacto da atividade no Cerrado e no Brasil, dada a importância do estado na produção de carne no país.

Diante dessa perspectiva, se reforça a relevância que o trabalho possui no contexto das pesquisas voltadas para área pecuária bovina de corte, pois se propõe a inovar com inclusão da temática das emissões de GEE na dinâmica da bovinocultura de corte através de uma modelagem econométrica evidenciando a relação que os componentes relacionados a cadeia produtiva do setor possuem com o meio ambiente, medidas através das emissões de GEE.

REFERÊNCIAS

ABIEC, Associação Brasileira dos Industriais Exportadores de Carne. ***Beef Report: Perfil da Pecuária do Brasil 2022***. Brasil, 2022.

ABIEC, Associação Brasileira dos Industriais Exportadores de Carne. ***Beef Report: Perfil da Pecuária do Brasil 2021***. Brasil, 2021.

CARVALHO, Thiago Bernardino de; ZEN, Sérgio de. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. ***Revista iPecege***, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017.

BAETEN, Guy. The tragedy of the highway: Empowerment, disempowerment and the politics of sustainability discourses and practices. ***European Planning Studies***, v. 8, n. 1, p. 69-86, 2000.

BLANCHARD, Olivier, QUAH, Danny. The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances. ***American Economic Review***. n,79. p. 655-673, 1989.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. Our common future—Call for action. ***Environmental Conservation***, v. 14, n. 4, p. 291-294, 1987.

ENAHORO, Dolapo *et al.* Supporting sustainable expansion of livestock production in South Asia and Sub-Saharan Africa: Scenario analysis of investment options. ***Global food security***, v. 20, p. 114-121, 2019

HOPWOOD, Bill; MELLOR, Mary; O'BRIEN, Geoff. Sustainable development: mapping different approaches. ***Sustainable development***, v. 13, n. 1, p. 38-52, 2005.

IMB. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Goiás - Visão Geral. Disponível em:

<https://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=79>.

Acesso em: dez. 2022.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change. AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University, 2021.

JABAREEN, Yosef. A new conceptual framework for sustainable development. ***Environment, development and sustainability***, v. 10, n. 2, p. 179-192, 2008.

LAURO, Marcos Eduardo de Souza; SILVA NETO, Waldemiro Alcântara da. Crescimento Econômico da Pecuária de Corte: Evidências para Goiás (1997-2012). ***Revista de Economia do Centro-Oeste***, v. 4, n. 2, p. 2-20, 2018.

MACHADO, Glaucia Rosalina; WANDER, Alcido Elenor; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana. **Competitividade da bovinocultura de corte no Estado de Goiás**. 2012.

MAY, Peter; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria. **Economia do meio ambiente**. Elsevier Brasil, 2010.

SANTOS, Paula da Silva *et al.* Cenários futuros para a produção de bovinos de corte no Brasil. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 1, jan/mar, p. 148-168, 2022.

SANTOS, Rodrigo Malta dos. **A intensificação da bovinocultura de corte como um instrumento na redução do desmatamento nos diferentes biomas brasileiros**. 2018.

SEAPA, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agro em dados**. Goiânia, 2022.

SILVA NETO, Waldemiro Alcântara da; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Growth of Brazilian beef production: effect of shocks of supply and demand. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 2, p. 209-228, 2014.

ANEXOS

3. Análise Descritiva dos Dados

Na Figura 3.1 é possível observar, para o Brasil, três momentos para evolução da variável renda interna, medida pelo logaritmo natural do PIB deflacionado pelo IGP-DI. Um primeiro momento de queda, até o início dos anos 2000, com uma inflexão de acelerado crescimento a partir de 2005, que dura até 2015, embora perdendo força. A partir de então se percebe uma estagnação na variável até o ano de 2019.

Para o estado de Goiás, a renda interna, medida pelo logaritmo natural do ICMS arrecadado deflacionado pelo IGP-DI, teve movimento similar. Entretanto, é possível notar um comportamento mais errático nessa série, isto é, com maior variância ao longo da tendência apresentada.

No estado de Goiás também se observa um crescimento mais expressivo da variável analisada ao longo da série estudada, considerando o período de 2001 a 2019, o estado teve crescimento médio de cerca de 1.1% ao trimestre, enquanto o Brasil teve um aumento de aproximadamente 0,7% ao trimestre entre 1997 e 2019.

Como é possível verificar na figura, os movimentos das duas séries são bem parecidos, em realidade, a correlação entre a variável Renda Interna do Brasil e de Goiás foi positiva, com valor 0,946.

Um destaque importante, considerando as correlações com outras variáveis, é o que liga a renda interna no Brasil com os preços ao consumidor, que foi de 0,858. Com relação ao estado de Goiás, é interessante observar uma elevada correlação com o estoque animal (0,854), com a produtividade (0,808) e com os preços ao consumidor (0,836), todas positivas.

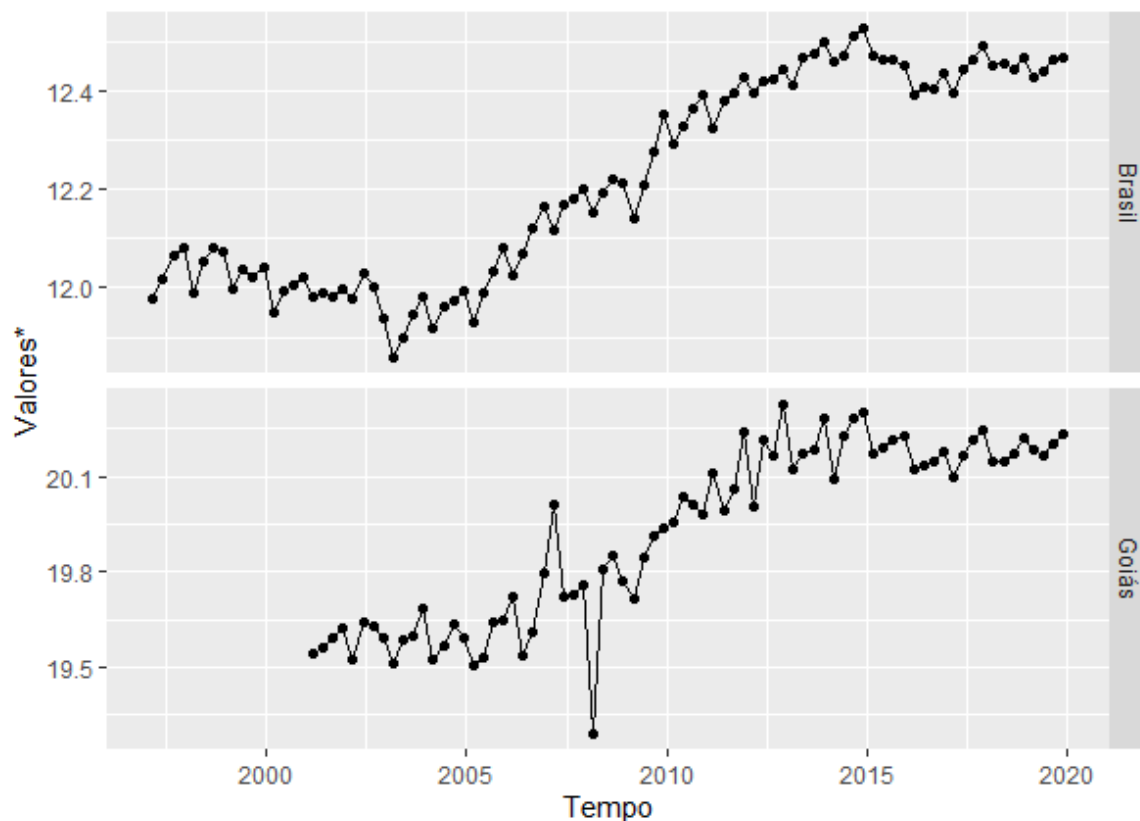


Figura 3.1: Evolução da Variável Renda Interna: Brasil (1997-2019): log natural do PIB (em milhões de reais) a preços correntes deflacionado pelo IGP-DI; Goiás 2001-2019: log natural do ICMS (em reais) a preços correntes.
Fonte: IPEADATA (2022) e CONFAZ (2022).

Nota-se na Figura 3.2, referida às exportações de carne bovina em toneladas em forma de log natural, que a exportação brasileira apresentou expressivo crescimento até meados de 2005, após esse período houve uma estabilização das exportações do setor. É importante destacar que se trata da quantidade exportada e não do valor das exportações.

A série para o estado de Goiás expõe resultados similares ao brasileiro, é observada uma rápida ascensão das exportações no estado de 2001 a 2005. Entre 2005 e 2010, são observadas oscilações mais proeminentes até uma baixa em torno de 2009 no cenário de crise econômica mundial. A partir de 2010 há um pequeno crescimento seguido de estabilidade até o ano de 2020.

As exportações do estado de Goiás possuem uma correlação elevada e positiva (0,931) com as exportações do Brasil. É destaca-se que a correlação das exportações do estado é maior com a produção nacional (0,913) do que com a produção de Goiás (0,818) demonstrando que a exportações da região acompanham em maior intensidade os movimentos nacionais em relação a dinâmica do setor no estado.

Para o período de 1997 a 2019, as exportações brasileiras apresentaram um crescimento de 2,83% ao trimestre. Os dados para o estado de Goiás têm início em 2001 e término em 2019, e nesse período o estado apresentou um aumento trimestral de 1,77% de suas exportações.

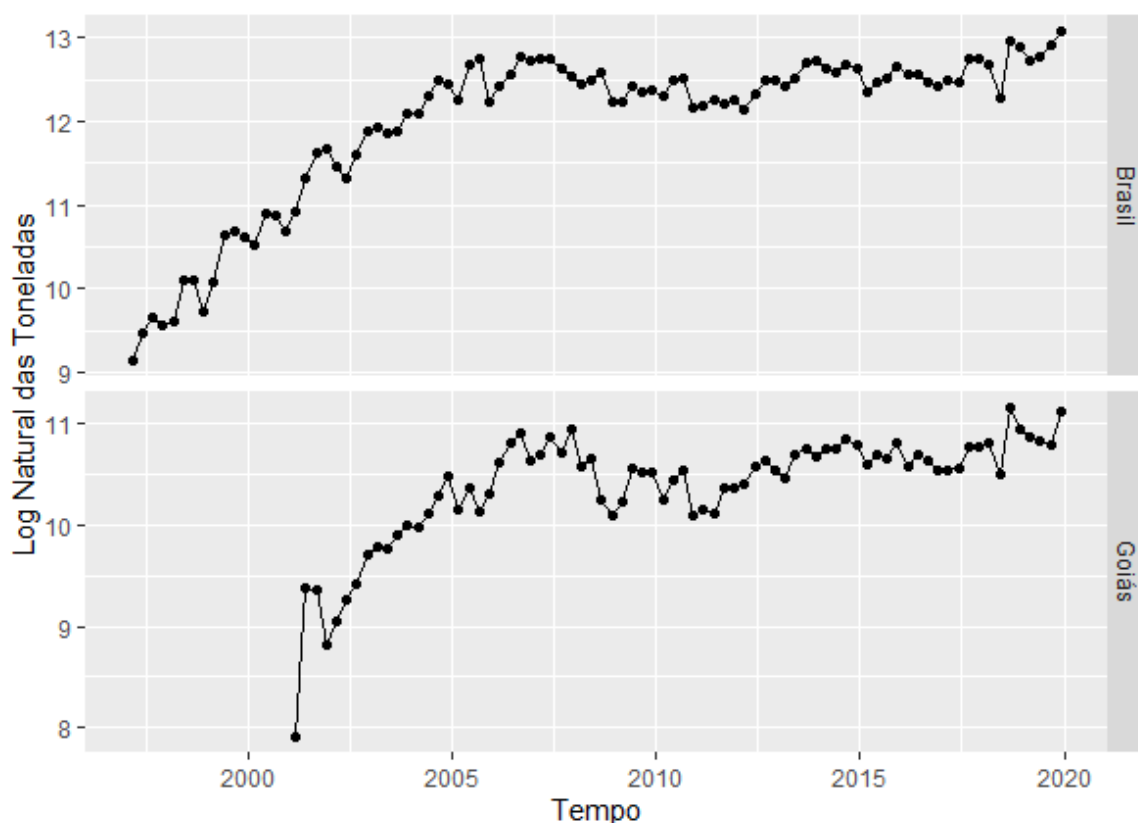


Figura 3.2: Exportações: log natural do total de toneladas de carne bovina exportadas: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: Comexstat (2022).

A produção de carne bovina é evidenciada na Figura 3.3 através do log natural do peso total de carcaças abatidas em toneladas. De 1997 a 2006, o Brasil demonstra um aumento expressivo da produção, em termos percentuais, a variável exibiu, entre os anos estudados, o segundo maior crescimento trimestral com cerca de 0,89%.

Após o período inicial de crescimento, a produção decresce e em torno de 2008 alcança patamares semelhantes aos de 2005. Posteriormente, a produção atinge um pico entre 2013 e 2014, porém esse movimento é seguido de uma baixa notável. Até que ao fim da série nota-se que a variável está recuperando sua força de crescimento timidamente.

A série histórica da produção de carne bovina para o estado de Goiás possui, apesar das oscilações, movimento de crescimento até meados 2004. A partir de 2005 a produção

apresenta uma queda e mantém oscilações sem crescimento até 2012. Esse processo se reverte ocasionando um pico de produção entre 2013 e 2014, logo depois, a produção inicia um movimento contrário enfrentando uma queda significativa e passa a mostrar breves sinais de recuperação em cerca de 2017. Enquanto, os últimos dois anos da série demonstra uma tendência de decréscimo da variável. Diante de tantas oscilações, o crescimento da produção é de apenas 0,5% ao trimestre para o período estudado.

Ao considerar que significativa parte da produção brasileira é representada pela produção goiana, a correlação entre as duas é alta apresentando valor de 0,887. Nesse sentido, o movimento de ambas as séries caminha em direções semelhantes.

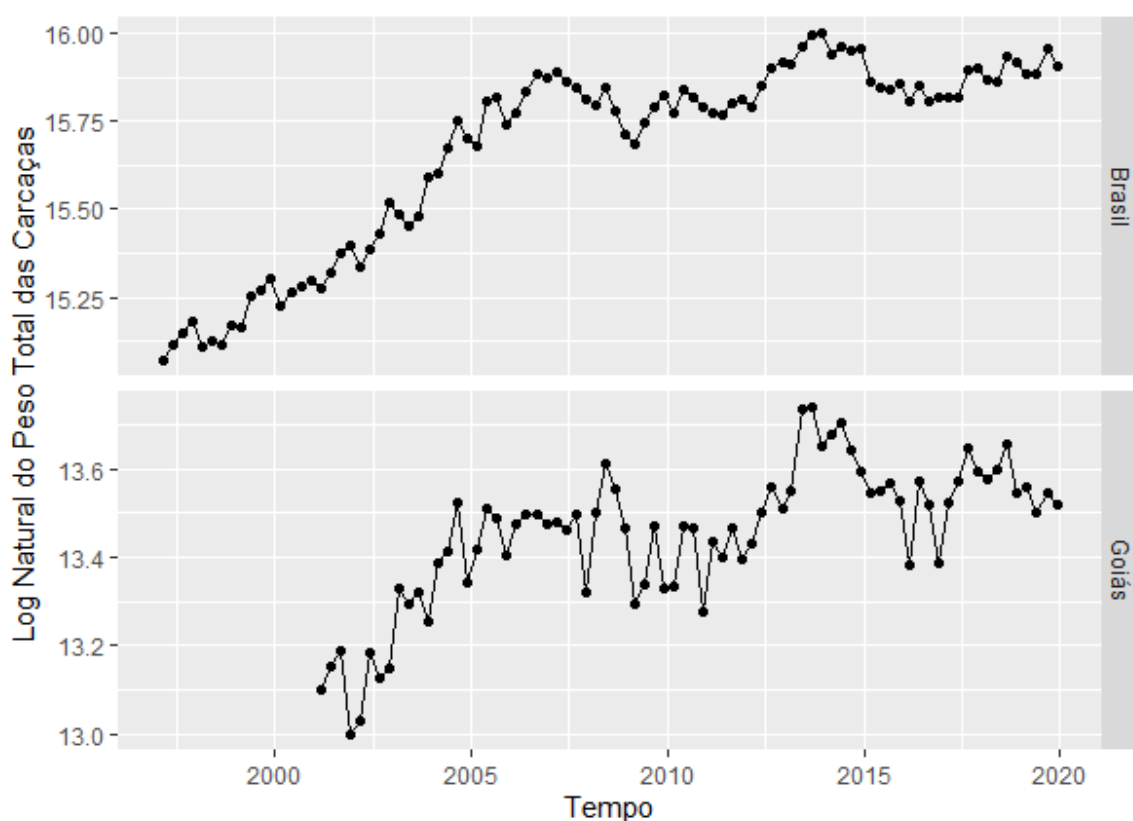


Figura 3.3: Produção: log natural do peso total de carcaças abatidas (em toneladas): Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: IBGE (2022).

Na Figura 3.4 a produtividade está representada pelo log natural do peso médio da carcaça dos animais, ao verificar as duas séries, é possível observar que as duas variáveis apresentam oscilações ao longo do tempo.

Para o Brasil, ao comparar o início do período estudado com o final em 2020, nota-se que houve um aumento da produtividade do setor, porém com um crescimento tímido e

eventuais baixas ao longo da série. Dentro as variáveis estudadas para o Brasil, a produtividade apresentou o menor crescimento próximo de 0,11% ao trimestre. Assim, verifica-se que a variável para o Brasil exibiu pouca evolução, implicando a baixos níveis de produtividade no país.

O nível de produtividade para o estado de Goiás comporta-se de maneira similar ao nacional. Contudo, é observado que apesar dos movimentos similares, o estado se mantém em um patamar acima, isto é, a produtividade para Goiás é acima da média brasileira. Em termos gerais, pode se afirmar que a produtividade goiana cresceu 0,214% por trimestre, porém desde 2015 ela se encontra em oscilando apesar de apresentar tendência de crescimento.

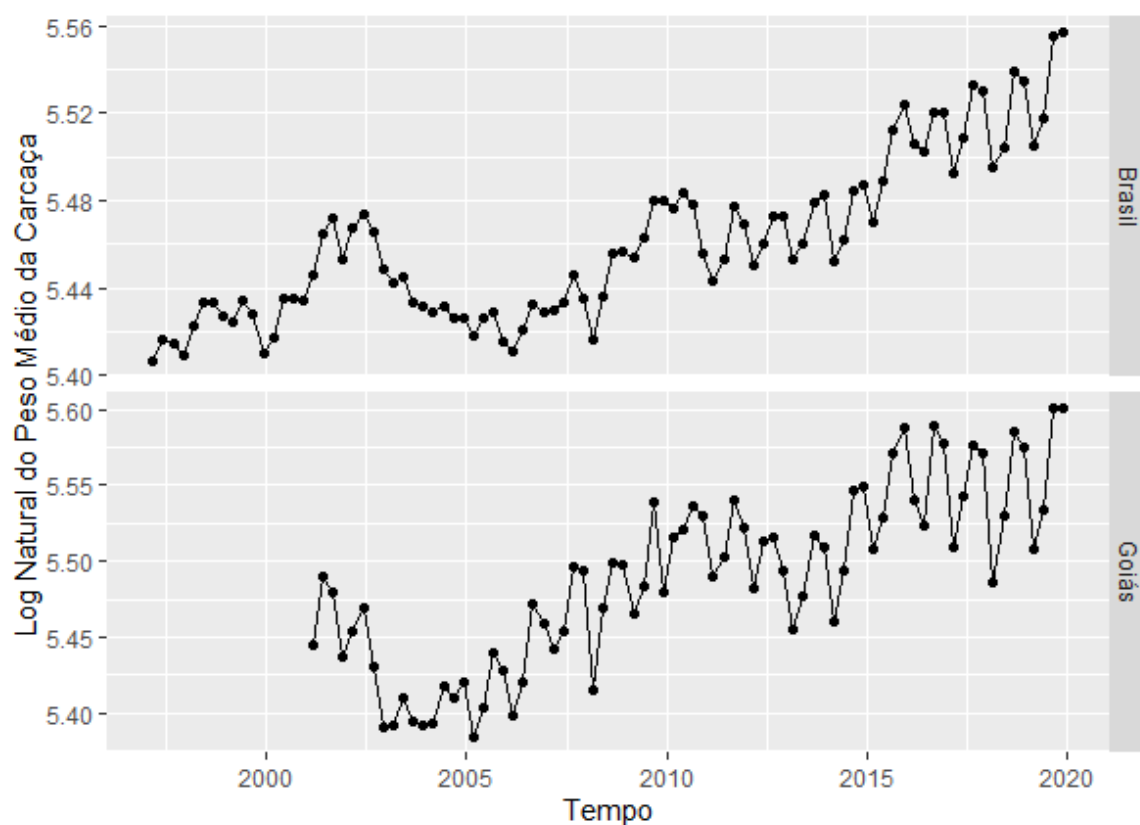


Figura 3.4: Produtividade: log natural do peso médio da carcaça: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: Sidra/IBGE (2022).

As Figuras 2.5 e 2.6 tratam, respectivamente, dos movimentos dos preços recebidos pelos produtores e pagos pelos consumidores, trata-se da análise dos preços relativos uma vez que se trata de preços deflacionados. É possível observar, no caso da Figura 3.5, um movimento muito próximo dos preços no Brasil e no estado de Goiás, com uma correlação de 0,985, indicando que não existem muitos movimentos isolados nos preços recebidos pelos produtores a nível local em comparação ao que acontece no contexto nacional.

É importante perceber que, por se tratar de um índice de preços relativo, o seu movimento acompanha a valorização da carne bovina, o que pode ocorrer tanto pelos ganhos de produtividade no setor, quanto pelo aumento da demanda (interna e externa) em níveis superiores ao do crescimento da oferta. Com relação ao preço recebido pelos produtores, é mais provável que seu aumento real tenha se dado em termos de ganhos de produtividade, tanto para o Brasil quanto para o Goiás, uma vez que as respectivas correlações são de 0,597 e 0,552, enquanto as correlações entre preços dos produtores e renda foram de 0,492 para o Brasil e 0,501 para Goiás.

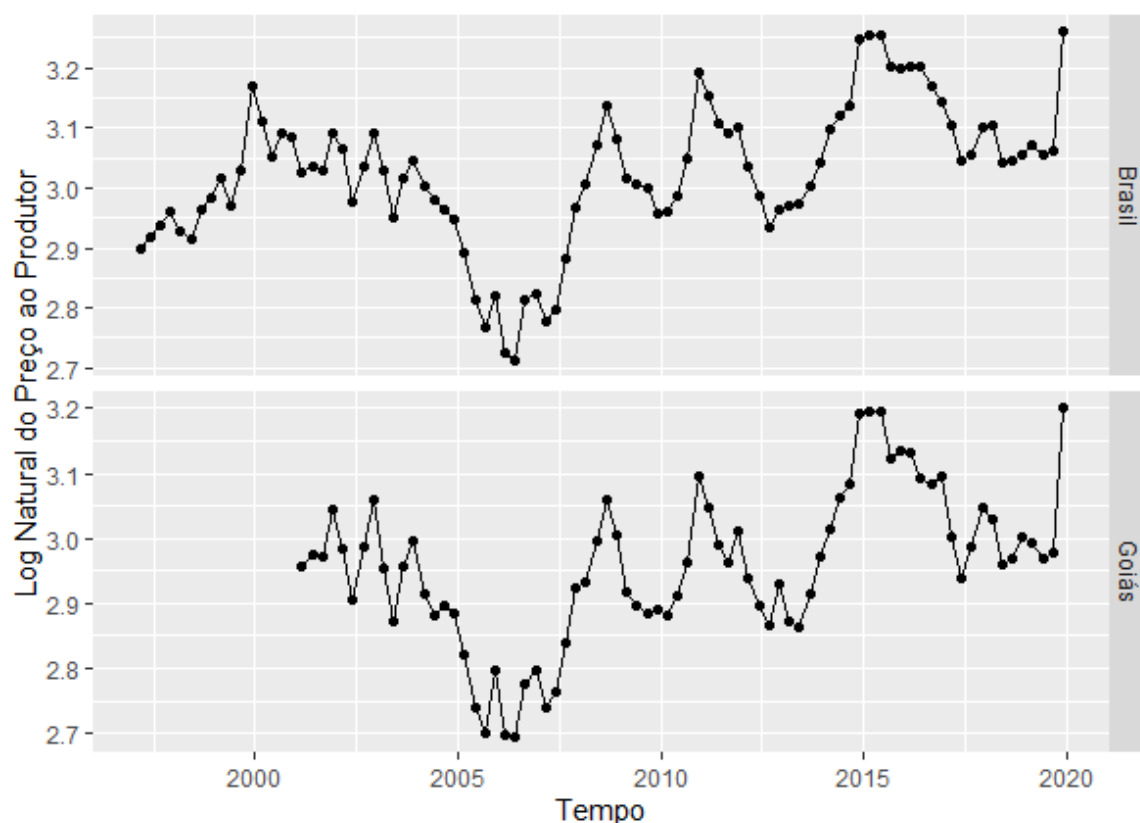


Figura 3.5: Preços ao Produtor: log natural dos preços recebidos pelos produtores, deflacionados pelo IGP-DI: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019. Fonte: CEPEA (2022).

Na Figura 3.6 nota-se que também houve uma valorização do preço da carne pago pelos consumidores, por se tratar de um preço relativo, o que se observa é a maior apreciação da carne enquanto item de consumo. Tanto a nível nacional quanto a nível local, a taxa de crescimento trimestral dos preços ao consumidor foi maior que os preços ao produtor. No Brasil, os preços recebidos pelos produtores tiveram crescimento de 0,191% ao trimestre., enquanto os preços pagos pelos produtores cresceram 0,372% ao trimestre. Para o estado de Goiás esses valores foram de 0,251% ao trimestre para os produtores e 0,614% ao trimestre para os consumidores.

Esse resultado dos preços ao consumidor acompanha os eventos do crescimento da renda interna, que apresentou uma correlação com os preços pagos pelos consumidores de 0,862 para o Brasil e de 0,858 para o estado de Goiás.

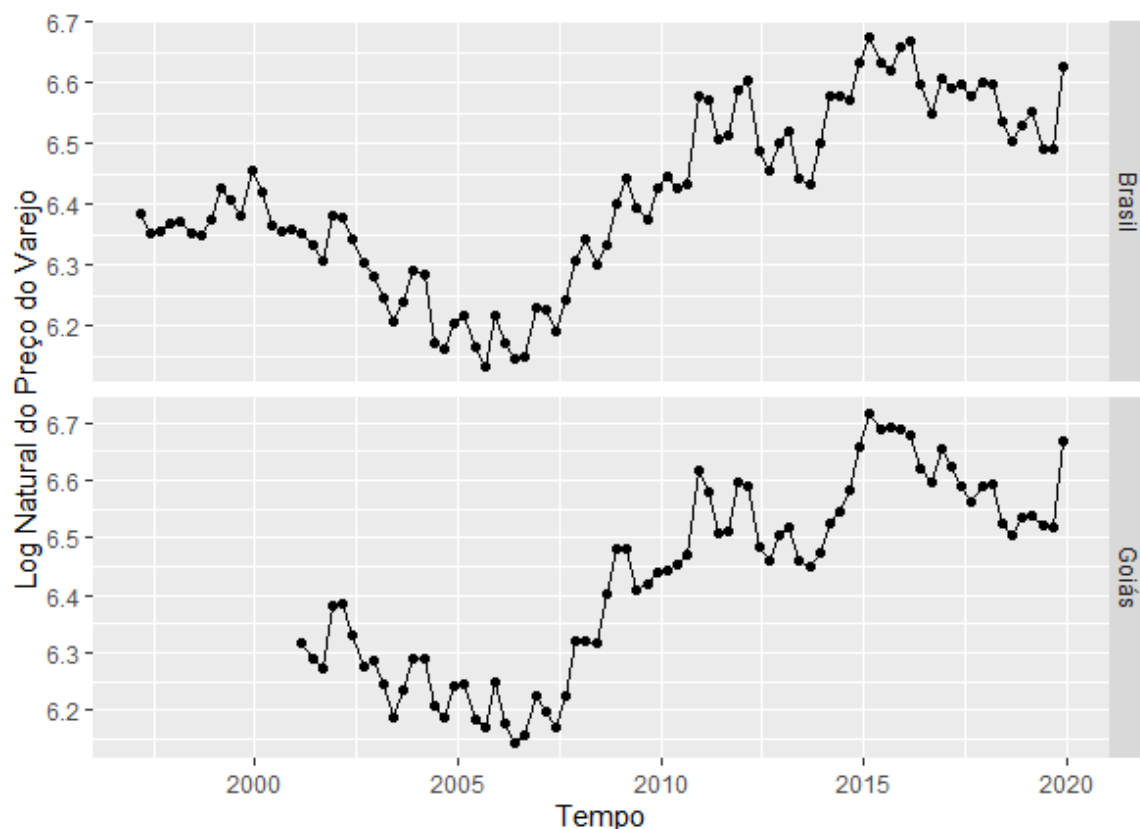


Figura 3.6: Preços do Varejo: log natural dos preços do varejo: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: Sidra/IBGE (2022).

A Figura 3.7 mede a evolução do estoque animal, isto é, do tamanho do rebanho bovino nacional e estadual, é possível notar que, apesar do aumento observado tanto para estado de Goiás e para o Brasil, percebe-se que, a partir de 2010, o crescimento do rebanho

brasileiro tem apresentado um movimento mais desacelerado de crescimento que o do estado de Goiás, que se manteve crescente, enquanto o Brasil ficou aparentemente estável. É possível notar que a volatilidade também é maior no estado, uma vez que o formato do U observado entre os anos de 2013 a 2017, com vale em 2015, foi mais pronunciado para o estado de Goiás que para o Brasil.

É importante notar que tanto a nível nacional, quanto a nível estadual, o estoque bovino acompanhou a renda interna (0,772 para o Brasil e 0,854 para Goiás), sendo mais forte a nível estadual, o que pode ser um indicativo da relevância do setor para o estado.

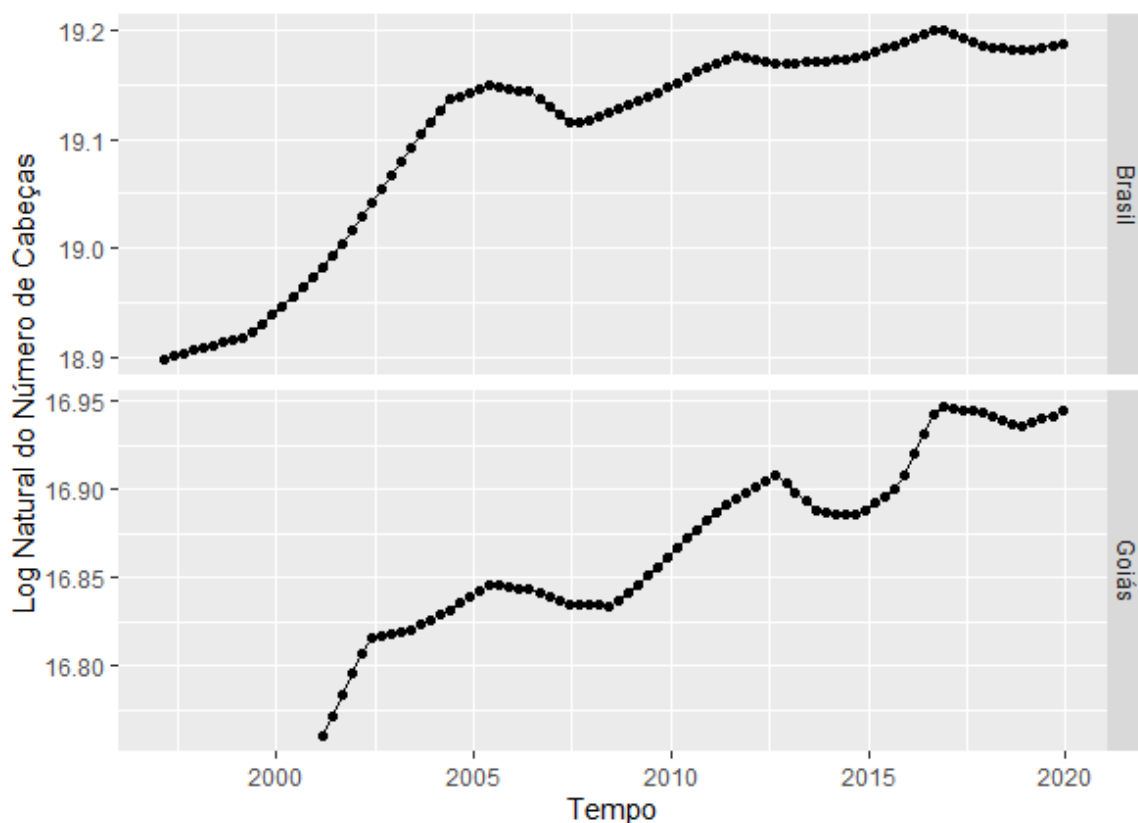


Figura 3.7: Estoque Animal: log natural do número de cabeças de gado bovino: Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: Sidra/IBGE (2022).

A Figura 3.8 mostra os resultados de emissões de gases do efeito estufa convertidos para a métrica de carbono equivalente (CO₂e), isto é, uniformiza as emissões dos diferentes gases emitidos pela produção de gado de corte (como CO₂ e CH₄) em torno do seu potencial de mudanças climáticas.

Os resultados são bastante parecidos para o Brasil e para o estado de Goiás, entretanto, embora exista um período de estabilidade nas emissões tanto a nível nacional quanto a nível local observado entre os anos de 2005 e 2015, existe uma alta de emissões

após esse período, nos dois níveis, mas de modo mais expressivo para as emissões estaduais. Esse rápido crescimento, entre os anos de 2015 e 2017, principalmente, vem sendo substituído por uma nova estabilidade.

Em termos gerais, a correlação entre o nível nacional e o estadual foi bastante alta (0,84). É importante observar também que a série das emissões segue, aproximadamente, o movimento anterior, observado na Figura 3.7, do tamanho do rebanho, entretanto, essa correlação é bem mais forte para o Brasil, 0,884, que para o Goiás, 0,653.

Nota-se, por fim, que o ritmo de crescimento das emissões no estado foi de 0,18% ao trimestre, enquanto o do crescimento do rebanho foi de 0,20% ao trimestre (elasticidade de 0,9), já para o Brasil, as emissões cresceram 0,25 % ao trimestre, e o estoque cresceu 0,31% ao trimestre (elasticidade de 0,8).

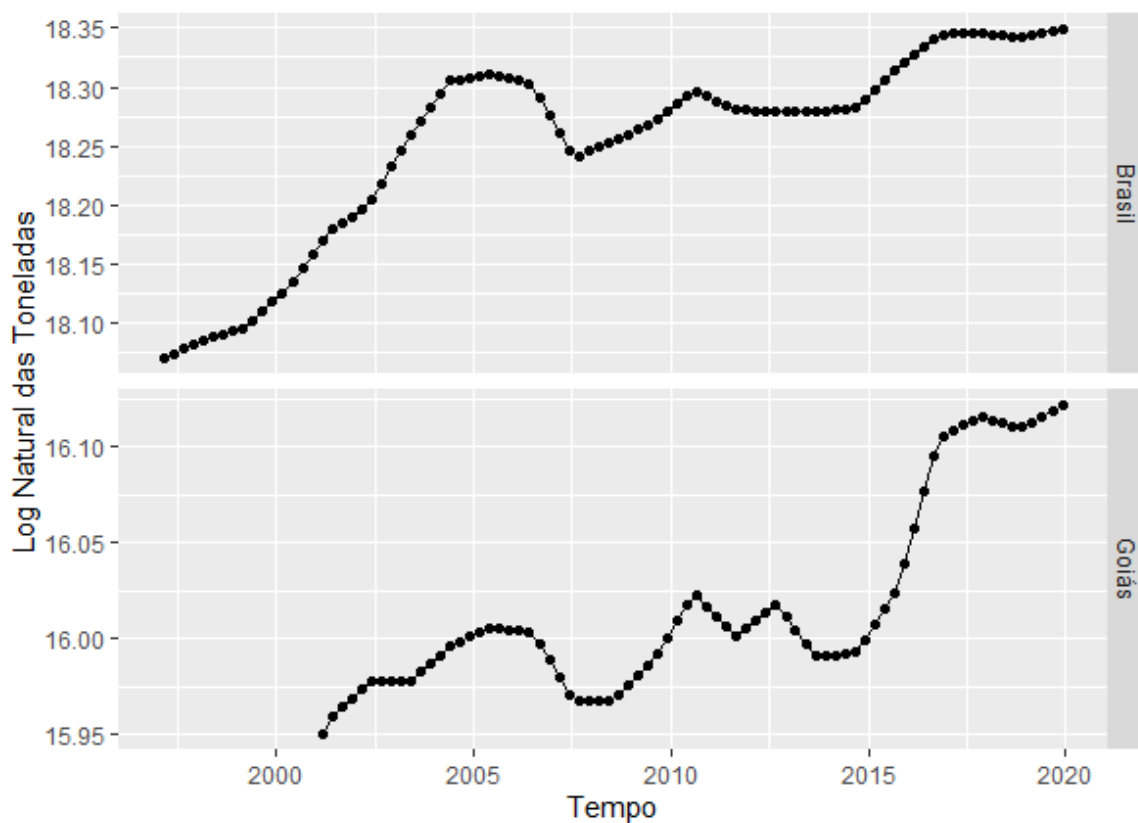


Figura 3.8: Emissões: log natural das emissões equivalentes (em termos de potencial de mudanças climáticas) de CO₂e (em toneladas): Brasil (1997-2019) e Goiás 2001-2019.

Fonte: SEEG (2022)

3.1 Funções de Impulso-Resposta para o Caso Brasileiro

Para análise da função impulso-resposta do modelo estimado, um choque não antecipado das emissões nas exportações (Figura 3.9) provoca um considerável aumento das exportações até cerca do terceiro semestre, após esse período, a variável decai até ser absorvida antes do décimo terceiro semestre. O aumento da quantidade de emissões pode estar diretamente associado ao aumento de unidade animal (rebanho). Ou seja, uma elevação das exportações se dará via aumento de excedente (conforme definido no modelo proposto, equação 2.14) e esse maior número de animais, que pode ocorrer via confinamento visando o rápido ganho de peso animal, resulta numa elevação das emissões.

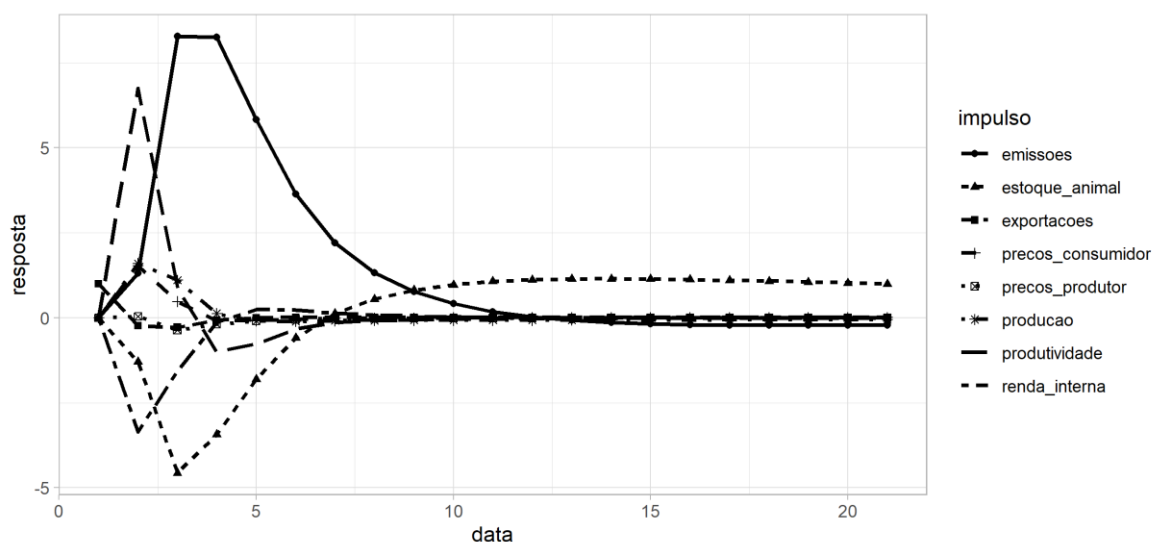


Figura 3.9: Função Impulso-Resposta das Exportações Brasileiras aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Corroborando os resultados de Lima (2018) e Silva Neto e Bacchi (2014) o impacto do estoque animal decresce as exportações cerca de quatro desvios padrões até o terceiro trimestre, após esse período, o impacto do estoque é ascendente.

Um choque exógeno na variável de preços ao consumidor eleva as exportações em um desvio padrão até o segundo trimestre e logo é absorvido, o aumento dos preços internamente leva aos consumidores a diminuírem o consumo de carne bovina em um primeiro momento e disponibilizando maior quantidade para ser exportada. A carne bovina tem como substitutos a de frango e de suíno, logo, possui uma elasticidade-preço da demanda alta, o que torna a substitutibilidade por parte do consumidor mais fácil.

Quanto ao choque não antecipado nos preços ao produtor sobre as exportações é pequeno, provocando brevemente uma diminuição e sendo absorvido no terceiro trimestre, indicando que os preços ao produtor não se caracterizam como um determinante das exportações. Isso pode ser explicado pelas características da cadeia produtiva da bovinocultura de corte, na produção bovina existem três fases da criação do boi: cria, recria e engorda. É comum que cada fase da produção seja realizada em diferentes estabelecimentos, de forma que apenas os estabelecimentos especializados na etapa de engorda possuem possibilidades mais concretas de entregar o animal diante de aumento dos preços ao produtor com objetivos de exportá-lo.

O impacto do choque na produção eleva as exportações até o terceiro trimestre em cerca de um desvio padrão, após esse período se observa a absorção do choque passando por um pequeno decréscimo.

Nota-se que o choque na variável produtividade chega a um pico de exportações logo no segundo trimestre. Um aumento na produtividade diminui o tempo de ganho de peso dos animais e possibilita um maior volume. Até ser absorvido, o choque da produtividade chega a decrescer as exportações em menos de um desvio padrão e é absorvido em meados do sétimo trimestre.

Um choque inesperado na renda tem a capacidade de diminuir as exportações até o quarto trimestre, visto que um aumento na renda interna possibilita que os consumidores nacionais aumentem seu consumo de carne bovina e diminua a quantidade disponível para se exportar. Carbonari e Silva (2012) demonstram que a demanda de carne bovina possui alta elasticidade-renda indicando que elevações na renda apresenta efeitos consideráveis no aumento do consumo da carne bovina.

Com relação às respostas na produção, a Figura 3.10 mostra a variação da produção bovina diante dos choques das variáveis incluídas no modelo. Um retrocesso no padrão ambiental levando um aumento nas emissões provoca um aumento na produção até meados do quarto trimestre e cai até alcançar valores negativos entre o sexto e sétimo trimestre. Considerando que um aumento nas emissões é gerado por um aumento de animais, o aumento de produção pode estar associado a uma piora na alimentação animal diminuindo os custos possibilitando uma expansão inicial da produção, porém a piora da alimentação é capaz de diminuir a produtividade e, conseqüentemente, a produção. Além disso, uma elevação das emissões pode estar associada a um maior tempo para o abate em virtude de uma pior alimentação, conforme mencionado anteriormente.

A Figura 3.10 demonstra que o choque com maior efeito sobre a produção é o estoque animal visto que a produção é derivada deste. Observa-se que se inicia com um alta e o segundo trimestre, após esse período, se segue uma baixa decorrente ao ciclo de abate como argumenta Silva Neto (2011), e em seguida atinge o pico entre o quinto e décimo trimestre.

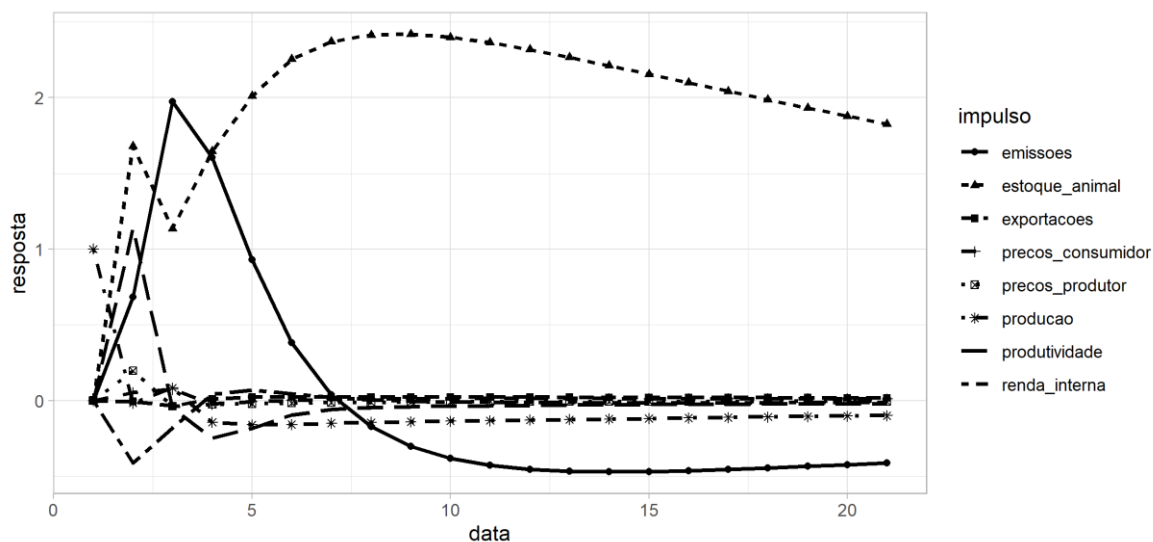


Figura 3.10: Função Impulso-Resposta da Produção Brasileira aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

As exportações apresentam pouca variação sobre o produto, decaindo menos de 1 desvio padrão em torno do segundo trimestre e logo sendo absorvido. Para a série referente aos preços ao consumidor, conclui-se que não há variações significativas. Os preços do produtor provocam uma leve variação positiva na produção e são incorporados antes do quinto trimestre. Choque do produto sobre o produto alcança o pico período inicial de cerca 1 desvio padrão e é absorvido antes do quinto trimestre. A produtividade provoca aumento na produção inicialmente, mas se reverte antes do quinto semestre e é absorvido, mas em termos gerais a produção tem um excedente.

Por fim, um choque positivo na renda interna pode exercer uma pressão sobre o produto bovino, elevando os preços e diminuindo a quantidade produzida no curto prazo, após esse período se inicia um ajustamento em que a produção passa a ser positiva até que os efeitos do choque sejam absorvidos.

Para as emissões, representada na Figura 3.11, o choque antecipado de maior impacto são as próprias emissões, no período inicial se observa as emissões aumentam 1 desvio padrão e entra em queda atingindo valores negativos. Um choque exógeno positivo no

estoque animal eleva o nível de emissões, pois existe a proporcionalidade entre emissões e estoque, conforme explicitado sobre o impacto do aumento do rebanho bovino sobre as demais variáveis.

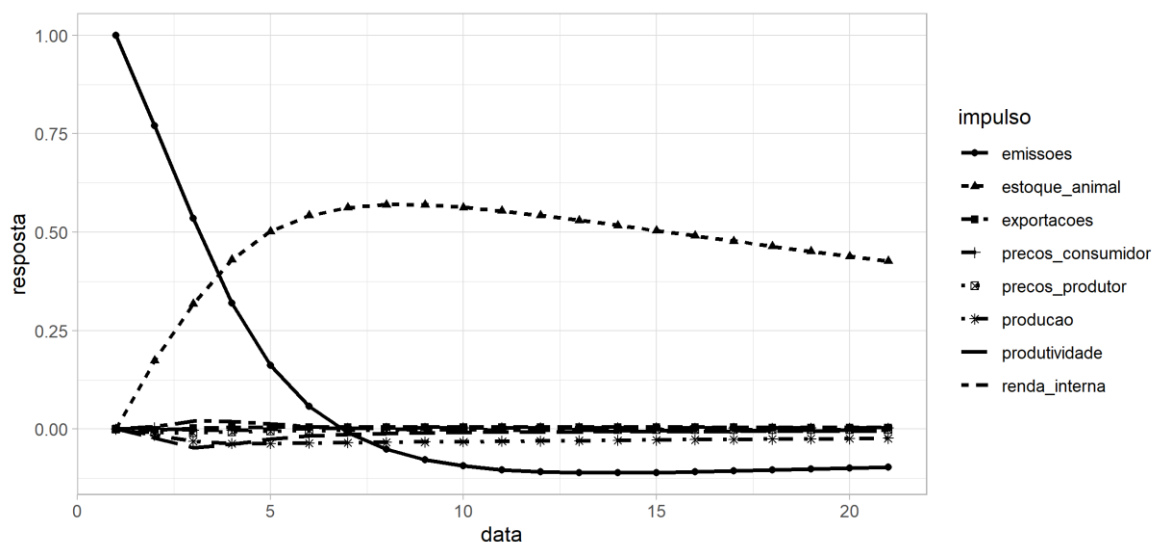


Figura 3.11: Função Impulso-Resposta das Emissões da Bovinocultura de Corte Brasileiras aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota-se que os impactos dos choques nas exportações, preços ao consumidor, preços aos produtores e produção não afetam de forma relevante as emissões. A produtividade provoca uma diminuição nas emissões entre o primeiro e sexto trimestre até se estabilizar, tal acontecimento pode estar relacionado com uma melhoria na alimentação ocasionando diminuição da ruminação e, conseqüentemente, das emissões realizadas pelos animais. Observa-se um efeito positivo nas emissões até o quinto trimestre com o aumento da renda interna, após esse período a variável volta ao estágio estacionário.

A elevação das emissões causa uma diminuição considerável dos preços ao consumidor, como pode ser visto na Figura 3.12, até em torno do sétimo trimestre, que como já mencionado pode ser explicado pela principal variável que causa o aumento nas emissões, que é o rebanho. Logo, um aumento na quantidade de estoque de animais aumenta a oferta e isso tende a reduzir os preços. Posteriormente se nota um aumento na variável ligada aos preços, acredita-se que essa mudança nas emissões possa ser causada pela piora na alimentação animal diminuindo os custos de alimentação, e os preços, porém após um período a baixa produtividade é capaz de aumentar os preços.

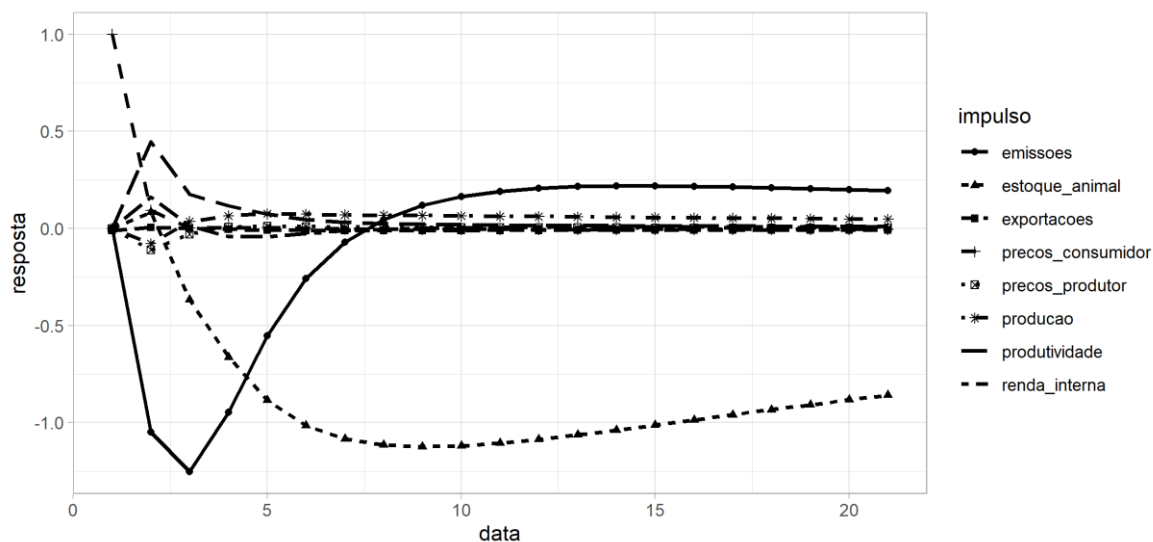


Figura 3.12: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Consumidores Brasileiros aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Outro choque que se revelou importante na análise dos preços ao consumidor foi o do estoque animal, que tem a capacidade de criar uma resposta de lenta absorção nos preços ao consumidor, indicando que, nacionalmente, o aumento do rebanho bovino tem a capacidade de reduzir o custo de aquisição da carne pelos consumidores finais. Ao considerar o tamanho do rebanho brasileiro, um aumento de cerca de 1%, por exemplo, se refere a mais de 2 milhões de cabeças.

Diante de um choque exógeno positivo, a produtividade tem potencial de aumentar o preço ao consumidor, embora esse impacto seja inferior ao observado em um choque no estoque animal. O que pode explicar esse impacto é que a variável produtividade está ligada ao aumento de peso do animal em um tempo mais curto. Logo, o que pode estar ocorrendo é que diante de um cenário favorável, os agentes confinam animal e isso reduz a oferta momentânea de carne o que eleva os preços no varejo.

De forma menos expressiva é possível perceber que a variável de renda interna teria um impacto positivo sobre os preços ao consumidor, o que reforça a identificação do consumo de carne enquanto bem superior.

Um último choque que pode ser observado com impacto relevante sobre os preços ao consumidor é o da própria variável, indicando que não existe um processo inercial ligado ao preço da carne bovina a nível nacional.

Quanto a Figura 3.13, da resposta dos preços aos produtores, entende-se que mudanças nas práticas pecuárias associadas à uma queda dos padrões ambientais, equivale

a um choque positivo nas emissões e também estaria associado a um aumento dos preços recebidos ao produtor pelo modelo, embora seja possível perceber uma redução posterior dos mesmos, indicando um processo de absorção do choque original. Em termos gerais, é possível perceber que além do impacto das emissões, o impacto do estoque animal também tem o potencial de aumento dos preços recebidos pelos produtores. Ambas as variáveis se comportam de forma oposta em relação ao que acontece no caso dos preços ao consumidor para dados do Brasil.

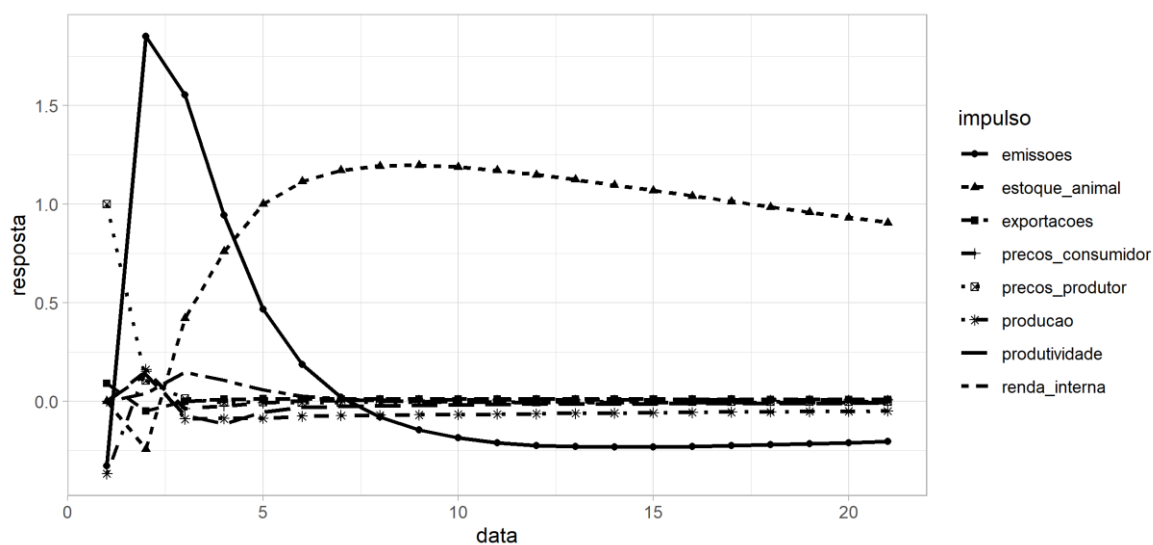


Figura 3.13: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Produtores Brasileiros aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na análise da sua função de impulso e resposta também é possível perceber uma rápida absorção de um choque na própria variável, reforçando que a trajetória de preços (tanto para os consumidores quanto para os produtores) não apresenta um padrão de inflação inercial. No caso dos preços aos produtores também é possível distinguir, ainda que de forma sutil (menos de 0,25 desvio-padrão), o impacto da variável renda interna sobre os preços recebidos pelos produtores, que tem a capacidade de gerar um aumento nesse preço.

A análise da renda interna na Figura 3.14 apresenta 3 impulsos de interesse: o das emissões, o do estoque animal, e o da produtividade. O caso de maior impacto, capaz de reduzir a renda interna em até um desvio-padrão e meio seria o das emissões, com um forte impacto negativo sobre a variável de interesse, a compreensão por trás desse resultado pode ser a de que um choque positivo de emissões pode representar um retrocesso produtivo em sentido mais amplo, indicando uma ruptura com as condições de produção atuais em favor

de um padrão de baixa rentabilidade, ou melhor, essa relação inversa entre emissões e renda pode ser entendida de forma oposta. Um aumento da renda estaria relacionado com elevação da demanda por carne resultando em melhora de preços, diante das melhoras no preço, a remuneração da atividade pecuária tende a aumentar induzindo mudanças no manejo e redução das emissões.

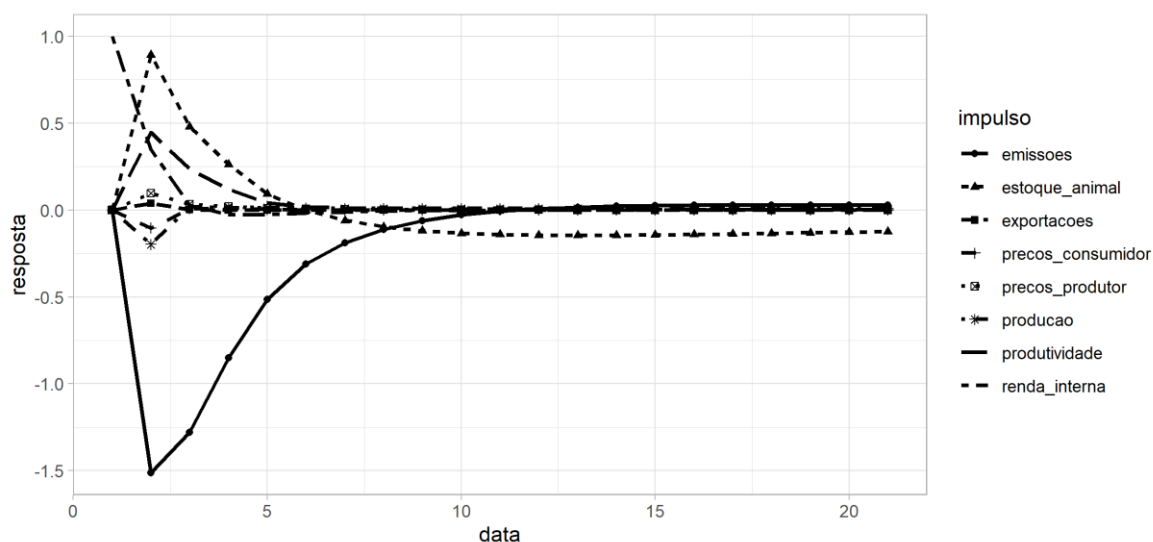


Figura 3.14: Função Impulso-Resposta da Renda Interna Brasileira aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Essa interpretação é reforçada com as trajetórias de resposta frente aos impulsos de estoque animal e de produtividade, ambos com efeitos iniciais positivos, embora seja possível observar uma posterior absorção desse primeiro momento positivo no caso do estoque animal com uma reversão para um impacto negativo, embora menos substancial.

O que a análise da renda interna demonstrou foi a importância da produção com elevada produtividade e baixas emissões para a economia brasileira, de modo que é importante evitar o avanço da produção em áreas associadas à baixa produtividade e elevado potencial de emissões (como a pecuária extensiva na Amazônia).

Em relação ao estoque animal observada na Figura 3.15, apenas é possível distinguir respostas marcantes de 3 impulsos iniciais: da produção, das emissões e do próprio estoque. Inicialmente, um choque de emissões, equivalente ao retrocesso da produção ou expansão da pecuária de baixa produtividade (extensiva), por exemplo, teria um impacto negativo nos estoques, que seria lentamente absorvido. De forma oposta, a produção teria um impacto

positivo, embora bastante tímido, sobre os estoques, mas que pode indicar que pressões de corte podem ter efeitos marginais de aumento dos estoques bovinos nacionalmente.

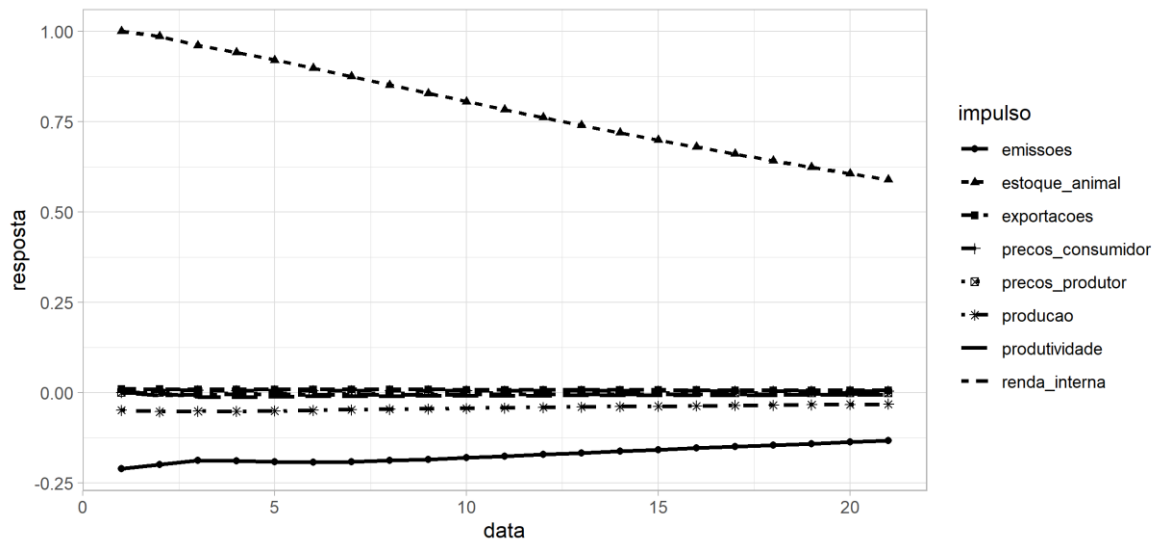


Figura 3.15: Função Impulso-Resposta do Estoque Animal de Bovinos Brasileiro aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Finalmente, a análise da própria variável, de modo bastante distinto ao que vinha acontecendo, mostra um choque positivo com uma lenta absorção, o que pode ter como explicação a característica da série de estoque, que foi transformada de valores anuais para valores trimestrais, e não apresenta um padrão de variação tão rápido quanto às demais.

A variável de produtividade na Figura 3.16, que vem se mostrando importante enquanto impulso, tem algumas respostas de interesse: a própria produtividade, as emissões e o estoque animal. É importante destacar que a produtividade foi medida pelo peso médio da carcaça.

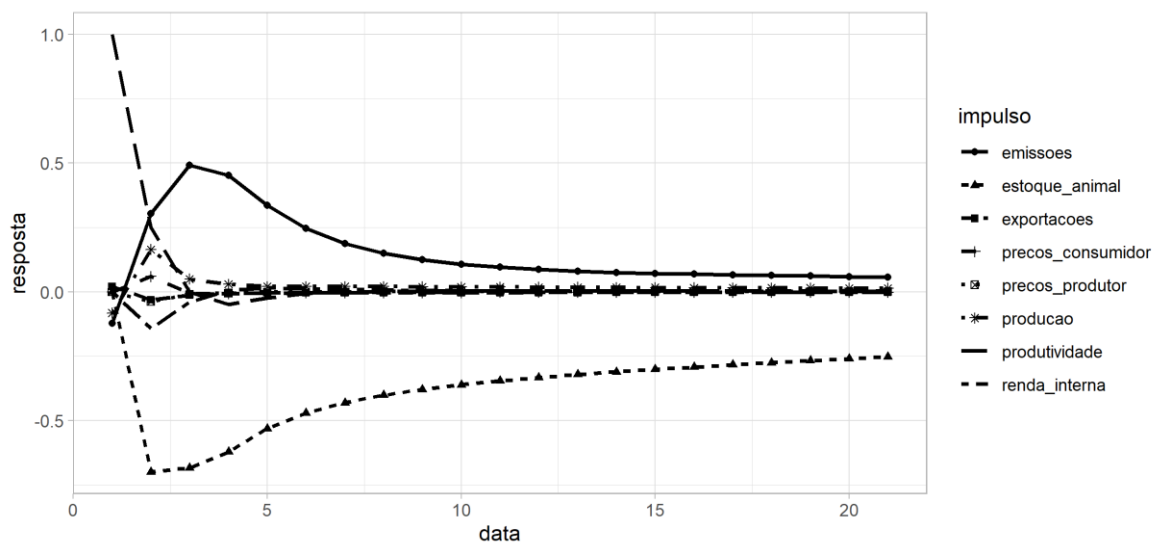


Figura 3.16: Função Impulso-Resposta da Produtividade da Bovinocultura Brasileira aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se que existe uma rápida absorção dos choques de produtividade, indicando que mudanças abruptas de produtividade têm um papel menos relevante no debate da produção pecuária bovina no Brasil que uma trajetória de aumento da mesma. Tal afirmação é reforçada pelas tendências que a produtividade assume a partir de choques de emissões e de estoque animal (rebanho). É importante perceber que o aumento das emissões tem potencial de aumento da produtividade, entretanto, se esse aumento estiver associado a uma expansão do rebanho, o mais provável é que se chegue a um cenário de menor produtividade.

Esse resultado indica que o caminho viável para interpretação de que um choque positivo das emissões ocasionaria um aumento de produtividade seria relacionado ao uso de determinados tipos de suplementação que aceleram o ganho de peso com baixa digestibilidade, isto é, que não seja relacionado ao padrão extensivo de produção, onde para se alcançar a mesma produção de carne de um manejo que utiliza suplementação é necessário um rebanho maior.

Dessa forma, isso reforça a existência de mais de um sistema produtivo no país, e salienta a necessidade de afastamento de um padrão extensivo de produção, em especial no Bioma Amazônico, onde o aumento dos rebanhos está fortemente relacionado à mudança no uso do solo.

3.2 Impulso-Resposta para o Caso do Estado de Goiás

Com relação ao estado de Goiás, observa-se que os choques com efeitos mais duradouros sobre as exportações, observados na Figura 3.17, seriam as emissões e o estoque animal, que, de forma ampla, correspondem ao perfil produtivo da bovinocultura de corte no estado, uma vez que revelam o tamanho e o padrão tecnológico do sistema produtivo em Goiás. O aumento das emissões e do estoque animal na forma de um choque teriam impactos negativos sobre as exportações, o que pode estar relacionado, provavelmente, a uma redução da qualidade. Essa análise se deve, em especial pelo efeito observado da produtividade sobre as exportações, que tende a ter um aumento inicial, uma breve reversão, e um novo aumento, indicando ganhos reais de exportações frente a choques de produtividade.

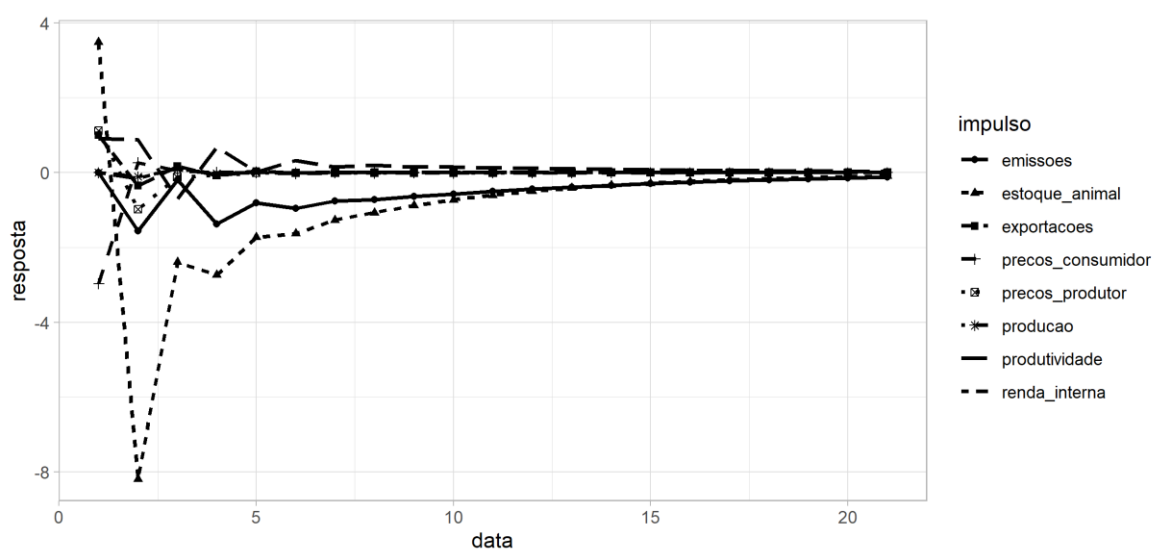


Figura 3.17: Função Impulso-Resposta das Exportações do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Já no caso da produção, Figura 3.18, existem dois efeitos iniciais positivos que podem ser considerados como fontes importantes a curto e médio prazo, que seriam os choques na produtividade e nos preços ao produtor, identificando que tanto os ganhos ligados à melhoria na qualidade da produção (medida pelo peso médio da carcaça) quanto da apreciação da carne bovina (uma vez que se trata de preços relativos), teriam a capacidade de aumentar a produção.

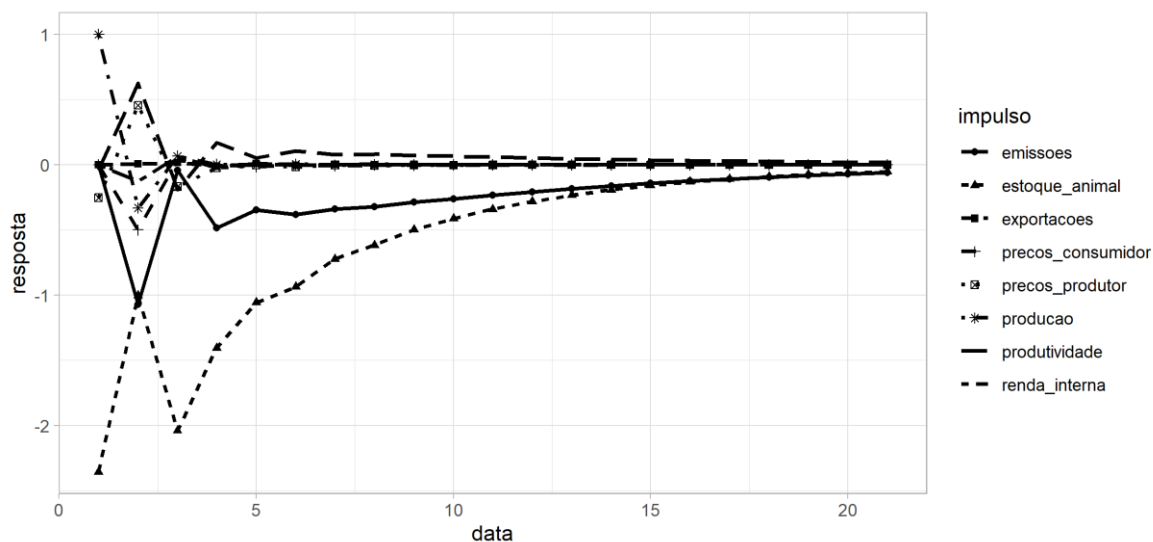


Figura 3.18: Função Impulso-Resposta da Produção do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Aqui, entretanto, efeitos de longo prazo estariam mais fortemente atrelados ao padrão produtivo da bovinocultura de corte no estado, uma vez que emissões e estoque animal possuem um perfil mais duradouro, com choques de impacto negativo, tal qual nas exportações. Esse pode ser um indicativo de que a escolha por uma trajetória de aumento de rebanho com perfil produtivo de elevado impacto sobre o meio ambiente é um caminho que deve ser evitado, e que se deve buscar um aumento da produtividade aliado à redução das emissões, o que pode ser feito especialmente com a inclusão de dietas de ganho elevado de peso com boa digestibilidade (redução das emissões de metano), e com confinamento para o manejo adequado dos dejetos animais. No limite, o uso de sistemas integrados, que tem potencial para redução das emissões enquanto permite a expansão e aceleração da engorda do rebanho e melhor sinalização da qualidade da carne produzida, com potencial para aumento dos preços recebidos pelos produtores, seriam um padrão ideal a ser perseguido com base nas funções de impulso resposta sobre a produção do estado.

A resposta das emissões aos choques nas demais variáveis (Figura 3.19) revelam algumas trajetórias de importante análise, principalmente das próprias emissões, do estoque animal, das exportações da produção e dos preços ao produtor.

Em primeiro lugar, o choque negativo de maior interesse é o da produtividade, como esse choque tem efeito de redução das emissões, indicando que caminhos para aumento da produtividade no estado estão orientados, em parte, para a mitigação dos impactos ambientais da bovinocultura de corte em Goiás. Comparativamente aos resultados nacionais,

o impacto da produtividade sobre as emissões é muito mais expressivo, indicando que o estado está mais propenso a aproveitar tecnologias que reduzam suas emissões de GEE que o conjunto do país.

De modo contrário, exportações, renda interna e preços ao consumidor tem o potencial de aumentar as emissões em caso de aumentos repentinos em seus valores. Isso se deve às pressões de demanda, fato que acende um alerta quando se fala em uma possível transição sustentável no setor na região, uma vez que não são inesperados nem incomuns aumentos de demanda interna e externa sobre a demanda de carne.

Finalmente, os choques mais duradouros estão ligados ao padrão produtivo do Estado, tendo as próprias emissões e o estoque animal impacto positivo sobre as emissões, esse é um indicativo de que aumentos repentinos do rebanho não estão coerentes com a melhora do meio ambiente, e que se deve pensar uma trajetória para o aumento desse rebanho que esteja ligada à redução das emissões, para evitar uma trajetória de elevado impacto ambiental na produção da bovinocultura de corte no estado de Goiás.

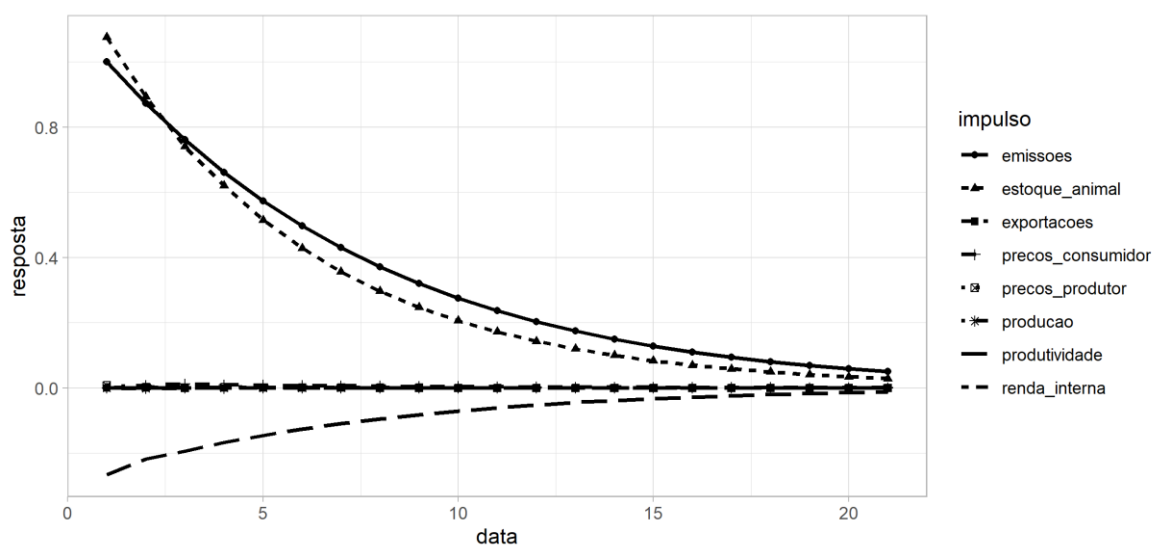


Figura 3.19: Função Impulso-Resposta das Emissões da Bovinocultura de Cortado Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Em primeiro lugar, o único choque negativo de maior interesse é o dos preços ao produtor, como esse choque tem efeito de redução das emissões, e por se tratar de preços reais (relativos), existe um indicativo de que a produção com menores emissões apresenta potencial para aumentar os ganhos aos produtores, ou, na ordem apresentada pelo gráfico, quando existe uma pressão de forte alta nos preços, a tendência é a de que a produção tome um viés de menores impactos ambientais.

De modo contrário, exportações e produção têm o potencial de aumentar as emissões em caso de aumentos repentinos em seus valores. Isso se deve às pressões de demanda, fato que acende um alerta quando se fala em uma possível transição sustentável no setor na região, uma vez que não são inesperados nem incomuns aumentos de demanda interna e externa sobre a demanda de carne.

Finalmente, os choques mais duradouros estão ligados ao padrão produtivo do Estado, tendo as próprias emissões e o estoque animal impacto positivo sobre as emissões, esse é um indicativo de que aumentos repentinos do rebanho não estão coerentes com a melhora do meio ambiente, e que se deve pensar uma trajetória para o aumento desse rebanho que esteja ligada à redução das emissões, para evitar uma trajetória de elevado impacto ambiental na produção da bovinocultura de corte no estado de Goiás.

Percepções sobre o aumento da produção e das exportações nos primeiros períodos podem ocorrer pelo movimento da cadeia produtiva da bovinocultura que necessitam de energia para o seu funcionamento liberando emissões de gases do efeito estufa na atmosfera.

No caso dos preços ao consumidor, Figura 3.20, poucas trajetórias apresentam efeito marcante. Alguns de interesse seriam, os preços ao consumidor e ao produtor, que tem uma resposta imediata, indicando que existe uma rápida transmissão entre ambos. Além dos preços, existe uma resposta negativa dos preços ao consumidor em relação ao aumento das exportações, esse impacto está fora do escopo do presente trabalho, e poderia ser mais bem investigado em pesquisas futuras. Finalmente, o estoque animal tem efeitos positivos nos preços ao consumidor, embora bastante reduzido, pode ser um indicativo de que, historicamente, alguns aumentos repentinos de estoque tenham sido repassados ao consumidor na forma de preços mais altos por conta de um menor número de abates.

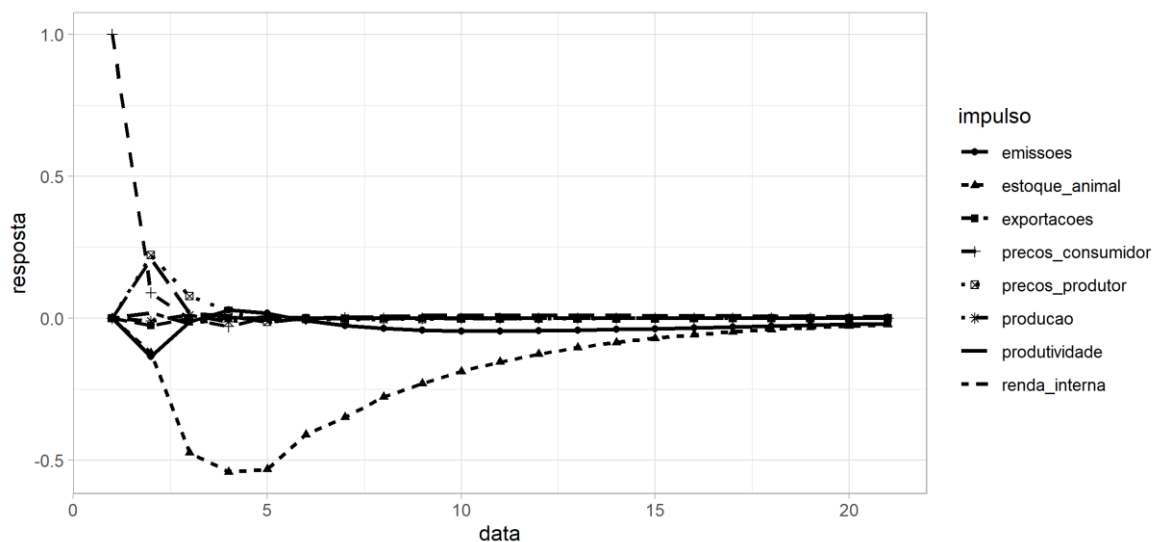


Figura 3.20: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Consumidores do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Com relação aos preços ao produtor, Figura 3.21, uma observação importante pode ser feita é de que não existe um mecanismo de transmissão dos preços ao consumidor sobre os preços ao produtor, diferente do caso anterior. Além disso, existe um efeito positivo das exportações sobre os preços ao produtor, um indicativo de que a maior parte do aumento dos preços relativos vem da percepção externa sobre a qualidade da carne. Aqui, também é possível perceber, ainda que em escala bastante reduzida, o impacto do padrão produtivo (emissões e estoque animal), com efeito negativo e duradouro sobre os preços ao consumidor, reforçando a percepção de que é necessário produzir de forma sustentável para que seja viável identificar a carne bovina do estado do Goiás como um bem superior.

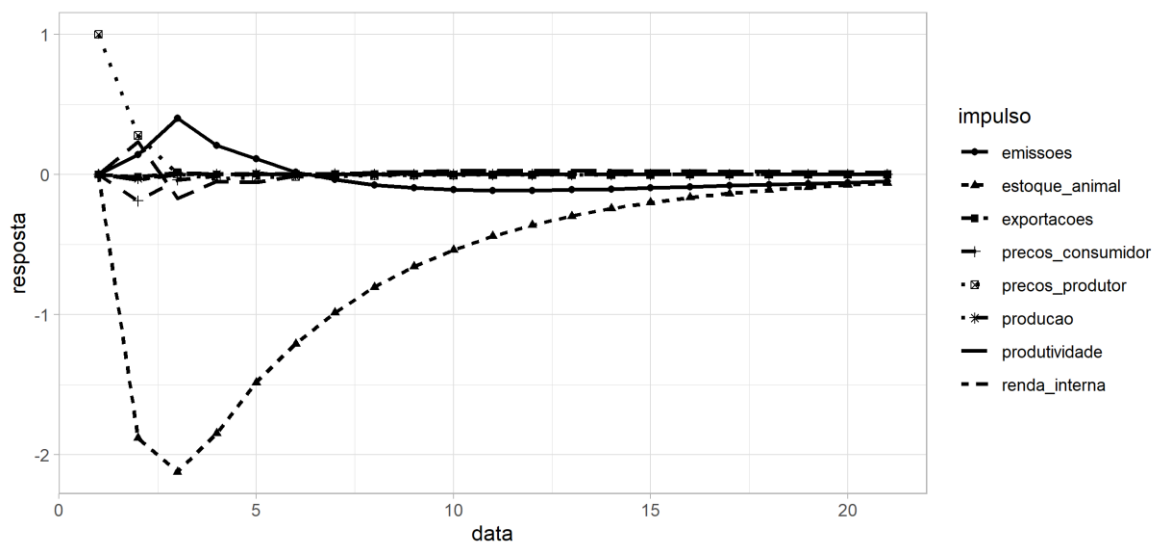


Figura 3.21: Função Impulso-Resposta dos Preços aos Produtores do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Com relação aos preços ao produtor, uma observação importante pode ser feita é de que não existe um mecanismo de transmissão dos preços ao consumidor sobre os preços ao produtor, diferente do caso anterior. Além disso, existe um efeito positivo das exportações sobre os preços ao produtor, um indicativo de que a maior parte do aumento dos preços relativos vem da percepção externa sobre a qualidade da carne. Aqui, também é possível perceber, ainda que em escala bastante reduzida, o impacto do padrão produtivo (emissões e estoque animal), com efeito negativo e duradouro sobre os preços ao consumidor, reforçando a percepção de que é necessário produzir de forma sustentável para que seja viável identificar a carne bovina do estado do Goiás como um bem superior.

A variável renda interna, Figura 3.22, não tem grandes variações sendo causadas por choques nas demais variáveis do modelo. Entretanto, alguns movimentos podem ser analisados, choques nas exportações e na produção têm efeitos opostos, com as exportações representando uma redução seguida de uma recomposição, enquanto a produção representa um aumento seguido de reversão na renda interna, caso ambos os choques estejam ligados é esperado que o efeito sobre a renda seja pouco perceptível.

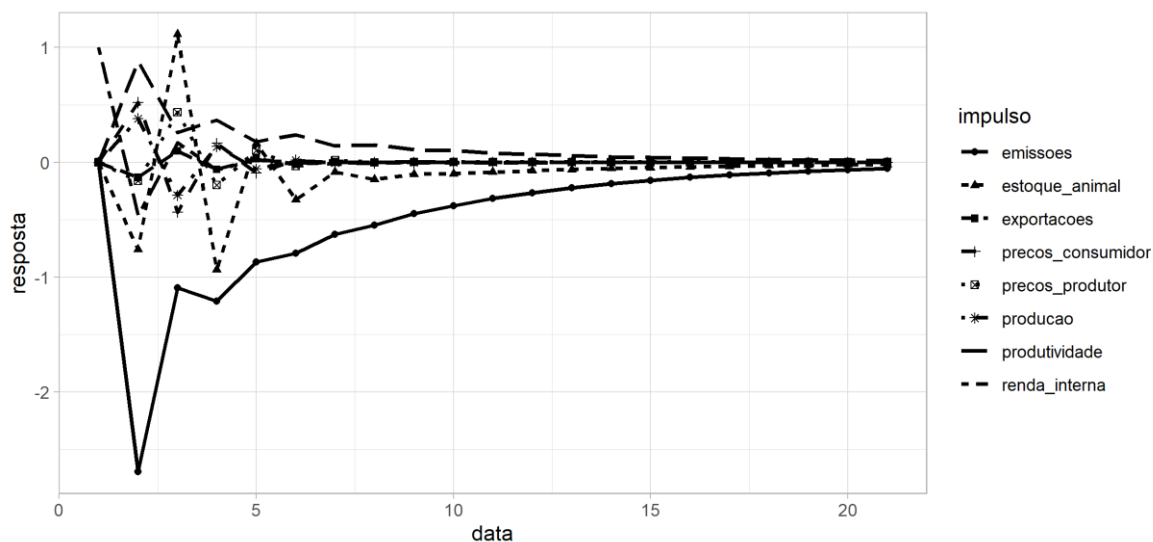


Figura 3.22: Função Impulso-Resposta da Renda Interna do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Um efeito preponderantemente positivo é observado somente como efeito de choques nos preços ao produtor, o que reflete uma absorção dos maiores ganhos com comercialização da carne por parte do estado (uma vez que se utilizou a arrecadação estadual como aproximação para renda interna). Esse resultado é importante por demonstrar que o estado tem a ganhar em termo de receitas com a valorização do preço real ou relativo de venda da carne no estado.

O caso do estoque animal, observado na Figura 3.23 de forma diferente do que acontece a nível nacional, recebe os impactos de estoque e de emissões da mesma forma, positiva. Esse é um indicativo de que o aumento do rebanho com as mesmas condições anteriores tem sido um padrão no estado. Desse ponto de vista é preciso avançar em medidas que viabilizem o aumento do rebanho com a redução das emissões. Isto indica que as duas trajetórias caminham de forma parecida, e levantam a discussão de que é preciso incentivar uma transição sustentável ligada ao aumento do rebanho do estado, para que ele possa ser acompanhado de redução das emissões.

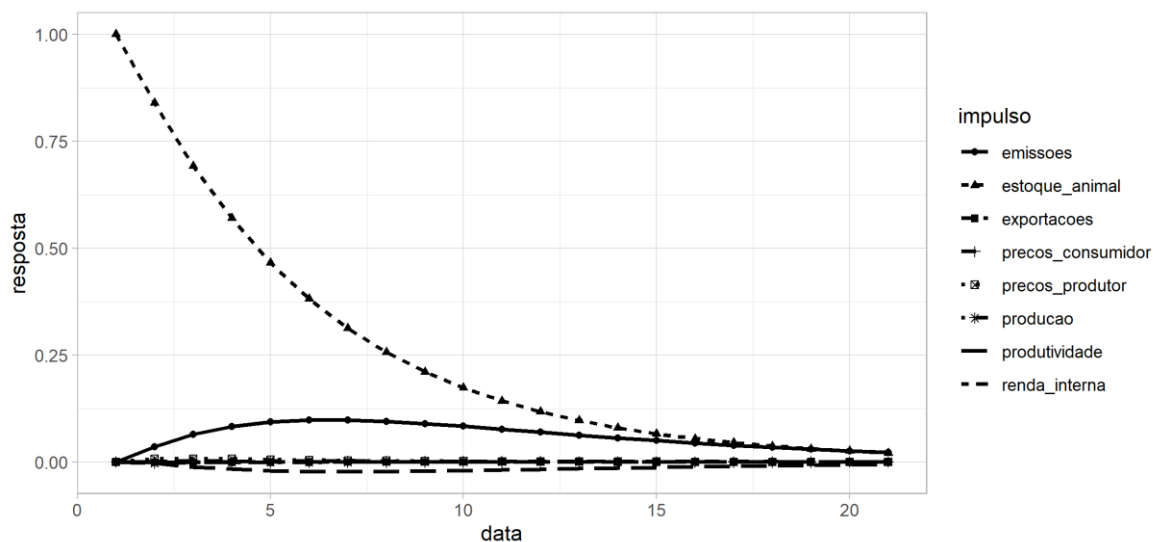


Figura 3.23: Função Impulso-Resposta do Estoque Animal de do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Além desses dois efeitos, também tem impacto positivo, embora em escala bem inferior, às exportações, indicando que a perspectiva de aceleração das exportações tem efeitos positivos sobre os rebanhos do estado. Por outro lado, as variáveis de renda interna, preços ao consumidor e produtividade representam choques que diminuem, embora de forma bastante branda, os estoques animais.

Finalmente, a resposta da produtividade, Figura 3.24, apresenta um comportamento muito parecido com relação aos choques na própria produtividade, no estoque animal, nas emissões, e na renda interna, que tem uma rápida absorção a partir de um efeito inicial positivo. Os preços ao consumidor, por outro lado, causam um efeito também positivo, mas que demora um pouco mais para se refletir em ganhos de produtividade. Essa consideração pode reforçar que, em determinados cenários, principalmente para dar resposta à demanda interna, a produtividade (peso médio da carcaça) pode aumentar com o uso de técnicas de engorda de baixa digestibilidade e aumento de emissões, como visto nos resultados da matriz de relações contemporâneas e função de impulso resposta das emissões no estado.

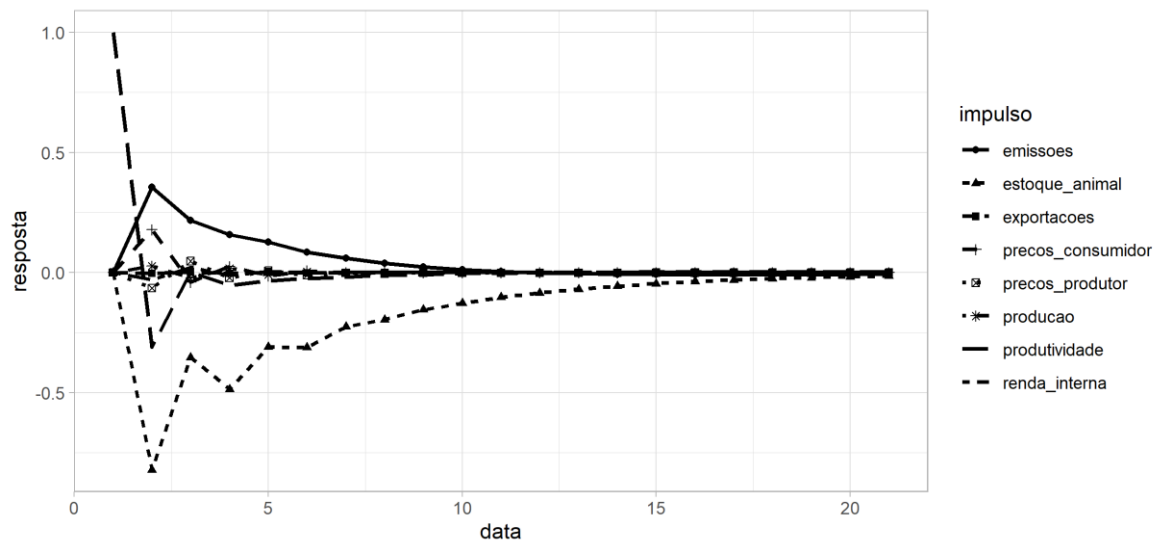


Figura 3.24: Função Impulso-Resposta da Produtividade da Bovinocultura do Estado de Goiás aos choques das variáveis do modelo.

Fonte: Resultados da Pesquisa.