


AGRONEGÓCIO, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: AVALIAÇÃO MULTIVARIADA DA PRESSÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS MATO-GROSSENSES

AGRIBUSINESS, SUSTAINABILITY, AND REGIONAL DEVELOPMENT: A MULTIVARIATE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PRESSURE IN MUNICIPALITIES OF MATO GROSSO

AGRONEGOCIOS, SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO REGIONAL: EVALUACIÓN MULTIVARIADA DE LA PRESIÓN AMBIENTAL EN MUNICIPIOS DE MATO GROSSO

Leandro José de Oliveira

 <https://orcid.org/0000-0002-0550-0712>

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

e-mail: leandrogtaune@gmail.com

Ana Paula Silva de Andrade

 <https://orcid.org/0000-0001-5017-8526>

UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso

e-mail: ana.andrade@unemat.br

Kristianno Fireman Tenório

 <https://orcid.org/0000-0003-0384-9256>

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

e-mail: kristianno.tenorio@unioeste.br

Douglas Vianna Bahiense

 <https://orcid.org/0000-0002-5871-3367>

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

e-mail: douglas.bahiense@yahoo.com.br

Submissão em: 02/06/2025

Aceito em: 25/08/2025

RESUMO

O trabalho avaliou o padrão de pressão ambiental associado à produção agropecuária em Mato Grosso, utilizando abordagem quantitativa de caráter exploratório com aplicação de duas técnicas de análise multivariada: análise fatorial e análise de *cluster*. Foi possível construir um Índice de Pressão Ambiental (IPA) e delinear a formação de *clusters* entre os municípios com alguma similaridade de estresse ambiental. Os resultados evidenciaram que 5 municípios (3,55%) apresentaram IPA alto e 57 apresentaram IPA médio (40,43%). A maior proporção da classificação do IPA é da categoria baixo, com 79 municípios (56,03%) em relação ao total. Ademais, observou-se a formação de 4 *clusters* distintos em relação ao nível de estresse ambiental verificado, sendo o primeiro formado por 3 municípios, com o segundo e mais homogêneo dos grupos apresentando 132 municípios. Por fim, o terceiro grupo foi formado por 2 municípios seguido pelo quarto e último grupo com 4 municípios.

Palavras-chave: Produção Agropecuária, Índice de Pressão Ambiental, Análise Multivariada

ABSTRACT

This study evaluated the pattern of environmental pressure associated with agricultural production in the state of Mato Grosso, using a quantitative exploratory

approach with the application of two multivariate analysis techniques, factor analysis and *cluster* analysis. Thus, it was possible to construct an Environmental Pressure Index (IPA) and outline the formation of *clusters* among the municipalities with some similarity in environmental stress. The results showed that 5 municipalities (3.55%) presented high IPA and 57 presented medium IPA (40.43%) of participation. The largest proportion of the IPA classification is in the low category, with 79 municipalities (56.03%) in relation to the total. Furthermore, the formation of 4 distinct *clusters* was observed in relation to the level of environmental stress observed, the first being formed by 3 municipalities, with the second and most homogeneous group presenting 132 municipalities. Finally, the third group was formed by 2 municipalities followed by the fourth and last group with 4 municipalities.

Keywords: Agricultural Production, Environmental Pressure Index, Multivariate Analysis

RESUMEN

El estudio evaluó el patrón de presión ambiental asociada a la producción agrícola en el estado de Mato Grosso, utilizando un enfoque cuantitativo de carácter exploratorio con la aplicación de dos técnicas de análisis multivariado: análisis factorial y análisis de conglomerados. Fue posible construir un Índice de Presión Ambiental (IPA) y delinear la formación de conglomerados entre los municipios con cierta similitud en estrés ambiental. Los resultados mostraron que 5 municipios (3,55%) presentaron un IPA alto y 57 un IPA medio (40,43%). La mayor proporción de la clasificación IPA se encuentra en la categoría baja, con 79 municipios (56,03%) con relación al total. Además, se observó la formación de 4 clústeres distintos en relación al nivel de estrés ambiental verificado, siendo el primero formado por 3 municipios, y el segundo y más homogéneo grupo presenta 132 municipios. Finalmente, el tercer grupo estuvo formado por 2 municipios seguido del cuarto y último grupo con 4 municipios.

Palabras clave: Producción Agrícola, Índice de Presión Ambiental, Análisis Multivariado.

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1950, grandes empresas internacionais, já tencionando reduzir a prevalência da fome no mundo e ampliar capitais, instrumentalizaram os ideais do que se chamou Revolução Verde (Comin, 2021), movimento baseado na expansão da monocultura, mecanização, uso intensivo de insumos químicos, incorporação da biotecnologia (Rigotto *et al.*, 2012) que foi introduzido no Brasil a partir dos anos 1960 e serviu de base para a chamada agricultura tropical (Octaviano, 2010).

A aplicação de ciência e tecnologia resultou em ganhos acentuados de produtividade, sendo a inovação apoiada nas transformações locais e institucionais essenciais para o país se tornar um dos maiores exportadores do mundo (Ioris, 2017; Vieira Filho; Fishlow, 2017). Tal desenvolvimento, no entanto, deu-se somente após a conversão de vastas extensões de vegetação nativa do bioma Cerrado em pastagens e lavouras (Viu *et al.*, 2007; Ioris, 2015).

Assim, o estudo de questões associadas aos modelos de produção convencional justifica-se por propiciar maior entendimento sobre seu impacto, principalmente nos espaços onde predomina e, nesse contexto, o trabalho propõe investigar a seguinte questão: Qual o impacto da atividade agropecuária considerando o meio ambiente no estado de Mato Grosso?

Para isso, objetivou-se avaliar o padrão de pressão ambiental associado à produção agropecuária no estado de Mato Grosso por meio do uso de técnicas multivariadas, como a análise fatorial para a construção do Índice de Pressão Ambiental (IPA) e a análise de *clusters* para verificar a existência de padrões similares de estresse ambiental entre os municípios mato-grossenses.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A dinâmica do Agronegócio em Mato Grosso

Com o agronegócio constituindo importante setor econômico no país, as iniciativas buscaram criar um espaço multifuncional com maior diversificação econômica (Jacinto *et al.*, 2012), com liberalização do comércio e do investimento estrangeiro, desregulamentação do mercado interno, formação de blocos econômicos e estabilização da economia por meio de programas de ajuste estrutural, que criaram aumento na renda e nas oportunidades de mercado (Jank *et al.*, 1999).

No contexto dos sistemas de produção, a crítica se volta aos impactos ambientais adversos, que variam desde a emissão de gases de efeito estufa, degradação do solo e perda de biodiversidade pelo domínio de poucas espécies ao uso de agrotóxicos (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO, 2020).

Considerando o protagonismo de Mato Grosso, cuja economia baseia-se principalmente no cultivo de grãos e no desenvolvimento da pecuária (Cunha, 2006) e que engloba a biodiversidade de três grandes biomas brasileiros: a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal Mato Grossense (Nunes; Silva; Ferraz, 2017), a questão ambiental se torna um tema delicado.

Atualmente, a paisagem regional encontra-se fortemente marcada pela ação antrópica decorrente da expansão agropecuária, sinais da intensificação do desenvolvimento do modelo euroamericano de modernização da agricultura (Silva; Martins, 2010), no qual a vegetação nativa foi substituída por monoculturas anuais, que privilegiam o cultivo em grande escala de uma única espécie agrícola em determinada área (Giaretta *et al.*, 2019; Zimmermann, 2009).

Além disso, há os perigos do uso exacerbado de substâncias químicas para controle de pragas, como a alta toxicidade e a não utilização de equipamentos de proteção, consideradas causas de doenças mentais, câncer, malformações congênitas e intoxicações (Tavares *et al.*, 2020; Wachekowski *et al.*, 2021).

Como maior produtor de soja, algodão, milho, girassol e gado bovino, Mato Grosso é o estado campeão na utilização de agrotóxicos, correspondendo a 20% do consumo, seguido por São Paulo (18%), Paraná (14%), Rio Grande do Sul (11%), Minas Gerais (9%), Goiás (8,8%), Bahia (6,5%), Mato Grosso do Sul (4,7%), Santa Catarina (2%) (Silva, 2014).

Para Santos (2023), com base na literatura especializada, verifica-se que os diversos fatores de estresse ambiental estão atrelados ao processo de transição para chamada “agricultura moderna”, imerso em um modelo produtivo químico-dependente. O resultado pode ser considerado como as causas geradoras de graves situações para a saúde dos trabalhadores, do ambiente e das populações.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Análise Fatorial

Para a construção do Índice de Pressão Ambiental fez-se o uso da técnica de Análise Fatorial (AF). Essa técnica procura identificar uma quantidade relativamente pequena de fatores que representam o comportamento conjunto de variáveis originais interdependentes (Fávero; Belfiore, 2015).

O método de rotação dos fatores utilizados na análise foi o Varimax. O ajuste dos dados foi realizado através do Teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Esfericidade de Bartlett's. O KMO mede o grau de correlação parcial entre as variáveis. Shikida (2010) destaca que o teste KMO para valores no intervalo de 0,90–1,00 são considerados excelentes, 0,80–0,90 são ótimos, 0,70–0,80 são bons, 0,60–0,70 são razoáveis, 0,50–0,60 são ruins, e 0,00–0,50 são inadequados.

3.2 Índice de Pressão Ambiental – IPA

Para o cálculo do Índice de Pressão Ambiental (IPA) dos municípios de Mato Grosso foi tomado como base os resultados da modelagem da Análise Fatorial por Componentes Principais. A verificação do grau de pressão ambiental de cada município mato-grossense foi executada através dos escores fatoriais, ou seja, dos valores dos fatores para cada uma das 141 observações (municípios). O Índice Bruto de Pressão Ambiental pode ser obtido conforme a Equação 1.

$$F_j = \frac{\sum_{i=1}^7 W_i F_i}{\sum_{i=1}^7 W_i} \quad (1)$$

Sendo:

IB = Índice Bruto (média ponderada dos escores fatoriais);

W_i = Proporção da variância explicada por cada fator;

F_i = Escores fatoriais.

Posteriormente, por meio de interpolação, considerando-se o maior valor como 100 e o menor como 0, foi obtido o Índice de Pressão Ambiental (IPA) para cada município mato-grossense, possibilitando a sua hierarquização. A partir dos desvios-padrão em relação à média, os índices de pressão ambiental para os municípios mato-grossenses foram classificados da seguinte forma: Baixo (valor de 2 desvios-padrão abaixo da média); Médio (valor de dois desvios-padrão acima da média) e Alto (valor de uma unidade superior à média somado com dois desvios-padrão).

3.3 Análise de Agrupamentos

A partir dos escores fatoriais apurados com o uso da análise fatorial, visando verificar padrões semelhantes de pressão ambiental entre os municípios mato-grossenses, fez-se o uso da técnica de Análise de Agrupamentos (*clusters Analysis*). O procedimento adotado na pesquisa foi o agrupamento do tipo não-hierárquico. Este método permite analisar conjuntos extremamente grandes de dados, pois eles não demandam o cálculo de matrizes de similaridade entre todas as observações, mas somente a similaridade de cada observação com os centroides de agrupamento (Hair *et al.*, 2009; Piacenti, 2012).

3.4 Tratamento dos Dados

Com o intuito de verificar a relação da produção agropecuária e seu impacto sobre o meio ambiente nos municípios mato-grossenses, foram elencadas 31 variáveis relacionadas à temática, a partir de informações reunidas de distintas plataformas, conforme pode ser observado no Quadro 1. O escopo do estudo compreendeu todos os 141 municípios mato-grossenses. Por meio da utilização do software IBM SPSS Statistics (versão 21) foi possível obter os índices que respondem aos objetivos do estudo.

Quadro 1 – Variáveis usadas no constructo do modelo

Código	Descrição	Período	Fonte
X1	Somatório do Nº de focos de calor registrado no período de 2017 a 2022 (em valores absolutos).	2017-2022	INPE/Queimadas
X2	Variação percentual da área com superfície de água no período de 1985 a 2022 (em hectares).	1985-2022	MapBiomass Brasil
X3	Percentual de área desmatada em relação a área total do município em 2022 (em Km ²).	2022	INPE/PRODES
X4	Variação percentual da área com corpos d'água no período de 1985 a 2021 (em hectares).	1985-2021	MapBiomass Brasil
X5	Variação percentual da área com pastagem no período de 1985 a 2021 (em hectares).	1985-2021	LAPIG/UFG
X6	Variação percentual do efetivo de rebanho bovino no período de 2010 a 2021 (cabeças).	2010-2021	IBGE/PPM
X7	Nº de estabelecimentos agropecuários com lavoura temporária (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X8	Nº de estabelecimentos agropecuários que controlam pragas e doenças animais (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X9	Nº de estabelecimentos agropecuários com produção de lavoura temporária (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X10	Nº de estabelecimentos agropecuários que fez uso de adubação química (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X11	Nº de estabelecimentos agropecuários que faz aplicação de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X12	Nº de estabelecimentos agropecuários que utilizam agrotóxicos (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X13	Nº de estabelecimentos agropecuários que não faz uso de agricultura ou pecuária orgânica (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X14	Nº de estabelecimentos agropecuários com nascentes não protegidas por matas (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X15	Nº de estabelecimentos agropecuários com rios ou riachos não protegidos por matas (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X16	Nº de estabelecimentos agropecuários que fazem uso de irrigação (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X17	Nº de estabelecimentos agropecuários com tratores (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X18	Nº de estabelecimentos com Semeadeiras e/ou plantadeiras (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X19	Nº de estabelecimentos com Colheitadeiras (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X20	Nº de estabelecimentos com Adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X21	Valor das despesas dos estabelecimentos com Adubos e corretivos (Mil Reais)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X22	Valor das despesas dos estabelecimentos com Agrotóxicos (Mil Reais)	2017	IBGE/Censo Agropecuário

X23	Valor das despesas dos estabelecimentos com medicamentos para animais (Mil Reais)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X24	Valor das despesas dos estabelecimentos com Energia elétrica (Mil Reais)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X25	Valor das despesas dos estabelecimentos com Combustíveis e lubrificantes (Mil Reais)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X26	Nº de estabelecimentos agropecuários que obtiveram receitas com produtos vegetais (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X27	Nº de estabelecimentos agropecuários que obtiveram receitas com animais e seus produtos (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X28	Nº de estabelecimentos agropecuários que queimam ou enterram as embalagens de agrotóxicos (Unidades)	2006	IBGE/Censo Agropecuário
X29	Nº de estabelecimentos agropecuários com terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas etc.) (Unidades)	2006	IBGE/Censo Agropecuário
X30	Nº de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos jorrantes (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário
X31	Nº de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos não jorrantes (Unidades)	2017	IBGE/Censo Agropecuário

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de fontes diversas (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Fatorial

O teste de adequação Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicou adequação dos dados para o estudo proposto, pois o valor calculado KMO= 0,837 está acima do recomendado na literatura (0,500), considerado ótimo para análise. O teste de esfericidade de Bartlett também indicou $\chi^2(465) = 6.551,17$ Prob>chi2 = 0.0000 (p-valor < 0,05) significância, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade, demonstrando que os dados são adequados para o uso da análise fatorial.

A partir do critério de autovalor (raiz latente) foram extraídos sete fatores cujos autovalores foram maiores que 1. Estes fatores serviram de base para a construção do Índice de Pressão Ambiental (IPA). Ademais, os fatores em conjunto, apresentaram 82,65% da variância total das 31 variáveis originais selecionadas, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Autovalores, variância por cada fator e variância acumulada dos municípios de Mato Grosso

Fator	Autovalores	Variância (%)	Variância acumulada (%)
1	7,761	25,036	25,036
2	6,415	20,694	45,731
3	4,067	13,120	58,851
4	2,036	6,568	65,419
5	2,035	6,565	71,984
6	1,693	5,460	77,444
7	1,614	5,206	82,650

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A Tabela 2 apresenta as cargas fatoriais e as comunalidades para os fatores selecionados após a rotação. Em relação as comunalidades, os valores encontrados revelam que praticamente todas as variáveis têm sua variabilidade captada e

representada pelos sete fatores, haja vista que as 31 variáveis selecionadas obtiveram comunalidades significativas (comunalidades maiores que 0,50).

Observa-se que o F1 explicou 25,04% da variância total, agrupando nove variáveis com carga fatorial positiva que superaram o valor de 0,50, quais sejam: as variáveis X10 e X11 que denotam os estabelecimentos que utilizam adubação química e aplicação de calcário e outros corretivos no solo; as variáveis X18, X19, X20, X21 e X22, que refere-se aos estabelecimentos com sementeiras, colheitadeiras, adubadeiras e o valor das despesas dos estabelecimentos com adubos, corretivos e agrotóxicos; as variáveis X24 e X25 que representam o valor das despesas dos estabelecimentos agropecuários com energia elétrica, combustíveis e lubrificantes. Nota-se que as variáveis determinantes do F1 estão relacionadas a insumos necessários para a produção agropecuária: fertilizante, corretivo, implemento agrícola, defensivo, energia e combustível.

Tabela 2 - Matriz dos componentes rotacionados e comunalidades para os municípios de Mato Grosso

Variáveis	Fatores							Comunalidade
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	
X1	,030	,480	,229	,079	-,067	-,158	,567	0,640
X2	-,047	-,010	,028	-,040	,988	,031	-,059	0,986
X3	-,115	,239	-,116	-,186	,106	-,331	-,619	0,622
X4	-,047	-,014	,001	-,033	,991	,007	-,047	0,987
X5	,045	,228	,032	,844	-,008	-,058	,062	0,775
X6	,094	,001	-,044	,873	-,065	,071	,043	0,784
X7	,219	,360	,826	,055	,053	,164	,121	0,906
X8	-,097	,842	,379	-,046	,011	,245	,166	0,951
X9	,510	,038	,796	-,026	,079	,062	,044	0,909
X10	,596	,430	,416	-,141	-,034	,112	-,380	0,891
X11	,645	,332	,472	-,145	-,007	,213	-,275	0,891
X12	,115	,894	,204	,042	-,020	,050	-,180	0,891
X13	-,146	,492	,536	-,080	,036	,301	,444	0,845
X14	-,186	,711	,091	,217	,092	-,327	,040	0,712
X15	-,194	,768	,074	,226	,035	-,320	,107	0,799
X16	,231	,253	,621	,075	,006	,234	-,049	0,567
X17	,483	,587	,320	-,246	-,020	,390	,001	0,894
X18	,904	,079	,233	-,133	-,026	,090	-,137	0,922
X19	,929	-,132	,188	-,024	,004	-,086	-,073	0,930
X20	,888	,065	,231	-,140	-,005	,107	-,159	0,902
X21	,938	-,166	,005	,144	-,021	-,083	,089	0,943
X22	,918	-,165	-,006	,180	-,041	-,071	,102	0,919
X23	,365	,611	-,081	-,207	-,049	,287	,245	0,701
X24	,861	,010	,110	,175	-,016	,077	,107	0,802
X25	,949	-,002	,014	,069	-,056	,007	,146	0,930
X26	,368	,458	,706	,177	,037	-,063	,048	0,883
X27	-,107	,891	,279	-,023	-,015	,211	,096	0,937
X28	-,076	,797	,106	,147	-,063	-,016	-,233	0,731
X29	-,073	,029	,230	,055	,056	,726	,103	0,603
X30	-,112	,079	,552	-,203	-,128	-,003	,373	0,521
X31	,336	,544	,451	-,180	-,026	,433	-,118	0,846

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O Fator 2 explicou 20,69% da variância total, agrupando nove variáveis com carga fatorial positiva acima de 0,50. Verificou-se forte correlação com as variáveis X8 que expressa os estabelecimentos com controle de pragas e doenças animais; X12

que denota os estabelecimentos que utilizam de agrotóxicos; X14 e X15 que representa os estabelecimentos com nascentes, rios ou riachos não protegidos por mata; X17 que refere-se aos estabelecimentos com tratores; X23 que mostra o valor das despesas dos estabelecimentos com medicamentos para animais; X27 e X28 que faz referência aos estabelecimentos que obtiveram receitas com animais e seus produtos e os estabelecimentos agropecuários que queimam ou enterram as embalagens de agrotóxicos; X31 que é associada aos estabelecimentos com poços tubulares profundos não jorrantes. Observa-se, portanto, que o F2 descreve um conjunto de variáveis que associadas representam o uso e a forma de descarte dos defensivos agrícolas, a mecanização do trabalho, o manejo da pecuária e os recursos hídricos disponíveis.

O F3 explicou 13,12% da variância total, agrupando seis variáveis com carga fatorial positiva acima de 0,50. Esse fator está relacionado com as variáveis X7 que representa os estabelecimentos agropecuários com lavoura temporária; X9 que expressa os estabelecimentos agropecuários com produção de lavoura temporária; X13 que denota os estabelecimentos agropecuários que não faz uso de agricultura ou pecuária orgânica; X16 que refere-se aos estabelecimentos agropecuários que fazem uso de irrigação; X26 que trata dos estabelecimentos agropecuários que obtiveram receitas com produtos vegetais e X30 que constitui os estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos jorrantes. O conjunto de variáveis do F3 estão associadas a produção agrícola convencional com predominância no cultivo de vegetais e prática de irrigação.

Os fatores F4, F5, F6 e F7 explicam 23,80% da variância total, agrupando sete variáveis com carga fatorial acima de 0,50. Desse conjunto, seis variáveis apresentaram carga positiva e uma variável apresentou carga negativa. Dentre as variáveis positivas, encontram-se: X5 representa a variação percentual da área com pastagem no período de 1985 a 2021; X6 refere-se a variação percentual do efetivo de rebanho bovino no período de 2010 a 2021; X2 expressa a variação percentual da área com superfície de água no período de 1985 a 2022; X4 constitui a variação percentual da área com corpos d'água no período de 1985 a 2021; X29 evidencia os estabelecimentos agropecuários com terras degradadas; X1 trata do somatório do número de focos de calor registrado no período de 2017 a 2022. O F7 apresentou a única variável com sinal negativo: X3 representando o percentual de área desmatada em relação a área total do município em 2022.

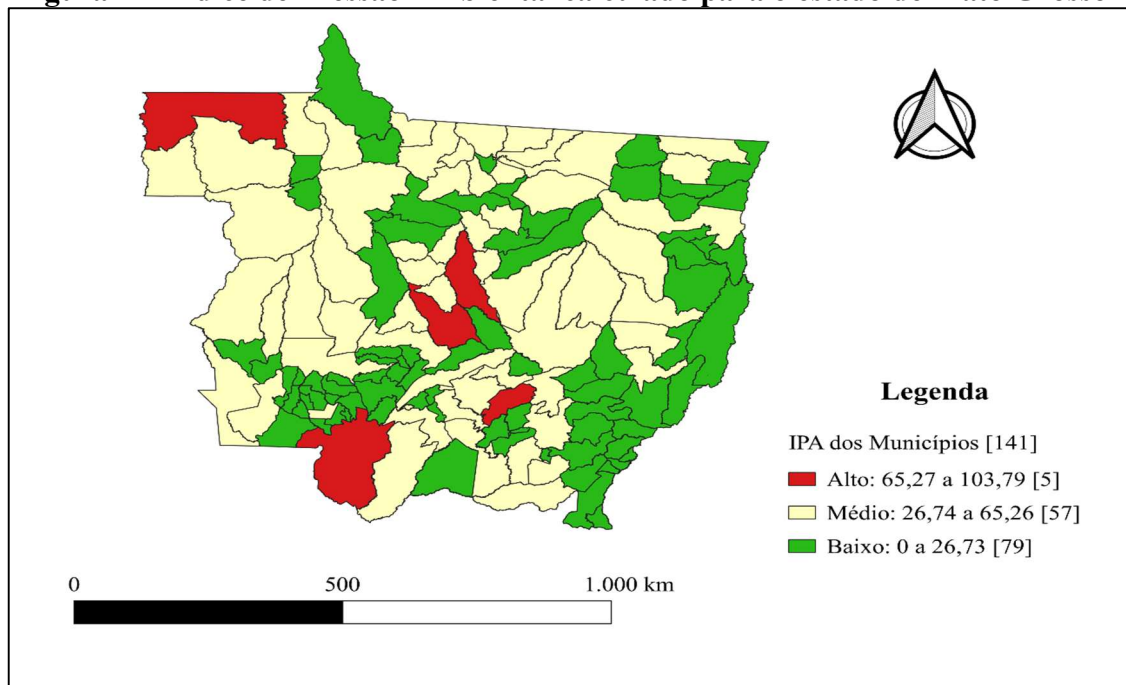
Nota-se que o F4 está associado com a criação de bovinos e o F5 está fortemente relacionado com o acúmulo de água presente no território. O F6 conteve apenas uma variável com valor significativo, sendo caracterizado como áreas degradadas. Por fim, no F7 verificou-se uma relação inversa entre o número de focos de calor e o percentual de área desmatada, indicando que mesmo com a prática de queimadas visando a renovação de pastagens e a remoção da vegetação para fins produtivos, constata-se que o percentual de área desmatada em relação a área total dos municípios mato-grossense vem diminuindo ao longo do tempo.

4.2 Índice de Pressão Ambiental dos Municípios de Mato Grosso

A partir da matriz dos escores fatoriais obtidos por meio da análise fatorial foi construído um Índice de Pressão Ambiental (IPA) classificado em Alto, Médio e Baixo. A Figura 1 apresenta a distribuição do IPA para os 141 municípios pertencentes ao estado de Mato Grosso. De acordo com a escala de classificação, 5 municípios (3,55% em relação ao total do estado) apresentaram IPA alto. Em primeiro

lugar encontra-se Sorriso, em segundo Colniza, em terceiro Nova Mutum, seguido por Cáceres e Campo Verde. Confirmou-se que onde a produção de lavouras temporárias e o efetivo de rebanhos tem predominância existe um alto índice de pressão sobre o meio ambiente.

Figura 1 – Índice de Pressão Ambiental calculado para o estado de Mato Grosso



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Entre os cinco municípios citados, quatro estão entre os 15 maiores com estabelecimentos produzindo alguma cultura temporária e um município entre os 5 maiores do estado com crescimento significativo do efetivo de rebanho bovino entre 2010 e 2021. Na safra de soja de 2021, conforme apontam os resultados da Pesquisa da Agricultura Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sorriso foi o que apresentou a maior produção de soja do país, com 2.010.960 toneladas (IBGE-PAM, 2021). Já Cáceres desponta como líder no efetivo de rebanhos bovinos em Mato Grosso (1.161.605 cabeças). Em relação a 2010, o município apresentou um crescimento de 31,51% no efetivo de rebanhos.

Do total de municípios avaliados, 57 apresentaram IPA médio, equivalendo a 40,43% da representação dos municípios mato-grossenses. A maioria encontra-se distribuída em diversas regiões do estado. Nesse grupo, os municípios com maiores índices também possuem economia mais dinâmica, como Rondonópolis, que apresenta o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes de Mato Grosso com R\$ 12.850.051,73 (IBGE, 2020). Esse município também desponta como a mais nova promessa de crescimento industrial de Mato Grosso e do Brasil.

No Noroeste do estado, destaca-se Juína, que apesar de estar na 31ª posição do ranking, com PIB de R\$ 1.180.935,23, é a quarta maior economia no efetivo de bovinos, (832.043 cabeças) em 2021 (IBGE, 2020; IBGE-PPM, 2021). Na região Oeste, encontra-se Sapezal, que apresentou o terceiro maior índice médio de pressão ambiental de Mato Grosso. Este município ocupa a terceira posição no ranking de maior produtor de soja, com 1.319.731 toneladas produzidas (IBGE-PAM, 2021). Por fim, o menor índice médio de pressão ambiental é de Rondolândia (26,79), município

que fica localizado no Noroeste do estado, região que é composta em grande parte pelo bioma amazônico e a principal atividade econômica da região é a pecuária (IMEA, 2017).

A maior proporção da escala de classificação é de índices mais baixos, com 79 municípios (56,03% em relação ao total) nessa categoria. Verifica-se que Jauru e Tabaporã, ambos localizados na região Oeste e Noroeste do estado, apresentaram os maiores índices da categoria baixo (26,68 e 26,54 respectivamente). Conforme o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2017) em comum entre essas regiões está a atividade da pecuária. Já os menores índices da categoria baixo, referem-se à Araguainha e Rio Branco (0,69 e 0,00 respectivamente), ambos localizados nas regiões Oeste e Sudeste do estado.

Diferentemente das regiões economicamente mais dinâmicas, o município de Araguainha aparece na 138ª posição no efetivo de bovinos (27.418 cabeças) e na 119ª posição no cultivo de soja, com 4.317 toneladas produzidas. Rio Branco aparece na 114ª posição no efetivo de bovinos e na 128ª posição no cultivo da soja, com apenas 214 toneladas, uma contribuição irrisória se tomado as 35.336.979 toneladas de soja produzidas no estado em 2021 (IBGE-PPM, 2021; IBGE-PAM, 2021). Então, por proporcionalidade, levando em conta o conjunto de variáveis analisadas, podemos deduzir que os dois municípios com menor IPA baixo, possuem protagonismo no quesito ambiental devido à baixa intensidade das principais atividades econômicas predominantes no estado, quais sejam agricultura e pecuária.

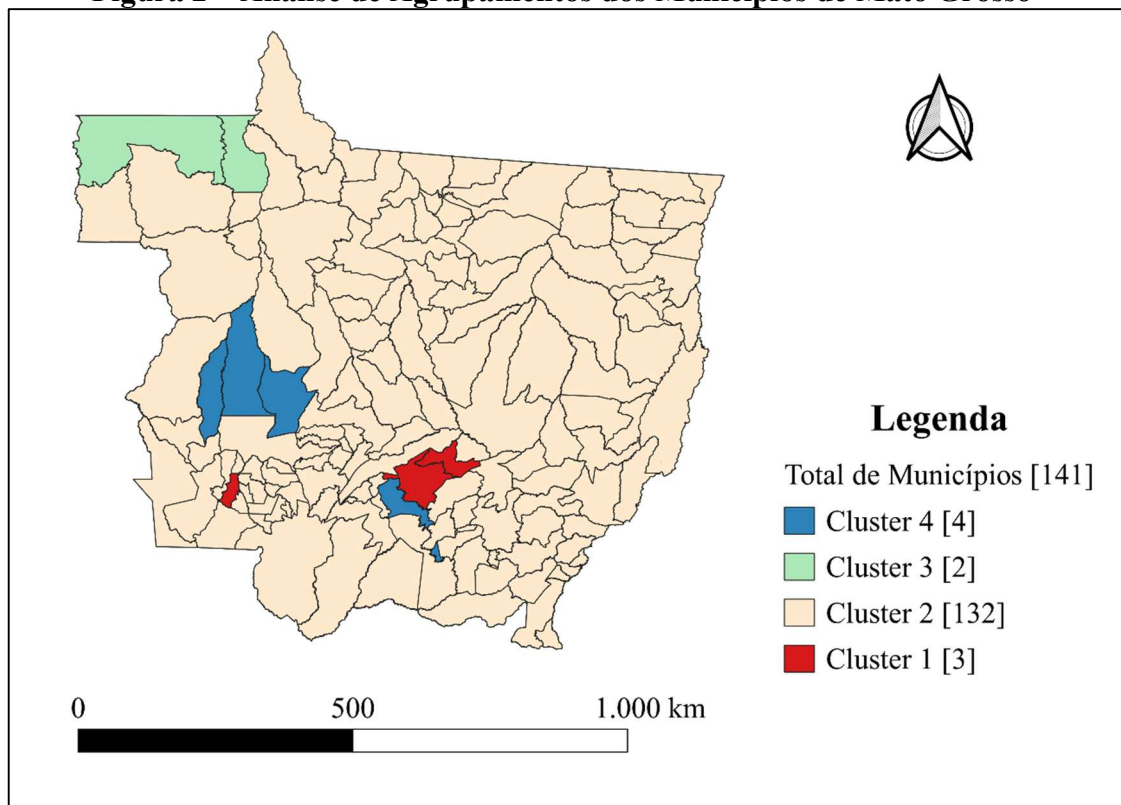
O estudo de Kohler *et al.* (2021) revelou que entre 1985 e 2020 a maior parte das áreas desmatadas na Amazônia no norte de Mato Grosso foi ocupada com pecuária bovina, configurando o maior ponto de desmatamento. A supressão da floresta e o manejo inadequado do solo comprometem diretamente os recursos hídricos.

Além do mais, sem o respeito à legislação ambiental de preservação das Áreas de Proteção Permanente (APP), a atividade ocasionou intensa degradação ambiental, atingindo sobremaneira as matas ciliares por derrubadas e queimadas, o que implicou na quantidade e qualidade da água das nascentes, córregos e rios e perda da função ecológica.

Sambuichi *et al.* (2012), alega que historicamente as políticas agrícolas no Brasil levam a um desequilíbrio da sustentabilidade ao privilegiarem o aspecto econômico em detrimento do social e ambiental. Portanto, o desafio de desenvolver uma produção agropecuária com sustentabilidade exige adoção de múltiplas estratégias, como geração e difusão de tecnologias ambientalmente adequadas, estruturação de sistemas de informações agroambientais integrados e aplicação de instrumentos econômicos, visando minimizar as externalidades negativas do setor.

4.3 Análise de Agrupamentos

Por meio dos escores fatoriais apurados na análise fatorial, utilizou-se do modelo de agrupamentos não hierárquicos K-médias com objetivo de formar grupos com algum padrão semelhante de pressão ambiental. Computou-se quatro grupos com similaridades de um total de 141 municípios mato-grossenses, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Análise de Agrupamentos dos Municípios de Mato Grosso


Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Pela análise de agrupamentos, observou-se um comportamento homogêneo sugestivo de pressão ambiental devido à extensão de produção de *commodities* agrícolas em diversas áreas do território mato-grossense. Além disso, onde as áreas não apresentam aptidão para monocultura, a pecuária extensiva prevaleceu, influenciando a perda de vegetação nativa, em especial nos municípios da região Norte e Noroeste do estado, localizados em maior parte no bioma amazônico.

A maioria dos municípios (132) foram agrupados no *cluster* 2. Nota-se que a distribuição desse grupo em particular foi a mais homogênea e dispersa entre as regiões. Uma peculiaridade desse agrupamento é a predominância de municípios com aptidão na produção agrícola convencional e na pecuária extensiva. Podemos tomar como exemplo, Sorriso e Nova Mutum, que figuram entre os maiores produtores de soja do Brasil, ocupando a 1ª e 5ª posição do *ranking* nacional (IBGE-PAM, 2021). Por outro lado, Cáceres e Vila Bela da Santíssima Trindade são líderes no efetivo de bovinos em Mato Grosso. Sendo assim, infere-se que a intensidade dessas atividades econômicas exerce pressão sobre o meio ambiente no território.

Faria (2014) constatou uma intensa utilização do espaço agrário de Mato Grosso como suporte para a grande produção homogênea, especialmente concentrada na região centro-oeste mato-grossense (na Chapada dos Parecis, notadamente em Sapezal, Campo Novo dos Parecis, Campos de Júlio, Tangará da Serra, Diamantino, São José do Rio Claro, Nova Mutum, Sorriso e Lucas do Rio Verde) e na porção sudeste (Primavera do Leste, Campo Verde, Itiquira, Novo São Joaquim, Alto Taquari e Rondonópolis), em sua maioria associadas ao domínio do Cerrado.

Por outro lado, o autor enfatiza que a pecuária de corte está dispersa por toda a região, mas seu maior rebanho concentra-se na porção norte, no bioma amazônico. A pecuária leiteira também está dispersa por todo o território, mas apresenta duas

concentrações mais importantes, na porção sudoeste e no Sudeste. Portanto, percebe-se uma intensa utilização do espaço agrário de Mato Grosso como suporte para a grande produção homogênea.

O *cluster* 1 agrupou três municípios: Chapada dos Guimarães, Jauru e Nova Brasilândia, municípios pouco populosos (menos de 20.000 habitantes) com uma economia bastante diversificada, que agrega agricultura de subsistência, a pecuária de corte até o turismo ecológico. Já o *cluster* 3 agrupou dois municípios: Colniza e Cotriguaçu, localizados na região Noroeste de Mato Grosso. A maior parte dessa região é composta pelo bioma amazônico, com florestas e savanas florestadas, tendo na pecuária sua principal atividade econômica (IMEA, 2017). Ressalta-se que Colniza é líder em área desmatada, com 398,9 km² de novas áreas abertas. Isso representa 1/5 de todo o desmatamento mapeado no estado e 3,3% de tudo que foi desmatado na Amazônia Legal. Além disso, a região Noroeste junto com a Norte concentra a maior parte do desmatamento, 61% de todo desmatamento mapeado no estado (ICV, 2022).

O quarto e último *cluster* foi formado por quatro municípios: Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Cuiabá e Sapezal. As características entre os municípios desse grupo decorrem de sua capacidade dinâmica de geração de riqueza. Em 2020, Campo Novo do Parecis ocupou a 9ª posição em relação ao Produto Interno Bruto a preços correntes com PIB estimado em R\$ 4,6 bilhões e 2,58% de participação no PIB do estado. Na 11ª posição aparece Sapezal com PIB de 3,7 bilhões e 2,09% de participação no estado. Já Campos de Júlio ocupou a 19ª posição com PIB de R\$ 1,9 bilhões e 1,7% de participação no estado. A capital de Mato Grosso, Cuiabá, ocupou a 1ª posição com PIB estimado em R\$ 26,5 bilhões e 14,85% de participação no PIB do estado (Mato Grosso, 2022).

Além disso, Cuiabá também ocupa papel de liderança no Valor Adicionado Bruto (VAB) da indústria e serviços (exclusive administração pública) com R\$ 3,93 bilhões e R\$ 14,13 bilhões respectivamente. Em relação ao Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária, a predominância é restrita aos três municípios localizados na região Oeste do estado, com Sapezal ocupando a 2ª posição com VAB de R\$ 2,16 bilhões e 4,70% de participação em relação ao estado, seguido por Campo Novo do Parecis na 3ª posição com VAB de R\$ 2,07 bilhões e 4,50% de participação no estado. Na 11ª posição aparece Campos de Júlio com VAB de R\$ 995 milhões e 2,16% de participação no PIB do estado (Mato Grosso, 2022).

Para Kohler *et al.* (2021), essa dinâmica aliada à expansão dos projetos agropecuários tornou-se a principal razão do desmatamento dos biomas mato-grossenses, que contribui com as alterações climáticas como secas prolongadas ou chuvas violentas e que podem afetar o resultado dessas mesmas atividades. Assim, os resultados obtidos por meio dos índices oferecem subsídios estratégicos à gestão territorial e ao planejamento regional sustentável em Mato Grosso, ao evidenciarem padrões espaciais de estresse ambiental vinculados à atividade agropecuária. Essa espacialização das pressões permite avançar da “caixa-preta” para formas mais inteligentes de gestão do território, tal como propõe Boisier (1996), ao enfatizar a articulação densa entre atores, instituições e recursos territoriais.

Os agrupamentos municipais identificados contribuem para a formulação de projetos políticos regionais que valorizem a equidade, a participação social e a incorporação de práticas compatíveis com a sustentabilidade. Ferramentas como o zoneamento ecológico-econômico e o incentivo à agroecologia podem ser empregadas para repensar o modelo produtivo dominante, considerando as especificidades territoriais. Esse direcionamento permite ampliar a capacidade de ação dos governos

locais diante dos desafios impostos pela transição para um desenvolvimento mais equilibrado e ambientalmente responsável (Coelho Lins *et al.*, 2025; Resende, Guimarães; Tavares, 2025).

5 CONCLUSÕES

A evolução tecnológica aumentou a produtividade, mas também gerou externalidades ambientais negativas, exigindo mudanças econômicas para reduzir o estresse ambiental e preservar ecossistemas, como condição essencial para assegurar a sustentabilidade do planeta, promovendo um equilíbrio na relação econômica com preservação ambiental.

Este estudo avaliou o impacto ambiental da produção agropecuária em Mato Grosso, revelando que as regiões Norte e Noroeste enfrentam a maior pressão ambiental, com municípios como Sorriso e Colniza destacando-se pelos altos Índices de Pressão Ambiental (IPAs). A análise identificou quatro grupos de municípios, sendo o *cluster* 2 o mais significativo, com alta atividade agrícola e pecuária no bioma amazônico. O *cluster* 3, incluindo Colniza e Cotriguaçu, é notável pela intensa pecuária e desmatamento.

A maioria dos IPAs está concentrada na categoria baixa, totalizando 79 municípios, o que equivale a 56,03% do território estadual. Jauru e Tabaporã, situados nas regiões Oeste e Noroeste, apresentam os índices mais elevados dentro dessa classificação. Observou-se que a intensificação da atividade agropecuária está associada ao aumento do estresse ambiental, o que reforça a necessidade de políticas públicas mais consistentes, fiscalização eficaz e promoção de práticas sustentáveis. O estudo também indica a importância de aprofundar as investigações sobre as causas do desmatamento ilegal em Mato Grosso, que permanece como uma das áreas mais sensíveis em termos ambientais no país.

REFERÊNCIAS

BOISIER, S. Em busca do esquivo desenvolvimento regional: entre a caixa-preta e o projeto político. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 13, 1996. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/135>. Acesso em: 28 maio. 2025.

COELHO LINS, L. S.; FREIRE BARBOSA, A. C.; BATISTA DOS SANTOS, C. A.; SILVA DE LIRA, K. F.; DINIZ, M. C. Mapeamento das principais técnicas agroecológicas utilizadas na agricultura: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Ouricuri**, Brasil, v. 15, n. 1, p. 03–19, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.59360/ouricuri.vol15.il.a21613>. Acesso em: 28 maio. 2025.

COMIN, M. A Revolução Verde e o processo de modernização agrícola em Soledade (RS, Brasil) de 1960 a 1990. **Revista de História da UEG**, v. 10, n. 02, p. e022122, 15 dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31668/revistaueg.v10i02.11827>. Acesso em: 28 maio. 2025.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/230>. Acesso em: 31 ago. 2020.

FAO. 2020. **Biodiversity and the livestock sector – Guidelines for quantitative assessment – Version 1**. Rome. Disponível em:

<https://openknowledge.fao.org/items/9970f369-c618-4b10-8227-d7e30e3c666e>.

Acesso em: 31 ago. 2020.

FARIA, A. M. M. Perspectivas para o desenvolvimento de Mato Grosso. In: CAVALCANTI, Isabel Machado; LASTRES, Helena Maria Martins et al. (Org.). **Um olhar territorial para o desenvolvimento: Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. [394-423].

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Análise de dados: técnicas multivariadas exploratórias multivariada com SPSS® e Stata®**. – 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

GIARETTA, J. et al. Avanço da atividade agropecuária sobre as áreas de vegetação natural na capital nacional do agronegócio. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0139r2vu1914ao>. Acesso em: 24 ago. 2023.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. – 6 ed. – Porto Alegre: Bookman editora, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) – Série Histórica 1974 a 2021**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 07 jul. 2023.

_____. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)**. Tabela 1612, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 24 ago. 2023.

_____. **Produto Interno Bruto do Municípios**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

INSTITUTO CENTRO DE VIDA – ICV. **Características do desmatamento na Amazônia mato-grossense em 2022**. Cuiabá, MT - dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.icv.org.br/publicacao/caracteristicas-do-desmatamento-na-amazonia-mato-grossense-em-2022/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA. **Mapa das Macrorregiões do IMEA**. Novembro de 2017. Disponível em: <https://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/metodologia/justificativamapa.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

IORIS, A. A. R. Cracking the nut of agribusiness and global food insecurity: In search of a critical agenda of research. **Geoforum**, n. 63, 2015, p. 1–4. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.05.004>. Acesso em: 01 jul. 2020.

IORIS, A. A. R. Places of Agribusiness: Displacement, Replacement, and Misplacement in Mato Grosso, Brazil. **Geographical Review**, 107:3, 2017, p. 452-475. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gere.12222>. Acesso em: 1 jul. 2020.

JACINTO, J. M.; MENDES, C. M.; PEREHOUSKEI, N. A. O rural e o urbano: contribuições para a compreensão da relação do espaço rural e do espaço urbano. **Revista Percurso**, Maringá, v. 4, n. 2, p. 173- 191, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/49549>. Acesso em: 24 ago. 2023.

JANK, M. S. et al. Concentration and internationalization of Brazilian agribusiness exporters. **The International Food and Agribusiness Management Review**, v. 2, n. 3-4, p. 359-374, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.34221>. Acesso em: 1 jul. 2020.

KOHLER, M. R. et al. Deforestation in the Brazilian Amazon from the perspective of cattle ranching: the degradation of water resources in the context of the northern region of Mato Grosso. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e66101119252, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19252>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MAPBIOMAS (BRASIL). **Plataforma de Mapas e Dados**. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão – SEPLAG. **Produto Interno Bruto dos Municípios de Mato Grosso – 2020**. Cuiabá/MT - dezembro de 2022. Disponível em: <http://www.seplag.mt.gov.br/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

NUNES, J. R. S.; SILVA, C. J.; FERRAZ, L. Mato Grosso e seus biomas: biodiversidade, desafios socioambientais, unidades de conservação iniciativas de políticas públicas e privadas para a conservação. **Revista Gestão Universitária**, v. 7, p. 1-28, 2017. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos-cientificos/mato-grosso-e-seus-biomas-biodiversidade-desafios-socio-ambientais-unidades-de-conservacao-iniciativas-de-politicas-publicas-e-privadas-para-a-conservacao>. Acesso em: 24 ago. 2023.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde. **ComCiência**, n. 120, 2010. Disponível em: <https://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n120/a06n120.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

PIACENTI, C. Indicadores de Modernização Tecnológica. In: PIACENTI, Carlos; FERRERA DE LIMA, Jandir (Org.). **Análise regional: metodologias e indicadores**. Curitiba, PR: Camões, 2012.

RESENDE, S. C. P.; GUIMARÃES, H. R. C. R.; TAVARES, P. A. OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS CADEIAS PRODUTIVAS DO AGRONEGÓCIO EM GOIÁS. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 14, n. 32, p. 343–361, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.70860/rtg.v14i32.19632>. Acesso em: 28 maio. 2025.

RIGOTTO, R. M. et al. O verde da economia no campo: desafios à pesquisa e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola.

Ciê. saúde colet. 2012; n. 17(6), p. 1533-1542. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600017>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SAMBUICHI, R. H. R. et al. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. **Texto para Discussão**, 2012. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1050/1/TD_1782.pdf. Acesso em: 24 ago. 2023.

SANTOS, A. F. Impacto dos agrotóxicos para saúde humana e o perfil do agricultor com relação ao seu uso. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 8, n. 3, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48017/dj.v8i3.2636>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento socioeconômico e agroindústria canavieira no Paraná. **Revista de Política Agrícola**, v. 19, n. 3, p. 67-82, 2010. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/351>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SILVA, M. A. M.; MARTINS, R. C. A degradação social do trabalho e da natureza no contexto da monocultura canavieira paulista. **Sociologias**, v. 12, p. 196-240, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-45222010000200008>. Acesso em: 24 ago. 2023.

TAVARES, D. C. G. et al. Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com intoxicações. **Sistemas & Gestão**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 2-10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1532>. Acesso em: 24 ago. 2023.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017. 305 p. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 01 jul. 2020.

VIU, M. A. O. et al. Panorama da pecuária de corte no bioma cerrado. **PubVet (Londrina)**, v 1, n. 1, ed. 11, p. 1-13, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/569771/1/art002.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2020.

WACHEKOWSKI, G.; CARNET FIGUEIREDO, T.; LAZZARI RIZZI, J.; VIEIRA SOARES, N. Agrotóxicos, revolução verde e seus impactos na sociedade: revisão narrativa de literatura. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], v. 7, n. 7, 2021. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/20712>. Acesso em: 24 ago. 2023.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito**, v. 6, n. 12, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.18623/rvd.v6i12.21>. Acesso em: 24 ago. 2023.