

TENDÊNCIAS NA DEMANDA DE TERRAS PARA A PECUÁRIA E SEUS IMPACTOS NO DESMATAMENTO ENTRE OS ANOS DE 2008 E 2022

TRENDS IN DEMAND FOR LAND FOR LIVESTOCK FARMING AND THEIR IMPACTS ON DEFORESTATION BETWEEN THE YEARS 2008 AND 2022

Willian dos Santos Flores

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
willian.flores008@academico.ufgd.edu.br

Jonathan Gonçalves da Silva

Professor Adjunto da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
jonathandasilva@ufgd.edu.br

Roselaine Bonfim de Almeida

Professora Associada da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
roselainealmeida@ufgd.edu.br

Leandro Vinícios Carvalho

Professor Adjunto da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
leandrocarvalho@ufgd.edu.br

Grupo de Trabalho (GT): GT04. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo

Este estudo buscou analisar as possíveis relações entre a demanda por terras pela atividade pecuária e seus preços no Brasil de abril de 2008 a junho de 2023, mais especificamente no bioma Amazônia. Com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), Comexstat e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), investiga-se a demanda de terras para a pecuária através da análise da estatística descritiva verificando o comportamento do desmatamento, do abate de boi, da exportação de gado e da taxa de exportação. Considerando as hipóteses na literatura, foi verificado se o aumento nos preços do boi gordo que podem ser influenciados pelo câmbio ou exportação e estar associada ao aumento de demanda de terras no mesmo período em que são registrados aumento no desmatamento. Os resultados mostram uma distribuição assimétrica do desmatamento, indicando concentração em certas regiões, levantando preocupações sobre impactos desiguais. No abate bovino observou-se estabilidade, mas também disparidades regionais. Em relação à exportação de bovinos mostra dependência de mercados específicos. A taxa de câmbio apresenta estabilidade, mas eventos excepcionais podem afetá-la, destacando a importância de políticas que considerem sua volatilidade. Os achados corroboram estudos anteriores sobre tendências de aumento na demanda por terras para pastagens e ressaltam a sensibilidade do desenvolvimento econômico à gestão sustentável dos recursos naturais, exigindo estratégias adaptativas e diferenciadas em políticas públicas e empresariais para um crescimento econômico equilibrado.

Palavras-chave: Agropecuária; Soja; Bovino; Exportações; Desmatamento.

Abstract

This study sought to analyze the possible relationships between the demand for land due to livestock farming and its prices in Brazil from April 2008 to June 2023, more specifically in the Amazon biome. With data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), IBGE Automatic Recovery System (SIDRA), Comexstat, and the National Institute for Space Research (INPE), the demand for land for livestock farming is investigated through the analysis of descriptive statistics, verifying the behavior of deforestation, cattle slaughter, cattle exports, and the export rate. Considering the hypotheses in the literature, it was verified whether the increase in cattle prices, which can be influenced by exchange rates or exports, is associated with an increase in demand for

land in the same period in which an increase in deforestation is recorded. The results show an asymmetrical distribution of deforestation, indicating concentration in certain regions, raising concerns about unequal impacts. In cattle slaughter, stability was observed, but also regional disparities. In relation to cattle exports, it shows dependence on specific markets. The exchange rate is stable, but exceptional events can affect it, highlighting the importance of policies that consider its volatility. The findings corroborate previous studies on increasing trends in demand for land for pastures and highlight the sensitivity of economic development to the sustainable management of natural resources, requiring adaptive and differentiated strategies in public and business policies for balanced economic growth.

Key words: Agriculture; Soy; Bovine; Exports; Logging.

1. Introdução

A economia e a segurança alimentar de muitos países dependem das atividades agropecuárias, que também desempenham um papel importante no contexto global. Como o Brasil está entre os líderes globais na produção agropecuária, esse setor ganha ainda mais importância. Como resultado de suas extensas terras férteis e clima favorável, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas, com participação de 24,8% no PIB nacional em 2022 (Cepea, 2023).

A economia agropecuária do Brasil também depende significativamente do abate bovino, contribuindo não apenas para aumentar as oportunidades de emprego e o fluxo de capital para o exterior, mas também fazendo do país um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, estando em segundo maior em produção e primeiro em exportação em 2022 (COMEX STAT, 2022; USDA, 2023).

O dinamismo produtivo da pecuária brasileira permitiu que o país se tornasse um importante *player* no comércio internacional. Assim, as exportações agropecuárias representam uma parte significativa da balança comercial brasileira, sendo 48,59% em 2023 no mensal acumulado do ano (COMEX STAT, 2024). A exportação de produtos agropecuários para o exterior fortalece a posição do país como um dos principais atores do comércio global de *commodities* agropecuárias, além de estimular a economia (Grytz e Guero, 2023).

A comercialização internacional das *commodities*, por sua vez, é afetada pelas flutuações das taxas cambiais que tem um impacto significativo na concorrência dos produtos agropecuários brasileiros nos mercados globais. As flutuações nas taxas cambiais podem afetar diretamente os preços dos produtos exportados, moldando as condições de comércio exterior (Nugroho *et al.*, 2021).

Considerando a extensão de sua cobertura florestal, o Brasil assume um papel relevante na preservação ambiental, sendo essencial para combater os efeitos das mudanças climáticas. Nesse contexto, é fundamental que o país mantenha seus biomas seguros, evitando o avanço da fronteira agrícola. A redução das taxas de desmatamento contribui para a preservação dos biomas da Amazônia e do Cerrado, mas também ajuda a estabilizar o clima local e global (Rajão *et al.*, 2020).

A complexidade está em entender como esses elementos interagem e influenciam a demanda por terras, contribuindo para o desmatamento. Essa análise deve considerar o crescimento econômico e a preservação ambiental. Assim, é fundamental identificar elementos que podem influenciar a demanda por terras.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo investigar se a relação existente entre a demanda de terras para a atividade pecuária no Brasil e os preços dessas terras no Bioma Amazônia, no período de 2008 a 2022. Mais especificamente, pretende-se analisar a evolução da demanda por terras e dos preços recebidos pela atividade agropecuária, da taxa de câmbio e desmatamento. Para isso, serão estabelecidas análises de estatísticas descritivas que permitam identificar uma eventual relação entre o desmatamento e o abate bovino, suas exportações e a

taxa de câmbio. Assim, serão analisadas essas possíveis relações e como a demanda por esses produtos pode desencadear pressões por novas áreas de vegetação natural.

Este trabalho está estruturado em seis seções, começando com esta primeira, sendo a introdução. Na segunda seção será feita uma breve discussão sobre a relação entre a atividade pecuária e o desmatamento no Brasil. Na terceira seção será apresentada a metodologia utilizada para obter os dados e realizar a análise da estatística descritiva. Na quarta seção estão os resultados dos levantamentos e discussão com propostas alternativas para avançar na eficácia da política pública em prol da redução do desmatamento sem reduzir a produtividade. E, por fim, na quinta seção está a apresentação das considerações finais.

2. Revisão de literatura

Para manter sua resiliência, a atividade agropecuária têm enfrentado e estabelecido questões de preservação ambiental em todo o mundo. Um objetivo importante é combater as alterações climáticas, que afetam a produtividade. Contudo, para atingir esse objetivo, seria necessário reduzir a expansão agrícola, ou seja, aumentar a intensidade da atividade pecuária em terras já consolidadas (Gomez-Zavaglia; Mejuto e Simal-Gandara, 2020; Pereira e Viola, 2020).

Globalmente, estima-se que a pecuária seja responsável pela maioria das emissões de gases de efeito estufa (GEE), incluindo o impacto das mudanças no uso da terra em que há o desmatamento para conversão das áreas em pastagens ou culturas de grãos que sirvam de matérias-primas para rações (Harrison *et al.*, 2021; Souza Jr *et al.*, 2020). A mudança de uso da terra se constitui como principal atividade ligada às mudanças climáticas no Brasil quando o assunto é emissões totais de gases de efeito estufa. A expansão agrícola, por sua natureza, envolve a mudança de floresta para pastagens ou plantio de outras culturas, como a soja (Xu *et al.*, 2021). Portanto, é preciso estar atento para as motivações que levam o produtor rural a mudar seu processo produtivo.

É relevante destacar que a atividade agropecuária desempenha diversas funções que conectam a comunidade ao ambiente natural. Essas funções abrangem instalações ecológicas, tais como paisagem, turismo, lazer e fornecimento de matérias-primas não alimentares. A expansão agropecuária pode impactar negativamente essas funções, pois requer a modificação desses *habitats* naturais. Além disso, os preços dos produtos podem incentivar outros produtores a buscar essa expansão, visando alcançar lucros mais expressivos (Balmford, 2021; Rehman *et al.*, 2021).

As pesquisas das dinâmicas agropecuárias como as relações entre a demanda de terras para produção de bovinos, seus preços e o nexo de crescimento econômico pela perspectiva da contribuição desta atividade tanto no PIB não são recentes (Bowman *et al.*, 2012; Strassburg *et al.*, 2014). Isto se deve, também, ao importante papel que o agronegócio tem nas exportações, gerando divisas que contribuem para a viabilidade de políticas essenciais que ofereçam desenvolvimento ao país (Oliveira *et al.*, 2022).

No entanto, a literatura está centrada especialmente na relação de causalidade e destaca a relação entre exportação e crescimento econômico com enfoque na exportação de carne, animais vivos e couro (Temesgen, 2022), outros estudos avaliam o impacto da taxa de câmbio (Thaba *et al.*, 2023) e, também as interações dinâmicas de curto prazo sobre o preço das *commodities* (Ribeiro e Coelho, 2020).

Neste sentido, há uma necessidade de identificar se existem fatores que tornam a expansão agrícola persistente, como por exemplo o preço das *commodities*, pois pode ser possível que quanto maior o preço maior a demanda por terras (Daioglou *et al.*, 2020). Esta análise pode permitir uma melhor compreensão dos impulsionadores da expansão agrícola e,

talvez, facilitar a formulação de estratégias políticas mais eficazes para mitigar seus impactos ambientais.

2.1 Papel da Pecuária no Desmatamento no Brasil

A pecuária desempenha um papel significativo no desmatamento no Brasil, como visto em diversos estudos que apresentam indícios de que os preços recebidos pela atividade pecuária têm impacto direto na abertura de novas áreas de pastagens (Vale *et al.*, 2022; Zu Ermgassen *et al.*, 2020). Ao analisar dados relevantes sobre os preços praticados nesse setor, é possível compreender melhor como tais condições econômicas podem desencadear o processo de expansão das pastagens e, conseqüentemente, de desmatamento.

No contexto da pecuária brasileira, o preço médio do boi gordo possui uma tendência geral de alta ao longo dos anos desde 1997 com variações anuais mais acentuadas pós crise de 2008, sendo mais consistente de 2014 a 2016 quando os preços mais que dobraram. Os preços também diminuíram em 2005, 2006 e 2018. Em 2023 o preço, em média, diminuiu em comparação a 2022, então uma possível reversão da tendência de alta ou uma flutuação natural do mercado (Cepea, 2023b).

Durante esse intervalo, ocorreram mínimas históricas no sistema de alerta de desmatamento na Amazônia Brasileira em 2012. No entanto, no período em que os preços do boi gordo dobraram, observou-se um aumento significativo no número de alertas de desmatamento entre 2014 e 2016. Além disso, posteriormente, houve uma redução no período de 2018, coincidindo com uma diminuição nos preços dessa mesma *commodity*. Essa correlação pode sugerir uma possível relação entre os movimentos de preço do boi gordo e os níveis de desmatamento (Imazon, 2023; INPE, 2023).

Quando se considera a interconexão dos preços das *commodities* com o comércio exterior, observa-se as exportações e a taxa de câmbio como variáveis fundamentais. A exportação de carne bovina apresentou uma trajetória ascendente de 2000 a 2007, seguida por uma gradual diminuição até atingir o ponto mais baixo em 2011. Posteriormente, retomou uma nova curva de crescimento. Notavelmente, o ano de menor exportação coincidiu com a menor taxa de câmbio nominal e real desde 2000, ambos ocorrendo um ano antes da menor quantidade de alertas de desmatamento registrada em 2012. Esses padrões indicam uma possível correlação entre uma taxa de câmbio mais baixa, redução nas exportações, diminuição na produção destinada à exportação e uma menor expansão da fronteira agrícola para a produção pecuária (BCB, 2023; Conab, 2023).

Isso poderia levantar a hipótese de haver uma redução na produtividade, porém quando consultado a evolução da área de pastagens e a produtividade, após 2008 a produtividade de arroba por hectare por ano subiu mais de 30% e o uso de área de pastagens reduziu em cerca de 10%. Deste modo, há indícios de que seria possível a manutenção ou crescimento da produção pecuária sem expansão da fronteira agrícola (Marangoni, 2023).

Além dos dados de preços, é essencial examinar o impacto econômico mais amplo da relação pecuária-desmatamento. A compreensão desses aspectos é importante para identificar os mecanismos pelos quais a atividade pecuária contribui para o desmatamento e como as políticas podem ser direcionadas para mitigar esses impactos negativos.

A análise desses dados permite uma compreensão mais profunda de como os incentivos econômicos influenciam as decisões dos produtores rurais em relação à expansão das áreas destinadas à pecuária (Greenwood, 2021).

3. Metodologia

O Brasil é uma escolha estratégica para o estudo, pois é um dos principais atores globais na produção agropecuária, sendo um caso emblemático para o estudo das interações entre a atividade agropecuária e o desmatamento, isso, devido às extensas terras férteis e à forte economia agrícola do país. Além disso, a Região Amazônica, que compreende uma grande parte do território brasileiro, é uma das áreas mais afetadas pelo desmatamento (Brovelli; Sun e Yordanov, 2020; Terrabrasilis, 2023). Isso enfatiza a importância de entender as variáveis que causam esse fenômeno.

O desmatamento foi escolhido para esta pesquisa porque é um indicador da pressão exercida sobre os ecossistemas florestais do Brasil e demanda por terras. É fundamental compreender como isso se conecta com a produção e exportação de bovinos, influenciando esse fenômeno a determinada taxa de câmbio. O abate bovino foi preferido à produção de outras culturas porque representa estágio mais avançado da cadeia produtiva e têm um impacto mais direto na agropecuária e na pastagem.

Já as razões para a escolha do período de abril de 2008 a junho de 2023 começam pelo fato deste período abranger momentos importantes na economia brasileira da agropecuária e do meio ambiente, incluindo ciclos de expansão e políticas ambientais. Além disso, as opções eram limitadas porque não havia dados mensais ou trimestrais disponíveis fora deste período quando consideradas as variáveis escolhidas. Como resultado, o período escolhido oferece uma janela adequada para examinar as tendências de longo prazo.

As fontes de dados foram selecionadas com base em sua reputação de confiabilidade e abrangência, visando fornecer informações precisas e detalhadas para uma análise abrangente das interações entre as variáveis escolhidas, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Fontes de dados selecionadas.

Fonte de Dados	Descrição	Cobertura
IBGE	Fornecer informações detalhadas sobre a população e a economia do Brasil.	Nacional
SIDRA	Oferece uma quantidade significativa de dados sobre variáveis importantes, como o abate bovino.	Nacional
COMEXSTAT	Fornecer informações confiáveis e abrangentes sobre estatísticas de exportações.	Internacional
INPE	Fornecimento de uma visão precisa das mudanças na cobertura florestal do Brasil, incluindo dados de desmatamento.	Nacional
Banco Central do Brasil	Disponibiliza dados sobre o câmbio mensal.	Nacional
Sistema de Alerta de Desmatamento do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)	Fornecer alertas de desmatamento na Amazônia.	Regional (Amazônia)

Fonte: elaborado pelos autores.

Esta pesquisa utilizou apenas dados de fontes públicas e devidamente documentadas, garantindo a conformidade com os padrões éticos e legais aplicáveis à pesquisa científica.

É importante ressaltar que este estudo está sujeito a algumas limitações, como a disponibilidade de dados específicos e a complexidade de isolar completamente os efeitos de cada variável sobre o desmatamento.

Para o tratamento dos dados foi inicialmente utilizado o *software* Excel. Para demonstrar as eventuais interfaces entre as variáveis desmatamento, abate bovino, exportação e câmbio, utilizou-se o programa Eviews 12 versão de estudante para a estatística descritiva e para identificar as médias, medianas, máximas, mínimas, desvios-padrão, e testar *skewness*, *kurtosis*, Jarque-Bera e probabilidade.

Após a reunião destas informações foram feitas análises estatísticas descritivas que estarão apresentadas e discutidas na seção de resultados.

4. Resultados e Discussão

Na seção de resultados, são apresentadas análises detalhadas das variáveis de interesse, incluindo desmatamento (DEF), abate bovino (CS), exportação de bovinos (CEXP) e taxa de câmbio (EXCR). A Tabela 1 oferece uma visão geral dessas variáveis, apresentando medidas de tendência central, dispersão, forma de distribuição e normalidade que fornecem uma compreensão da distribuição geral dos dados. Além disso, as estatísticas de forma de distribuição e os testes de normalidade são utilizados para avaliar a adequação das distribuições dos dados às hipóteses de normalidade. Essas análises proporcionam *insights* sobre a natureza dos dados e orientam interpretações mais profundas sobre as relações entre as variáveis investigadas.

Tabela 1 - Estatística Descritiva das Variáveis

	DEF (km ²)	CS (cabeças)	CEXP (cabeças)	EXCR (taxa)
MÉDIA	237,28	2.541.505	1.617.061	3,20
MEDIANA	171,00	2.537.898	1.205.889	3,16
MÁXIMO	972,00	3.043.310	8.821.881	5,82
MÍNIMO	0,00	1.937.990	8.028	1,57
DESVIO PADRÃO	234,12	215.063,80	1.530.174	1,31
ASSIMETRIA	1,132	0,17	1,64	0,47
CURTOSE	3,97	2,90	6,48	1,89
JARQUE-BERA	59,60	0,94	173,49	15,93
PROBABILIDADE	0,00	0,63	0	0,00
SOMA	43.185,75	4,63E+08	2,94E+08	582,19
SOMA QUADRADOS DOS DESVIOS	9.920.844,00	8,37E+12	4,24E+14	312,13
OBSERVATIONS	182	182	182	182

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados apresentados na Tabela 1 oferecem uma análise estatística descritiva das variáveis de interesse, incluindo desmatamento (DEF) em quilômetros quadrados, abate bovino (CS) em número de cabeças, exportação de bovinos (CEXP) em número de cabeças e taxa de câmbio (EXCR). As medidas estatísticas fornecidas incluem a média, mediana, máximo, mínimo e desvio padrão, que oferecem uma compreensão da distribuição central e dispersão dos dados. Além disso, os valores de assimetria e curtose indicam a forma da distribuição dos dados, enquanto o teste de Jarque-Bera e sua probabilidade associada avaliam a normalidade dos dados. A soma total e a soma dos quadrados dos desvios são fornecidas para cada variável,

destacando a magnitude absoluta das observações e a dispersão em relação à média. Esses dados são baseados em 182 observações e foram compilados pelos autores para fornecer uma visão abrangente das características das variáveis analisadas.

Considerando as medidas de tendência central (média e mediana), dispersão (máximo, mínimo, desvio padrão), forma de distribuição (assimetria e curtose) e normalidade (teste de Jarque-Bera, tem-se:

- a. Desmatamento mensal médio de 237,28 km², com uma mediana de 171, indicando uma distribuição assimétrica positiva (*skewness* = 1,13) e uma cauda mais longa à direita (*kurtosis* = 3,97). O teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese de normalidade ($p < 0,05$), sugerindo uma distribuição não normal;
- b. O abate bovino mensal médio foi de 2.541.505 cabeças totais, com uma mediana de 2.537.898, indicando uma distribuição quase simétrica (*skewness* = 0,17) e moderadamente leptocúrtica (*kurtosis* = 2,90). O teste de Jarque-Bera não rejeita a hipótese de normalidade ($p > 0,05$), sugerindo uma distribuição mais próxima da normalidade;
- c. A média de exportação de bovino é 1.617.061, com uma mediana de 1.205.889, indicando uma distribuição assimétrica positiva (*skewness* = 1,64) e uma cauda mais longa à direita (*kurtosis* = 6,48). O teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese de normalidade ($p < 0,05$), indicando uma distribuição não normal; e
- d. A média da taxa de câmbio é 3,20, com uma mediana de 3,16, indicando uma distribuição quase simétrica (*skewness* = 0,47) e moderadamente leptocúrtica (*kurtosis* = 1,89). O teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese de normalidade ($p < 0,05$), sugerindo uma distribuição não normal.

O desmatamento apresenta uma distribuição assimétrica positiva, sugerindo uma concentração de valores mais altos. Esse padrão pode indicar atividades de desmatamento mais intensas em determinadas regiões. A rejeição da normalidade levanta preocupações sobre a possibilidade de uma distribuição desigual dos impactos ambientais.

É importante salientar que a alta variabilidade dos valores de desmatamento mensal podem, também, estar associados à impossibilidade de satélites anteriores a 2014 conseguir penetrar coberturas de nuvens em estações chuvosas, entre novembro e abril (Leite-Filho; De Souza Pontes e Costa, 2019; Raunig, 2023). Ainda assim, estes resultados vão ao encontro de outros que sugerem haver esta distribuição e, portanto, favorece a estimação dos padrões da dinâmica da mudança de uso da terra em cenários que sugere que pastagens – demanda por terras para a produção de gado – possuem tendência de aumento, que levaria à perda de área florestal durante a evolução futura tanto de cenários otimistas quanto de pessimistas (Silva *et al.*, 2020).

Em relação ao abate bovino, a distribuição quase simétrica sugere uma relativa estabilidade nas operações, como já foi percebido em outros trabalhos que estudaram a expansão da indústria do gado desde a origem da cadeia de suprimentos até o risco de desmatamento devido à exportação (Vale *et al.*, 2022; Zu Ermgassen *et al.*, 2020). No entanto, a amplitude significativa entre o valor mínimo e máximo aponta para a existência de disparidades regionais ou setoriais na demanda por terras. A normalidade nos dados é encorajadora, indicando uma possível maior previsibilidade nas práticas de abate.

A exportação de bovinos exibe uma concentração em valores mais altos e uma cauda mais longa, possivelmente indicando alta dependência de mercados específicos, como exemplificado pela China dobrando os valores de importação de carne bovina do Brasil em

2021-2022 (Comex Stat, 2022). A não normalidade dos dados ressalta a importância de estratégias flexíveis diante de variações extremas nas exportações

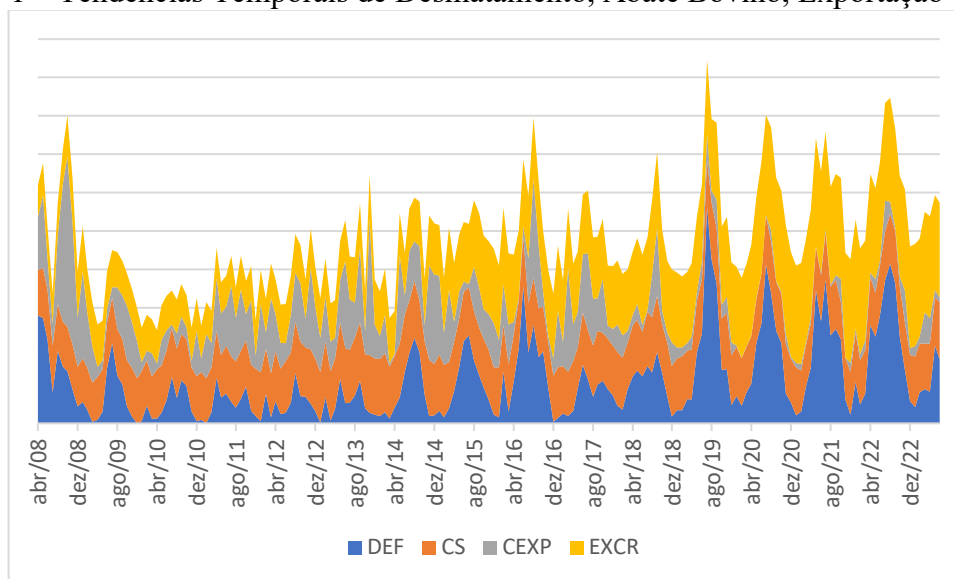
A taxa de câmbio exibe uma distribuição quase simétrica, sugerindo uma relativa estabilidade. A rejeição da normalidade indica a presença de eventos excepcionais que podem afetar a taxa de câmbio no Brasil, como a crise do *subprime* em 2008 (Diniz-Maganini; Rasheed e Sheng, 2021), o *impeachment* presidencial brasileiro em 2016 (Schincariol e Yeros, 2019), a COVID-19 em 2020 (Njindan Iyke, 2020) e a guerra da Ucrânia em 2021 (Chortane e Pandey, 2022; Michail, 2021). Isso destaca a importância de políticas que considerem a volatilidade nas taxas de câmbio ao planejar estratégias econômicas permitindo maior previsibilidade de demanda por terras afetadas por essa variável.

A interconexão entre esses indicadores destacam a sensibilidade do desenvolvimento econômico à gestão sustentável dos recursos naturais. O desmatamento, quando há demanda por terras, emerge como um ponto crítico, exigindo estratégias para mitigar seus efeitos negativos na biodiversidade e na qualidade do solo.

A presença de assimetrias e distribuições não normais em várias variáveis destaca a complexidade do cenário. Estratégias de desenvolvimento sustentável devem ser adaptativas, considerando não apenas as médias, mas também a variabilidade extrema.

O Gráfico 1 traz estes mesmos dados em um formato de tendências temporais do desmatamento, abate bovino, exportação de bovinos e taxa de câmbio. Para elaborar o gráfico multivariável verificando se há uma tendência entre os picos os valores, foram normalizados os valores para que estivessem dispostos de forma equalizada.

Gráfico 1 – Tendências Temporais de Desmatamento, Abate Bovino, Exportação e Câmbio



Fonte: elaborado pelos autores.

É possível identificar certas correlações nos picos, sendo que a taxa de câmbio seguido pelo pico das exportações, porém não necessariamente estão vinculados aos picos de abate bovino, ou desmatamento. Ainda assim, o momento que precede o aumento no abate bovino registra certo aumento no desmatamento, ainda que não seja o pico.

Porém, considerando os testes de correlação, tem-se a Tabela 2:

Tabela 2 – Testes de correlação linear entre as variáveis

Variáveis	Valores	Correlação Linear
Desmatamento e Abate Bovino	0,07398189	Positiva, muito fraca
Desmatamento e Exportação de Bovinos	-0,1784453	Negativa, fraca
Desmatamento e Taxa de Câmbio	0,4189167	Positiva, moderada
Abate Bovino e Exportação de Bovinos	0,11031955	Positiva, muito fraca
Abate Bovino e Taxa de Câmbio	-0,0815179	Negativa, muito fraca
Exportação de Bovinos e Taxa de Câmbio	-0,459962	Negativa, moderada

Fonte: elaborada pelos autores.

Considerando inicialmente as correlações muito fracas, baseando-se somente a partir do teste de correlação linear, não seria possível afirmar que o aumento do abate bovino seria impulsionado pela taxa de câmbio, pela taxa de exportação ou, ainda, que seria capaz de causar aumento do desmatamento.

E, considerando a relação fraca, o aumento do desmatamento, em geral, acontece junto de uma ligeira diminuição da exportação de bovinos, e vice-versa.

Por outro lado, as correlações lineares moderadas apontam que a medida que a taxa de câmbio aumenta a exportação de bovinos diminui, porém neste cenário o desmatamento tende a diminuir.

Portanto, não é possível afirmar diretamente se existe uma relação entre a demanda por terras e atividade pecuária. No entanto pode-se inferir indiretamente que a expansão da atividade pecuária, que demanda por terras para criação de gado, pode estar relacionada ao desmatamento para a abertura de áreas para pastagens.

Os dados sugerem a necessidade de abordagens diferenciadas em políticas públicas e estratégias empresariais, visando ao desenvolvimento econômico equilibrado e sustentável. A compreensão detalhada desses padrões estatísticos é essencial para informar decisões que busquem o equilíbrio entre crescimento econômico e preservação ambiental.

6. Considerações finais

Este estudo se propôs a investigar as interações entre o desmatamento, o abate bovino, a exportação de bovinos e a taxa de câmbio, com o intuito de compreender melhor os padrões e as tendências que influenciam a demanda por terras na atividade pecuária no Brasil. Através de uma análise cuidadosa dos resultados, foi possível alcançar os objetivos propostos e gerar *insights* significativos indicando que a demanda por terras pode ser influenciada pela atividade pecuária, mas a relação não é direta e simples.

Os resultados obtidos revelaram padrões interessantes sobre as relações entre essas variáveis. Identificou-se que o desmatamento apresenta uma distribuição assimétrica positiva, indicando uma concentração de atividades mais intensas em determinadas regiões, o que destaca a necessidade premente de políticas eficazes de conservação ambiental. Por outro lado, a estabilidade na distribuição do abate bovino sugere uma relativa previsibilidade nas operações, embora disparidades regionais ou setoriais tenham sido observadas.

Além disso, a exportação de bovinos demonstrou uma alta dependência de determinados mercados ou eventos específicos, evidenciando a importância de estratégias flexíveis para lidar com variações extremas nas exportações. Da mesma forma, a distribuição quase simétrica da taxa de câmbio sugere uma relativa estabilidade, embora eventos excepcionais destaquem a necessidade de políticas que considerem a volatilidade nesse aspecto.

As correlações entre as variáveis indicaram possíveis interações entre a atividade pecuária, o desmatamento e fatores econômicos como a taxa de câmbio e exportação de bovinos, principalmente no que se refere a taxa de câmbio possivelmente afetando exportação de bovinos e o desmatamento, embora não seja possível afirmar diretamente uma relação causal.

Ao atingir os objetivos propostos, este estudo contribui significativamente para o avanço do conhecimento sobre as interações entre a atividade agropecuária e o desmatamento no Brasil. No entanto, algumas lacunas permanecem, apontando para áreas que merecem maior atenção em futuras pesquisas. Por exemplo, análise econômica multivariada com variáveis externas como políticas ou mudanças climáticas, modelagem de cenários futuros ou, ainda, uma investigação mais aprofundada sobre os *drivers* específicos por trás das variações nas exportações de bovinos pode fornecer *insights* adicionais sobre as estratégias de diversificação de mercado e a resiliência do setor agropecuário brasileiro.

Além disso, uma análise mais detalhada das disparidades regionais no desmatamento e no abate bovino poderia ajudar a orientar políticas e intervenções mais direcionadas para promover práticas agrícolas sustentáveis e reduzir o impacto ambiental. Da mesma forma, uma compreensão mais profunda das causas subjacentes à estabilidade ou volatilidade na taxa de câmbio poderia informar políticas econômicas mais eficazes e mitigar os riscos associados à exposição do setor agropecuário a flutuações cambiais.

Portanto, apesar dos avanços alcançados neste estudo, ainda há espaço para pesquisas futuras que explorem essas lacunas e aprofundem a compreensão das complexas interações entre a atividade agropecuária, o desmatamento e os fatores econômicos no Brasil. Espera-se que este estudo estimule novas investigações e inspire políticas e práticas mais sustentáveis e resilientes no setor agropecuário brasileiro.

Referências

- AHMAD, Munir *et al.* Avaliar a interação dinâmica de longo e curto prazo entre a balança comercial, a produção econômica agregada, a taxa de câmbio real e as emissões de CO₂ no Paquistão. **Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v. 24, n. 5, p. 7283-7323, 2022.
- BALDASSINI, Pablo; PARUELO, José María. Deforestation and current management practices reduce soil organic carbon in the semi-arid Chaco, Argentina. **Agricultural Systems**, v. 178, p. 102749, 2020.
- BALMFORD, Andrew. Concentrating vs. spreading our footprint: how to meet humanity's needs at least cost to nature. **Journal of Zoology**, v. 315, n. 2, p. 79-109, 2021.
- BCB, 2023. Banco Central do Brasil. **Cotação de moedas**. Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/cotacoesmoedas> >. Acesso em: 28 nov. 2023.
- BOWMAN, Maria S. *et al.* Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. **Land Use Policy**, v. 29, n. 3, p. 558-568, 2012.
- BRANCO, José Eduardo Holler *et al.* Mutual analyses of agriculture land use and transportation networks: The future location of soybean and corn production in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103264, 2021.
- BROVELLI, Maria Antonia; SUN, Yaru; YORDANOV, Vasil. Monitoring forest change in the amazon using multi-temporal remote sensing data and machine learning classification on Google Earth Engine. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 10, p. 580, 2020.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB Agro**. 2023a. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-apos-recordes-em-2020-e-2021-pib-do-agro-cai-4-22-em-2022.aspx>. Acesso em: 10 de out. 2023.

- _____. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB Agro**. 2023b. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>. Acesso em: 28 de nov. 2023.
- CHORTANE, Sana Gaied; PANDEY, Dharen Kumar. Does the Russia-Ukraine war lead to currency asymmetries? A US dollar tale. *The Journal of Economic Asymmetries*, v. 26, p. e00265, 2022.
- COMEX STAT, 2022. **Exportação e Importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em: 9 de out. 2023.
- COMEX STAT, 2024. **Exportação e Importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em: 6 de abril. 2024.
- CONAB, 2023. Companhia Nacional de Abastecimento. **AgroConab**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-agroconab>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- DAIOGLOU, Vassilis *et al.* Progressos e barreiras na compreensão e prevenção de alterações indiretas no uso do solo. **Biocombustíveis, Bioprodutos e Biorrefinação**, v. 14, n. 5, pág. 924-934, 2020.
- DINIZ-MAGANINI, Natalia; RASHEED, Abdul A.; SHENG, Hsia Hua. Exchange rate regimes and price efficiency: Empirical examination of the impact of financial crisis. **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, v. 73, p. 101361, 2021.
- DOS REIS, Júlio César *et al.* Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 283, p. 124580, 2021.
- GOMEZ-ZAVAGLIA, Andrea; MEJUTO, Juan Carlos; SIMAL-GANDARA, Jesus. Mitigation of emerging implications of climate change on food production systems. **Food Research International**, v. 134, p. 109256, 2020.
- GREENWOOD, Paul L. Uma visão geral da produção de carne bovina a partir de pastagens e confinamento globalmente, à medida que a demanda por carne bovina e a necessidade de práticas sustentáveis aumentam. **Animal**, v. 15, pág. 100295, 2021.
- GRYTZ, Vera Kanas; GUERO, Isabelle Ruiz. The Use of International Trade Mechanisms by the Brazilian Agribusiness. **Global Trade and Customs Journal**, v. 18, n. 1, 2023.
- HARRISON, Matthew Tom *et al.* Carbon myopia: The urgent need for integrated social, economic and environmental action in the livestock sector. **Global Change Biology**, v. 27, n. 22, p. 5726-5761, 2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. **Produção Agrícola Municipal** (2022) Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 9 de out. 2023.
- IMAZON, 2023. Sistema de Alerta de Desmatamento. SAD. **Série Boletins Transparência Manejo Florestal**. Imazon. Belém: Imazon. Disponível em: <<http://imazon.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- INPE. (2022). **Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite PRODES**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em 28 nov. 2023, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- KARLSSON, Sune. Forecasting with Bayesian vector autoregression. **Handbook of Economic Forecasting**, v. 2, p. 791-897, 2013.
- LAW, Elizabeth A. *et al.* Fading opportunities for mitigating agriculture-environment trade-offs in a South American deforestation hotspot. **Biological Conservation**, v. 262, p. 109310, 2021.
- LEITE-FILHO, Argemiro Teixeira; DE SOUSA PONTES, Verônica Yameê; COSTA, Marcos Heil. Effects of deforestation on the onset of the rainy season and the duration of dry spells in

- southern Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 124, n. 10, p. 5268-5281, 2019.
- Marangoni, N. 2023. **Sustentabilidade na cadeia da carne: Caminhos para o Brasil e os aprendizados do P4F**. Agroicone Ltda. Disponível em: <<https://agroicone.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Estudo-Sustentabilidade-na-cadeia-da-carne-Agroicone-e-P4F.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- MICHAIL, Nektarios A. The impact of conflict on the exchange rate of developing economies. **Review of Development Economics**, v. 25, n. 2, p. 916-930, 2021.
- NJINDAN IYKE, Bernard. The disease outbreak channel of exchange rate return predictability: Evidence from COVID-19. **Emerging Markets Finance and Trade**, v. 56, n. 10, p. 2277-2297, 2020.
- NGOME, Precillia I. Tata *et al.* Assessing household food insecurity experience in the context of deforestation in Cameroon. **Food Policy**, v. 84, p. 57-65, 2019.
- NUGROHO, Agus Dwi *et al.* The impacts of economic globalization on agricultural value added in developing countries. **PloS One**, v. 16, n. 11, p. e0260043, 2021.
- OLIVEIRA, Ivan Tiago Machado *et al.* International integration as a vector for the Brazilian economic recovery: proposals for stimulating exports. **Revista Tempo do Mundo**, n. 26, p. 103-144, 2021.
- PEREIRA, Joana C.; VIOLA, Eduardo. Close to a tipping point? The Amazon and the challenge of sustainable development under growing climate pressures. **Journal of Latin American Studies**, v. 52, n. 3, p. 467-494, 2020.
- RAJÃO, Raoni *et al.* The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246-248, 2020.
- RAUNIG, Mikael Stensen. **Mapping Flood Inundation Using Sentinel 1 and Sentinel 2 Data and the Google Earth Engine Cloud Processing Platform**. 2023. Dissertação de Mestrado.
- REHMAN, Abdul *et al.* Como é que as alterações climáticas, as culturas de cereais e a produção pecuária interagem com as emissões de carbono? Evidências atualizadas da China. **Ciência Ambiental e Pesquisa em Poluição**, v. 28, p. 30702-30713, 2021.
- RIBEIRO, Matheus Henrique Dal Molin; DOS SANTOS COELHO, Leandro. Ensemble approach based on bagging, boosting and stacking for short-term prediction in agribusiness time series. **Applied Soft Computing**, v. 86, p. 105837, 2020.
- ROSSI, Fernando Saragosa *et al.* Carbon dioxide spatial variability and dynamics for contrasting land uses in central Brazil agricultural frontier from remote sensing data. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 116, p. 103809, 2022.
- SCHINCARIOL, Vitor Eduardo; YEROS, Paris. A economia política do 'impeachment' no Brasil: uma avaliação do interlúdio de Temer (2016-2018). **Revista Galega de Economia**, v. 1, pág. 73-90, 2019.
- SILVA, Carla de O. *et al.* Spatially explicit modeling of land use and land cover in the State of Rio de Janeiro-Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 18, p. 100303, 2020.
- SILVA, Paloma Almeida. Uma Interpretação Pós-Keynesianos Sobre A Taxa De Câmbio Brasileira: Pós-Crise De 2008 Post-Keynesian Interpretation On The Brazilian Exchange Rate: Post-Crisis Of 2008. **Padrões E Estratégias Do Desenvolvimento Brasileiro**, P. 240.
- SOUZA JR, Carlos M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.
- STEFANES, Mauricio *et al.* Property size drives differences in forest code compliance in the Brazilian Cerrado. **Land Use Policy**, v. 75, p. 43-49, 2018.

STRASSBURG, Bernardo BN *et al.* When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84-97, 2014.

TEMESGEN, Y. Agricultural Export and Economic Growth with Application of Co-Integration Model: The Case of Live Animal, Meat and Leather Products in Ethiopia. **J Vet Heal Sci**, v. 3, n. 4, p. 390-401, 2022.

TERRABRASILIS. INPE. 2023. Acesso a serviços interativos. Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biom%20es/legal_amazon/rates. Acesso em 25 mar. 2024.

THABA, Kingsley *et al.* Impacto da Taxa de Câmbio Flutuante Na Produção, Exportação E Emprego Na Indústria De Carne Bovina Sul-Africana. **Revista Prizren de Ciências Sociais**, v. 2, pág. 86-95, 2023.

USDA. Livestock and poultry: world markets and trade. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em 6 de abril de 2024.

VALE, Ricardo *et al.* Regional expansion of the beef industry in Brazil: From the coast to the Amazon, 1966–2017. **Regional Studies, Regional Science**, v. 9, n. 1, p. 641-664, 2022.

XU, Xiaoming *et al.* Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. **Nature Food**, v. 2, n. 9, p. 724-732, 2021.

ZU ERMGASSEN, Erasmus KHJ *et al.* The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 50, p. 31770-31779, 2020.