

JONAS BENEVIDES CORREIA

**BIOECONOMIA E SUSTENTABILIDADE NA FRONTEIRA AGRÍCOLA
NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO EM MATO
GROSSO-BRASIL**



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
LOCAL - DOUTORADO
CAMPO GRANDE - MS
2025**

JONAS BENEVIDES CORREIA

**BIOECONOMIA E SUSTENTABILIDADE NA FRONTEIRA AGRÍCOLA
NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO EM MATO
GROSSO - BRASIL**

Tese apresentada ao Programa De Pós-graduação Em Desenvolvimento Local da Universidade Católica Dom Bosco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutorado Em Desenvolvimento Local, sob a orientação do Prof. Dr. Reginaldo Brito Da Costa.



O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
LOCAL - DOUTORADO
CAMPO GRANDE - MS**

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Católica Dom Bosco

Bibliotecária Mourânise de Moura Viana - CRS-1 3360

CS24b Correia, Jonas Benevides
Bioeconomia e sustentabilidade na fronteira agrícola
na região de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso
- Brasil/ Jonas Benevides Correia sob orientação do
Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa. -- Campo Grande,
MS : 2025.
123 p.; il.

Tese (Doutorado em Desenvolvimento Local) -Universidade
Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS, Ano 2025
Bibliografia: p. 92-98

1. Ecoeficiência. 2. Análise de Envoltória de Dados
(DEA). 3. Desmatamento. 4. Regressão Tobit I.Costa,
Reginaldo Brito da - Orient.. II. Título.

CDD: 333.715

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: “Bioeconomia e sustentabilidade na fronteira agrícola na região de transição Amazônia-cerrado em Mato Grosso-Brasil”

Área de concentração: Desenvolvimento Local em Contexto de Territorialidades

Linha de Pesquisa: Políticas Públicas e Dinâmicas e de Inovação em Desenvolvimento Territorial

Tese submetida à Comissão Examinadora designada pelo Conselho do Programa de PósGraduação em Desenvolvimento Local – Doutorado da Universidade Católica Dom Bosco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Local.

Exame de Defesa aprovado em: 14/08/2025

A presente defesa foi realizada por videoconferência. Eu, Reginaldo Brito da Costa, como presidente da banca assinei a folha de aprovação com o consentimento de todos os membros, ainda na presença virtual destes.



Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa (orientador)

Prof. Dr. Rildo Vieira de Araújo (IFMT)

Prof. Dr. Benedito Albuquerque da Silva (UFMT)

Prof. Dr. George Henrique de Moura Cunha (PPGDL/UCDB)

Prof. Dr. Michel Angelo Constantino de Oliveira (PPGDL/UCDB)

D. Lia (mãe), esta tese é a realização de um sonho que, muitas vezes pareceu distante, mas, que sempre encontrou forças no seu exemplo de vida e na sua coragem. A senhora carregou sozinha a responsabilidade de criar três filhos, transformando cada dificuldade em aprendizado e cada desafio em degraus de superação. Cada página deste trabalho traz um pouco do seu sacrifício, da sua fé, sua humildade e da sua resiliência.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, registro minha profunda gratidão ao Professor Doutor Reginaldo Brito da Costa, orientador e guia desta trajetória acadêmica. Sua competência científica, dedicação incansável e, sobretudo, sua confiança em meu trabalho foram fundamentais para que esta tese se tornasse realidade. Mais do que um orientador, o senhor foi um verdadeiro exemplo de mestre, cuja orientação firme e ao mesmo tempo acolhedora me conduziu por cada etapa desta conquista.

Estendo meus sinceros agradecimentos ao Coordenador do Curso e Professor Dr. Michel Ângelo C. de Oliveira, às professoras e professores Adriana Billar Chaquime dos Santos, Micaella Lima Nogueira, Rildo Vieira de Araújo e Romildo Camargo Martins, cujas valiosas contribuições técnicas e científicas enriqueceram esta pesquisa, garantindo o rigor metodológico e a qualidade dos resultados. Suas observações e sugestões foram decisivas para o amadurecimento desta obra.

Agradeço, ainda, a todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Local da UCDB, pela excelência do ensino, pelo incentivo constante e pelo compromisso em formar pesquisadores comprometidos com a transformação social.

Não poderia deixar de mencionar os colegas do grupo de pesquisa liderado pelo Prof. Reginaldo Brito da Costa, com quem compartilhei ideias, debates e aprendizados que ampliaram horizontes e tornaram essa jornada mais rica e significativa.

Em especial, agradeço o apoio, a compreensão e companheirismo dos meus queridos filhos Aline, Jonas Jr. e Aydee que sempre acreditaram e me incentivaram na realização deste desafio.

A todos, meu reconhecimento e minha gratidão, pois cada contribuição, direta ou indireta, está impressa nas páginas desta tese e no sentido maior que ela carrega.

CORREIA, J. B. **Bioeconomia e sustentabilidade na fronteira agrícola na região de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso - Brasil**. 2025. 123 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Local) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2025.

RESUMO

Esta tese tem o objetivo de investigar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da estratégica zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, no período de 2020 a 2023. Através de uma metodologia quantitativa com elementos qualitativos, a pesquisa avalia a ecoeficiência municipal utilizando a análise de envoltória de dados (DEA) orientada ao *output* e, em um segundo estágio, emprega a regressão *tobit* para identificar os determinantes dessa eficiência, com foco na bioeconomia e no desmatamento. A revisão de literatura contextualiza a área de estudo dentro do panorama da proteção ambiental em Mato Grosso, suas características ambientais, sociais e econômicas, e o potencial da bioeconomia, além de apresentar os fundamentos teóricos e metodológicos do DEA e da regressão *Tobit*. Os resultados da pesquisa apontaram a heterogeneidade dos índices de ecoeficiência entre os 21 municípios analisados. O segundo estágio da pesquisa, regressão *Tobit*, apontou que o desmatamento constitui a variável que mais influencia na baixa ecoeficiência principalmente nos anos de 2020 e 2021, nos anos de 2022 e 2023 apresentou pequena redução, mas de pouca significância. As demais variáveis de input (recebimento bruto, área plantada se mostraram insignificantes para influenciar na ecoeficiência. Os municípios de Alto Paraguai e Canabrava do Norte constituem *benchmark* para os demais. Aproximadamente 76% dos 21 municípios apresentam baixo a médio índice de ecoeficiência.

Palavras-chave: Análise de Envoltória de Dados (DEA); Ecoeficiência; Desmatamento; Regressão *Tobit*.

CORREIA, J. B. **Bioeconomy and Sustainability in the Agricultural Frontier in the Amazon-Cerrado Transition Zone in Mato Grosso, Brazil** 2025. 123 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Local) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2025.

ABSTRACT

This thesis aims to investigate the contribution of the bioeconomy to sustainable development in 21 municipalities located in the strategic Amazon-Cerrado transition zone in Mato Grosso, Brazil, from 2020 to 2023. Employing a quantitative methodology with qualitative elements, this research evaluates municipal eco-efficiency using output-oriented Data Envelopment Analysis (DEA). In a second stage, Tobit regression is applied to identify the determinants of this efficiency, with a focus on the bioeconomy and deforestation. The literature review contextualizes the study area within the broader scope of environmental protection in Mato Grosso, outlining its environmental, social, and economic characteristics, as well as the bioeconomy's potential. It also presents the theoretical and methodological foundations of DEA and Tobit regression. The research findings revealed heterogeneous eco-efficiency indices among the 21 analyzed municipalities. The second stage of the research, the Tobit regression, indicated that deforestation is the variable with the most significant influence on low eco-efficiency, particularly in 2020 and 2021. While a slight reduction was observed in 2022 and 2023, its significance remained low. Other input variables, such as gross revenue and planted area, proved insignificant in influencing eco-efficiency. The municipalities of Alto Paraguai and Canabrava do Norte serve as benchmarks for the others. Approximately 76% of the 21 municipalities demonstrated low to medium eco-efficiency indices.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA); Eco-efficiency; Deforestation; Tobit Regression.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	American Psychological Association
APP	Áreas De Proteção Permanente
BCC	Banker; Charnes; Cooper
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes
COP30	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2025
CRS	<i>Constant Returns To Scale</i>
DL	Desenvolvimento Local
DMU	<i>Decision Making Units</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILPF	Integração Lavoura Pecuária Floresta
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MLE	Maximum Likelihood Estimation
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MQO	Regressão Linear Múltipla
ODM	Objetivos De Desenvolvimento Do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PPCDAm	Plano De Ação Para Prevenção E Controle Do Desmatamento Na Amazônia
PSA	Pagamento Por Serviços Ambientais
RENOVABIO	Política nacional de Biocombustíveis no Brasil
RL	Reservas Legais
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

SEMA/MT	Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso
UC	Unidades de Conservação
UCDB	Universidade Católica Dom Bosco
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
VBP	Valor Bruto Da Produção
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da área de estudo	28
Figura 2 Gráfico DEA – fronteiras de eficiência	29
Figura 1 Gráfico sobre a distribuição de recursos da ONU e seus parceiros para os ODS no Brasil	46
Figura 2 Fluxograma metodológico	48
Figura 3 Mapa de localização dos municípios na zona de transição dos biomas Amazônia Cerrado em Mato Grosso	49
Figura 4 Organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área de transição dos biomas Amazônia Cerrado e respectivas relações com os ODS/ONU	52
Figura 1 Mapa cartográfico de localização dos municípios avaliados, zona de transição Amazônia Cerrado, estado de Mato Grosso, Brasil	69
Figura 2 Gráfico do processo metodológico	70
Figura 1 Resultados da Ecoeficiência dos municípios (2020–2023)	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição das variáveis	72
Tabela 2	Regressão Tobit anos de 2020,2021,2022 e 2023	77

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	Modelo Ccr Primal	30
Equação 2	O Modelo Bcc Primal (Orientado Ao <i>Output</i>)	31
Equação 3	Modelo Linear Clássico	32
Equação 4	Modelo dual VRS definido como modelo do envelope orientado a output	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	DESENVOLVIMENTO LOCAL	18
3.1.1	MODELOS TEÓRICOS DO DESENVOLVIMENTO LOCAL	19
3.1.2	INTERAÇÕES E CONTRADIÇÕES ENTRE OS MODELOS	20
3.1.3	PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE EM MATO GROSSO	21
3.2	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICAS DA ÁREA DE ESTUDO	22
3.3	BREVE DESCRIÇÃO HISTÓRICA E POTENCIAL ECONÔMICO DE MATO GROSSO	22
3.3.1	RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS NA ÁREA DE ESTUDO	23
3.3.2	CONCEITOS DE EFICÁCIA, EFICIÊNCIA, PRODUTIVIDADE, ECOEFICIÊNCIA, SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E BIOECONOMIA.	24
3.4	POLÍTICAS PÚBLICAS MUNICIPAIS, ESTADUAIS E FEDERAIS PARA A REGIÃO DE ESTUDO	25
3.5	POLÍTICAS DA ONU PARA O MEIO AMBIENTE NO MUNDO NO MILÊNIO	26
3.6	IPCC E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	26
3.7	AMAZÔNIA LEGAL: CRIAÇÃO, DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA E OBJETIVOS	27
4	METODOLOGIA	28
4.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO COM ATIVIDADES ECONÔMICAS E LIMITES GEOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO	28
4.2	COLETA DE DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	29
4.3	ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)	30
4.3.1	MODELOS CLÁSSICOS DE DEA	31
4.3.2	Modelo dual de retornos variáveis à escala (VRS), orientação a <i>input</i>	32
4.3.3	Modelo primal de retornos variáveis à escala VRS, orientação a <i>output</i>	33
4.3.4	Extensões e avanços da DEA	34
4.3.5	Aplicações da DEA	35
4.4	REGRESSÃO TOBIT	37
4.5	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	38
5	CAPÍTULO I	39
6	CAPÍTULO II	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	ANEXO I	99
	ANEXO II	123

1 INTRODUÇÃO

A partir de 2010 o debate sobre políticas públicas ambientais e desenvolvimento sustentável intensificou-se e a bioeconomia¹ ganhou destaque como um modelo crucial para conciliar crescimento econômico e conservação ambiental. Este paradigma integra a produção sustentável de recursos biológicos renováveis com a inovação tecnológica, gerando valor em diversos setores, desde alimentos e energia até biomateriais e produtos químicos (Mccouch *et al.*, 2013; Kuhlman; Farrington, 2010; Springmann *et al.*, 2018). Nesse cenário a bioeconomia é vista como uma estratégia fundamental no atendimento ao aumento de demanda por alimentos, para mitigar os impactos das mudanças climáticas e promover uma transição para uma economia mais circular e resiliente (Kirchherr *et al.*, 2017; Van Der Waal e Thijssens, 2020).

As projeções demográficas mais recentes da Organização das Nações Unidas (ONU) indicam que a população mundial continuará a crescer, com estimativas apontando para cerca de 9,7 bilhões de pessoas em 2050 e um pico de aproximadamente 10,4 bilhões em 2100 (UNITED NATIONS, 2022). Esse crescimento populacional, acompanhado por um aumento significativo nos países em desenvolvimento e pela crescente urbanização, exerce uma pressão sem precedentes sobre os sistemas globais de produção de alimentos. Nesse contexto, o Brasil consolida sua posição estratégica como um fornecedor global essencial de alimentos, fibras e bioenergia, desempenhando um papel crucial na garantia da segurança alimentar mundial (AGÊNCIA BRASIL, 2025; FAO, 2020; WORLD BANK, 2025).

As inovações e investimentos no agronegócio brasileiro são vistos como fundamentais para atender a essa demanda crescente, ao mesmo tempo em que se buscam soluções para a sustentabilidade da produção. Entretanto, a expansão da fronteira agrícola para atender a essa demanda global tem sido associada a impactos ambientais significativos, como o desmatamento e o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), com a agropecuária respondendo por uma parcela considerável dessas emissões no Brasil (SEEG, 2021).

Essa dinâmica, alertada por (Foley *et al.*, 2011), ameaça a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, contribuindo para alterações climáticas potencialmente irreversíveis (IPCC,

¹ “A bioeconomia abrange a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão desses recursos e resíduos em produtos de valor agregado, como alimentos, rações, produtos de base biológica e bioenergia.” (European Commission, 2018)

2023), o que reforça a urgência de transicionar para modelos de produção mais resilientes e de baixo carbono (Springmann *et al.*, 2018), principalmente nos chamados ecótonos².

A região de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso configura uma área ecotonal de elevada complexidade e importância biogeográfica, marcada pela interdigitação de fitofisionomias características de dois dos maiores biomas da América do Sul. A delimitação precisa da zona de transição é um desafio, dada a sua natureza gradual e a influência de fatores históricos e antrópicos (Marques *et al.*, 2020; Parreira Lúcio, 2020).

Utilizando técnicas de geoprocessamento e análise multivariada de dados ambientais e de vegetação, diversos autores e instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) têm proposto mapas que delimitam essa região em Mato Grosso, geralmente como uma faixa de largura variável que se estende ao longo do contato entre os biomas (IBGE, 2020; TERRACLASS, 2023).

Historicamente, a expansão agrícola nessa região, com um Produto Interno Bruto - PIB total de aproximadamente R\$ 29,3 bilhões em 2019 (cerca de 20,64% do PIB estadual), impulsionou significativamente o desenvolvimento econômico local e nacional, gerando empregos e divisas através da produção e exportação de commodities como soja e milho.

Em 2024, o município de Sapezal, alcançou o valor de R\$ 7.544.333,000,00 com a produção de soja, milho e girassol, além de ser o maior produtor nacional de algodão (Boschiero, 2024). A autora destaca também a cidade de Diamantino, que no mesmo ano obteve um valor de R\$5.905.259.000,00 produzindo soja, milho e algodão. A adaptação de tecnologias e o aumento da produtividade têm permitido ao Brasil consolidar-se como um importante player no agronegócio global (Boschiero, 2024).

A transição Amazônia-Cerrado, particularmente nos 21 municípios do Mato Grosso abrangidos por este estudo, representa um ecótono de vital importância ecológica e socioeconômica. Caracterizada por uma rica biodiversidade e intensa atividade agrícola, essa região enfrenta pressões crescentes decorrentes do avanço da fronteira agropecuária, resultando em desmatamento, perda de *habitats* e aumento das emissões de gases de efeito estufa.

Diante desse cenário complexo e da urgência em conciliar desenvolvimento econômico com sustentabilidade ambiental, a presente tese justifica-se pela necessidade crítica de investigar o papel da bioeconomia como um vetor de transformação para essa zona sensível. Entender como atividades baseadas em recursos biológicos podem promover um

² “Ecótonos são zonas marginais entre comunidades ecológicas que contêm elementos das duas comunidades adjacentes, e frequentemente abrigam espécies únicas, tornando-se regiões ecologicamente sensíveis e biologicamente diversas.” (Mueller-Dombois & Ellenberg, 2002).

desenvolvimento mais equitativo e de baixo impacto é fundamental para guiar políticas públicas e investimentos na região.

Sendo assim, o objetivo central desta tese é investigar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, no período de 2020 a 2023. Os objetivos específicos foram assim elaborados: a) Demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU); b) Identificar os fatores determinantes da ecoeficiência, com ênfase no papel da bioeconomia, e do desmatamento e avaliar os níveis de ecoeficiência dos municípios. Para alcançar esse propósito, a pesquisa adotou uma metodologia quantitativa com elementos qualitativos.

A presente tese está organizada da seguinte forma: Introdução; Objetivo Geral e Objetivos Específicos; Revisão de Literatura; e dois capítulos principais, correspondentes a artigos científicos. O Capítulo 1, apresenta o artigo intitulado "Transição Amazônia-Cerrado: Fronteira Agrícola e Sustentabilidade no Estado de Mato Grosso, Brasil", que foi submetido ao periódico Revista de Gestão Social e Ambiental. O Capítulo 2 apresenta o artigo intitulado "Bioeconomia e Ecoeficiência em Municípios da Zona de Transição entre os Biomas Amazônia e Cerrado: Um Estudo no Estado de Mato Grosso, Brasil".

Esta pesquisa analisou a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da estratégica zona de transição Amazônia-Cerrado, em Mato Grosso, entre 2020 e 2023. Utilizando métodos de Análise de Envoltória de Dados (DEA) e regressão *Tobit*, a tese demonstrou a heterogeneidade dos índices de ecoeficiência na região e identificou o desmatamento como o principal obstáculo à sustentabilidade. O estudo destaca os municípios de Alto Paraguai e Canabrava do Norte como referências de ecoeficiência, servindo de modelo para a transição ecológica. Com isso, a tese oferece subsídios empíricos essenciais que comprovam a possibilidade de um modelo produtivo mais sustentável para o agronegócio em Mato Grosso.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, no período de 2020 a 2023.

2.2 Objetivos específicos

- a) Demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU).
- b) Identificar os fatores determinantes da ecoeficiência, com ênfase no papel da bioeconomia, e do desmatamento e avaliar os níveis de ecoeficiência dos municípios;

3 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo visa fornecer o arcabouço teórico e conceitual fundamental para a compreensão da pesquisa, explorando as dimensões ambientais, sociais, econômicas e políticas relevantes para a análise da contribuição da bioeconomia ao desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso. A revisão aborda desde o panorama da proteção e conservação ambiental no estado até os instrumentos metodológicos empregados na investigação, estabelecendo uma base sólida para a interpretação dos resultados.

3.1 Desenvolvimento local

Desenvolvimento local é um processo territorial caracterizado pela mobilização de atores locais, pelo fortalecimento de instituições, pela inovação, por redes de interação e pela resiliência, que busca competitividade sustentável mesmo em contextos de globalização. Envolve a elaboração de estratégias coletivas que fortalecem o sistema produtivo local, conectado ao mercado global, sem perder sua identidade endógena. Conforme afirmam Vázquez-Barquero E Rodríguez-Cohard (2018, p. 885): *“The cornerstones are institutional change, agreement among the local actors, networks, innovation, entrepreneurship and resilience.”*

A compreensão aprofundada do Desenvolvimento Local requer a análise de diferentes modelos teóricos que buscam explicar sua dinâmica e os fatores que o influenciam. Três modelos se destacam pela sua relevância e impacto na literatura: a Teoria da Base Econômica, a Teoria do Desenvolvimento Endógeno e a Teoria dos *Clusters* e Aglomerações Produtivas.

3.1.1 Modelos teóricos do desenvolvimento local

Teoria da Base Econômica: Este modelo, com raízes no pensamento clássico e neoclássico, postula que o crescimento econômico de uma localidade é determinado pela sua capacidade de exportar bens e serviços para fora de seus limites geográficos. As atividades econômicas são divididas em "básicas" (voltadas para a exportação, gerando influxo de renda) e "não básicas" (voltadas para o consumo interno, cuja demanda deriva das atividades básicas).

O desenvolvimento local, sob esta perspectiva, é impulsionado pela expansão das atividades básicas, que, por meio de efeitos multiplicadores, estimulam o crescimento das atividades não básicas e o aumento do emprego e da renda local (North, 1955). **Interações e Contradições:** A Teoria da Base Econômica oferece uma visão simplificada, mas útil, para entender a dependência de algumas localidades em setores específicos. No entanto, ela é criticada por negligenciar a importância dos fatores endógenos, da inovação local e das interações intersetoriais dentro da própria localidade. Além disso, a excessiva dependência de setores de exportação pode tornar a economia local vulnerável a choques externos e à volatilidade dos mercados globais (Storper, 1995).

Teoria do Desenvolvimento Endógeno: Em contraposição à visão exógena da Teoria da Base Econômica, a Teoria do Desenvolvimento Endógeno enfatiza o papel crucial dos recursos e capacidades internas de uma localidade como motores do seu desenvolvimento. Ela destaca a importância do capital humano, do conhecimento, da tecnologia, das instituições locais, da cultura e da identidade territorial na construção de trajetórias de desenvolvimento singulares e sustentáveis (Barquero & Garofoli, 1995). A inovação, a cooperação entre os atores locais e a criação de um ambiente de negócios dinâmico são elementos centrais neste modelo.

Interações e Contradições: A Teoria do Desenvolvimento Endógeno oferece uma perspectiva mais holística e dinâmica do Desenvolvimento Local, reconhecendo a complexidade das interações locais. Contudo, pode ser criticada por subestimar a influência de fatores externos e das políticas macroeconômicas no desenvolvimento local. Além disso, a mobilização e articulação efetiva dos atores locais nem sempre são fáceis de alcançar, podendo haver assimetrias de poder e conflitos de interesse que dificultam a cooperação (Rodríguez-Pose, 2013).

Teoria dos *Clusters* e Aglomerações Produtivas: Esta teoria argumenta que a concentração geográfica de empresas interconectadas, fornecedores especializados, prestadores de serviços, instituições associadas (como universidades e centros de pesquisa) e outras

entidades relacionadas em um determinado campo promove a competitividade das empresas e o desenvolvimento da região (Porter, 1998).

As aglomerações geram externalidades positivas, como a facilidade de acesso a conhecimento especializado, a redução de custos de transação, o aumento da inovação e a atração de talentos. Interações e Contradições: A Teoria dos *Clusters* oferece uma explicação robusta para o sucesso de muitas regiões que se especializaram em setores específicos. Ela reconhece a importância das interações entre empresas e outros atores para a geração de valor e inovação.

No entanto, nem toda aglomeração geográfica se traduz automaticamente em um cluster competitivo. A qualidade das interconexões, a governança do cluster e a capacidade de adaptação às mudanças do mercado são fatores críticos para o sucesso (Martin; Sunley, 2003). Além disso, a excessiva especialização pode tornar a região vulnerável a choques setoriais.³

3.1.2 Interações e contradições entre os modelos:

É importante notar que esses modelos não são mutuamente exclusivos e podem apresentar interações significativas. Por exemplo, a capacidade de uma base econômica local de gerar desenvolvimento endógeno depende da sua habilidade em inovar e diversificar suas atividades, muitas vezes facilitada pela formação de clusters. Da mesma forma, a competitividade de um *cluster* pode ser reforçada pela presença de instituições locais fortes e por um ambiente de negócios favorável (elementos centrais do desenvolvimento endógeno).

As contradições surgem nas diferentes ênfases e prioridades de cada modelo. Enquanto a Teoria da Base Econômica foca na demanda externa como motor principal, a Teoria do Desenvolvimento Endógeno prioriza a mobilização de recursos internos. A Teoria dos *Clusters*, por sua vez, enfatiza as vantagens da concentração e da interação em setores específicos. Uma abordagem mais robusta para o DL reconhece a validade parcial de cada modelo e busca integrar seus *insights*, considerando tanto as oportunidades externas quanto as capacidades internas e as dinâmicas de aglomeração.

³ As teorias do desenvolvimento local ajudam a entender como regiões crescem economicamente. A Teoria da Base Econômica defende que o crescimento vem das atividades que exportam produtos e trazem dinheiro de fora. Já a Teoria do Desenvolvimento Endógeno foca nos recursos internos, como conhecimento, pessoas e cultura local, como motores do progresso. Por fim, a Teoria dos *Clusters* destaca os benefícios da concentração de empresas e instituições que trabalham juntas em uma mesma área, gerando inovação e competitividade. Cada teoria tem seus pontos fortes e limitações, e podem ser combinadas para entender melhor a realidade de cada região.

Na área de estudo, a zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, observa-se um desenvolvimento predominante que ainda se alinha fortemente com a Teoria da Base Econômica. A expansão significativa do agronegócio, com a produção de *commodities* para exportação (soja, milho e pecuária), é a principal força motriz econômica da região.

Esse modelo, embora gere crescimento e divisas, acarreta os impactos ambientais e a vulnerabilidade a choques externos já apontados pela própria teoria. No entanto, há um movimento crescente e a busca por elementos das outras teorias. A discussão sobre a bioeconomia e a identificação de iniciativas de produção agroecológica, extrativismo natural e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) indicam um potencial para um desenvolvimento mais endógeno, que valoriza os recursos biológicos locais e a inovação.

Da mesma forma, a busca por ecoeficiência e o incentivo à diversificação produtiva, com agregação de valor aos produtos biológicos, sugerem a emergência de aglomerações ou cadeias de valor que poderiam se beneficiar dos princípios da Teoria dos *Clusters*, promovendo a competitividade de forma mais sustentável.

Portanto, o que se observa é uma predominância da base econômica exportadora, mas com a emergência de um movimento em direção ao desenvolvimento endógeno e a potenciais aglomerações ligadas à bioeconomia, buscando conciliar o crescimento com a sustentabilidade ambiental e a inclusão social.

As teorias citadas ajudam a entender como uma região se desenvolve. A Teoria da Base Econômica foca em atividades voltadas para exportação, como o agronegócio, que trazem dinheiro de fora. A Teoria do Desenvolvimento Endógeno valoriza os recursos locais, como conhecimento, natureza e cultura. Já a Teoria dos *Clusters* mostra como empresas e instituições, quando trabalham juntas em uma mesma região, podem inovar mais e gerar mais empregos. A combinação dessas ideias pode ajudar a tornar o crescimento mais equilibrado e sustentável.

3.1.3 Proteção e conservação do meio ambiente em Mato Grosso

Mato Grosso, dada sua localização estratégica e a presença de importantes biomas como a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal, enfrenta desafios significativos no que concerne à proteção e conservação ambiental. A legislação ambiental brasileira, consubstanciada na Constituição Federal de 1988 e em leis infraconstitucionais como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), estabelece diretrizes para a preservação de áreas de proteção permanente (APPs) e reservas legais (RLs) em propriedades rurais, instrumentos cruciais para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Metzger, 2010).

A efetividade dessas normas em Mato Grosso tem sido objeto de debate, considerando as pressões do agronegócio e a histórica ocupação do território (Arima et al., 2017). Unidades de Conservação (UCs), tanto de proteção integral quanto de uso sustentável, desempenham um papel vital na conservação *in situ* da biodiversidade e na regulação de processos ecológicos (Terborgh *et al*, 1999). A gestão dessas UCs, muitas vezes complexa e envolvendo diferentes atores sociais, é fundamental para o alcance de seus objetivos de conservação (Ostrom, 1992).

3.2 - Características ambientais, sociais e econômicas da área de estudo

A zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso configura-se como um ecótono de alta relevância ecológica, apresentando características ambientais singulares resultantes da interação entre os dois maiores biomas da América do Sul (Ribeiro *et al.*, 2008). Essa área é marcada por uma diversidade fitofisionômica, com a coexistência de espécies florestais amazônicas e formações savânicas do Cerrado, influenciando a distribuição da fauna e os processos hidrológicos regionais (Eiten, 1972).

Socialmente, a região abriga diversas comunidades, incluindo povos indígenas, agricultores familiares e populações tradicionais, cujas práticas de uso da terra e conhecimentos ancestrais são intrínsecas à dinâmica ambiental local (Diegues, 2000). Economicamente, a área tem experimentado uma expansão significativa do agronegócio, especialmente a produção de soja e a pecuária, o que tem gerado impactos ambientais consideráveis, como o desmatamento e a conversão de habitats naturais (Nepstad, 2006). A bioeconomia emerge nesse contexto como uma alternativa para conciliar desenvolvimento econômico e sustentabilidade, valorizando a biodiversidade e os recursos naturais de forma inovadora (Scialabba; Müller-Lindenlauf, 2010).

3.3. Breve descrição histórica e potencial econômico de Mato Grosso

A história de Mato Grosso é marcada por ciclos econômicos ligados à exploração de recursos naturais, desde a mineração no período colonial até a expansão da fronteira agrícola no século XX (Arvor *et al.*, 2013). A partir da década de 1970, impulsionada por políticas de incentivo à ocupação do Centro-Oeste, a agricultura intensiva e a pecuária extensiva se consolidaram como pilares da economia estadual (Cunha, 2006; Figueiredo; Azzoni; Guilhoto, 2024).

Na segunda década do século XXI, Mato Grosso se destaca como um dos maiores produtores agrícolas do Brasil, com forte impacto no cenário nacional e internacional. No

entanto, essa trajetória de desenvolvimento tem gerado desafios ambientais significativos, demandando a busca por modelos econômicos mais sustentáveis.

Nesse sentido, a bioeconomia apresenta um vasto potencial para Mato Grosso, dada a sua rica biodiversidade e o conhecimento tradicional associado ao uso dos recursos naturais (König & Pinsky, 2023). A valorização de produtos e processos biológicos, como a produção de bioenergia, bioprodutos e o ecoturismo, pode diversificar a matriz econômica estadual, gerar renda e promover a conservação ambiental (Georgescu-Roegen, 1971)

3.3.1 Recursos hídricos e minerais na área de estudo

A área de estudo é parte de importantes bacias hidrográficas, como a Bacia Amazônica e a Bacia do Araguaia-Tocantins, possuindo uma vasta rede de rios e corpos d'água que desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas e no abastecimento das atividades humanas (Scaloppe, 2024).

A disponibilidade e a qualidade desses recursos hídricos são cruciais para a agricultura, a pecuária e o desenvolvimento da bioeconomia, especialmente em atividades como a aquicultura e a produção de bioenergia a partir de biomassa aquática. Em relação aos recursos minerais, Mato Grosso possui um potencial geológico diversificado, com ocorrências de ouro, diamantes, calcário e outros minerais (SEDEC, 2024). A exploração mineral, quando não realizada de forma sustentável, pode gerar impactos ambientais significativos, como a contaminação de solos e corpos d'água.

A bioeconomia pode oferecer alternativas para a utilização de recursos minerais, através do desenvolvimento de biomateriais e processos biotecnológicos que reduzam a dependência da mineração tradicional (Cozzi, L., et al, 2020). Essa abordagem promove a sustentabilidade ao valorizar matérias-primas renováveis, diminuir a emissão de poluentes e incentivar a economia circular, contribuindo para a transição rumo a sistemas produtivos mais resilientes e ambientalmente responsáveis.

3.3.2 - Conceitos de eficácia, eficiência, produtividade, ecoeficiência, sustentabilidade ambiental e bioeconomia.

Para a análise proposta, é fundamental definir e distinguir conceitos inter-relacionados. Eficácia: No contexto de políticas ambientais, diz respeito ao grau de cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos, ou seja, se a política de fato alcança os resultados previstos. Um instrumento eficaz é aquele que promove o sucesso da intervenção planejada, mesmo diante de desafios administrativos e técnicos. Como afirmam Silva E Da Cunha (2007), ao definirem os critérios de avaliação de instrumentos de política pública ambiental: “Em termos de eficácia, um dado instrumento deve proporcionar que os objetivos e metas de uma política ambiental sejam atingidos com o maior grau de certeza”.

Eficiência: A eficiência ambiental mede a relação entre os benefícios obtidos (como redução de emissões, uso de recursos ou melhoria na qualidade ambiental) e os insumos empregados (como energia, água, materiais e custos). Busca-se fazer mais com menos — maximizar os resultados positivos enquanto minimiza os recursos utilizados. Essa abordagem é essencial em estratégias de sustentabilidade e na avaliação de desempenho ambiental organizacional. Conforme definido pelas normas ISO, especialmente a ISO 14031 (2004): “Indicadores de eficiência ambiental representam a relação entre os resultados ambientais obtidos e os insumos empregados no sistema”

Produtividade: No âmbito dos recursos naturais, a produtividade ambiental é entendida como a relação entre a produção de bens ou serviços ecossistêmicos — como biomassa, alimentos, madeira, etc. — e os fatores de insumo necessários, tais como terra, água, nutrientes ou energia. É um indicador fundamental para medir a eficácia do uso dos recursos naturais, promovendo o aumento da produtividade com impactos mínimos e contribuindo para políticas que incentivem a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Conforme aponta Smith Et Al. (2021, p. 14): “*Productivity in natural resource systems is defined as the ratio between the desired ecological or provisioning outputs and the inputs required, enabling strategies for sustainable intensification.*”

Ecoeficiência: Conceito que integra a eficiência econômica com a eficiência ambiental, buscando a produção de bens e serviços com a minimização do uso de recursos naturais e da geração de resíduos e poluição ao longo do ciclo de vida (Caiado *et al.*, 2017). Ao promover práticas mais sustentáveis e inovadoras, a ecoeficiência contribui para a competitividade das empresas, a preservação dos ecossistemas e o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono, alinhada aos princípios da sustentabilidade.

Sustentabilidade Ambiental: Capacidade de atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades, com foco na integridade dos ecossistemas e na manutenção dos processos ecológicos essenciais (Hajian & Kashani, 2021). Esse conceito orienta a formulação de políticas e práticas que buscam equilibrar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental, promovendo o uso responsável dos recursos naturais e assegurando a resiliência dos sistemas naturais a longo prazo.

Bioeconomia: Atividade econômica que utiliza recursos biológicos renováveis e processos biológicos para produzir bens e serviços, abrangendo setores como agricultura, silvicultura, pesca, aquicultura, alimentos, energia e indústria, a bioeconomia sustentável busca conciliar o crescimento econômico com a conservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas (McCormick & Kautto, 2013b).

3.4 Políticas públicas municipais, estaduais e federais para a região de estudo

A região de transição Amazônia-Cerrado está sujeita a um conjunto complexo de políticas públicas em diferentes níveis de governo. Em nível municipal, as políticas de zoneamento ecológico-econômico (ZEE) e os planos diretores podem influenciar o uso da terra e a promoção de atividades sustentáveis, sendo essenciais para o planejamento territorial e o fomento à bioeconomia local (Parreira Lúcio, 2020; Riscarolli, 2002).

O governo estadual de Mato Grosso, por sua vez, implementa programas de conservação, licenciamento ambiental e incentivo a práticas agropecuárias de baixo carbono (REM - MT, 2019). Em nível federal, políticas como o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) visam reduzir a perda de vegetação nativa (MMA, 2009; Santangeli *et al.*, 2023).

Além disso, instrumentos econômicos como o pagamento por serviços ambientais (PSA) e linhas de crédito verde buscam incentivar a adoção de práticas sustentáveis (INSTITUTO CENTRO DE VIDA, 2023; Silva *et al.*, 2016). A análise da efetividade e da integração dessas políticas é crucial para compreender o contexto em que a bioeconomia pode prosperar na região, orientando o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade.

3.5 Políticas da ONU para o meio ambiente no mundo no milênio

As políticas da Organização das Nações Unidas (ONU) têm desempenhado um papel fundamental na agenda ambiental global. A transição dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) para a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que vigora desde 2016, estabeleceu um novo patamar para a sustentabilidade.

Com seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo o ODS 15 (Vida Terrestre) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), a Agenda 2030 fornece um marco global abrangente para a promoção do desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica, social e ambiental (ONU, 2023; Van Der Waal; Thijssens, 2020). A bioeconomia, ao promover o uso sustentável dos recursos naturais e a inovação tecnológica, pode contribuir significativamente para o alcance de diversos ODS na região de estudo, alinhando o progresso econômico com a preservação ambiental.

3.6 IPCC e as mudanças climáticas

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é a principal autoridade científica internacional sobre o tema, fornecendo avaliações abrangentes sobre a ciência das mudanças climáticas, seus impactos e as opções de mitigação e adaptação (IPCC, 2022). As projeções do IPCC indicam que a região Amazônia-Cerrado é particularmente vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, como o aumento da temperatura, a alteração dos padrões de chuva e o aumento da frequência de eventos extremos (Marengo *et al.*, 2011).

A bioeconomia pode desempenhar um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, através da produção de bioenergia com baixa emissão de carbono e da promoção de práticas agrícolas sustentáveis que sequestram carbono no solo (Ye *et al.*, 2024). A adaptação aos impactos das mudanças climáticas também pode ser facilitada pela bioeconomia, através do desenvolvimento de culturas mais resilientes e de sistemas de produção diversificados.

3.7 Amazônia legal: criação, delimitação geográfica e objetivos

A Amazônia Legal é uma divisão político-administrativa criada em 1953, abrangendo nove estados brasileiros: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão (IBGE, 2022a). Sua criação visava planejar e executar ações para o desenvolvimento socioeconômico da região, considerando suas particularidades ambientais e sociais.

A delimitação geográfica da Amazônia Legal não coincide perfeitamente com o bioma Amazônia, incluindo áreas de Cerrado e Pantanal, especialmente no estado de Mato Grosso. Os objetivos da criação da Amazônia Legal evoluíram ao longo do tempo, passando de um foco inicial no desenvolvimento econômico para uma abordagem mais integrada que considera a sustentabilidade ambiental e a inclusão social (Becker, 2004). A área de estudo desta pesquisa, localizada na zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, está inserida no contexto da Amazônia Legal e, portanto, sujeita às políticas e dinâmicas socioambientais dessa macrorregião.

Com base no arcabouço teórico e conceitual estabelecido na revisão de literatura, que abordou desde os modelos de desenvolvimento local até as políticas ambientais e o papel da bioeconomia, torna-se possível delinear a abordagem metodológica que guiará a presente investigação. Este capítulo detalhará os procedimentos e as ferramentas analíticas empregadas para alcançar os objetivos propostos, garantindo a robustez e a validade dos resultados.

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa, de natureza aplicada e abordagem predominantemente quantitativa com elementos qualitativos complementares, buscou analisar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado: Alto Paraguai, Canarana, Canabrava do Norte, Comodoro, Confresa, Diamantino, Gaúcha do Norte, Ipiranga do Norte, Itanhangá, Juara, Juína, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Querência, Sinop, Sorriso, São José do Rio Claro, Sapezal, Tangará da Serra, Tabaporã, Vera.

A escolha desta área geográfica justifica-se por sua relevância ambiental e socioeconômica, caracterizada por dinâmicas complexas de uso da terra e potencial para a bioeconomia (Fearnside, 2005). Essa região representa um espaço estratégico para o desenvolvimento de soluções sustentáveis que conciliem conservação ambiental com geração de renda, além de ser um laboratório natural para o estudo de transições ecológicas e de modelos produtivos baseados no uso racional da biodiversidade.

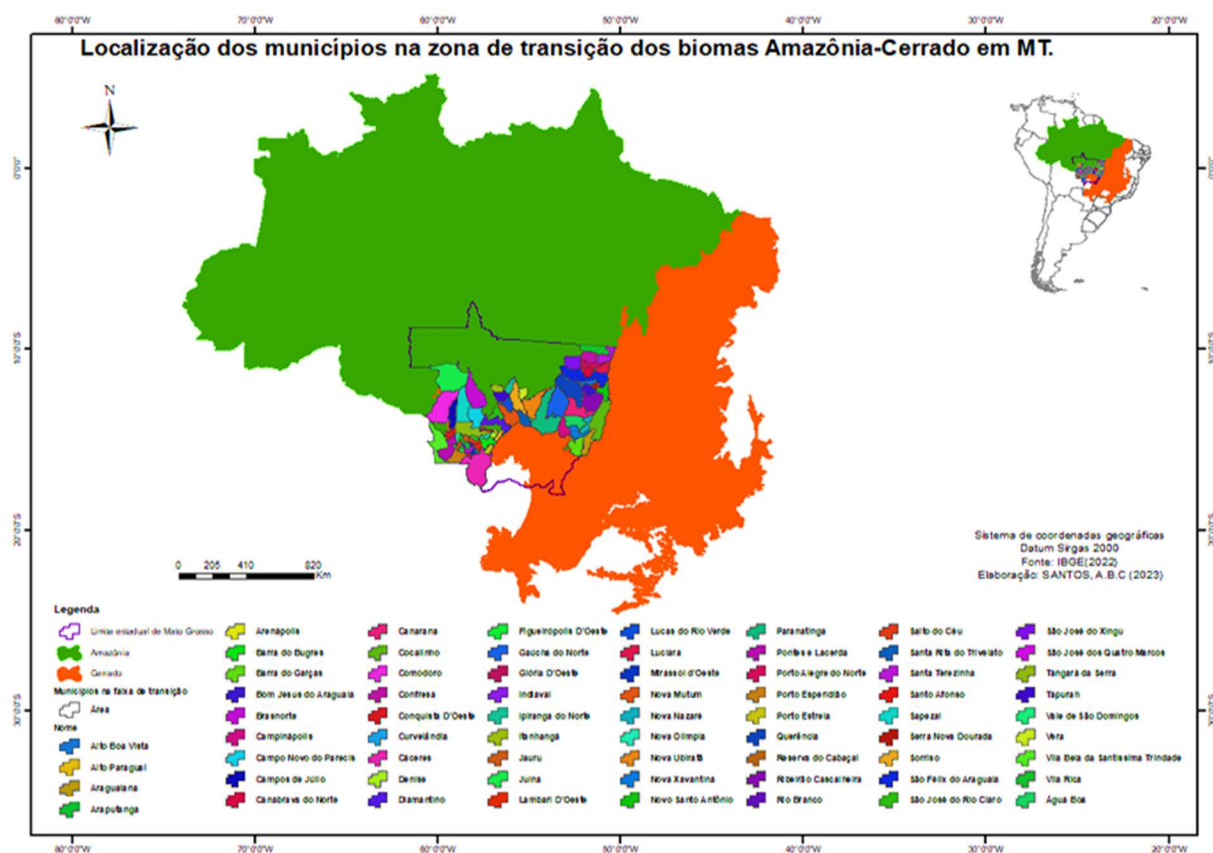
4.1 Delimitação da área de estudo com atividades econômicas e limites geográficos da área de estudo

A área de estudo desta pesquisa compreende 21 municípios (o critério de escolha foi a literatura que indica usar 4 vezes o número de inputs para DMUs, sendo escolhido 21 para maior rigor técnico. E os municípios foram escolhidos de acordo com o ranking dos maiores produtores de soja no ano de 2023), localizados na zona de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado no estado de Mato Grosso. A delimitação geográfica considerou critérios biofísicos e de uso da terra, buscando identificar municípios onde a interação entre as características dos dois biomas é mais evidente (Ab'saber, 2003).

Economicamente, esses municípios apresentam uma diversidade de atividades, incluindo a agricultura de grãos (soja, milho), a pecuária, o extrativismo vegetal (madeireiro e não madeireiro) e, em menor escala, iniciativas relacionadas à bioeconomia, como o processamento de produtos da sociobiodiversidade e o turismo de natureza.

Os limites geográficos específicos dos municípios selecionados serão detalhados em seção posterior, com o auxílio de dados geoespaciais e cartográficos (IBGE, 2023a). A análise da intensidade e da distribuição dessas atividades econômicas é crucial para compreender as pressões sobre os recursos naturais e o potencial para a implementação de práticas de bioeconomia na região.

Figura 1: localização da área de estudo.



Fonte: Benevides Correia J, 2024.

4.2 Coleta de dados e definição das variáveis

A coleta de dados abrangeu o período de 2020 a 2023 e envolveu a triangulação de informações provenientes de diversas fontes secundárias. Dados sobre infraestrutura (e.g., acesso à energia, saneamento), capital humano (e.g., nível de escolaridade, emprego formal) e recursos naturais (e.g., área cultivada, produção agrícola) foram compilados a partir de plataformas governamentais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e sistemas de informações territoriais.

Indicadores relacionados à bioeconomia (e.g., produção de produtos florestais não madeireiros, agricultura orgânica) foram levantados em bases de dados especializadas e relatórios de órgãos ambientais. Dados de desmatamento foram obtidos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A definição das variáveis seguiu a literatura pertinente em desenvolvimento sustentável, bioeconomia e avaliação de eficiência (Charnes *et al.*, 1978b). O índice de ecoeficiência foi construído como o *output*, representando a relação entre o valor da produção econômica e o incremento de área desmatada.

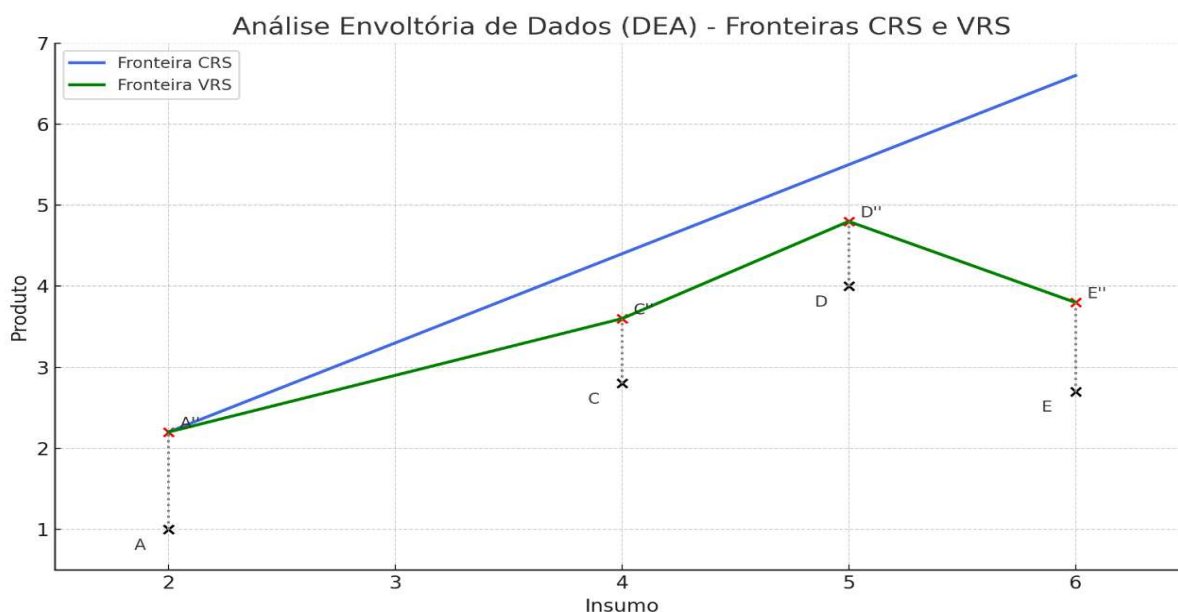
4.3. Análise de envoltória de dados (DEA)

Para avaliar a ecoeficiência dos 21 municípios, utilizou-se a Análise de Envoltória de Dados (DEA). A Análise Envoltória de Dados é uma técnica não paramétrica de programação linear utilizada para avaliar a eficiência relativa de um conjunto de unidades de tomada de decisão (DMUs - *Decision Making Units*) que utilizam múltiplos *inputs* para produzir múltiplos *outputs*.

Desenvolvida originalmente por Charnes, Cooper E Rhodes (1978), a DEA revolucionou a avaliação de eficiência ao dispensar a necessidade de especificar uma forma funcional para a fronteira de produção, baseando-se nos dados observados para construir essa fronteira.

A premissa fundamental da DEA reside na identificação de uma fronteira de eficiência, formada pelas DMUs que produzem o máximo de *outputs* com um dado nível de *inputs*, ou utilizam o mínimo de *inputs* para um dado nível de *outputs*. As demais DMUs são então avaliadas relativamente a essa fronteira, e sua ineficiência é quantificada pela distância em que se encontram dessa fronteira eficiente. A figura 2 apresenta a relação dessas fronteiras.

Figura 2: Fronteira de eficiência



Fonte: Charnes, Cooper e Rhodes 1978; Banker, Charnes e Cooper, 1984.

As DMUs que se encontram sobre essa fronteira recebem escore de eficiência igual a 1 (ou 100%), sendo consideradas eficientes em relação às demais. Já as DMUs que se situam abaixo ou à esquerda da fronteira (no caso de orientação a *inputs*) são classificadas como ineficientes, pois consomem mais recursos do que o necessário para obter o mesmo resultado de produção ou produzem menos do que poderiam com os recursos disponíveis (Charnes *et al* 1984).

4.3.1 Modelos clássicos de DEA

A literatura inicial da DEA estabeleceu dois modelos fundamentais: CCR e VRS. Modelo CCR (Charnes *et al.*, 1978b): Este modelo assume retornos constantes de escala (CRS - *Constant Returns to Scale*), o que implica que uma variação proporcional nos *inputs* resulta em uma variação proporcional nos *outputs*. O modelo CCR avalia a eficiência técnica global, que engloba tanto a eficiência de escala quanto a eficiência técnica pura. A formulação matemática do modelo CRS que explica melhor essa sistematização é apresentada por meio do problema de programação fracionária (PPF).

Equação 1 - Problema de programação fracionária (PPF)

$$\begin{aligned}
 \max \quad & h_o = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \\
 \text{sujeito a} \quad & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, \dots, n \\
 & u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j
 \end{aligned}$$

A formulação matemática do modelo CRS que explica melhor essa sistematização é apresentada por meio do problema de programação fracionária (PPF). Neste, avalia-se que cada DMU k , $k = 1, \dots, n$, é uma unidade de produção que utiliza r *inputs* x_{ik} , $i = 1, \dots, r$, para produzir s *outputs* y_{jk} , $j = 1, \dots, s$. O modelo CRS, apresentado na Equação 1, maximiza o quociente entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, com a restrição de que, para qualquer DMU, esse quociente não pode ser superior a 1. De modo que, para uma DMU_o, h_o é a eficiência; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da DMU_o; v_i e u_j são os pesos calculados pelo modelo para *inputs* e *outputs*, respectivamente (Gomes *et al.*, 2003).

Segundo a reformulação sugerida por Charnes E Cooper (1962), é possível transformar o problema de programação fracionária (PPF) em um problema de programação linear (PPL). Essa transformação, conhecida como linearização, pode ser realizada por meio de duas abordagens principais: (a) mantendo os insumos constantes e buscando a maximização dos produtos obtidos, ou (b) mantendo os produtos fixos e promovendo a minimização dos insumos empregados.

4.3.2 Modelo dual de retornos variáveis à escala (VRS), orientação a input

Este modelo se diferencia ao permitir retornos variáveis de escala (VRS - *Variable Returns to Scale*). Isso é alcançado pela adição de uma restrição de convexidade no modelo dual, ou equivalentemente, pela introdução de uma variável irrestrita (μ) no modelo primal. O modelo BCC avalia a eficiência técnica pura, isolando os efeitos da escala de operação.

Equação 2- Modelo *dual* VRS definido como modelo do envelope orientado a *input*

$$\begin{aligned} & \theta \\ \text{Sujeito a} & \sum_{k=1}^z Y_{Ik} \lambda_k \geq Y_{Io}, \text{ para } i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{k=1}^z x_{jk} \lambda_k - \theta x_{jo} \leq 0, \text{ para } j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{k=1}^z \lambda_k = 1 \\ & \lambda_k \text{ e } \theta \geq 0, k=1, \dots, j \end{aligned}$$

Sendo:

θ - eficiência; λ_k - participação da DMU k na meta da DMU em análise; x_{jk} - quantidade do *input* j da DMU k; y_{ik} - quantidade de *output* i da DMU k; X_{jo} - quantidade de *input* j da DMU em análise; y_{jo} - quantidade de *output* i da DMU em análise; z - quantidade de DMUs analisadas; m - número de *outputs*; n - número de *inputs*; u e v - coeficiente de retorno de escala.

4.3.3 Modelo *primal* de retornos variáveis à escala VRS, orientação a *output*

Esse modelo considera situações de eficiência de produção com variação de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. O modelo obriga que a fronteira seja convexa, permitindo que DMUs que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala, e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Sua formulação *primal*, definida como modelo dos multiplicadores, é determinada pela Equação 3.

Equação 3 - Modelo *primal* VRS dos multiplicadores orientado a *output*

$$\begin{aligned}
 \text{Max } Eff_0 &= \sum_{j=1}^N v_j X_{jo} + v_* \\
 \text{sujeito a} \\
 \sum_{i=1}^m u_i y_{io} &= 1 \\
 \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} + v &\leq 0, \forall k \text{ para } k = 1, 2, \dots, z \\
 u_i e v_j &\geq 0, u_i e v_j \geq 0 \quad i = 1 \dots m, j = 1 \dots, n
 \end{aligned}$$

Sendo:

u_i - peso calculado para o produto i; v_j - peso calculado para o insumo j; x_{jk} - quantidade de insumo j para unidade k; y_{ik} - quantidade do produto i para unidade k; X_{jo} - quantidade de insumo j para unidade em análise; y_{io} - quantidade de produto i para unidade em análise; z - quantidade de DMUs analisadas; m - número de tipos de produtos; n - número de tipo de insumos; u e v - coeficiente de retorno de escala, conforme BANKER, CHARNES E COOPER (1984).

No contexto da análise de eficiência entre municípios, o modelo DEA VRS orientado a *output* é uma ferramenta eficaz para avaliar o desempenho relativo de diferentes localidades na utilização de seus recursos públicos para gerar serviços e resultados à população. O modelo dual definido como modelo do envelope é apresentado na Equação 4.

Equação 4 - Modelo dual VRS definido como modelo do envelope orientado a *output*
 θ

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^z x_{jk} \lambda_k &\leq X_{jo}, \text{ para } j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{k=1}^z y_{ik} \lambda_k - \theta y_{io} &\geq 0, \text{ para } i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{k=1}^z \lambda_k &= 1 \\ \lambda_k &\geq 0, k=1, \dots, z \end{aligned}$$

Sendo:

θ - inverso da eficiência; λ_k - participação da DMU k na meta da DMU em análise; x_{jk} - quantidade do *input* j da DMU k; y_{ik} - quantidade de *output* i da DMU k; X_{jo} - quantidade de *input* j da DMU em análise; y_{jo} - quantidade de *output* i da DMU em análise; z - quantidade de DMUs analisadas; m - número de *outputs*; n - número de *inputs*; u e v - coeficiente de retorno de escala.

O modelo DEA *dual* identifica as DMUs eficientes, mas também permite medir, localizar a ineficiência e avaliar uma função de produção linear por partes, que fornece o *benchmark* para as DMUs ineficientes.

4.3.4 - Extensões e avanços da DEA

Ao longo das décadas, a DEA evoluiu significativamente, dando origem a diversas extensões e variações dos modelos clássicos para lidar com diferentes aspectos e complexidades da avaliação de eficiência. Algumas das extensões mais relevantes incluem:

1. Modelos com orientação a *input*: Enquanto os modelos CCR e BCC podem ser orientados tanto ao *output* (maximizando os *outputs* para um dado nível de *inputs*) quanto ao *input* (minimizando os *inputs* para um dado nível de *outputs*), a escolha da orientação depende do objetivo da análise e da natureza do processo produtivo (Barbosa, 2018).
2. Modelos com variáveis não discricionárias: Em muitas situações reais, as DMUs podem ter *inputs* ou *outputs* que não podem ser controlados pelos gestores (e.g., fatores ambientais, características dos clientes). Modelos de DEA foram

desenvolvidos para incorporar essas variáveis não discricionárias na avaliação de eficiência (Banker & Morey, 1986).

3. Modelos com restrições de pesos: Em alguns casos, pode ser desejável impor restrições aos pesos dos *inputs* e *outputs* para refletir julgamentos de valor, conhecimento prévio ou para garantir que os resultados da DEA sejam mais realistas e interpretáveis (Thompson *et al.*, 1986).
4. Modelos com dados ordinais ou categóricos: A DEA tradicional assume dados numéricos contínuos. Extensões foram propostas para lidar com dados ordinais (e.g., classificação de qualidade) ou categóricos (e.g., tipo de tecnologia utilizada) (Banker & Morey, 1986).
5. Análise de produtividade Malmquist: Desenvolvida por Fare *et al* (1989), o índice de Malmquist utiliza a DEA para medir as mudanças na produtividade ao longo do tempo, decompondo-as em mudanças na eficiência e mudanças tecnológicas (deslocamento da fronteira).
6. DEA em dois estágios: Em processos produtivos complexos com estágios intermediários, a DEA em dois estágios permite analisar a eficiência de cada estágio separadamente e a eficiência global do processo (Seiford & Zhu, 1999).
7. DEA robusta: Para lidar com a incerteza e a variabilidade nos dados, abordagens de DEA robusta foram desenvolvidas para produzir resultados de eficiência mais estáveis e confiáveis (Cooper *et al.*, 2007).

4.3.5 - Aplicações da DEA

A versatilidade da Análise Envoltória de Dados (DEA) tem consolidado essa metodologia como uma ferramenta amplamente aplicada na avaliação de desempenho em distintos setores da sociedade. Seu uso tem sido especialmente relevante por permitir a comparação entre unidades que operam sob condições distintas, oferecendo resultados objetivos mesmo diante de múltiplos *inputs* e *outputs*.

No setor da saúde, por exemplo, a DEA tem sido empregada para mensurar a eficiência relativa de hospitais, clínicas e sistemas de saúde, conforme demonstrado por Hollingsworth *et al.* (1999), que destacam a utilidade do método para identificar boas práticas e orientar políticas públicas mais eficazes.

No campo da educação, Johnes (2006) aplicou o modelo para avaliar instituições de ensino, desde o nível básico até o superior, destacando sua utilidade na alocação eficiente de recursos e na comparação entre escolas ou universidades com diferentes estruturas operacionais.

A metodologia também tem sido amplamente explorada no setor de transporte, onde Cullinane *et al.* (2006) utilizaram DEA para analisar a eficiência de portos, aeroportos e sistemas de transporte público, permitindo identificar gargalos operacionais e propor melhorias na gestão de infraestruturas logísticas.

No âmbito da energia e meio ambiente, Zhou *et al.* (2008) destacam a aplicabilidade da DEA para mensurar a eficiência energética de empresas e avaliar o impacto de políticas ambientais. A abordagem se mostra eficaz tanto para análises comparativas quanto para a formulação de estratégias sustentáveis. Esses exemplos evidenciam a capacidade do modelo DEA de se adaptar a contextos variados, consolidando-se como uma ferramenta robusta para análise de eficiência em setores estratégicos e essenciais à gestão pública e privada.

A Análise Envoltória de Dados (DEA) se consolidou como uma metodologia poderosa e flexível para a avaliação comparativa de eficiência. Sua natureza não paramétrica, a capacidade de lidar com múltiplos *inputs* e *outputs* sem a necessidade de especificar uma função de produção e a rica variedade de modelos e extensões a tornam uma ferramenta valiosa para pesquisadores e profissionais em diversas áreas.

Apesar de suas vantagens, é importante reconhecer as limitações da DEA, como a sua natureza determinística, a sensibilidade à seleção de *inputs* e *outputs* e a dificuldade em lidar com erros de medição. Pesquisas futuras continuam a abordar essas limitações e a expandir as fronteiras da DEA com novas metodologias e aplicações.

Para uma tese de doutorado, esta revisão abrangente fornece uma base sólida sobre a teoria, os modelos, as extensões e as aplicações da DEA, além de destacar os principais autores e trabalhos que moldaram a área. A compreensão aprofundada desses aspectos é crucial para a aplicação rigorosa e a contribuição original para o campo da análise de eficiência.

4.4. Regressão *Tobit* no segundo estágio da análise envoltória de dados (DEA)

No contexto da Análise Envoltória de Dados (DEA), é prática comum a realização de uma segunda etapa analítica após o cálculo dos escores de eficiência técnica no primeiro estágio. Essa segunda etapa visa identificar fatores externos que podem influenciar o desempenho relativo das unidades de decisão (DMUs). Para tanto, utiliza-se frequentemente a regressão *Tobit*, por se adequar à natureza censurada dos escores de eficiência, que, por construção, variam entre zero e um.

A regressão *Tobit* foi proposta por James Tobin (1958) em seu artigo seminal “*Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables*”. O autor observou que, em muitos casos, a variável dependente apresenta censura — isto é, os valores observados são limitados por um ponto superior ou inferior, o que impede a aplicação direta de modelos tradicionais, como a Regressão Linear Múltipla. O modelo *Tobit*, nesse sentido, foi desenvolvido para tratar adequadamente essas situações, garantindo estimativas mais consistentes e sem viés.

No caso específico da DEA, os escores de eficiência representam variáveis limitadas superiormente (por 1) e inferiormente (por 0), de modo que a aplicação da regressão *Tobit* permite explorar, de forma estatisticamente apropriada, a relação entre esses escores e variáveis explicativas que estejam fora do controle direto da DMU, como características institucionais, socioeconômicas ou geográficas.

Conforme sistematizado por Greene (2008) em *Econometric Analysis*, a estimação do modelo *Tobit* é realizada por meio do método da Máxima Verossimilhança, permitindo decompor adequadamente os efeitos sobre a probabilidade de eficiência e sobre o nível de eficiência entre as unidades ineficientes. Dessa forma, a regressão *Tobit* se consolida como uma ferramenta metodológica robusta para o segundo estágio da DEA, especialmente quando se busca compreender como variáveis exógenas influenciam a eficiência técnica de unidades como municípios, escolas ou instituições públicas.

4.5 - Análise e interpretação dos resultados

A análise dos dados obtidos por meio do DEA e da regressão *Tobit* foi realizada utilizando softwares estatísticos específicos, (*R*). Os resultados da análise de ecoeficiência foram apresentados de forma descritiva e comparativa entre os municípios ao longo do período estudado. Os coeficientes da regressão *Tobit* foram interpretados para identificar a direção e a magnitude do efeito das variáveis independentes sobre a ecoeficiência. A discussão dos resultados buscou integrar os achados quantitativos com a literatura teórica e os aspectos contextuais da região de transição Amazônia-Cerrado, fornecendo *insights* relevantes para a formulação de políticas públicas e o avanço da pesquisa na área.

Após a aplicação rigorosa da metodologia e a análise aprofundada dos dados, os resultados obtidos permitem uma compreensão mais clara da ecoeficiência dos municípios e dos fatores que a influenciam na zona de transição Amazônia-Cerrado. Com base nesses achados, as considerações finais consolidam as principais conclusões da pesquisa, discutem suas implicações e apontam para futuras direções de estudo, contribuindo para o debate sobre o desenvolvimento sustentável na região. O Capítulo 1, apresenta o artigo intitulado "Transição Amazônia-Cerrado: Fronteira Agrícola e Sustentabilidade no Estado de Mato Grosso, Brasil".

5 CAPÍTULO I

TRANSIÇÃO AMAZÔNIA - CERRADO: FRONTEIRA AGRÍCOLA E SUSTENTABILIDADE NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Jonas Benevides Correia⁴

RESUMO

Objetivo: O presente estudo objetivou demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. **Referencial teórico:** Buscou-se neste tópico contemplar os aspectos da produção sustentável de alimentos, em uma visão holística que minimize os impactos ambientais, no sentido de estimular a gestão sustentável, uso eficiente dos recursos e insumos nas diversas atividades econômicas sustentáveis. **Método:** Referencial teórico sobre o tema, pesquisa baseada na *Web of Science* e Google acadêmico, tabulação dos dados e elaboração de um quadro com as iniciativas sustentáveis e um mapa de localização da zona de transição Amazônia-Cerrado.

Resultados e conclusão: Em paralelo ao modo produtivo agroexportador de larga escala, identificou-se na pesquisa diversas iniciativas de produção agroecológica, extrativismo natural, integração entre floresta, lavoura e pecuária utilizando técnicas em que buscam a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local sustentável na região do estudo. **Implicações da pesquisa:** Em linha com a temática ambiental, o estudo apresenta e discute iniciativas relevantes na sociedade associando o agronegócio e desenvolvimento sustentável. **Originalidade/valor:** Elaboração de um mapa inédito dos municípios de Mato Grosso que estão inseridos na zona de transição dos biomas Amazônia - Cerrado e um quadro com organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área de transição e respectivas associações com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, com uma discussão sobre as atividades pró-ativas visando o desenvolvimento da região em foco.

Palavras-chave: Amazônia, Cerrado, Agronegócio, Sustentabilidade, ODS/ONU.

⁴ Participantes da pesquisa: Adriana Bilar Chaquime dos Santos; Romildo Camargo Martins; Micaella Lima Nogueira; Rildo Vieira de Araújo; Reginaldo Brito Costa.

AMAZON TRANSITION - CERRADO: AGRICULTURAL FRONTIER AND SUSTAINABILITY IN THE STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL

ABSTRACT

Objective: The present study aimed to demonstrate the relevance of agribusiness and highlight sustainable development actions in the Amazon-Cerrado transition zone, in the center-north of the state of Mato Grosso, in line with the Sustainable Development Goals of the United Nations. **Theoretical framework:** This topic sought to contemplate the aspects of sustainable food production, in a holistic view that minimizes environmental impacts, in order to stimulate sustainable management, efficient use of resources and inputs in the various sustainable economic activities. **Method:** Theoretical framework on the subject, research based on Web of Science and Google scholar, tabulation of data and elaboration of a table with sustainable initiatives and a map of the location of the Amazon-Cerrado transition zone. **Results and conclusion:** In parallel to the large-scale agro-export production mode, several initiatives of agroecological production, natural extractivism, integration between forest, crops and livestock were identified in the research using techniques that seek environmental sustainability and sustainable local development in the region of the study. **Implications of the research:** In line with the environmental theme, the study presents and discusses relevant initiatives in society associating agribusiness and sustainable development. **Originality/value:** Preparation of an unprecedented map of the municipalities of Mato Grosso that are located in the transition zone of the Amazon - Cerrado biomes and a table with organizations, activities and sustainable actions developed in the transition area and respective associations with the Sustainable Development Goals of the United Nations, with a discussion on proactive activities aimed at developing the region in focus.

Keywords: Amazon, Savannah, Agrobusiness, Sustainability, SDG/UN.

TRANSICIÓN AMAZÓNICA - CERRADO: FRONTERA AGRÍCOLA Y SOSTENIBILIDAD EN EL ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

RESUMEN

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo demostrar la relevancia de los agronegocios y resaltar acciones de desarrollo sostenible en la zona de transición Amazonas-Cerrado, en el centro-norte del estado de Mato Grosso, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. **Marco teórico:** Este tema buscó contemplar los aspectos de la producción sostenible de alimentos, en una visión holística que minimice los impactos ambientales, con el fin de estimular el manejo sostenible, el uso eficiente de los recursos e insumos en las diversas actividades económicas sostenibles. **Método:** Marco teórico sobre el tema, investigación basada en Web of Science y Google Scholar, tabulación de datos y elaboración de una tabla con iniciativas sostenibles y un mapa de la ubicación de la zona de transición Amazonas-Cerrado. **Resultados y conclusión:** En paralelo a la modalidad de producción agroexportadora a gran escala, se identificaron en la investigación varias iniciativas de producción agroecológica, extractivismo natural, integración entre bosques, cultivos y ganadería utilizando técnicas que buscan la sostenibilidad ambiental y el desarrollo local sostenible en la región de estudio. **Implicaciones de la investigación:** En línea con el tema ambiental, el estudio presenta y discute iniciativas relevantes en la sociedad asociando el agronegocio y el desarrollo sostenible. **Originalidad/valor:** Elaboración de un mapa inédito de los municipios de Mato Grosso que se ubican en la zona de transición de los biomas Amazonía - Cerrado y una tabla con organizaciones, actividades y acciones sostenibles desarrolladas en la zona de transición y respectivas asociaciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización Naciones Unidas, con un debate sobre las actividades proactivas destinadas a desarrollar la región en el centro de atención.

Palabras clave: Amazonía, Grueso, Agronegocios, Sostenibilidad, ODS/ONU.

1 INTRODUÇÃO

Os aspectos técnicos das políticas públicas relacionadas ao ambiente têm sido discutidas com mais ênfase a partir da década de 1970, com foco em formas de exploração ao redor do mundo, considerando a economia sob a ótica da sustentabilidade. Neste sentido, as argumentações passaram necessariamente por diretrizes norteadoras e ações que pudessem mitigar os impactos gerados pelo progresso em nível global.

Estima-se que a população mundial será de 9,7 bilhões em 2050, 29% a mais do número atual e nos países em desenvolvimento o crescimento será maior (ONU, 2019). Nesse cenário, 70% da população será urbana e os níveis de renda serão maiores do que os atuais, “para alimentar essa população maior, urbana e rica, a produção de alimentos deverá aumentar em 70% e o Brasil se tornará o principal fornecedor para responder ao aumento da demanda global de importações de *commodities*” (FAO, 2017).

Na produção de alimentos, o uso das florestas tropicais e as questões climáticas estão intimamente ligadas. Nessa perspectiva, pesquisas, estudos e instituições no mundo buscam entender os riscos aos ecossistemas afetados e apresentar alternativas mais sustentáveis. Foley *et al.* (2011), entre outros autores, enfatizam que a agricultura está aumentando significativamente as emissões de CO₂ por desmatamento, reduzindo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

A agropecuária foi responsável por cerca de 74% do total de emissões dos gases de efeito estufa (GEE) em 2020 no Brasil, de acordo com os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023). Consequentemente torna-se necessário criar um índice para medir os benefícios da redução dessas emissões (Searchinger *et al.*, 2018). O constante aumento desses gases podem alterar drasticamente o clima, conforme recente relatório do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas que avalia a possibilidade de alterações climáticas profundas (Ditlevsen & Ditlevsen, 2023).

O avanço no uso das florestas tropicais e o aumento das emissões podem aproximar a humanidade de limites não desejáveis ao nosso planeta. Até o ano de 2050 as estimativas têm demonstrado que os efeitos ambientais poderão aumentar entre 50% a 90%, tornando necessário mitigar essas externalidades (Springmann *et al.*, 2018). Portanto, inovações tecnológicas devem ser utilizadas para gerar sistemas eficientes relacionados ao plantio, culturas mais resistentes ao calor, eficiência dos sistemas de coleta, reciclagem e irrigação conforme vem ocorrendo nos Estados Unidos (Ausubel, 1991).

A demanda alimentar tende a se elevar em função do aumento da população e da renda no mundo (Searchinger *et al.*, 2018). A disponibilidade de alimentos precisará dobrar nos

próximos 25 anos, para tanto é necessário recorrer a mais de 1.700 bancos de genes, ao melhoramento de plantas, e às sementes crioulas que são mais resilientes e ajudam a reduzir a insegurança alimentar com sustentabilidade ambiental (McCouch *et al.*, 2013).

O desenvolvimento sustentável é condição imprescindível na produção de alimentos. Na floresta Amazônica, apesar da renda para as comunidades locais ser relativamente baixa, os ganhos ambientais são consideráveis (Silva *et al.*, 2016). É possível impactar a economia local e global com ações com alguma limitação tecnológica, tais como, a exploração do babaçu, cupuaçu e castanha-do-pará (Nobre *et al.*, 2016). Nessa linha, uma iniciativa que ocorre no continente africano (Gana), mostra que, a agricultura fornece 60% da renda familiar média rural, a floresta 38% e atividades externas à fazenda apenas 2% (Appiah *et al.*, 2009).

A variabilidade climática a partir das mudanças no uso da terra podem causar danos irreversíveis ao clima local e continental (Marengo *et al.*, 2018). Na Amazônia oriental já teria observado a diminuição da cobertura da terra, o aumento da temperatura do ar local e outros fatores ligados à expansão agrícola (Sampaio *et al.*, 2007). No entanto, algumas medidas podem contribuir na preservação da floresta Amazônica: abandonar o uso do fogo, investir na prevenção de incêndios, respeitar as leis ambientais e restringir a expansão agrícola (Nepstad *et al.*, 2008).

Nesta perspectiva, o objetivo do presente estudo foi demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU).

A temática discutida nesta pesquisa engloba desde as esferas das instituições públicas e privadas, assim como ações comunitárias que desenvolvem atividades sustentáveis. Neste sentido, salientar a grandeza do agronegócio e formas para amenizar o impacto causado ao meio ambiente da área de estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise das condições de preservação dos ecossistemas é de fundamental importância para a humanidade. Produzir alimentos é essencial, assim como a manutenção dos biomas e suas zonas de transição que constituem biodiversidades únicas no planeta, como os biomas da Amazônia e Cerrado. Desenvolver de maneira sustentável nessas regiões é necessário para que o Brasil, demais nações ao redor do mundo e comunidades locais usufruam da produção e do extrativismo de acordo com a capacidade do ambiente.

2.1 o agronegócio no estado de mato grosso

O estado de Mato Grosso que desde os tempos coloniais era considerado um território exótico, por ser isolado das regiões costeiras do Brasil, começa a sofrer transformações socioeconômicas a partir da década de 1930 com políticas estatais de integração territorial (Ioris, 2017). Este processo se intensifica com o período de governos militares entre os anos de 1964 a 1985 com ações que levaram a agricultura para o Centro-Oeste e região amazônica.

Para o sucesso do modelo de ocupação, foram atraídas para o estado tanto empresas nacionais como internacionais, bem como pequenos agricultores dos estados da região Sul do Brasil, que viram uma oportunidade de restabelecimento econômico. Dessa forma, o estado de Mato Grosso se tornou um paraíso para empreendimentos privados de colonização, que culminou na origem das cidades do Norte do estado, que hoje dominam a produção e exportação de *commodities* agrícolas (Ioris, 2017).

A atividade agrícola é o principal motor da economia do estado do Mato Grosso. Para tanto, o financiamento da produção é de fundamental importância em função das altas taxas de produtividade exigidas e da proporção de escala tecnológica do setor (Vieira Filho; Gasques, 2023).

O financiamento do agronegócio em Mato Grosso pode ser dividido em três períodos, como segue: i) 1970 a 1980 caracterizado pela forte participação estatal; ii) 1980 a 1990 que se caracterizou pela instabilidade em função da transição de política macroeconômica; iii) envolveu a maior complexidade financeira devido à crescente neoliberalização brasileira a partir dos anos 1990 que é o novo modelo globalizado do capitalismo agrícola (Ioris, 2016).

O agronegócio se consolidou na região e estabeleceu uma complexa cadeia agroindustrial que permeia o desenvolvimento de grande parte dos municípios do estado de Mato Grosso. As exportações de *commodities* como soja, algodão e milho praticamente

monopolizam os recursos estatais de financiamento. Além disso, o estado é grande produtor e exportador de carne bovina, carne de aves, óleo de soja e outros produtos agrícolas.

O maior parceiro comercial do estado é a República da China. Wilkinson (2016) descreveu a progressiva relevância da relação Brasil – China nos campos econômicos e diplomáticos. Entre 1970 a 1980 o Brasil exportou principalmente manufaturados da indústria siderúrgica e petroquímica.

Neste contexto, em 1991, cerca de 56% das exportações brasileiras para os chineses era de minério de ferro e óleo de soja, importado daquele país bens de consumo final de baixo valor comercial, iniciando um novo padrão de comércio entre essas nações. Entre 2004 e 2013 houve uma expansão dos fluxos comerciais de 9 bilhões de dólares para 80 bilhões de dólares.

As importações do Brasil de recursos chineses passaram a ser principalmente de produtos eletrônicos, e 75% das exportações foram de minério de ferro, soja, celulose e petróleo (Wilkinson *et al.*, 2016). O país tornou-se dessa forma, importante fornecedor de alimentos e matéria-prima para o crescimento industrial da China, e o agronegócio de Mato Grosso se coloca como maior produtor e exportador nacional, refletindo no sólido desenvolvimento socioeconômico local a partir dos anos 2000.

2.2 desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável é dinâmico e precisa sempre estar em discussão, principalmente no meio acadêmico para superar dificuldades em sua interpretação. Novos termos surgem, como a Economia Circular, que se relaciona mais com as questões de prosperidade econômica (Kirchherr *et al.*, 2017). Também a definição sobre sustentabilidade dos processos de restauração ou degradação ambiental necessita de melhor interpretação (Ostrom, 2009). A discussão sobre o tema é essencial, uma vez que o mundo precisa cada vez mais combinar preservação ambiental e redução da insegurança alimentar (Godfray *et al.*, 2010).

No contexto do desenvolvimento sustentável, a Conferência de Estocolmo em 1972 é um marco importante na discussão, e em 1987 o Relatório *Brundtland* trouxe a definição mais utilizada do termo, como a “capacidade de atender as necessidades presentes, sem prejudicar as futuras gerações”, constituindo um conjunto vasto e complexo de desafios para a sociedade (Geissdoerfer *et al.*, 2016). A literatura de gestão empresarial se concentra na sustentabilidade ecológica e na questão da responsabilidade social e ambiental (Carter & Rogers, 2008).

Para o sucesso das ações sustentáveis, Sachs (2009) considera essencial que a biotecnologia moderna seja disponível para todas as pontas dos 5 Fs: alimento (*food*), suprimentos (*feed*), combustíveis (*fuel*), fertilizantes (*fertilizers*) e ração animal industrializada (*feedstock*). Trata-se de uma questão da maior importância para a humanidade na busca pela sustentabilidade.

O Relatório *Brundtland* fez uma análise com foco na dicotomia entre desenvolvimento e meio ambiente, restringindo os debates a esses dois aspectos. Posteriormente, a ONU desenvolveu um entendimento mais amplo em que a sustentabilidade consiste na interação e interdependência entre três dimensões principais: o desenvolvimento social, o econômico e o ambiente, que precisam ser considerados no seu conjunto para atingir as metas estabelecidas de preservação e conservação (Kuhlman & Farrington, 2010).

O conceito de sustentabilidade deve ser compreendido como conjunto de objetivos dinâmicos em que se medem causas e efeitos nas esferas ambiental, econômica e social, como por exemplo, na produção, distribuição e utilização de biocombustíveis no mundo (Efroymson *et al.*, 2012). Nessa perspectiva, a iniciativa dos ODS devem ser diretrizes aplicáveis nas esferas públicas e privadas, para que a sustentabilidade possa realmente sair do papel através da inovação de tecnologias que potencializam os recursos naturais com menor impacto ao ambiente.

2.3 objetivos do desenvolvimento sustentável

A ONU realizou o encontro dos principais Estados-Membros em setembro de 2015, em que foi estabelecida a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Este documento reflete a preocupação em reduzir a pobreza e melhorar as condições de vida para todos no planeta, beneficiando as gerações atuais, sem prejudicar as futuras gerações.

Ao mesmo tempo, as economias nacionais estavam sendo afetadas por mudanças climáticas causadas principalmente pelo aumento das emissões dos GEEs em todo o mundo. Acabar com a fome, melhorar as condições de vida, reduzir as emissões dos GEEs e salvar o planeta foram as principais motivações para a elaboração dos ODSs (UN, 2023).

Os ODSs são um conjunto de 17 tópicos subdivididos em 167 metas, criados pela Organização das Nações Unidas no ano de 2015. Este documento fez parte do plano de ação denominado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que constituiu uma resposta aos desafios mundiais de ordem climática, desigualdade social e degradação ambiental (Van der Waal & Thijssens, 2020).

No Brasil, a ONU desenvolve cerca de 274 atividades com investimentos em torno de 191 milhões de dólares para alcançar os 17 ODSs (ONU, 2023). As ações são organizadas no Quadro de Parceria para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas formado pelo conjunto das agências, fundos e programas do sistema ONU em cada nação (UNSDPF, 2023).

No país participam o *International Fund for Agricultural Development* (IFDA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), *The Green Climate Fund* (GCF), Conselho Nacional de Justiça (CNJ), Agência Brasileira de Cooperação (ABC), Agência da ONU para Refugiados (UNHCR), Agência da ONU para Refugiados – Multidoadores (UNHCR MD), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Departamento de População, Refugiados e Migração (PRM - U.S. DEPARTMENT OF STATES).

Além de órgãos internacionais, participam instituições brasileiras, tais como (BNDES, Fundo Amazônia) e internacionais (Banco Mundial). Portanto, são várias instituições atuando em parcerias para a implementação e execução dos ODS no país. Os recursos são alocados de acordo com as necessidades de cada objetivo, conforme Figura 1.

Figura 1 Gráfico sobre a distribuição de recursos da ONU e seus parceiros para os ODSs no Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da ONU (2023).

O gráfico apresenta, em termos percentuais, os valores destinados pela ONU Brasil e seus parceiros para programas e ações dos ODS. Destacam-se o objetivo 17 – Paz, justiça e instituições eficazes - que recebe o maior percentual (15,8%). Enquanto que o objetivo 07 – Energia limpa e acessível - não recebe valores (0%).

A preocupação com as questões ambientais e climáticas, as emissões dos GEEs, impulsionam investimentos em pesquisas sobre os ecossistemas, qualificação e conscientização das pessoas que vivem nesses locais. São grupos empresariais e diversas comunidades, assentamentos rurais, agricultores familiares que recebem assistência técnica e financeira de organizações nacionais, tais como, o BNDES (Fundo Amazônia) e internacional (Banco Mundial).

A expansão agrícola pode ser mais efetiva na Amazônia mato-grossense, devido a uma demanda global sem precedentes por alimentos e biocombustíveis pressionando a conversão da floresta tropical para agricultura (Macedo *et al.*, 2012). O desmatamento tem relação direta com o preço da soja, o que define um padrão elevado de perda de floresta em Mato Grosso (Morton *et al.*, 2006). A zona de transição dos biomas Amazônia-Cerrado em que ocorre a maior parte da produção de *commodities*, precisa de um melhor planejamento de políticas públicas que visem a preservação da sua biodiversidade (Marques *et al.*, 2020).

Há uma tendência de expansão de área cultivada como já citado em Macedo (2012). Sendo que a maioria das cidades que mais produziram *commodities* agrícolas em 2020 estão localizadas na área em estudo (SEPLAG, 2020). Trata-se de uma das áreas de transição mais extensa e complexa do mundo, em que as taxas de rotatividade da maioria das vegetações são excepcionalmente altas (Oliveira *et al.*, 2017).

Portanto, torna-se necessário que sejam desenvolvidos índices de eficiência econômica, social e ambiental para monitorar o uso desses biomas e propor políticas públicas mais eficientes (Araújo *et al.*, 2021).

3 METODOLOGIA

A metodologia e os procedimentos utilizados no trabalho seguiram as etapas descritas na Figura 2 **fluxograma metodológico**:

1. Figura 2 *Fluxograma metodológico*.



fonte: autores, 2024.

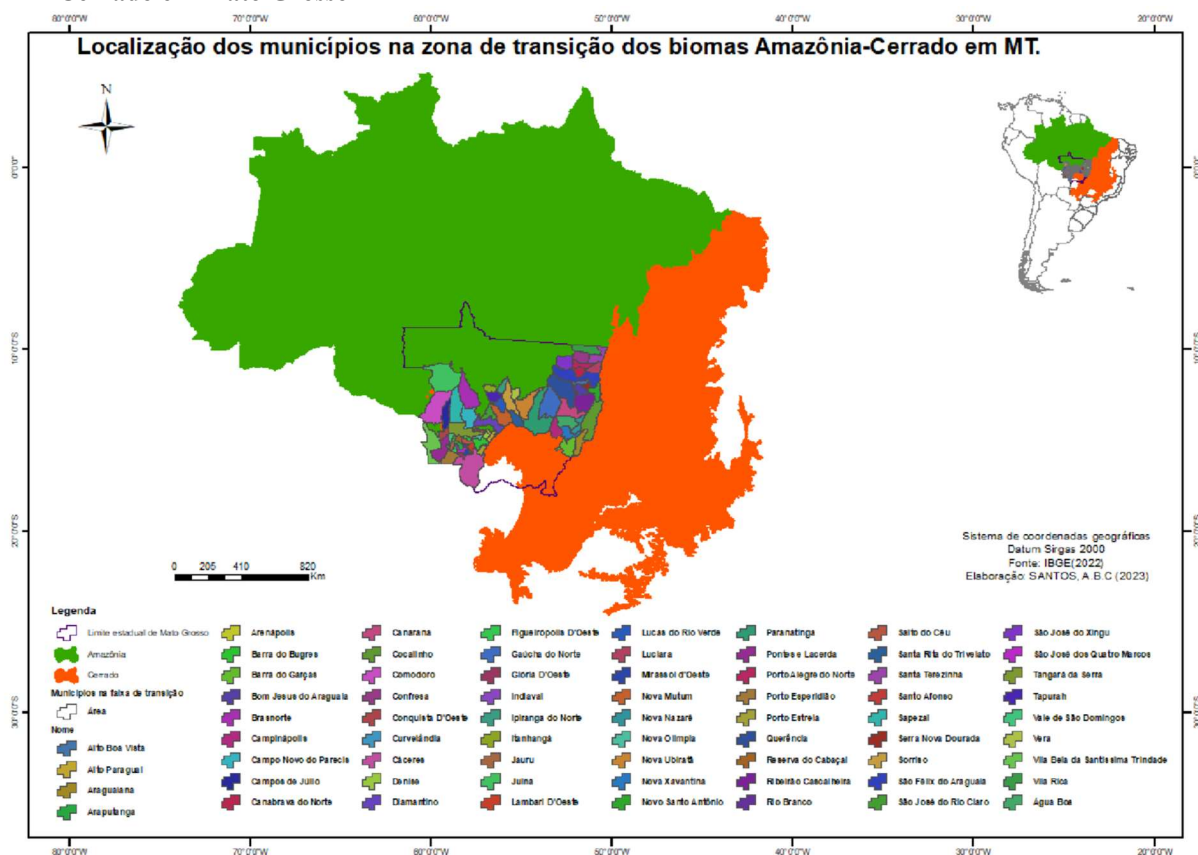
A área geográfica da zona de transição Amazônia-Cerrado e os correspondentes municípios foram definidos por um mapeamento dos tipos de vegetação que caracterizam a região (Parreira Lúcio, 2020). Para a elaboração do mapa temático de localização dessas localidades na zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado no estado de Mato Grosso utilizou-se o *software* ArcGis 10.6. Os dados vetoriais *shapefile* (Limite do Brasil e Biomas) foram obtidos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Primeiramente houve o recorte dos biomas Amazônia e Cerrado, limite estadual, depois dos limites municipais inseridos na zona de transição. Esses procedimentos foram desenvolvidos com o auxílio das ferramentas *geoprocessing-clip*. Depois dos *shapefile* recortados, aplicou-se na ferramenta *symbology-categories-unique values* a classificação dos nomes dos municípios e biomas de acordo com as cores correspondentes.

3.1 Caracterização e localização da área de estudo

O estado de Mato Grosso (MT) está localizado na Região Centro Oeste do país, é o terceiro maior do Brasil com área territorial de 903.208.361 km². Em 2021 sua população estimada era 3.567.234 de pessoas, e a densidade demográfica era de 3,36 hab/km². Sua capital é Cuiabá com aproximadamente 623.614 habitantes em 2021 (IBGE, 2023). A Figura (3) demonstra o mapa de localização do estado de Mato Grosso e os municípios que estão inseridos na zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado.

2. Figura 3 Mapa de localização dos municípios na zona de transição dos biomas Amazônia-Cerrado em Mato Grosso.



Fonte: IBGE (2022), com elaboração específica para a zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado realizada pelos dos autores.

Nessa perspectiva, apresentar atividades produtivas e extrativistas nos biomas Amazônia e a zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, Brasil. Segundo o IBGE, o bioma Amazônico é o maior do país, ocupa cerca de 49% do território, é a maior floresta tropical úmida do planeta e contém 20% de toda água doce do mundo, além de grandes reservas minerais e enorme biodiversidade.

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando cerca de 24% do território nacional, sendo reconhecido como a savana de maior biodiversidade do planeta (Educa IBGE, 2023). No bioma é comum a presença de árvores mais espaçadas e estaturas mais baixas, porém,

são mais eficientes e resistentes às alterações que estão ocorrendo na temperatura ambiente e foliar (Araújo *et al.*, 2021).

A zona de transição Amazônia-Cerrado é o maior ecótono (área de contato entre dois biomas) savana-floresta do mundo com extensão total de 6.000km (Oliveira *et al* (2017). No território mato-grossense ocupa aproximadamente 414.007 km² de florestas secas que normalmente ocorrem em locais afastados dos cursos de água permanente (*World Wildlife Fund Brasil*, 2023). A zona de transição Amazônia-Cerrado pode ser a primeira região do planeta afetada pelas alterações decorrentes dos efeitos climáticos extremos e do avanço do desmatamento (Marques *et al.*, 2020).

O estudo teve como foco as ações, projetos e programas de produção e extrativismo desenvolvidos nessas regiões por organizações não governamentais, empresas, instituições internacionais, governos estaduais e federal. São atividades que envolvem as comunidades locais de agricultores familiares, povos originários, organizados em associações e cooperativas.

A pesquisa se baseou em artigos científicos das bases de dados *Web of Science*, *Scielo*, *Google Acadêmico*, bem como em sites de instituições, além dos sites oficiais das cidades de Alta Floresta e Cotriguaçu, ambas do Estado de Mato Grosso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil está finalizando um período de forte queda do PIB desde 2015, segundo dados da SEPLAG MT – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2023 – o PIB do país ficou negativo em 2015 e 2016. Mais recentemente, a previsão para 2022 era de crescer 0,3%, no entanto, o resultado foi de 3% de crescimento do PIB nacional, neste cenário, o estado de Mato Grosso tem importante participação.

Neste contexto, a economia do estado de Mato Grosso é impulsionada pelo agronegócio, que se constitui o principal fator de geração de emprego e renda regional. Alguns resultados comerciais comprovam a pujança do setor agroexportador. A balança comercial apresentou no 4º trimestre de 2022 uma expansão do valor exportado em torno de 77% em relação ao mesmo período de 2021 (SEPLAG, 2020). Este desempenho confirma a vocação produtiva e comercial do estado.

No ano de 2020 o PIB estadual foi de 178,65 mi de reais motivado principalmente pelo desempenho do setor agropecuário. Os municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado, cerca de 63 localidades, tiveram uma participação nesse resultado de 78,89 mi de reais, ou seja, praticamente 44% de toda riqueza do estado.

Então, a média do PIB destas cidades foi de 1,25 mi, e a média do PIB per capita foi de 60,85 mil reais (SEPLAG, 2023). Os municípios que mais se destacaram em 2020 foram Sorriso com 9,1 mi de reais, e Sinop com 8,07 mi e reais de PIB. Além deles, pode-se destacar ainda Nova Mutum, Campo Novo do Parecis e Diamantino como maiores produtores de *commodities* para exportação (SEPLAG, 2023).

No primeiro trimestre de 2023: O PIB estadual cresceu 11% enquanto que o PIB do Brasil aumentou 4% nesse período. O setor da economia local com melhor resultado foi a agropecuária com acréscimo de 30%, o que demonstra a importância desse setor para a economia nacional.. No período que vai de 2002 a 2020, Mato Grosso apresentou a maior média de crescimento do país com 4,7% ao ano, além de obter o maior PIB per capita com 50,6 mil reais aproximadamente (SEPLAG, 2023). A maior parte dessa produção é proveniente dos municípios localizados na zona de transição Amazônia-Cerrado.

A atual demanda externa por alimentos produzidos no Brasil eleva a preocupação com a conservação e preservação ambiental, que se torna um desafio para o Estado. Pesquisas indicam um possível aumento desse volume em função do crescimento populacional e do maior consumo dos alimentos no mundo todo. Caso se confirme essa previsão, a fronteira agrícola

tenderá a se expandir em direção à zona de transição Amazônia-Cerrado e à própria floresta tropical.

Estas preocupações estão em sintonia com o documento supracitado a Agenda 2030 dos ODSs a ser incorporada por todas as nações. Desde então, inúmeras ações têm sido realizadas visando atingir as 17 metas da ONU e eliminar a fome, reduzir as emissões dos GEEs e os impactos climáticos, garantindo a disponibilidade dos recursos naturais para as futuras gerações.

Em paralelo ao sistema produtivo agroexportador de larga escala, identificou-se na pesquisa diversas iniciativas de produção agroecológica, extrativismo natural, integração entre floresta, lavoura e pecuária utilizando técnicas em que buscam a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local. A figura três (3) contém iniciativas importantes organizadas por instituições nacionais e internacionais na região norte e médio-norte do estado de Mato Grosso.

Figura 4 *Organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área de transição dos biomas Amazônia - Cerrado e respectivas relações com os ODS/ONU.*

Organização	Atividade	Ação sustentável
Associação dos Coletores de Castanha-do-Brasil do Pará Jurua - Município de Cotriguaçu – MT.	Extrativismo sustentável da castanha-do-Brasil. ODS/ONU: 1, 2 e 12	Plano de Manejo Florestal Sustentável da Castanha do Brasil. Produção média anual de 16 toneladas de castanha. Mapeamento das árvores, limpeza das estradas de acesso, escolha das trilhas menos extensas. Portal de Inteligência Territorial (2023).
AJOPAM – Associação Juinense Organizada Para Ajuda Mútua - Município de Juína, norte de Mato Grosso	Atua na questão educacional ODS/ONU: 4 e 12	Desenvolvimento educacional e ambiental para trabalhadores do setor madeireiro e garimpos. Melhorar a integração socioambiental Recuperação de áreas degradadas pelo garimpo. (Riscarolli, 2002)
COMOV – Cooperativa Agropecuária Mista Ouro Verde na cidade de Alta Floresta - Município de Alta Floresta – MT.	Produção e comercialização de leite e derivados. ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12	Apoio técnico do Instituto Centro de Vida através do projeto Redes Socioprodutivas. Financiamento do Fundo Amazônia/BNDES. Associações, cooperativas e pequenos agricultores. Atua em 6 municípios: Alta Floresta, Nova Monte Verde, Cotriguaçu, Colniza, Nova Bandeirante e Paranaíta. (Instituto Centro de Vida, 2023).
Projeto Poço de Carbono Jurua - ADERJUR – Associação de Desenvolvimento Rural de Jurua - Município de Jurua - MT	SAFs – Sistemas Agroflorestais, a produção de Produtos Florestais Não Madeireiros – PFNM. ODS/ONU: 1, 2 e 12	Conservação da biodiversidade. Produção de biomassa (sequestro de carbono). Geração de serviços ecossistêmicos. Quatro associações indígenas. Quatro associações de mulheres, sendo uma delas de mulheres indígenas. Uma cooperativa de agricultores familiares. Apoio do Programa Petrobras Socioambiental, da Petrobras. (Associação de Desenvolvimento Rural de Jurua - Município de Jurua - MT, 2023)

<p>Projeto Mato Grosso Sustentável - Estado de Mato Grosso</p> <p>- Área: 09 Unidades de Conservação (UCs) e 40 municípios do estado no bioma Amazônia.</p>	<p>Apoio ao sistema de Áreas Protegidas.</p> <p>ODS/ONU: 4 e 12</p>	<p>Fortalecer a fiscalização e o licenciamento florestal por meio da inovação digital.</p> <p>Ampliação e fortalecimento das atividades de fiscalização na região.</p> <p>Desconcentração e descentralização das atividades.</p> <p>Financiamento pelo Fundo Amazônia com recursos da ordem de 35 milhões de reais. (Fundo Amazônia, 2023)</p>
<p>Rede de Produção Orgânica da Amazônia Mato-grossense – Repoama - Alta Floresta, Paranaíta, Nova Monte Verde, Nova Bandeirantes, Cotriguaçu e Colniza, nas regiões norte e noroeste de Mato Grosso</p>	<p>Produção de alimentos orgânicos.</p> <p>ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12</p>	<p>Projeto do ICV – Instituto Centro de Vida.</p> <p>Financiamento do Fundo Amazônia/BNDES, do Programa Global REDD Early Movers (REM) e da União Europeia.</p> <p>Credenciada como um Sistema Participativo de Garantia (SPG) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).</p> <p>(Instituto Centro de Vida - Notícias, 2023)</p>
<p>Programa de Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação REDD+ Early Movers de Mato Grosso - Lideranças dos 43 povos originários do estado</p> <p>- Participantes: todos os 43 povos indígenas do território do estado de Mato Grosso.</p>	<p>Conservação das florestas, a redução do desmatamento e a redução de emissões de CO₂.</p> <p>ODS/ONU: 1, 2, 10 e 12</p>	<p>Desenvolvimento sustentável em benefício de agricultores, comunidades indígenas e comunidades extrativistas.</p> <p>Participação da Federação dos Povos e Organizações Indígenas de Mato Grosso (FEPOIMT) e do Instituto Centro de Vida (ICV), com apoio da Cooperação Técnica Alemã (GIZ – <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>), do projeto da Janela A do GCF Valorizando as Florestas de Mato Grosso, da Fundação Nacional do Índio (Funai) e da Superintendência de Assuntos Indígenas (SAI/MT).</p> <p>(Instituto Centro de Vida REM/MT, 2023)</p>
<p>Restauração Florestal em APPs degradadas em Alta Floresta – SAF para Corredores Agroecológicos -</p>	<p>Convênio com o Ministério da Justiça.</p>	<p>Conservar e melhorar a produção e oferta de água em propriedades da agricultura familiar em Alta Floresta/MT.</p> <p>Manutenção das áreas com manejo periódico.</p>
<p>Município de Alta Floresta – MT.</p>	<p>ODS/ONU: 2, 8, 11, 12 e 13</p>	<p>Restaurar Área de Preservação Permanente (APPs) degradada, através do uso Sistemas Agroflorestais (SAFs).</p> <p>Formação de corredores ecológicos para a conectividade da paisagem e a produção e uso sustentável dos recursos florestais e hídricos.</p> <p>(Instituto Centro de Vida Sistemas Agroflorestais (SAFs, 2023).</p>
<p>Projeto Poço de Carbono Florestal da Peugeot-ONF - Município de Cotriguaçu – MT.</p>	<p>Projeto de reflorestamento para sequestro de carbono.</p> <p>ODS/ONU 7, 8, 12 e 13</p>	<p>Captura do CO₂ atmosférico pelo reflorestamento de 2.000 hectares de pastagens degradadas.</p> <p>Analisar a eficiência da floresta plantada na diminuição das concentrações de CO₂ atmosférico.</p> <p>Mostrar que a proteção dos ecossistemas e o desenvolvimento local não são incompatíveis (Peugeot-ONF, 2023)</p>

Embrapa Amazônia Ocidental – Recuperação de áreas degradadas ou alteradas na Amazônia.	Recuperação ambiental e o desenvolvimento por meio de ações de restauração florestal em todos os biomas brasileiros. ODS/ONU 1, 6, 7, 12 e 13, 14, 15.	Ações de recuperação florestal em 52 municípios localizados nos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Sul do Amazonas. Uso de sistemas agroflorestais, Integração Lavoura Pecuária e Floresta, plantio de florestas. Benefícios para a sociedade e o bioma Amazônia conforme os ODSs, com adaptação às mudanças climáticas, água e segurança alimentar, redução da pobreza, crescimento econômico e conservação da biodiversidade (EMBRAPA, 2022)
Fazenda Grupo Morena Campo Novo dos Parecis	Produção sustentável em larga escala por integração de sistemas de integração pecuária e floresta – IPF e integração lavoura e pecuária - ILP ODS/ONU 2, 4, 6, 7, 12 e 13	Integração pecuária-floresta e lavoura-pecuária; Geração de renda; Uso da água de chuva para a produção; Plantio diversificado de soja, milho, braquiária; Maior rentabilidade com conservação de área. 12 famílias e mais de 100 colaboradores Ações internas para o meio ambiente: Sistema socioambiental grupo morena Sentinelas da Terra Colheita mais que perfeita Academia aberta do campo https://grupomorena.com.br/ssgm/
Fazenda Itamarati Campo Novo dos Parecis	Conservação de mata nativa ODS/ONU: 2, 7, 12 e 13	Projeto CONSERV Financiamento do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM. Pagamento pela conservação de 2200 hectares de matas nativas https://www.amaggi.com.br/ipam-e-amaggi-firmam-parceria-para-conservacao-de-vegetacaonativa/
Projeto TerraClass	Planejamento e infraestrutura para monitoramento de áreas por satélites. ODS/ONU: 9, 13 e 16	Serviço de análise dos desmatamentos na Amazônia Legal. Alimenta dados para a EMBRAPA e o INPE. Orienta ações governamentais para produção agrícola sustentável, preservação da biodiversidade e dos serviços ambientais. (TerraClass, 2023)
Programa REDD Early Movers - REM MT	Projetos que tem a finalidade de reduzir as	Atuam nos três biomas de Mato Grosso – Amazônia, Cerrado e Pantanal, o programa
	emissões de CO2 no planeta. ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12	beneficia aqueles que contribuem com ações de conservação da floresta, como os agricultores familiares, as comunidades tradicionais, produtores rurais e os povos indígenas, fomentando iniciativas que estimulam a agricultura de baixo carbono e a redução do desmatamento

Contata-se que existe convergência entre os ODSs e as atividades sustentáveis, principalmente na região médio-norte do estado de Mato Grosso, que contempla a maior parte da área de transição Amazônia-Cerrado.

Os principais ODSs contemplados nas iniciativas de produção sustentável na área de abrangência do presente estudo foram: 1 – Erradicação da pobreza; 2 – Fome zero e agricultura sustentável; 8 – Trabalho decente e crescimento econômico; 10 – Redução das desigualdades; 11 – Cidades e comunidades sustentáveis e 12 – Consumo e produção sustentáveis.

Além destas atividades, no âmbito da Agenda 2030 a ONU desenvolve outros 274 programas financiados pelo órgão e seus parceiros institucionais visando proporcionar um futuro sustentável e maior segurança alimentar no Brasil (ONU, 2023).

A ONU desenvolve 18 desses projetos sustentáveis em Mato Grosso, em parceria com instituições, tais como UNICEF (UNSDPF, 2023). Nestes programas, estão contemplados os ODS 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, no âmbito das ações relacionadas à economia verde com a perspectiva de erradicar a pobreza, geração de emprego e renda na região.

Mesmo com diversas iniciativas positivas no sentido de preservação de biomas e da zona de transição Amazônia-Cerrado, existe a tendência de aumento na demanda por alimentos e biocombustíveis. Este fator econômico de difícil mitigação pode pressionar o uso de novas terras agricultáveis, principalmente nas florestas tropicais como a Amazônia, e o bioma do Cerrado. Em Mato Grosso as maiores produções agrícolas ocorrem em regiões de biodiversidades mais sensíveis às ações humanas.

Em municípios como Lucas do Rio Verde, Juína e Alta Floresta que estão localizados no centro e norte do estado, ocorre ao mesmo tempo a produção em larga escala e atividades de pequenos produtores familiares para atender o mercado local e regional. Desenvolve-se atividade leiteira, extrativismo de produtos não madeireiros, produção agroecológica e outras formas que contemplam alguns dos ODSs apresentados.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente SEMA-MT, desde 2019 são implementadas ações regionais em Mato Grosso através do Programa Global *REDD Early Movers* (REM) que financia ainda o Instituto Produzir, Conservar e Incluir (PCI), promovendo práticas para aumentar a eficiência da produção agropecuária e florestal, a conservação dos remanescentes de vegetação nativa e a recomposição dos passivos ambientais (REM-MT, 2019). Iniciativas que se somam aos esforços internacionais da ONU, parceiros institucionais e demais nações para minimizar os efeitos das mudanças climáticas.

Nos últimos anos o estado tem se desenvolvido no setor do agronegócio através de novas tecnologias de produção, pesquisas e desenvolvimento rural, que permitiram avanço da área plantada, aumento da produtividade agropecuária e formação de uma extensa cadeia agroindustrial. Nesse segmento, os principais vetores de exportação são soja, milho, algodão, pecuária bovina de corte, produção de leite, avicultura e suinocultura. O estado possui o maior

rebanho bovino do país e a maior produção de soja do mundo. Estes resultados demonstram toda a pujança e relevância do agronegócio exportador na geração de empregos e rendas para a população (SEPLAG, 2023).

As empresas, instituições e comunidades aqui supracitadas desenvolvem alternativas para uma produção mais sustentável em concordância com o proposto pela Agenda 2030 da ONU para eliminar a fome e proteger nossos rios e florestas. A América do Sul, especialmente o Brasil, concentra as mais extensas e diversas florestas tropicais do mundo (Bennett *et al.*, 2023).

Durante longos anos essas florestas atuam como sumidouros de carbono para a humanidade. Ao mesmo tempo, são ecossistemas extremamente sensíveis a alterações de temperatura e umidade do solo, e a partir da década de 1990 esses sumidouros começaram a diminuir podendo cessar totalmente até 2040 (Bennett *et al.*, 2023).

Esta possibilidade reforça a relevância e urgência das iniciativas em Mato Grosso na preservação, conservação ambiental e redução da insegurança alimentar conforme os ODSs. São iniciativas no sentido de conscientização humana para uma nova relação com a natureza, agroecologia, corredores ecológicos, recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e pesquisas para sequestro de carbono, entre outras.

Os principais órgãos de pesquisas do clima no mundo apontam para os riscos das ações antrópicas como dínamo dessas transformações (Sampaio *et al.*, 2007). Análises observacionais e de modelagem comprovaram que alterações na cobertura de solo da Amazônia podem ter impacto significativo para o clima global.

Entretanto, todo esforço possível deve ser engendrado na luta pela preservação das biodiversidades. Estudos na Finlândia concluíram que as áreas protegidas podem contribuir parcialmente na preservação, mas, isoladamente, não serão suficientes para reduzir as perdas de biodiversidades, sendo necessário melhorar a questão da cobertura e gestão das áreas (Santangeli *et al.*, 2023).

No quadro de atividades sustentáveis apresentado, a maior parte delas está inserida no contexto de pequenos agricultores, cooperativas, comunidades de povos originários, que necessitam de assistência técnica permanente além dos recursos financeiros. Para fazer face às questões climáticas é necessário modificar práticas produtivas, ter acesso às estruturas de armazenamento, e principalmente escolher variedades de culturas mais resistentes ao clima (Acevedo *et al.*, 2020).

A combinação de aporte financeiro mais infraestrutura técnica é essencial para a longevidade e sucesso dessas iniciativas, assim como a implementação de políticas públicas

ambientais (Saarikoski *et al.*, 2018). Neste contexto, algumas ações relacionadas aos ODSs trabalham com reduzidos recursos disponíveis (Figura 1) apresentadas no gráfico, referente ao ODS 7 – Energia limpa e acessível não consta destinação de nenhum valor.

De acordo com as iniciativas supracitadas, observa-se que a integração entre os agentes econômicos e a comunidade, são fundamentais para o desenvolvimento local. Conforme o IBGE, “O desenvolvimento sustentável procura integrar e harmonizar as ideias e conceitos relacionados ao crescimento econômico, a justiça e ao bem-estar social, a conservação ambiental e a utilização racional dos recursos naturais” (IBGE, 2004).

Partindo desse pressuposto em que a temática ambiental fica em evidência por que sabe-se que, sem os recursos naturais disponíveis, há escassez que pode levar a diversas extinções. Essas ações e projetos sustentáveis são relevantes para a sociedade, que através da educação ambiental pode implementar alternativas de mudanças comportamentais para o bem comum.

A natureza já recompensa com seus recursos que são disponíveis e finitos que subsidiam a vida no planeta de tal forma que seu valor é imprescindível, sobre esse aspecto que é analisada a qualidade de vida. Dessa forma, esses projetos e ações visam não só a preservação, mas também a compensação dos danos causados (McKenney; Kiesecker, 2010).

Nessa linha de raciocínio, de conservação e preservação, o conceito de desenvolvimento sustentável tem sido atribuído a partir da década de 1970. Quando o mundo passou a observar a urgência de se preocupar com o meio, devido aos impactos ambientais ocorridos com frequência.

Dentre os atores que visam integrar o meio e as temáticas de educação ambiental, as Organizações Não Governamentais (ONGs) são fundamentais com as ações integradas, na qual as informações e pesquisas são voltadas para colaborar com projetos que visam o diferencial. Atuar com ações ao meio ambiental, seja para um grupo, comunidade local ou até mesmo em maiores escalas (Charleton-Hug; Hug, 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agronegócio brasileiro é um setor imprescindível para a economia do país, sendo expressivo por sua parcela significativa no PIB regional e nacional. Dessa forma, a região de transição Amazônia - Cerrado no Estado de Mato Grosso destaca-se pelo desempenho em volume de produção nacional associado à moderna tecnologia utilizada por este segmento, resultando em participação relevante das exportações de *commodities*.

Por outro lado, torna-se importante o contínuo monitoramento dos impactos causados pela ação antrópica, no sentido de recuperar e restaurar o ambiente natural que esteja degradado. Este objetivo poderá ser alcançado com ações coletivas que promovam projetos para mitigar os danos causados, especialmente em regiões de biodiversidades mais sensíveis às ações humanas.

Neste sentido, demonstrou-se várias iniciativas produtivas e de conservação importantes implementadas por organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área em foco e respectivas relações com os ODS/ONU, com resultados desejáveis para os municípios da zona de transição. Portanto, torna-se fundamental discutir, apoiar e implementar políticas públicas e projetos que potencializem a economia local de maneira sustentável.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, M. et al. A scoping review of adoption of climate-resilient crops by small-scale producers in low- and middle-income countries. **Nature Plants**, v. 6, p. 1231–1241, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00783-z>. Acesso em: 20 set. 2023.

APPIAH, M. et al. Dependence on forest resources and tropical deforestation in Ghana. **Environment, Development and Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 471–487, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S10668-0079125-0/TABLES/2>. Acesso em: 20 set. 2023.

ARAÚJO, R. V. de et al. Eco-efficiency measurement as an approach to improve the sustainable development of municipalities: A case study in the Midwest of Brazil. **Environmental Development**, v. 39, p. 100652, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2021.100652>. Acesso em: 20 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DE JURUENA. **Poço de Carbono Juruena**. 2023. Disponível em: <http://www.carbonojuruena.org.br/>. Acesso em: 20 set. 2023.

AUSUBEL, J. O clima ainda importa? **Nature**, v. 350, n. 6320, p. 649–652, 1991. Disponível em: <https://phe.rockefeller.edu/publication/does-climate-still-matter/>. Acesso em: 20 set. 2023.

BENNETT, A. C. et al. Sensitivity of South American tropical forests to an extreme climate anomaly. **Nature Climate Change**, v. 13, p. 967–974, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01776-4>. Acesso em: 20 set. 2023.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 38, n. 5, p. 360–387, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/09600030810882816/FULL/PDF>. Acesso em: 20 set. 2023.

CARLETON-HUG, A.; HUG, J. W. Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. **Evaluation and Program Planning**, v. 33, p. 159–164, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005>. Acesso em: 20 set. 2023.

DITLEVSEN, P.; DITLEVSEN, S. Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. **Nature Communications**, v. 14, p. 4254, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39810-w>. Acesso em: 20 set. 2023.

EDUCA IBGE. **Biomass brasileiros**. 2023. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomassbrasil.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

EFROYMSON, R. A. et al. Environmental indicators of biofuel sustainability: What about context? **Environmental Management**, v. 51, n. 2, p. 291–306, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S00267-012-9907-5>. Acesso em: 20 set. 2023.

EMBRAPA. **Embrapa Amazônia Ocidental - Portal Embrapa**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental>. Acesso em: 20 set. 2023.

FAO. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. Brasília, 28 jun. 2017.

FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature10452>. Acesso em: 20 set. 2023.¹⁴

FUNDO AMAZÔNIA. **Projeto - Mato Grosso Sustentável**. 2023. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Mato-Grosso-Sustentavel/>. Acesso em: 20 set. 2023.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>. Acesso em: 20 set. 2023.

GODFRAY, H. C. J. et al. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1185383>. Acesso em: 20 set. 2023.

IBGE. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 332 p.

IBGE. **Geociências/Organização do território/Malhas territoriais/ Malha Municipal**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774malhas.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

IBGE. **Mato Grosso | Cidades e Estados**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO CENTRO DE VIDA. **ICV - Instituto Centro de Vida - Missão do Fundo Amazônia/BNDES visita famílias beneficiadas pelo Redes Socioprodutivas**. 2023. Disponível em: <https://www.icv.org.br/noticias/missao-do-fundo-amazonia-bndes-visita-associacoes-efamilias-beneficiadas-pelo-redes-socioprodutivas/>. Acesso em: [inserir data de acesso].

INSTITUTO CENTRO DE VIDA – NOTÍCIAS. **Rede de produção orgânica é credenciada pelo MAPA para certificar produtores do norte do estado**. 2023. Disponível em: <https://www.icv.org.br/noticias/rede-de-producao-organica-e-credenciada-pelo-mapapara-certificar-produtores-do-norte-do-estado/>. Acesso em: [inserir data de acesso].

INSTITUTO CENTRO DE VIDA REM/MT. **REM/MT Subprograma Territórios Indígenas**. 2023. Disponível em: https://www.icv.org.br/projeto_especial/rem-mt-subprograma-territorios-indigenas/. Acesso em: [inserir data de acesso].²³

INSTITUTO CENTRO DE VIDA SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS). **SAF para Corredores Ecológicos**. 2023. Disponível em: https://www.icv.org.br/projeto_especial/saf-corredores-ecologicos/. Acesso em: [inserir data de acesso].

IORIS, A. A. R. Rent of agribusiness in the Amazon: A case study from Mato Grosso. **Land Use Policy**, v. 59, p. 456–466, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2016.09.019>.

IORIS, A. A. R. Places of Agribusiness: Displacement, Replacement, and Misplacement in Mato Grosso, Brazil. **Geographical Review**, v. 107, n. 3, p. 452–475, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/GERE.12222>.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, p. 221–232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.09.005>.

KUHLMAN, T.; FARRINGTON, J. What is Sustainability? **Sustainability** 2010, v. 2, n. 11, p. 3436–3448, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU2113436>.

MACEDO, M. N. et al. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 4, p. 1341–1346, 2012. DOI: https://doi.org/10.1073/PNAS.1111374109/SUPPL_FILE/PNAS.201111374SI.PDF.

MARENGO, J. A. et al. Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. **Frontiers in Earth Science**, v. 6, p. 425317, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/FEART.2018.00228/BIBTEX>.

MARQUES, E. Q. et al. Redefining the Cerrado–Amazonia transition: implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1501–1517, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/S10531-019-01720-Z/FIGURES/5>.

MCCOUCH, S. et al. Feeding the future. **Nature**, v. 499, n. 7456, p. 23–24, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/499023a>.

MCKENNEY, B. A.; KIESECKER, J. M. Policy Development for Biodiversity Offsets: A Review of Offset Frameworks. **Environmental Management**, v. 45, p. 165–176, 2010.³³
MORTON, D. C. et al. **Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon**. 2006. Disponível em: www.obt.inpe.br/deter. Acesso em: 01 ago 2025.

NEPSTAD, D. C. et al. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1737–1746, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1098/RSTB.2007.0036>.

NOBRE, C. A. et al. Land-use and climate change risks in the amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016. DOI: https://doi.org/10.1073/PNAS.1605516113/SUPPL_FILE/PNAS.201605516SI.PDF.

OLIVEIRA, B. et al. Unraveling the ecosystem functions in the Amazonia–Cerrado transition: evidence of hyperdynamic nutrient cycling. **Plant Ecology**, v. 218, n. 2, p. 225–239, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11258-016-0681-Y/FIGURES/4>.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 19 set. 2023.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 419–422, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1172133>.

PARREIRA LÚCIO, A. L. M. **Mapeamento da transição Cerrado/Amazônia e proposição de políticas públicas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina, 2020.

PEUGEOT-ONF. **Projeto Poço de Carbono Peugeot- ONF**. 2023. Disponível em: <https://reflorestamentocarbono.com.br/projeto-pcftp/#>. Acesso em: [inserir data de acesso].

REM - MT. **Programa REDD Early Movers (REM) Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT), 2019. Disponível em: <https://remmt.com.br/images/EstrategiadeRepartiodeBenefciosdoProgramaREMMT.pdf>. Acesso em: 01 ago 2025.

RISCAROLLI, E. **Trabalho e formação na fronteira: o caso da escola da AJOPAM - Juína - MT**. 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2187>. Acesso em: 01 ago 2025.

SAARIKOSKI, H. et al. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 579-598, 2018.

SAMPAIO, G. et al. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 17, p. 17709, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1029/2007GL030612>.

SANTANGELI, A. et al. Mixed effects of a national protected area network on terrestrial and freshwater biodiversity. **Nature Solutions Unit**, v. 14, p. 5426, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41073-4>.

SEARCHINGER, T. D. et al. Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. **Nature**, v. 564, n. 7735, p. 249–253, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>.

SEPLAG - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. **Produto Interno Bruto dos Municípios de Mato Grosso 2020**. 2020. Disponível em: <http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5614&c=118&sub=true>. Acesso em: 01 ago 2025..

SEPLAG - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. **Produto Interno Bruto dos Municípios de Mato Grosso 2023**. 2023. Disponível em: <http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5614&c=118&sub=true>. Acesso em: 01 ago 2025.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil / 1970-2021**. Relatório 2023. Observatório do Clima, 2023.

SILVA, B. A. et al. Multiple uses of forest resources in small and medium farms in the tropics: Economic and social contributions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 41, p. 4162–4171, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11557>.

SPRINGMANN, M. et al. Options for keeping the food system within environmental limits. **Nature**, v. 562, n. 7728, p. 519–525, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>.

TERRACLASS. **GeoPortal TerraClass - Amazônia Legal**. 2023. Disponível em: <https://www.terraclass.gov.br/geoportal-aml/>. Acesso em: [inserir data de acesso].⁵³
UNSDPF, N. U. **UNSDG | UN in Action - Brazil**. 2023. Disponível em: <https://unsdg.un.org/un-inaction/brazil>. Acesso em: 19 set. 2023.

UN-NATIONS UNITED. **Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática**. 2023. Disponível em: <https://www.un.org/es/our-work/supportsustainable-development-and-climate-action>. Acesso em: 18 set. 2023.

VAN DER WAAL, J. W. H.; THIJSSSENS, T. Corporate involvement in Sustainable Development Goals: Exploring the territory. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, p. 119625, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119625>.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia (org.). **Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. 292 p. DOI:

<http://dx.doi.org/10.38116/9786556350530>.

WILKINSON, J. et al. Brazil and China: the agribusiness connection in the Southern Cone context. **Third World Thematics: A TWQ Journal**, v. 1, n. 5, p. 726–745, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1080/23802014.2016.1259581>.

WORLD WILDLIFE FUND BRASIL. **Biomass Brasileiros**. 2023. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomass/. Acesso em: 01 ago. 2025.

Capítulo 2 apresenta o artigo intitulado "Bioeconomia e Ecoeficiência em Municípios da Zona de Transição entre os Biomas Amazônia e Cerrado: Um Estudo no Estado de Mato Grosso, Brasil".

6 CAPÍTULO 2

BIOECONOMIA E ECOEFICIÊNCIA EM MUNICÍPIOS DA ZONA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS AMAZÔNIA E CERRADO: UM ESTUDO NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

RESUMO

Este artigo objetivou detectar e analisar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável de 21 municípios situados na zona de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, uma região estratégica do ponto de vista ambiental e socioeconômico. Utilizou-se a Análise de Envoltória de Dados (DEA), técnica não paramétrica de avaliação de eficiência, aliada à regressão *Tobit* para investigar os fatores determinantes da ecoeficiência entre 2020 e 2023. Os *inputs* considerados incluíram infraestrutura, capital humano e recursos naturais; o *output* envolveu o índice de ecoeficiência. Os resultados revelam disparidades marcantes entre os municípios. Alto Paraguai e Canabrava do Norte destacaram-se por alto desempenho ecoeficiente, enquanto Sinop, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum apresentaram baixo desempenho. Em 2020 e 2021, o desmatamento mostrou correlação negativa significativa com a ecoeficiência. Observou-se melhora geral em 2022, mas sinais de regressão em 2023. Essas flutuações reforçam a vulnerabilidade das práticas sustentáveis a variáveis políticas e econômicas. A pesquisa oferece subsídios técnicos para formulação de políticas públicas territoriais, promoção da bioeconomia e incentivo à transição ecológica. Os achados reforçam a necessidade de abordagens integradas para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU), que sejam capazes de impulsionar a resiliência socioambiental da região de transição Amazônia-Cerrado frente às pressões antrópicas e climáticas, especialmente em áreas de fronteira agrícola.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Análise de Envoltória de Dados (DEA); Regressão *Tobit*; ODS.

ABSTRACT

"Sustainable development of 21 municipalities located in the Amazon-Cerrado transition zone, a region strategic from both environmental and socioeconomic perspectives. Data Envelopment Analysis (DEA), a non-parametric efficiency evaluation technique, was employed in conjunction with Tobit regression to investigate the determining factors of eco-efficiency between 2020 and 2023. The inputs considered included infrastructure, human capital, and natural resources, while the output involved the eco-efficiency index. The results reveal marked disparities among the municipalities. Alto Paraguai and Canabrava do Norte stood out for their high eco-efficient performance, whereas Sinop, Lucas do Rio Verde, and Nova Mutum exhibited low performance. In 2020 and 2021, deforestation showed a significant negative correlation with eco-efficiency. A general improvement was observed in 2022, but signs of regression appeared in 2023. These fluctuations underscore the vulnerability of sustainable practices to political and economic variables. This research offers technical subsidies for the formulation of territorial public policies, promoting the bioeconomy and incentivizing ecological transition. The findings reinforce the need for integrated approaches to achieve the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs/UN), capable of boosting the socio-environmental resilience of the Amazon-Cerrado transition region in the face of anthropogenic and climatic pressures, especially in agricultural frontier areas".

Keywords: Sustainable development; Data Envelopment Analysis (DEA); Tobit regression; SDGs."

1 INTRODUÇÃO

A relação entre o desenvolvimento econômico e social e a sustentabilidade ambiental ascendeu a um patamar de urgência global, conferindo à bioeconomia um papel central na busca por um futuro resiliente (Acosta & Breda, 2016). Fundamentada na utilização sustentável da biomassa e de processos biológicos inovadores, a bioeconomia emerge como um paradigma promissor para a mitigação dos impactos de eventos climáticos extremos e para a otimização do uso de recursos naturais (Bruxelas, 2018).

No Brasil, a bioeconomia apresenta um potencial estratégico ímpar, especialmente em biomas como a Amazônia e o Cerrado, e em suas complexas zonas de transição (Araújo *et al.*, 2021). Nesse contexto, o ano de 2025 configura-se como um período crucial para o avanço da agenda de sustentabilidade no país, com eventos de destaque, como a 30ª Conferência das Partes (COP30), sediada na cidade de Belém, capital do Estado do Pará - Brasil, a qual demandará soluções concretas e inovadoras para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável (Ding & Grundmann, 2025), além da intensificação das discussões em torno da implementação de políticas de bioeconomia em nível nacional e regional (Aguilar *et al.*, 2019).

A área de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, com especial destaque para o estado de Mato Grosso, onde se insere esta pesquisa, configura-se como um ecótono de elevada relevância ecológica e socioeconômica (Smith & Smith, 2007). Caracterizada por uma rica biodiversidade e um mosaico de paisagens únicas, essa zona de contato enfrenta desafios críticos decorrentes do desmatamento, da expansão agrícola e dos crescentes impactos das mudanças climáticas, que ameaçam a integridade de seus biomas e a qualidade de vida das comunidades locais (Mapbiomas, 2022). Esse contexto, a bioeconomia, ao promover a valorização da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais, surge como uma via promissora para conciliar a conservação ambiental com a geração de renda e a inclusão social nesses territórios (Garrett *et al.*, 2024).

Embora a literatura científica reconheça o potencial da bioeconomia para o desenvolvimento local e a sustentabilidade (Bugge *et al.*, 2019; McCormick & Kautto, 2013), estudos que investiguem especificamente as dinâmicas e as oportunidades da bioeconomia nos municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado no estado de Mato Grosso ainda são incipientes. Nesse sentido, a presente pesquisa propõe-se a preencher essa lacuna do conhecimento, conduzindo um estudo inédito sobre o potencial para o desenvolvimento econômico e social em um conjunto selecionado de municípios localizados nessa área estratégica, além de avaliar os entraves e os facilitadores para a implementação de modelos de

desenvolvimento que valorizem a conservação dos biomas Amazônia e Cerrado em sua zona de contato.

Os resultados almejam elaborar ferramentas que poderão subsidiar a formulação de políticas públicas e estratégias de desenvolvimento local mais eficazes e sustentáveis para essa região de crucial importância ambiental e socioeconômica no contexto brasileiro e global. Para atingir esse objetivo, a pesquisa empregou a Análise de Envoltória de Dados (DEA) (Cooper *et al.*, 2000), uma técnica não paramétrica amplamente utilizada na avaliação de eficiência, que permitirá identificar um *benchmark* de municípios eficientes na conversão de seus *inputs* – como investimentos em infraestrutura, recursos naturais disponíveis e capital humano – em *outputs* relacionados à bioeconomia e ao desenvolvimento socioeconômico, como a geração de renda a partir de produtos da socio biodiversidade, a criação de empregos verdes e indicadores de bem-estar social (Cooper *et al.*, 2000).

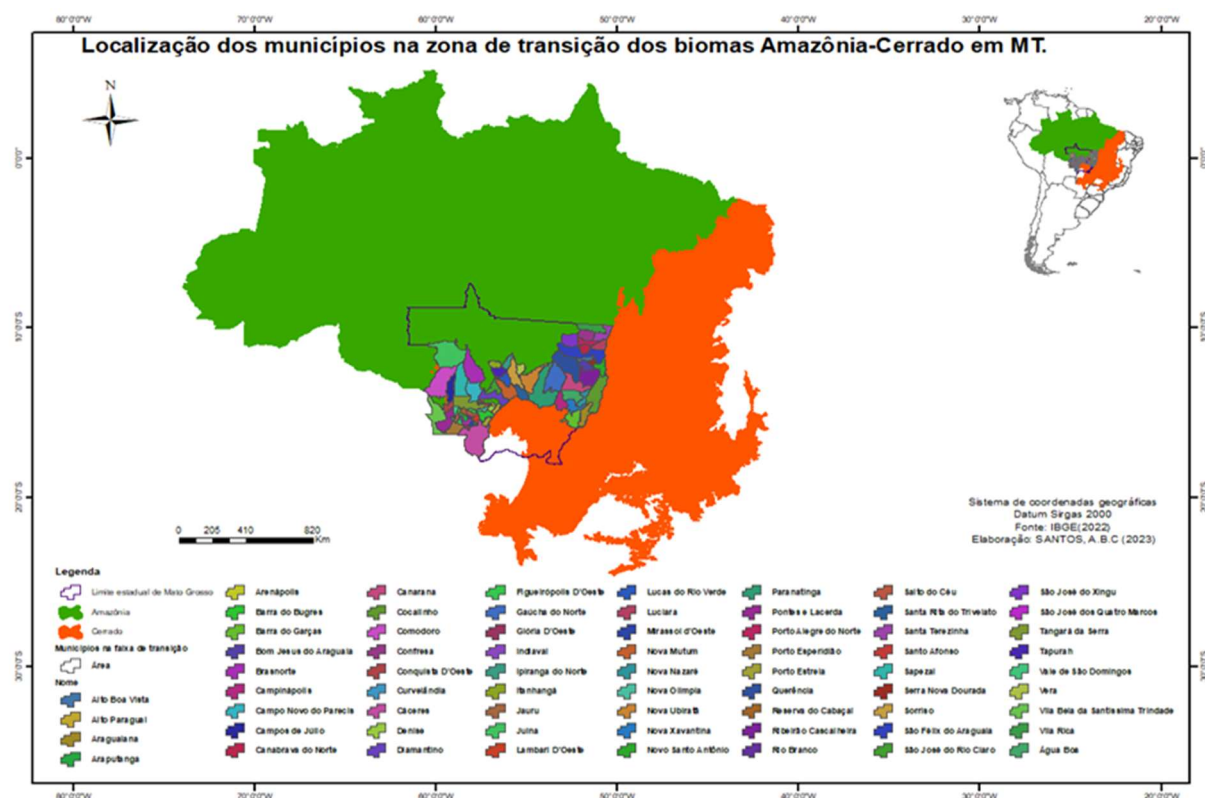
Através da aplicação do DEA, será possível distinguir os municípios que operam na fronteira de eficiência daqueles que apresentam ineficiências relativas, fornecendo, para estes últimos, targets de melhoria, indicando o quanto seus *inputs* poderiam ser reduzidos ou seus *outputs* aumentados para alcançar a eficiência observada nos *benchmarks* (Cooper *et al.*, 2000). Assim, a identificação precisa das disparidades de desempenho e das melhores práticas observadas nos municípios eficientes constituirá um subsídio fundamental para a formulação de políticas públicas direcionadas, capazes de fomentar a bioeconomia e promover o desenvolvimento sustentável na região de transição entre a Amazônia e o Cerrado (Benevides Correia *et al.*, 2024).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados neste estudo compreendem os resultados econômicos, sociais e ambientais dos anos de 2020 a 2023, abrangendo municípios estratégicos localizados na zona de transição Amazônia-Cerrado, especificamente na região médio-norte do estado de Mato Grosso. A seleção dessas localidades baseou-se em seu desempenho na comercialização da soja em 2023, ano de referência por consolidar tendências recentes e por destacar a proeminência desta *commodity* na pauta de exportações do estado.

Mato Grosso, um dos principais polos do agronegócio brasileiro, desempenha um papel crucial na balança comercial do país, sendo a soja um dos seus principais produtos de exportação, contribuindo significativamente para o superávit comercial e para a geração de divisas (IBGE, 2023b). Os dados preliminares da balança comercial brasileira de abril de 2025, divulgados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), mostram um superávit comercial de US\$ 7,048 bilhões até a quarta semana do mês (GOV.BR, 2025). No acumulado do ano, o superávit atinge US\$ 17,03 bilhões. Em março de 2025, o superávit comercial foi de US\$ 8,155 bilhões, o maior valor para meses de março na série histórica (GOV.BR, 2025).

Figura 1. Mapa cartográfico de localização dos municípios avaliados, zona de transição Amazônia-Cerrado, estado de Mato Grosso, Brasil.



Fonte: Benevides Correia J, 2024.

As projeções do MDIC para 2025 indicam um superávit comercial de US\$ 70,2 bilhões, com expectativas de crescimento tanto nas exportações quanto nas importações em comparação com 2024 (GOV.BR, 2025). A análise focada nos municípios com maior representatividade na produção e comercialização dessa commodity visa identificar padrões e oportunidades para a bioeconomia e o desenvolvimento sustentável nessa zona de transição ecologicamente sensível.

A coleta de dados para a presente pesquisa adotou uma estratégia abrangente e criteriosa, explorando repositórios de alta relevância científica e institucional. A identificação de informações pertinentes envolveu a consulta às plataformas multidisciplinares *Web of Science* e *Google Acadêmico*, ao Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), e a revistas científicas de alto impacto como *Nature* e *National Geographic*.

Adicionalmente, foram acessados portais de instituições governamentais e de pesquisa de referência, incluindo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Organização das Nações Unidas (ONU), bem como bancos de dados oficiais do governo do estado de Mato Grosso. A consulta a bibliotecas virtuais de instituições de ensino superior como a Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) e a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) complementou a busca, garantindo a diversidade e a profundidade das fontes de informação, integralmente referenciadas ao longo deste trabalho.

Figura 2. Gráfico do processo metodológico.



Fonte: autores, 2025.

Os dados municipais referentes ao valor bruto da produção (VBP) anual e ao recebimento bruto foram extraídos da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). Para o VBP, consideraram-se os resultados da produção de culturas temporárias, a exemplo da soja, algodão e milho. As informações anuais sobre a extensão do desmatamento e a área plantada foram obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2025).

A análise da eficiência dos municípios na conversão de recursos em resultados foi realizada por meio da técnica não paramétrica Data Envelopment Analysis (DEA) (Charnes et al., 1978), amplamente utilizada para avaliação de desempenho de unidades tomadoras de decisão (DMUs) (Cooper et al., 2000). O DEA permitiu identificar *benchmarks* de eficiência e analisar as práticas dos municípios com melhor desempenho, visando fornecer subsídios para a melhoria da gestão naqueles menos eficientes (Cooper et al., 2000). Em um segundo estágio, empregou-se o modelo *Tobit* (Araújo et al., 2021) para investigar os fatores contextuais que influenciam os escores de eficiência obtidos na primeira etapa (McDonald, 2009). A aplicação do *Tobit* se justifica pela natureza censurada dos índices de eficiência do DEA, que se limitam ao intervalo [0, 1] (Simar & Wilson, 2007a). O modelo de regressão é indicado na equação 1, apresentando também a variável dependentes e independentes escolhidas para este estudo:

Equação 1 - Regressão *Tobit*

"Índice de Ecoeficiencia" ("IE") = $\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon$

Onde:

α é a constante da função, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, são os coeficientes estimados da regressão; ε é o fator de erro da regressão e X_1, X_2, X_3 , as variáveis independentes do modelo definido por: X_1 - Recebimento bruto (Reais), X_2 – Área plantada (km²), X_3 – Desmatamento (km²). Neste estudo, a variável dependente, o escore de ecoeficiência, está entre 0 e 1 e a distribuição não é normal, mas censurada em 0 e 1; portanto, a regressão *Tobit* é mais apropriada para análise. Muitos estudos na literatura utilizam os métodos DEA e *Tobit* (CHEN & WANG, 2022), também pode-se citar como exemplo da aplicação metodológica os trabalhos de Gramani (2017).

Os números de *inputs* e *outputs* foram aqueles recomendados pela técnica de (Banker et al., 2004) e (Cooper et al., 2000), considerando p o número de entradas e q o número de saídas usadas na análise. Então, o tamanho da amostra (n) deve satisfazer: $n \geq \text{Max} \{p \times q, 3(p + q)\}$. Embora o modelo teórico inicial sugerisse 12 DMUs, a amostra foi expandida para 21 municípios com o objetivo de aumentar a robustez estatística dos resultados.

O critério de seleção dos municípios foi a maior produção de soja, dada a relevância desta *commodity* para a economia do Estado de Mato Grosso (IBGE, 2025).

A Tabela 1 apresenta a descrição das variáveis de *input* e *output* consideradas neste estudo, acompanhada da referência de origem.

Tabela 1: Descrição das variáveis.

Tipo	Variável	Descrição	Referência(s)
Entrada (<i>input</i>)	Recebimento bruto	Refere-se à soma total dos valores de todas as vendas e serviços realizados pelos estabelecimentos de comércio e serviços de um município, antes de qualquer desconto ou dedução.	IBGE, 2025
Entrada (<i>input</i>)	Área plantada	A “área plantada” na pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE refere-se à área total de terras que foi destinada à colheita de um determinado produto agrícola num determinado período.	IBGE, 2025
Entrada (<i>input</i>)	Desmatamento	O desmatamento é definido como a remoção total da cobertura florestal em áreas maiores que 1 hectare, independentemente do uso que se pretende dar à área desmatada.	(Nelson et al., 2009)
Saída (<i>output</i>)	Razão entre o valor da produção e a área desmatada	O “valor da produção” refere-se ao valor total de uma produção agrícola ou pecuária em um determinado município, período ou região.	IBGE, 2025

Fonte: IBGE (2023) e INPE (2025).

2.1 A metodologia de análise envoltória de dados (DEA)

De acordo com (Araújo *et al.*, 2021), a avaliação de eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMUs) tem evoluído significativamente desde as contribuições pioneiras de Debreu, (1951), Koopmans (1951) e Farrell (1957). O método contemporâneo de Análise de Envoltória de Dados (DEA), formalizado por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) em 1978, e subsequentemente aprimorado com o modelo Banker, Charnes e Cooper (BCC), (Banker *et al.*, 1984), constitui uma abordagem não paramétrica robusta para esta finalidade (Toma *et al.*, 2017).

O DEA oferece dois modelos fundamentais: o modelo com retornos constantes de escala (CRS), proposto inicialmente por (Charnes *et al.*, 1978a), e o modelo com retornos variáveis de escala (VRS), introduzido por Banker *et al.* (1984). Adicionalmente, cada modelo pode ser orientado para *inputs* ou *outputs*, resultando em quatro variações básicas: CRS/*Input*, CRS/*Output*, VRS/*Input* e VRS/*Output* (Banker *et al.*, 1984).

O modelo BCC, também conhecido como VRS, demonstra-se particularmente adequado para contextos onde a eficiência produtiva não segue uma proporcionalidade estrita entre inputs e outputs, considerando variações de escala (Banker *et al.*, 2004). Sua flexibilidade permite uma análise mais acurada em cenários onde a premissa de retornos constantes de escala não se sustenta, fornecendo informações valiosas para a identificação de diferentes fontes de ineficiência e o planejamento de ações corretivas (Johnes & Yu, 2008). Para o presente estudo, adota-se o modelo VRS orientado ao *output*, conforme a dedução de Banker *et al.* (1984) e a aplicação em investigações empíricas recentes (Banker *et al.*, 1984).

Equação 2: Formulação primal deste modelo, conhecida como Modelo de Multiplicadores, é definida pela seguinte equação:

$$\begin{aligned}
 \text{MIN } Eff_0 &= \sum_{j=1}^N v_j X_{jo} + v_* \\
 \text{sujeito a} & \\
 \sum_{i=1}^m u_i y_{io} &= 1 \\
 \sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} + v &\leq 0, \forall k \text{ para } k = 1, 2, \dots, z \\
 u_i e v_j &\geq 0, u_i e v_j \geq 0 \quad i = 1 \dots m, j = 1 \dots, n
 \end{aligned} \tag{2}$$

Sendo:

u_i - peso calculado para o produto i ; v_j - peso calculado para o insumo j ; x_{jk} - quantidade de insumo j para unidade k ; y_{ik} - quantidade do produto i para unidade k ; X_{jo} - quantidade de insumo j para unidade em análise; y_{io} - quantidade de produto i para unidade em análise; z - quantidade de DMUs analisadas; m - número de tipos de produtos; n - número de tipo de insumos e u e v –coeficiente de retorno de escala (Banker *et al.*, 1984).

A escolha do modelo BCC (VRS) com orientação ao *output* para esta pesquisa reside na sua capacidade de lidar com variações de escala e de identificar o potencial de expansão dos *outputs* mantendo os níveis de *inputs*, alinhando-se aos objetivos de análise da eficiência na conversão de recursos em resultados no contexto específico investigado (Cooper *et al.*, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção "Resultados e Discussão" deste artigo apresenta uma análise abrangente do desempenho da ecoeficiência nos 21 municípios situados na zona de transição Amazônia-Cerrado. Os achados revelam uma heterogeneidade significativa nos níveis de ecoeficiência, destacando municípios específicos que demonstram tanto alto quanto baixo desempenho.

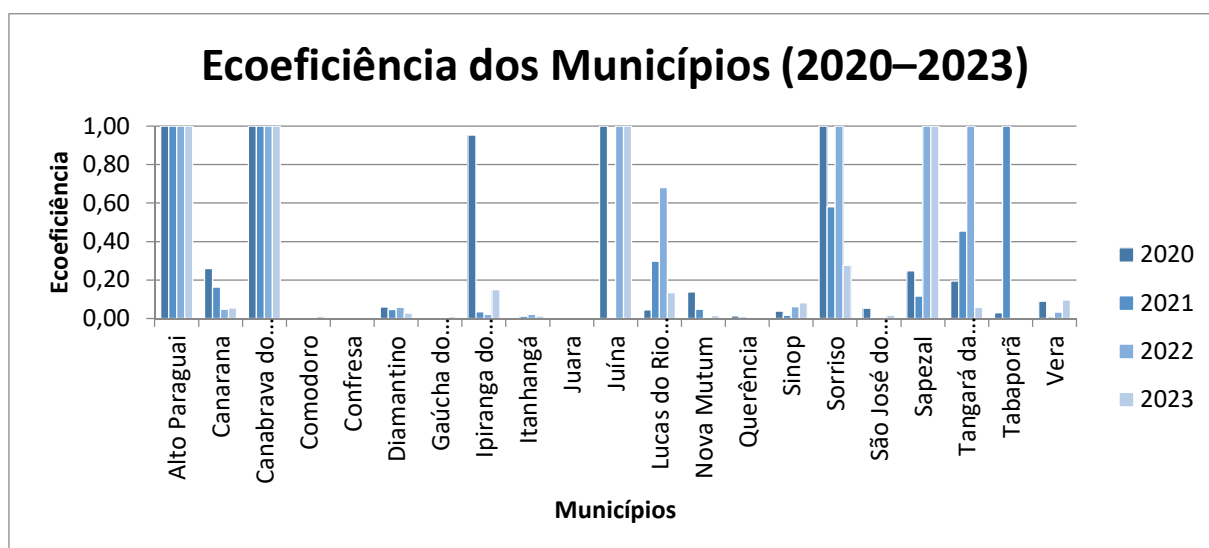
Além disso, a análise temporal da ecoeficiência entre 2020 e 2023 descobre uma notável relação negativa entre o desmatamento e a ecoeficiência nos anos iniciais, seguida por um período de melhoria e subsequentes sinais de instabilidade. Esses resultados são então discutidos no contexto das dinâmicas socioeconômicas e políticas da região, enfatizando a suscetibilidade das práticas sustentáveis a pressões externas.

As implicações desses achados para a formulação de políticas públicas territoriais, a promoção da bioeconomia e a busca pela transição ecológica e os ODS são examinadas criticamente. Destaca-se a necessidade de estratégias integradas que considerem as especificidades locais, fortaleçam a governança ambiental e incentivem inovações sustentáveis, capazes de gerar inclusão social, conservação dos recursos naturais e desenvolvimento econômico alinhado aos princípios da Agenda 2030.

3.1 Análise integrada dos resultados de ecoeficiência (2020–2023)

A análise integrada da ecoeficiência nos municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado, no estado de Mato Grosso, entre os anos de 2020 e 2023, evidencia dinâmicas espaciais e temporais relevantes na relação entre desempenho econômico e pressão ambiental. Considerando a definição de ecoeficiência como a razão entre o valor agregado das atividades econômicas e os impactos ambientais gerados (Bergesen *et al.*, 2013), observam-se padrões consistentes e contrastantes ao longo do período analisado conforme gráfico 1.

Figura 3: Gráfico dos resultados da Ecoeficiência dos municípios (2020–2023).



Fonte: autores, 2025.

De forma recorrente, municípios como Alto Paraguai e Canabrava do Norte apresentaram níveis elevados de ecoeficiência nos quatro anos estudados, com valores de 1.00. Essa persistência sugere a consolidação de estratégias de gestão territorial e produtiva com menor intensidade ambiental, o que pode estar vinculado à adoção de práticas agrícolas sustentáveis, eficiência no uso de insumos e diversificação produtiva (Porter & Van Der Linde, 1995).

Além disso, tais municípios podem estar beneficiando-se de políticas locais ou iniciativas privadas voltadas à redução de externalidades negativas, o que reforça a aplicabilidade de princípios da economia ecológica (Daly, 1991; Georgescu-Roegen, 2014). Por outro lado, municípios como Ipiranga do Norte, Lucas do Rio Verde, Vera, Sinop, Tangará da Serra, Canarana, Diamantino, São José do Rio Claro, Nova Mutum, Itanhangá, Comodoro e Gaúcha do Norte mantiveram níveis baixos de ecoeficiência ao longo do período, com variações entre valores muito baixos (< 0.25) a intermediários (< 0.75).

Essa repetição do baixo desempenho ambiental sugere a manutenção de modelos produtivos pouco eficientes sob a ótica da sustentabilidade, possivelmente marcados por monoculturas intensivas, uso extensivo de recursos naturais e baixa diversificação econômica, o que corrobora as análises de Daly (1991) e (Strassburg *et al.*, 2017) sobre os desafios da sustentabilidade no agronegócio.

A tendência geral de melhora na ecoeficiência em 2022, com mais municípios apresentando valores elevados em comparação aos anos anteriores, pode indicar uma resposta institucional a pressões externas, como regulamentações ambientais, incentivos à produção

sustentável ou variações nos preços de commodities que induzem maior eficiência no uso de insumos (Bogetoft, 2000).

No entanto, o desempenho de 2023 sugere uma estabilização ou leve regressão em alguns municípios, o que evidencia a fragilidade da consolidação de práticas sustentáveis em contextos altamente dependentes de variáveis econômicas e políticas voláteis no contexto da bioeconomia (COMISSÃO EUROPEIA, 2024)

A comparação entre os anos também revela padrões espaciais persistentes, nos quais os municípios com desempenho elevado situam-se majoritariamente em regiões com acesso a infraestrutura consolidada e cadeias produtivas integradas, enquanto os de baixo desempenho localizam-se em áreas de expansão agrícola recente ou menor conectividade econômica. Tais elementos reforçam os estudos de Lapig *et al.*, (2014) sobre os riscos ambientais e socioeconômicos inerentes à expansão desordenada da fronteira agrícola.

Nesse contexto, a identificação de municípios com desempenho consistentemente alto pode servir de referência para políticas públicas e ações de planejamento regional voltadas à disseminação de boas práticas, ao passo que os municípios com ecoeficiência persistentemente baixa demandam ações específicas de apoio técnico, capacitação e incentivo à diversificação econômica.

A heterogeneidade dos resultados também aponta para a necessidade de abordagens territorialidades e multiescalas na formulação de políticas públicas, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (NAÇÕES UNIDAS, 2023). Portanto, a análise longitudinal da ecoeficiência na região estudada demonstra que, embora existam avanços pontuais e exemplos positivos, a sustentabilidade do desenvolvimento econômico na zona de transição Amazônia-Cerrado ainda enfrenta desafios estruturais, exigindo intervenções coordenadas entre os setores público, privado e sociedade civil para assegurar uma transição efetiva rumo à bioeconomia e à resiliência ambiental e climática.

3.1.1 Considerações teóricas e implicações políticas conforme análise da ecoeficiência

A análise longitudinal evidencia que a eficiência ecológica dos municípios na Amazônia-Cerrado é influenciada, em parte, pelo desmatamento, mas que essa relação pode ser volátil ao longo do tempo. A consistência do impacto negativo nos anos de 2020 e 2021 coincide com o período de intensificação do desmatamento na Amazônia Legal, conforme relatórios do INPE e da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômicos), o que reforça a ideia de que choques ambientais relevantes impactam diretamente o desempenho ecoeficiente dos territórios.

A ausência de significância nos anos seguintes pode refletir a implementação (ou a ausência) de políticas públicas, mudanças nos padrões climáticos ou reações adaptativas da gestão municipal, reforçando o argumento da endogeneidade dinâmica dos fatores de sustentabilidade (COMISSÃO EUROPEIA, 2024).

Políticas públicas que visem a integração de ações ambientais e econômicas locais, como iniciativas de bioeconomia e pagamentos por serviços ambientais, emergem como estratégias promissoras para alinhar ecoeficiência e desenvolvimento territorial sustentável. Tais abordagens incentivam o uso racional dos recursos naturais, valorizam saberes e práticas locais e promovem modelos produtivos mais inclusivos e resilientes, contribuindo para a construção de territórios mais justos, sustentáveis e adaptados às mudanças climáticas.

3.2 Análise gera do modelo de regressão *Tobit* ao longo dos anos de 2020 a 2023

A aplicação do modelo de regressão *Tobit* ao longo dos anos de 2020 a 2023 teve como objetivo identificar os fatores que influenciam a ecoeficiência municipal na zona de transição Amazônia-Cerrado, considerando a censura da variável dependente oriunda da Análise Envoltória de Dados (DEA) (Tobin, 1958; Simar & Wilson, 2007b).

Ao analisar os resultados dos quatro anos conjuntamente (Tabela 2), observa-se que a variável desmatamento (desmt) apresentou efeito negativo e estatisticamente significativo apenas nos anos de 2020 ($\beta = -0.0119$; $p = 0.028$) e 2021 ($\beta = -0.009$; $p = 0.040$). Tais achados sugerem que, nesses anos, o aumento da área desmatada esteve associado a uma diminuição da ecoeficiência municipal. Esses resultados estão em consonância com a literatura que vincula a degradação ambiental à perda de eficiência na gestão de recursos naturais e à redução dos indicadores de sustentabilidade (Daly, 1991; Georgescu-Roegen, 1971).

Tabela 2: Regressão Tobit anos de 2020,2021,2022 e 2023

Variável	2020 - Estimate	2020 - Std. Error	2020 - z value	2020 - Pr(> z)	2021 - Estimate	2021 - Std. Error	2021 - z value	2021 - Pr(> z)
(Intercept): 1	565.5	158.8	3.56	0,00037 ***	499.2	151.7	3.29	0,0010 **
(Intercept): 2	-1045	180.4	- 5.794	6,86e- 09 ***	-1190	182.0	- 6.535	6,36e- 11 ***
receb	-1.953e-07	5.974e-07	- 0.327	0,7437	-1.117e-07	3.746e-07	- 0.298	0,7656
areaplant	-0.0001637	0.0002269	- 0.721	0,4706	- 0.0002946	0.0002803	- 1.051	0,2932

desmt	-11.9	5.424	- 2.194	0,0282 *	-9.05	4.401	- 2.056	0,0398 *
Variável	2022 - Estimate	2022 - Std. Error	2022 - z value	2022 - Pr(> z)	2023 - Estimate	2023 - Std. Error	2023 - z value	2023 - Pr(> z))
(Intercept): 1	425.9	197.7	3.56	0,0312 *	410.4	140.7	2.91 7	0,0035 3 **
(Intercept): 2	-897.7	180.8	- 5.79 4	6,91e- 07 ***	-1040	186.0	-5.59	2,27e- 08 ***
receb	3.222e-07	3.904e-07	0.32 7	0,4092	-6.928e- 08	3.498e-07	- 0.19 8	0,8430
areaplant	-0.0001701	0.000349 1	- 0.72 1	0,6261	- 0.000165 6	0.000191 9	- 0.86 3	0,3880
desmt	-8.13	5.395	- 2.19 4	0,1318	-3.892	3.458	- 1.12 6	0,2603

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

Fonte: o autor 2025.

Nos anos subsequentes, 2022 ($p = 0.132$) e 2023 ($p > 0.05$), o desmatamento não se mostrou estatisticamente significativo. Essa ausência de significância pode refletir uma mudança no padrão de relação entre degradação ambiental e eficiência ecológica ou, alternativamente, indicar limitações do modelo em capturar os determinantes da ecoeficiência em contextos específicos, conforme argumentado por Amemiya (1984) ao discutir modelos censurados com múltiplas variáveis não observadas.

Quanto às demais variáveis analisadas – recebimento bruto municipal (receb) e área plantada (areaplant), nenhuma apresentou significância estatística em nenhum dos anos analisados ($p > 0.05$). Tal padrão sugere que, isoladamente, essas variáveis não exercem efeito linear detectável sobre a ecoeficiência municipal. Esse resultado pode estar relacionado à complexidade dos fatores que afetam a sustentabilidade local, sendo necessário considerar modelos não lineares ou a inclusão de interações e variáveis qualitativas.

No que se refere aos interceptos, observou-se significância estatística em todos os anos, indicando valores esperados não nulos da ecoeficiência na ausência das covariadas. Contudo, a interpretação isolada de interceptos em modelos com múltiplas variáveis deve ser feita com cautela (Hajian, 2002).

Comparando os anos, percebe-se uma tendência de perda de significância estatística das variáveis explicativas a partir de 2022, o que pode indicar mudanças estruturais no comportamento da ecoeficiência ou a necessidade de reespecificação do modelo, conforme sugerido por (Cameron, 2012). A estabilidade dos diagnósticos estatísticos, como log-verossimilhança e ausência do efeito Hauck-Donner (Hauck & Donner, 1977) reforça a consistência das estimativas dentro da estrutura adotada.

De maneira geral, os achados indicam que o desmatamento é um fator importante para a ecoeficiência municipal nos anos iniciais da série (2020–2021), sendo coerente com os princípios da economia ecológica que propõem internalizar os custos ambientais (COMISSÃO EUROPEIA, 2024).

A perda dessa relação nos anos seguintes levanta hipóteses relevantes para estudos futuros, como a influência de políticas públicas locais, variações climáticas ou defasagens temporais entre os impactos ambientais e os escores de eficiência. Em suma, os resultados apontam para a necessidade de abordagens mais complexas, com variáveis adicionais, análise espacial e técnicas não lineares, visando aprimorar a compreensão dos fatores que moldam a ecoeficiência nos territórios em transição ecológica.

A tabela 3 revela uma distribuição desigual dos níveis de ecoeficiência entre as DMUs analisadas. A maioria (12 DMUs) apresenta nível muito baixo de ecoeficiência (IE entre 0,0 e 0,15), indicando alto desperdício de recursos ou baixo desempenho ambiental/econômico. Apenas 2 DMUs atingiram o nível eficiente (IE = 1), refletindo desempenho ideal. Os níveis baixo a médio concentram poucos casos (4 DMUs), sugerindo dificuldades em alcançar melhorias graduais. Os níveis alto e muito alto somam 3 DMUs, sinalizando raras exceções com desempenho positivo. Essa distribuição aponta para a necessidade de políticas direcionadas à melhoria da ecoeficiência na maioria das unidades.

Tabela 3: distribuição das DMUs por níveis de ecoeficiência

Nível de ecoeficiência	Escala de ecoeficiência	Quantidade de DMUs
Muito baixo	IE = 0,0 a 0,15	12 DMUs
Baixo	IE = 0,16 a 0,31	3 DMUs
Médio	IE = 0,32 a 0,47	1 DMU
Alto	IE = 0,48 a 0,63	1 DMU
Muito alto	IE = 0,64 a 0,99	2 DMUs
Ecoeficiência	IE = 1	2 DMUs

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.1 Considerações teóricas e implicações políticas conforme análise da regressão *Tobit*

A análise econométrica realizada por meio do modelo *Tobit* revela informações importantes sobre os determinantes da ecoeficiência municipal entre os anos de 2020 a 2023. Inicialmente, observa-se que o desmatamento foi estatisticamente significativo apenas nos primeiros anos da série (2020–2021). Essa mudança pode sinalizar uma reconfiguração na relação entre degradação ambiental e desempenho ecológico dos municípios, ou refletir as limitações do próprio modelo *Tobit* frente à complexidade de sistemas socioambientais (Amemiya, 1984).

A ausência de significância do desmatamento nos anos mais recentes pode, portanto, indicar o início de uma transição ecológica institucionalizada, em que os efeitos ambientais começam a ser mitigados por políticas de contenção ou adaptação. Essa constatação dialoga com a literatura recente sobre sustentabilidade urbana e uso ecológico do solo, que destacam a importância da inovação colaborativa intermunicipal para reduzir ineficiências territoriais (Ostrom, 1990). Do mesmo modo, estudos como os de Zhang *et al.*, (2008) sugerem que a ecoeficiência não é apenas função de fatores econômicos diretos, mas também de capacidades institucionais, resiliência urbana e políticas de planejamento ecológico.

Assim, os resultados reforçam a necessidade de incorporar variáveis relacionadas à governança ambiental, à qualidade dos serviços ecossistêmicos urbanos e à participação social, alinhadas ao ODS 16 (Paz, justiça e instituições eficazes), em consonância com as cidades do futuro.

Segundo o *United Nations Human Settlements Programme* (UN-HABITAT, 2022), as cidades do futuro devem ser pensadas a partir de uma ótica regenerativa, onde políticas de ecoeficiência se convertem em instrumentos para garantir equidade, resiliência e inovação urbana. A perda de significância das variáveis analisadas pode indicar, por exemplo, que mudanças estruturais associadas à governança verde ou ao turismo ecológico (Cheng *et al.*, 2023) estão exercendo efeitos mais relevantes do que os capturados pelos modelos atuais.

A implicação política mais evidente é a necessidade de ampliar o escopo das políticas públicas voltadas à sustentabilidade, incluindo incentivos à inovação verde, sistemas de monitoramento ambiental e mecanismos de financiamento climático local. Também é necessário promover a educação ambiental e o engajamento comunitário como partes constituintes das estratégias bioeconômicas locais.

Assim, os achados da regressão *Tobit*, mesmo limitados, oferecem contribuições relevantes para o desenho de políticas baseadas em evidências, que apoiem os municípios na transição ecológica. Eles corroboram a tese de que a bioeconomia, se bem implementada, pode ser um catalisador para o alcance dos ODS, mas requer uma abordagem territorializada, adaptativa e sensível à complexidade dos sistemas socioambientais.

4 CONCLUSÕES

A análise da ecoeficiência de 21 municípios localizados na zona de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, sob a ótica da bioeconomia, revelou padrões territoriais persistentes e desafios estruturais que demandam abordagens integradas e multiescalares. A utilização da Análise de Envoltória de Dados (DEA) associada à regressão Tobit permitiu uma avaliação robusta da eficiência relativa dos municípios na conversão de recursos (inputs) em resultados socioeconômicos e ambientais (outputs), contribuindo metodologicamente para o avanço das análises empíricas em bioeconomia territorial.

Os resultados indicam que, embora haja exemplos consistentes de ecoeficiência, como nos municípios de Alto Paraguai e Canabrava do Norte, uma parcela significativa dos territórios apresenta desempenho insatisfatório (76%), muitas vezes vinculado à intensificação de monoculturas, desmatamento e baixa diversificação econômica. A influência negativa do desmatamento sobre a ecoeficiência em anos específicos reforça a vulnerabilidade ambiental e a importância de práticas de uso sustentável da terra.

Depreende-se que a adoção de políticas públicas por parte do Estado valorizando a sociobiodiversidade na geração de empregos verdes e gestão eficiente dos recursos naturais, constituem iniciativas fundamentais para consolidação das estratégias de desenvolvimento sustentável. A bioeconomia, nesse contexto, emerge não apenas como alternativa econômica, mas como paradigma integrador entre conservação ambiental e justiça social, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Portanto, são considerados como instrumentos fundamentais para promover uma sociedade mais sustentável e para a construção de uma economia verde. Nesta linha, o estudo reforça a urgência de um planejamento regional baseado em evidências, tais como apresentadas e discutidas ao longo do texto, que sejam capazes de impulsionar a resiliência socioambiental da região de transição Amazônia-Cerrado frente às pressões antrópicas e climáticas.

Esta pesquisa se ocupou em analisar a relação entre atividade econômica e conservação ambiental em 21 municípios localizados na zona de transição Amazônia-Cerrado no estado de

Mato Grosso. Ao concluir-se os estudos, pode-se apresentar algumas sugestões que potencialmente poderiam melhorar os dados locais de ecoeficiência, como por exemplo: a) incentivo a projetos de inovação na área da produção sustentável e o financiamento destes; b) incentivar e efetivar a educação ambiental e aumentar o envolvimento dos atores locais; c) projetos que valorizem a bioeconomia e a sociobiodiversidade com geração de empregos e renda na região estudada.

Inúmeras foram as dificuldades para realizar-se a pesquisa, entretanto pode-se destacar a não uniformidade de informações socioeconômicas em termos de períodos. Alguns municípios não possuem dados sobre questões ambientais ou sociais em todos os anos, restringindo assim a quantidade de variáveis de *input*.

Além disso, pode-se destacar a falta de informações institucionais nas redes sociais principalmente dos municípios menores. Sua divulgação em sites oficiais se baseiam praticamente em apresentar os atuais administradores. São questões que precisam serem efetivadas e mantidas suas atualizações, para que se possa pesquisar, debater e sugerir contribuições ao desenvolvimento local.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACosta, A.; BREDA, T. **O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos**. [S. l.]: Editora Elefante, 2016. p. 258. Disponível em: <https://editoraelefante.com.br/produto/o-bem-viver-uma-oportunidade-para-imaginar-outros-mundos/>. Acesso em: 4 maio 2025.

AGUILAR, A.; TWARDOWSKI, T.; WOHLGEMUTH, R. Bioeconomy for Sustainable Development. **Biotechnology Journal**, v. 14, n. 8, p. 1800638, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/BIOT.201800638>. Acesso em: 4 maio 2025.

AMEMIYA, T. Tobit models: A survey. **Journal of Econometrics**, v. 24, n. 1–2, p. 3–61, 1984. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(84\)90074-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(84)90074-5). Acesso em: 5 maio 2025.

ARAÚJO, R. V. de et al. Methodology for Assessing Environmental Efficiency in Municipalities Using Data Envelopment Analysis. In: [EDITORES/ORGANIZADORES, se houver]. **Agenda da sustentabilidade no Brasil: Conhecimentos teóricos, metodológicos e empíricos**. [S. l.]: [EDITORA, se houver], 2021a. p. 173–192. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.25921230816>.

ARAÚJO, R. V. de et al. Eco-efficiency measurement as an approach to improve the sustainable development of municipalities: A case study in the Midwest of Brazil. **Environmental Development**, v. 39, p. 100652, 2021b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2021.100652>. Acesso em: 6 jun. 2023.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. SOME MODELS FOR ESTIMATING TECHNICAL AND SCALE INEFFICIENCIES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/MNSC.30.9.1078>.

BANKER, R. D. et al. Returns to scale in different DEA models. **European Journal of Operational Research**, v. 154, n. 2, p. 345–362, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00174-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00174-7).

BENEVIDES CORREIA, J. et al. Amazon Transition - Cerrado: Agricultural Frontier and Sustainability in The State of Mato Grosso, Brazil. **Revista Gestão Social e Ambiental (RGSA)**, Miami, v. 18, n. 1, p. 1–24, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n1-149>.

BERGESEN, H. O.; PARMANN, G.; THOMMESSEN, Ø. B. World Business Council for Sustainable Development: The Greening of Business or a Greenwash? In: [EDITORES/ORGANIZADORES, se houver]. [Título do Livro, se for capítulo]. [S. l.]: [EDITORA, se houver], 2013. p. 65–75. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9781315066554-8>. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. Portal da Câmara dos Deputados. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2024/decreto-12044-5-junho-2024-795723-publicacaooriginal-171976-pe.html>. Acesso em: 7 maio 2025.

BRUXELAS. COMISSÃO EUROPEIA. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10061745>. Acesso em: 4 maio 2025.

BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the bioeconomy? In: [EDITORES/ORGANIZADORES, se houver]. **From Waste to Value: Valorisation Pathways for Organic Waste Streams in Circular Bioeconomies**. [S. l.]: [EDITORIA, se houver], 2019. p. 19–50. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780429460289-2/BIOECONOMY-MARKUS-BUGGE-TEIS-HANSEN-ANTJE-KLITKOU>. Acesso em: 31 dez. 2024.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: Methods and Applications**. [S. l.]: Google Livros, 2012. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TdlKAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cameron,+A.+C.,+%26+Trivedi,+P.+K.+\(2005\).+Microeconometrics:+Methods+and+applications.+Cambridge+University+Press&ots=yLgnOWcGut&sig=3uENIRi2N3-sV--32FanZAarLpA&redir_esc=y#v](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TdlKAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cameron,+A.+C.,+%26+Trivedi,+P.+K.+(2005).+Microeconometrics:+Methods+and+applications.+Cambridge+University+Press&ots=yLgnOWcGut&sig=3uENIRi2N3-sV--32FanZAarLpA&redir_esc=y#v). Acesso em: 5 maio 2025.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).

CHEN, X.; WANG, Y. Research on financing efficiency of China's strategic emerging industries based on super efficiency DEA and tobit model. **International Journal of Emerging Markets**, v. 17, n. 2, p. 485–504, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJOEM-02-2020-0188/FULL/XML>.

CHENG, Y. et al. Tourism Ecological Efficiency and Sustainable Development in the Hanjiang River Basin: A Super-Efficiency Slacks-Based Measure Model Study. **Sustainability**, v. 15, n. 7, p. 6159, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/SU15076159>. Acesso em: 5 maio 2025.

COMISSÃO EUROPEIA. **World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2024**. [S. l.]: FAO, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/CD2971EN>. Acesso em: 7 maio 2025.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis**. [S. l.]: Springer, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/B109347>.

DALY, H. E. **Steady-State Economics: Second Edition With New Essays**. [S. l.]: Island Press, 1991. Disponível em: <https://onwork.edu.au/bibitem/1991-Daly,Herman+E-Steady-State+Economics+Second+Edition+With+New+Essays/>. Acesso em: 5 maio 2025.

DEBREU, G. The Coefficient of Resource Utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, p. 273, 1951. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1906814>.

DING, Z.; GRUNDMANN, P. Understanding system interdependencies in sustainable paper production from residue grass biomass: Insights from fuzzy cognitive mapping. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 1398, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41598-024-84358-4>. Acesso em: 4 maio 2025.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society**, v. 120, n. 3, p. 253–281, 1957. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2343100>. Acesso em: 5 maio 2025.

GARRETT, R. et al. Transformative changes are needed to support socio-bioeconomies for people and ecosystems in the Amazon. **Nature Ecology & Evolution**, v. 8, n. 10, p. 1815–1825, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41559-024-02467-9>. Acesso em: 4 maio 2025.

GEORGESCU-ROEGEN, N. CHAPTER IX The Analytical Representation of Process and the Economics of Production. In: **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971. p. 211–275. Disponível em: <https://doi.org/10.4159/HARVARD.9780674281653.C9/HTML>.

GOV.BR. **Brasil registra superávit de US\$ 2,5 bilhões na 4a semana do mês abril — Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2025/abril/brasil-registra-superavit-de-us-2-5-bilhoes-na-4a-semana-do-mes-abril>. Acesso em: 4 maio 2025.

GRAMANI, M. C. A desigualdade socioeconômica afeta mais municípios menos favorecidos? [Nome da Revista/Periódico, se houver]. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/101590/198053144220>. Acesso em: 7 maio 2025.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. [S. l.]: Pearson Education, Inc., 2002.

HAUCK, W. W.; DONNER, A. Wald's Test as Applied to Hypotheses in Logit Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 72, n. 360, p. 851–853, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01621459.1977.10479969>. Acesso em: 5 maio 2025.

IBGE. **IBGE - Mato Grosso | Cidades e Estados | IBGE**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt.html>. Acesso em: 11 ago. 2023.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola | IBGE**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>. Acesso em: 7 maio 2025.

INPE. **TerraBrasilis**. [S. l.], 2025. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments. Acesso em: 25 abr. 2025.

JOHNES, J.; YU, L. Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. **China Economic Review**, v. 19, n. 4, p. 679–696, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.CHIECO.2008.08.004>.

KOOPMANS, T. C. Efficient Allocation of Resources. **Econometrica**, v. 19, n. 4, p. 455, 1951. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1907467>.

MAPBIOMAS. **MAPEAMENTO ANUAL DE COBERTURA E USO DA TERRA NO BRASIL ENTRE 1985 A 2022**. [S. l.]: MapBiomass, 2022.

MASSON-DELMOTTE, V. I. P. on C. C. **Global warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130574323982454028>. Acesso em: 4 maio 2025.

MCCORMICK, K.; KAUTTO, N. The Bioeconomy in Europe: An Overview. **Sustainability (Switzerland)**, v. 5, n. 6, p. 2589–2608, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/SU5062589>.

MCDONALD, J. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. **European Journal of Operational Research**, v. 197, n. 2, p. 792–798, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2008.07.039>. Acesso em: 7 maio 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> acessado em 2023.19.09. Acesso em: 19 set. 2023.

NELSON, E. et al. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 1, p. 4–11, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/080023>. Acesso em: 7 maio 2025.

OSTROM, E. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.** [S. l.]: Cambridge University Press, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>. Acesso em: 7 maio 2025.

PETER BOGETOFT, L. O. **Benchmarking with DEA, SFA, and R.** [S. l.]: Google Livros, 2000. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=rBiGxrgFk-kC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Bogetoft,+P.,+%26+Otto,+L.+\(2011\).+Benchmarking+with+DEA,+SFA,+and+R.+Springer+Science%2BBusiness+Media,+LLC.&ots=tROdCvrX9y&sig=llF6zADj9sOtdJSudPqQT2WOOQc&redir_esc=y#v=onep](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=rBiGxrgFk-kC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Bogetoft,+P.,+%26+Otto,+L.+(2011).+Benchmarking+with+DEA,+SFA,+and+R.+Springer+Science%2BBusiness+Media,+LLC.&ots=tROdCvrX9y&sig=llF6zADj9sOtdJSudPqQT2WOOQc&redir_esc=y#v=onep). Acesso em: 5 maio 2025.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97–118, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/JEP.9.4.97>.

SANCHES, L. et al. Índice de área foliar em floresta de transição amazonia cerrado em diferentes métodos de estimativa. **[Nome da Revista/Periódico, se houver]**, v. 30, n. 1, p. 57–69, 2008.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 27 jun. 2025.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. **Journal of Econometrics**, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JECONOM.2005.07.009>. Acesso em: 5 maio 2025.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. **Journal of Econometrics**, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JECONOM.2005.07.009>. Acesso em: 7 maio 2025.

SPRINGMANN, R. L.; SMITH, T. M. **Ecología**. [S. l.]: PEARSON Educación, S.A, 2007. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/148056>. Acesso em: 4 maio 2025.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1–3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41559-017-0099>. Acesso em: 29 abr. 2025.

TOBIN, J. Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. **Econometrica**, v. 26, n. 1, p. 24, 1958. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1907382>.

TOMA, P. et al. A non-parametric bootstrap-data envelopment analysis approach for environmental policy planning and management of agricultural efficiency in EU countries. **Ecological Indicators**, v. 83, p. 132–143, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.07.049>.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Envisaging the Future of Cities**. World Cities Report 2022. [S. l.]: UN-HABITAT, 2022.

ZHANG, B. et al. Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach. **Ecological Economics**, v. 68, n. 1–2, p. 306–316, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.009>.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese objetivou investigar a contribuição da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável em 21 municípios da estratégica zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, no período de 2020 a 2023. Compreender essa dinâmica em uma região de alta complexidade ecológica e socioeconômica é crucial para a formulação de estratégias que conciliem a produção com a conservação ambiental. As análises aqui apresentadas oferecem respostas diretas a esse objetivo central e aprofundam a compreensão dos fatores que influenciam a ecoeficiência nesse contexto singular.

Em relação ao primeiro objetivo específico, foi possível demonstrar a relevância do agronegócio como motor econômico predominante na zona de transição Amazônia-Cerrado, especialmente a partir da expansão da fronteira agrícola no centro-norte de Mato Grosso. Contudo, a análise também evidenciou iniciativas de desenvolvimento sustentável que coexistem com o modelo agroexportador, revelando um movimento crescente em direção à sustentabilidade territorial. As práticas de integração lavoura-pecuária-floresta, o extrativismo sustentável e a agroecologia, mapeadas e associadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), mostram que há um campo fértil para fortalecer um modelo produtivo que promova equilíbrio entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e inclusão social. Este panorama sinaliza que a transição para uma economia de base sustentável, mesmo em áreas historicamente voltadas ao agronegócio intensivo, é viável e já está em curso.

Quanto ao segundo objetivo específico, a análise dos níveis de ecoeficiência dos municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado revelou desigualdades significativas, tanto em termos de desempenho quanto nos fatores determinantes. A metodologia DEA é utilizada para tratar dados não parametrizados e elabora uma fronteira de eficiência a partir das informações aplicadas.

O gráfico dos resultados da Ecoeficiência dos 21 municípios exibe a distribuição dos índices entre os anos de 2020 a 2023. É possível observar que a maioria das *DMUs* ficou abaixo da fronteira de eficiência, o que demonstra elevada assimetria entre elas e a predominância de ineficiência técnica ou problemas de gestão. Aqueles que atingiram o índice de ecoeficiência (igual a 1) são classificados como *benchmark* para os demais.

Os únicos municípios ecoeficientes foram Alto Paraguai e Canabrava do Norte. Isso significa que eles se situaram exatamente na fronteira de eficiência, operando com a combinação ótima de *inputs* e *output*. A ausência de outras *DMUs* na fronteira reforça a

conclusão de que a maior parte da amostra opera com ineficiência. Isso quantifica a ineficiência e sugere que a maioria dos municípios não está maximizando sua produção econômica por unidade de insumo ambiental, indicando a necessidade de políticas de aprimoramento.

A técnica de Regressão Tobit é um ponto metodológico essencial para a análise e para o segundo objetivo específico. Através de sua aplicação é possível lidar com variáveis dependentes censuradas ou limitadas, como é o caso dos escores de ecoeficiência do DEA, que variam entre 0 e 1. O método permite identificar fatores que estatisticamente interferem na ecoeficiência.

A variável Desmatamento é a única que consistentemente demonstra uma relação estatisticamente significativa e negativa com a ecoeficiência. Nos anos de 2020 e 2021, o desmatamento apresentou p-valores extremamente baixos (geralmente $< 0,05$ ou $< 0,01$). Isso significa que a probabilidade de a relação entre desmatamento e baixa ecoeficiência ser resultado de mero acaso é muito pequena. O coeficiente negativo indica que um aumento na taxa de desmatamento está associado a uma diminuição no índice de ecoeficiência.

Ainda sobre o desmatamento, nos anos de 2022 e 2023 a significância estatística da variável diminuiu. Isso pode ser interpretado como uma redução na força da correlação ou uma indicação de que outros fatores temporais (não modelados) passaram a influenciar a relação. No entanto, a persistência do coeficiente negativo, mesmo que com menor significância, ainda aponta para uma tendência de associação.

As variáveis Recebimento Bruto Municipal e Área Plantada não apresentaram significância estatística em nenhum dos anos, pois seus p-valores foram consistentemente altos (geralmente $> 0,10$). Do ponto de vista técnico, isso indica que o modelo não conseguiu detectar uma relação linear estatisticamente válida entre essas variáveis e a ecoeficiência.

Este resultado é de extrema relevância, pois contraria uma suposição comum de que o crescimento econômico e a expansão agrícola estão diretamente ligados à ecoeficiência. A ausência de significância sugere que a ineficiência é mais uma questão de gestão dos impactos ambientais do que do volume de produção ou receita.

A análise combinada das duas técnicas oferece uma visão robusta e completa. A DEA forneceu uma medição quantitativa da ecoeficiência, revelando que a maioria dos municípios está aquém de seu potencial de sustentabilidade. E a Regressão *Tobit* atuou como uma ferramenta de diagnóstico estatístico, isolando o desmatamento como o fator explicativo mais importante para essa ineficiência.

A tese demonstra que as variações na ecoeficiência dos municípios não são aleatórias, mas sim impulsionadas de forma significativa por uma variável ambiental chave. Isso eleva a

importância da análise para além de uma simples descrição de dados, oferecendo uma compreensão causal (ou correlacional, no mínimo) das dinâmicas de sustentabilidade na região de estudo.

A pesquisa aplicada e os resultados analisados anteriormente podem trazer contribuições relevantes também para a COP30 (Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2025) que ocorrerá em Novembro, no Estado do Pará. Ao identificar o desmatamento como o principal obstáculo para a ecoeficiência municipal, a tese fornece evidências empíricas de que a mitigação dos impactos ambientais é crucial para o desenvolvimento sustentável.

Existe ainda a possibilidade de expansão da pesquisa para outras áreas do país. A estrutura do estudo permite a adaptação dos modelos empregados para analisar diferentes biomas e contextos agrícolas, como a Mata Atlântica, o Cerrado ou a Caatinga, por exemplo. A replicação da pesquisa em outras áreas permitiria a criação de um diagnóstico nacional mais amplo sobre a ecoeficiência, identificando os principais desafios e as melhores práticas regionais, o que seria fundamental para o planejamento e a implementação de estratégias de sustentabilidade em larga escala no país.

Ao finalizar esta pesquisa, conclui-se que a sustentabilidade na fronteira agrícola no Estado de Mato Grosso não é apenas uma aspiração teórica, mas uma necessidade estratégica quantificável. Os resultados demonstram que o desmatamento é um fator crítico na ineficiência, o que aponta a urgência de políticas públicas que priorizem a gestão ambiental. O estudo deixa a contribuição de que o avanço econômico e a conservação da natureza são indissociáveis, fornecendo uma base robusta para a tomada de decisão.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. **Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, São Paulo, p. 35–43, 2003. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001361758>. Acesso em: 15 maio 2025.
- ARIMA, E. Y.; RICHARDS, P.; WALKER, R. T. Biofuel Expansion and the Spatial Economy. In: **Bioenergy and Land Use Change: Impact on Natural Capital and Ecosystem Services**. [S. l.]: [s. n.], 2017. p. 53–62. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119297376.CH4>. Acesso em: 16 maio 2025.
- ARVOR, D. et al. Mapping and spatial analysis of the soybean agricultural frontier in Mato Grosso, Brazil, using remote sensing data. **GeoJournal**, v. 78, n. 5, p. 833–850, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S10708-012-9469-3/FIGURES/10>. Acesso em: 16 maio 2025.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. SOME MODELS FOR ESTIMATING TECHNICAL AND SCALE INEFFICIENCIES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/MNSC.30.9.1078>.
- BARBOSA, F. C. H. Y. F. **ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS TEORIA E APLICAÇÕES** FREDERICO CELESTINO BARBOSA HÉLIO YOCHIIRO FUCHIGAMI. 2018. [S. l.].
- BARQUERO, A. V.; GAROFOLI, G. **Desarrollo económico local en Europa**. Colegio de Economistas, 1995. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=450891&info=resumen&idioma=SPA>. Acesso em: 16 maio 2025.
- BECKER, B. K. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. [S. l.]: [s. n.], 2004. 168 p.
- BOISIER, S. El desarrollo territorial a partir de la construcción de capital sinérgico. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n. 2, p. 39–39, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2000N2P39>. Acesso em: 16 maio 2025.
- BOSCHIERO, B. N. **100 Municípios mais ricos do Brasil no Agronegócio em 2023**: Mato Grosso lidera com 36 cidades. Blog Agroadvance, 12 jan. 2024. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-municipios-mais-ricos-do-brasil-2024/>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC+**. 2020–2030. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- CAIADO, R. G. G. et al. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency - A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 165, p. 890–

904, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.07.166>. Acesso em: 15 maio 2025.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978a. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978b. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8). Acesso em: 15 maio 2025.

COUTINHO, L. M. Memórias do Instituto de Botânica. [s. l.], 2006. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/2006/01/o-conceito-de-bioma/>. Acesso em: 15 maio 2025.

COZZI, L. et al. **A shock to the energy system**. IEA - Perspectivas energéticas mundiais 2020, v. 30, 2020.

CULLINANE, K. et al. The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 40, n. 4, p. 354–374, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.07.003>.

CUNHA, J. M. P. da. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 87–107, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-30982006000100006>. Acesso em: 16 maio 2025.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 2. ed. São Paulo: Hucitec; NUPAUB/USP, 1996.

DIEGUES, A. C. (Org.). **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil**. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2000. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/123456789/750>. Acesso em: 16 maio 2025.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201–341, 1972. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02859158/METRICS>. Acesso em: 16 maio 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **A sustainable bioeconomy for Europe**: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d851f-4375-11e8-a9f4-01aa75ed71a1>. Acesso em: 27 jun. 2025.

FAO. **The State of Food and Agriculture 2020**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2020/en/>. Acesso em: 27 jun. 2025.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 680–688, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/J.1523->

[1739.2005.00697.X;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:15231739;WGROUPE:STRING:PUBLICA](#). Acesso em: 15 maio 2025.

FIGUEIREDO, M. G. de; AZZONI, C. R.; GUILHOTO, J. J. M. Agronegócio de Mato Grosso: uma análise insumo-produto. **Revista de Política Agrícola**, v. 32, n. 4, p. 121–133, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1414650940741>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GARRETT, R. et al. Transformative changes are needed to support socio-bioeconomies for people and ecosystems in the Amazon. **Nature Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 1815–1825, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41559-024-02467-9;SUBJMETA=2175,4005,4014,704,844;KWRD=CLIMATE->

GEORGESCU-ROEGEN, N. CHAPTER IX The Analytical Representation of Process and the Economics of Production. In: **The Entropy Law and the Economic Process**. [S. l.]: [s. n.], 1971. p. 211–275. Disponível em: <https://doi.org/10.4159/HARVARD.9780674281653.C9/HTML>.

GOV.BR. **Brasil registra superávit de US\$ 2,5 bilhões na 4a semana do mês abril — Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços**. [s. l.], 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2025/abril/brasil-registra-superavit-de-us-2-5-bilhoes-na-4a-semana-do-mes-abril>. Acesso em: 4 maio 2025.

HOLLINGSWORTH, B. et al. Efficiency measurement of health care: A review of non-parametric methods and applications. **Health Care Management Science**, v. 2, n. 3, p. 161–172, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1019087828488/METRICS>. Acesso em: 15 maio 2025.

IBGE. **Censo 2022 | IBGE**. [s. l.], 2022a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 16 maio 2025.

IBGE. **Amazônia Legal | IBGE**. [s. l.], 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html>. Acesso em: 15 maio 2025.

IBGE. **Downloads | IBGE**. [s. l.], 2023a. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc100/acre/. Acesso em: 15 maio 2025.

IBGE. **IBGE - Mato Grosso | Cidades e Estados | IBGE**. [s. l.], 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt.html>. Acesso em: 11 ago. 2023.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: [Buscar o link mais recente do mapa de biomas do IBGE, se houver atualização para 2020 ou posterior]. Acesso em: 27 jun. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14031**: Environmental performance evaluation – Guidelines. Genebra: ISO, 2004.

IPCC. **Mudanças Climáticas 2022: Mitigação das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, Capítulo 11. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/23n103jv>. Acesso em: 15 maio 2025.

JOHNES, J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. **Economics of Education Review**, v. 25, n. 3, p. 273–288, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ECONEDUREV.2005.02.005>. Acesso em: 15 maio 2025.

JOHNES, J.; YU, L. Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. **China Economic Review**, v. 19, n. 4, p. 679–696, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.CHIECO.2008.08.004>.

KÖNIG, C. C.; PINSKY, V. C. Bioeconomy: Brazilian Potential and Challenges. In: [Título do livro, se houver]. [S. l.: s. n.], 2023. p. 271–291. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-29853-0_14. Acesso em: 16 maio 2025.

KOOPMANS, T. C. Efficient Allocation of Resources. **Econometrica**, v. 19, n. 4, p. 455, 1951. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1907467>.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 619–624, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/J.1523-1739.2005.00680.X>. Acesso em: 15 maio 2025.

LITTLE, P. E. **Políticas ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências**. [S. l.: s. n.], 2003. 464 p. Disponível em: https://books.google.com/books/about/Políticas_ambientais_no_Brasil.html?hl=pt-BR&id=yhMa5SJThcC. Acesso em: 15 maio 2025.

LUIZ ALBERTO ESTEVES SCALOPPE (ORG.). **Diagnósticos socioambientais das bacias hidrográficas de mato grosso 2. BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO ARAGUAIA. Diagnósticos socioambientais das bacias hidrográficas de mato grosso**, 2024.

MAPBIOMAS. **MAPEAMENTO ANUAL DE COBERTURA E USO DA TERRA NO BRASIL ENTRE 1985 A 2022**. [S. l.]: MapBiomass, 2022.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 4, p. 21–25, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000400001>. Acesso em: 16 maio 2025.

MASSON-DELMOTTE, V. I. P. on C. C. **Global warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130574323982454028>. Acesso em: 4 maio 2025.

MAURI, D.; BLANK, P. O CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS SUAS VÍTIMAS. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 02, p. 157–172, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/RM2015.1402.0010>. Acesso em: 15 maio 2025.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, 2010, 8(1), v. 8, n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.scopus.com/>. Acesso em: 16 maio 2025.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado**, 2009.

NORTH, D. C. Location Theory and Regional Economic Growth. [Nome da revista, se houver], v. 63, n. 3, p. 243–258, 1955. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/257668>. Acesso em: 16 maio 2025.

PORTER, M. E. Clusters and the New Economics of Competition. **Harvard Business Review**, Boston, v. 76, n 6, p. 77–90, 1998.

R., F. Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach. In: **From Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications**. [S. l.]: [s. n.], 1989. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573950400375468160>. Acesso em: 15 maio 2025.

RIBEIRO, J. F. et al. **As principais fitofissionomias do bioma cerrado**. [S. l.: s. n.].

RODRÍGUEZ-POSE, A. Do Institutions Matter for Regional Development? **Regional Studies**, v. 47, n. 7, p. 1034–1047, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978;WGROU:STRING:PUBLICATION>. Acesso em: 16 maio 2025.

ROMER, P. M. Capital, Labor, and Productivity. **Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics**, v. 1990, p. 337, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/2534785>.

SAMBUICHI, R. et al. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios**. 2012. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/91310>. Acesso em: 15 maio 2025.

SANTANGELI, A. et al. Mixed effects of a national protected area network on terrestrial and freshwater biodiversity. **Nature Solutions Unit**, v. 14, p. 5426, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41073-4>.

SCIALABBA, N. E. H.; MLLER-LINDENLAUF, M. Organic agriculture and climate change. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 25, n. 2, p. 158–169, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1742170510000116>. Acesso em: 16 maio 2025.

SEDEC. **SEDEC - SEC. DE ESTADO DE DES. ECONÔMICO**. [s. l.], 2024. Disponível em: <https://www.sedec.mt.gov.br/-/23452332-mato-grosso-produz-r-6-8-bilhoes-em-minerios-em-2022>. Acesso em: 16 maio 2025.

SEEG. **Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 – 2020**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 14 maio 2025.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil / 1970-2021**. Relatório 2023. Observatório do Clima, 2023.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. **Management Science**, v. 45, n. 9, p. 1270–1288, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/MNSC.45.9.1270;JOURNAL:JOURNAL:MNSC;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVA, B. A. et al. Multiple uses of forest resources in small and medium farms in the tropics: Economic and social contributions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 41, p. 4162–4171, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11557>.

SILVA, A.; DA CUNHA, J. R. Avaliação de políticas públicas ambientais: critérios de eficiência, eficácia e equidade. In: [Autores]. **Políticas públicas e o meio ambiente: o desafio da avaliação e monitoramento**. São Paulo: Publisher, 2007. p. XX-YY.

SMITH, P.; MASSON-DELMOTTE, V.; QURTUB, E. **Sustainable intensification of land use: balancing food production and environmental integrity**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb7493en>. Acesso em: 28 jun. 2025.

STORPER, M. The Resurgence of Regional Economies, Ten Years Later: The Region as a Nexus of Untraded Interdependencies. **European Urban and Regional Studies**, v. 2, n. 3, p. 191–221, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/096977649500200301;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>. Acesso em: 16 maio 2025.

TERBORGH, J. et al. **Continental Conservation - Michael E. Soulé - Google Livros**. [s. l.], 1999. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9fEWaQHM6cYC&oi=fnd&pg=PA39&dq=terborgh+1999+terrestrial+ecosystems&ots=UyT_3b4dng&sig=FHjZjrGty0CGUtKaLVrOkNPxG-A&redir_esc=y#v=onepage&q=terborgh+1999+terrestrial+ecosystems&f=false. Acesso em: 16 maio 2025.

THOMPSON, R. G. et al. Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas. [Nome da revista, se houver], v. 16, n. 6, p. 35–49, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/INTE.16.6.35>. Acesso em: 15 maio 2025.

TOBIN, J. Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. **Econometrica**, v. 26, n. 1, p. 24, 1958. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1907382>.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2022: Summary of Results**. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/07/Relatorio-ONU-populacao-2022.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2025.

VÁZQUEZ-BARQUERO, A.; RODRÍGUEZ-COHARD, J. C. Local development in a global world: challenges and opportunities. **Regional Science Policy & Practice**, v. 11, n. 6, p. 885–897, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rsp3.12164>. Acesso em: 28 jun. 2025.

YE, Y. et al. Biofuel production for circular bioeconomy: Present scenario and future scope. **Science of The Total Environment**, v. 935, p. 172863, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.172863>. Acesso em: 15 maio 2025.

YUCHTMAN, E.; SEASHORE, S. E. A System Resource Approach to Organizational Effectiveness. **American Sociological Review**, v. 32, n. 6, p. 891, 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2092843>.



ANEXO I

TRANSIÇÃO AMAZÔNIA - CERRADO: FRONTEIRA AGRÍCOLA E SUSTENTABILIDADE NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Jonas Benevides Correia¹
Adriana Bilar Chaquime dos Santos²
Romildo Camargo Martins³
Micaella Lima Nogueira⁴
Rildo Vieira de Araújo⁵
Reginaldo Brito Costa⁶

RESUMO

Objetivo: O presente estudo objetivou demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas.

Referencial teórico: Buscou-se neste tópico contemplar os aspectos da produção sustentável de alimentos, em uma visão holística que minimize os impactos ambientais, no sentido de estimular a gestão sustentável, uso eficiente dos recursos e insumos nas diversas atividades econômicas sustentáveis.

Método: Referencial teórico sobre o tema, pesquisa baseada na Web of Science e Google acadêmico, tabulação dos dados e elaboração de um quadro com as iniciativas sustentáveis e um mapa de localização da zona de transição Amazônia-Cerrado.

Resultados e conclusão: Em paralelo ao modo produtivo agroexportador de larga escala, identificou-se na pesquisa diversas iniciativas de produção agroecológica, extrativismo natural, integração entre floresta, lavoura e pecuária utilizando técnicas em que buscam a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local sustentável na região do estudo.

Implicações da pesquisa: Em linha com a temática ambiental, o estudo apresenta e discute iniciativas relevantes na sociedade associando o agronegócio e desenvolvimento sustentável.

Originalidade/valor: Elaboração de um mapa inédito dos municípios de Mato Grosso que estão inseridos na zona de transição dos biomas Amazônia - Cerrado e um quadro com organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área de transição e respectivas associações com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, com uma discussão sobre as atividades pró-ativas visando o desenvolvimento da região em foco.

Palavras-chave: Amazônia, Cerrado, Agronegócio, Sustentabilidade, ODS/ONU.

¹ Universidade Estadual do Mato Grosso, Diamantino, Mato Grosso, Brazil. E-mail: jonas.correia@unemat.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4172-9810>

² Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brazil. E-mail: adrianabilar@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2610-0870>

³ Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brazil. E-mail: romildocamargo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9811-8311>

⁴ Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brazil. E-mail: micaella.lima.nogueira@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8371-2772>

⁵ Instituto Federal do Mato Grosso, Barra do Garças, Mato Grosso, Brazil. E-mail: ifmt.rildo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8748-0080>

⁶ Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil.

E-mail: reg.brito.costa@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5677-393X>

v.18.n.1

AMAZON TRANSITION - CERRADO: AGRICULTURAL FRONTIER AND SUSTAINABILITY IN THE STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL

ABSTRACT

Objective: The present study aimed to demonstrate the relevance of agribusiness and highlight sustainable development actions in the Amazon-Cerrado transition zone, in the center-north of the state of Mato Grosso, in line with the Sustainable Development Goals of the United Nations.

Theoretical framework: This topic sought to contemplate the aspects of sustainable food production, in a holistic view that minimizes environmental impacts, in order to stimulate sustainable management, efficient use of resources and inputs in the various sustainable economic activities.

Method: Theoretical framework on the subject, research based on Web of Science and Google scholar, tabulation of data and elaboration of a table with sustainable initiatives and a map of the location of the Amazon-Cerrado transition zone.

Results and conclusion: In parallel to the large-scale agro-export production mode, several initiatives of agroecological production, natural extractivism, integration between forest, crops and livestock were identified in the research using techniques that seek environmental sustainability and sustainable local development in the region of the study.

Implications of the research: In line with the environmental theme, the study presents and discusses relevant initiatives in society associating agribusiness and sustainable development.

Originality/value: Preparation of an unprecedented map of the municipalities of Mato Grosso that are located in the transition zone of the Amazon - Cerrado biomes and a table with organizations, activities and sustainable actions developed in the transition area and respective associations with the Sustainable Development Goals of the United Nations, with a discussion on proactive activities aimed at developing the region in focus.

Keywords: Amazon, Savannah, Agrobusiness, Sustainability, SDG/UN.

TRANSICIÓN AMAZÓNICA - CERRADO: FRONTERA AGRÍCOLA Y SOSTENIBILIDAD EN EL ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

RESUMEN

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo demostrar la relevancia de los agronegocios y resaltar acciones de desarrollo sostenible en la zona de transición Amazonas-Cerrado, en el centro-norte del estado de Mato Grosso, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Marco teórico: Este tema buscó contemplar los aspectos de la producción sostenible de alimentos, en una visión holística que minimice los impactos ambientales, con el fin de estimular el manejo sostenible, el uso eficiente de los recursos e insumos en las diversas actividades económicas sostenibles.

Método: Marco teórico sobre el tema, investigación basada en Web of Science y Google Scholar, tabulación de datos y elaboración de una tabla con iniciativas sostenibles y un mapa de la ubicación de la zona de transición Amazonas-Cerrado.

Resultados y conclusión: En paralelo a la modalidad de producción agroexportadora a gran escala, se identificaron en la investigación varias iniciativas de producción agroecológica, extractivismo natural, integración entre bosques, cultivos y ganadería utilizando técnicas que buscan la sostenibilidad ambiental y el desarrollo local sostenible en la región de estudio.

Implicaciones de la investigación: En línea con el tema ambiental, el estudio presenta y discute iniciativas relevantes en la sociedad asociando el agronegocio y el desarrollo sostenible.

Originalidad/valor: Elaboración de un mapa inédito de los municipios de Mato Grosso que se ubican en la zona de transición de los biomas Amazonía - Cerrado y una tabla con organizaciones, actividades y acciones sostenibles desarrolladas en la zona de transición y respectivas asociaciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización Naciones Unidas, con un debate sobre las actividades proactivas destinadas a desarrollar la región en el centro de atención.

Palabras clave: Amazonía, Grueso, Agronegocios, Sostenibilidad, ODS/ONU.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUÇÃO

Os aspectos técnicos das políticas públicas relacionadas ao ambiente têm sido discutidas com mais ênfase a partir da década de 1970, com foco em formas de exploração ao redor do mundo, considerando a economia sob a ótica da sustentabilidade. Neste sentido, as argumentações passaram necessariamente por diretrizes norteadoras e ações que pudessem mitigar os impactos gerados pelo progresso em nível global.

Estima-se que a população mundial será de 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual e nos países em desenvolvimento o crescimento será maior (ONU, 2019). Nesse cenário, 70% da população será urbana e os níveis de renda serão maiores do que os atuais, “para alimentar essa população maior, urbana e rica, a produção de alimentos deverá aumentar em 70% e o Brasil se tornará o principal fornecedor para responder ao aumento da demanda global de importações de *commodities*” (FAO, 2017).

Na produção de alimentos, o uso das florestas tropicais e as questões climáticas estão intimamente ligadas. Nessa perspectiva, pesquisas, estudos e instituições no mundo buscam entender os riscos aos ecossistemas afetados e apresentar alternativas mais sustentáveis. Foley *et al.* (2011), entre outros autores, enfatizam que a agricultura está aumentando significativamente as emissões de CO₂ por desmatamento, reduzindo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

A agropecuária foi responsável por cerca de 74% do total de emissões dos gases de efeito estufa (GEE) em 2020 no Brasil, de acordo com os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023). Consequentemente torna-se necessário

criar um índice para medir os benefícios da redução dessas emissões (Searchinger *et al.*, 2018). O constante aumento desses gases podem alterar drasticamente o clima, conforme recente relatório do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas que avalia a possibilidade de alterações climáticas profundas (Ditlevsen & Ditlevsen, 2023).

O avanço no uso das florestas tropicais e o aumento das emissões podem aproximar a humanidade de limites não desejáveis ao nosso planeta. Até o ano de 2050 as estimativas têm demonstrado que os efeitos ambientais poderão aumentar entre 50% a 90%, tornando necessário mitigar essas externalidades (Springmann *et al.*, 2018). Portanto, inovações tecnológicas devem ser utilizadas para gerar sistemas eficientes relacionados ao plantio, culturas mais resistentes ao calor, eficiência dos sistemas de coleta, reciclagem e irrigação conforme vem ocorrendo nos Estados Unidos (Ausubel, 1991).

A demanda alimentar tende a se elevar em função do aumento da população e da renda no mundo (Searchinger *et al.*, 2018). A disponibilidade de alimentos precisará dobrar nos próximos 25 anos, para tanto é necessário recorrer a mais de 1.700 bancos de genes, ao melhoramento de plantas, e às sementes crioulas que são mais resilientes e ajudam a reduzir a insegurança alimentar com sustentabilidade ambiental (McCouch *et al.*, 2013).

O desenvolvimento sustentável é condição imprescindível na produção de alimentos. Na floresta Amazônica, apesar da renda para as comunidades locais ser relativamente baixa, os ganhos ambientais são consideráveis (Silva *et al.*, 2016). É possível impactar a economia local e global com ações com alguma limitação tecnológica, tais como, a exploração do babaçu, cupuaçu e castanha-do-pará (Nobre *et al.*, 2016). Nessa linha, uma iniciativa que ocorre no continente africano (Gana), mostra que, a agricultura fornece 60% da renda familiar média rural, a floresta 38% e atividades externas à fazenda apenas 2% (Appiah *et al.*, 2009).

A variabilidade climática a partir das mudanças no uso da terra podem causar danos irreversíveis ao clima local e continental (Marengo *et al.*, 2018). Na Amazônia oriental já teria observado a diminuição da cobertura da terra, o aumento da temperatura do ar local e outros fatores ligados à expansão agrícola (Sampaio *et al.*, 2007). No entanto, algumas medidas podem contribuir na preservação da floresta Amazônica: abandonar o uso do fogo, investir na prevenção de incêndios, respeitar as leis ambientais e restringir a expansão agrícola (Nepstad *et al.*, 2008).

Nesta perspectiva, o objetivo do presente estudo foi demonstrar a relevância do agronegócio e evidenciar ações de desenvolvimento sustentável na zona de transição Amazônia-Cerrado, no centro-norte do estado de Mato Grosso, em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU).

A temática discutida nesta pesquisa engloba desde as esferas das instituições públicas e privadas, assim como ações comunitárias que desenvolvem atividades sustentáveis. Neste sentido, salientar a grandeza do agronegócio e formas para amenizar o impacto causado ao meio ambiente da área de estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise das condições de preservação dos ecossistemas é de fundamental importância para a humanidade. Produzir alimentos é essencial, assim como a manutenção dos biomas e suas zonas de transição que constituem biodiversidades únicas no planeta, como os biomas da Amazônia e Cerrado. Desenvolver de maneira sustentável nessas regiões é necessário para que o Brasil, demais nações ao redor do mundo e comunidades locais usufruam da produção e do extrativismo de acordo com a capacidade do ambiente.

2.1 o agronegócio no estado de mato grosso

O estado de Mato Grosso que desde os tempos coloniais era considerado um território exótico, por ser isolado das regiões costeiras do Brasil, começa a sofrer transformações socioeconômicas a partir da década de 1930 com políticas estatais de integração territorial (Ioris, 2017). Este processo se intensifica com o período de governos militares entre os anos de 1964 a 1985 com ações que levaram a agricultura para o Centro-Oeste e região amazônica.

Para o sucesso do modelo de ocupação, foram atraídas para o estado tanto empresas nacionais como internacionais, bem como pequenos agricultores dos estados da região Sul do Brasil, que viram uma oportunidade de restabelecimento econômico. Dessa forma, o estado de Mato Grosso se tornou um paraíso para empreendimentos privados de colonização, que culminou na origem das cidades do Norte do estado, que hoje dominam a produção e exportação de commodities agrícolas (Ioris, 2017).

A atividade agrícola é o principal motor da economia do estado do Mato Grosso. Para tanto, o financiamento da produção é de fundamental importância em função das altas taxas de produtividade exigidas e da proporção de escala tecnológica do setor (Vieira Filho; Gasques, 2023).

O financiamento do agronegócio em Mato Grosso pode ser dividido em três períodos, como segue: i) 1970 a 1980 caracterizado pela forte participação estatal; ii) 1980 a 1990 que se caracterizou pela instabilidade em função da transição de política macroeconômica; iii)

envolveu a maior complexidade financeira devido à crescente neoliberalização brasileira a partir dos anos 1990 que é o novo modelo globalizado do capitalismo agrícola (Ioris, 2016).

O agronegócio se consolidou na região e estabeleceu uma complexa cadeia agroindustrial que permeia o desenvolvimento de grande parte dos municípios do estado de Mato Grosso. As exportações de commodities como soja, algodão e milho praticamente monopolizam os recursos estatais de financiamento. Além disso, o estado é grande produtor e exportador de carne bovina, carne de aves, óleo de soja e outros produtos agrícolas.

O maior parceiro comercial do estado é a República da China. Wilkinson (2016) descreveu a progressiva relevância da relação Brasil – China nos campos econômicos e diplomáticos. Entre 1970 a 1980 o Brasil exportou principalmente manufaturados da indústria siderúrgica e petroquímica.

Neste contexto, em 1991, cerca de 56% de nossas exportações para os chineses era de minério de ferro e óleo de soja, importado daquele país bens de consumo final de baixo valor comercial, iniciando um novo padrão de comércio entre essas nações. Entre 2004 e 2013 houve uma expansão dos fluxos comerciais de 9 bilhões de dólares para 80 bilhões de dólares.

Nossas importações chinesas passaram a ser principalmente de produtos eletrônicos, e 75% das exportações foram de minério de ferro, soja, celulose e petróleo (Wilkinson *et al.*, 2016). Nos tornamos dessa forma, importantes fornecedores de alimentos e matéria-prima para o crescimento industrial da China, e o agronegócio de Mato Grosso se coloca como maior produtor e exportador nacional, refletindo no sólido desenvolvimento socioeconômico local a partir dos anos 2000.

2.2 desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável é dinâmico e precisa sempre estar em discussão, principalmente no meio acadêmico para superar dificuldades em sua interpretação. Novos termos surgem, como a Economia Circular, que se relaciona mais com as questões de prosperidade econômica (Kirchherr *et al.*, 2017). Também a definição sobre sustentabilidade dos processos de restauração ou degradação ambiental necessita de melhor interpretação (Ostrom, 2009). A discussão sobre o tema é essencial, uma vez que o mundo precisa cada vez mais combinar preservação ambiental e redução da insegurança alimentar (Godfray *et al.*, 2010).

No contexto do desenvolvimento sustentável, a Conferência de Estocolmo em 1972 é um marco importante na discussão, e em 1987 o Relatório Brundtland trouxe a definição mais utilizada

do termo, como a “capacidade de atender as necessidades presentes, sem prejudicar as futuras gerações”, constituindo um conjunto vasto e complexo de desafios para a sociedade (Geissdoerfer *et al.*, 2016). A literatura de gestão empresarial se concentra na sustentabilidade ecológica e na questão da responsabilidade social e ambiental (Carter & Rogers, 2008).

Para o sucesso das ações sustentáveis, Sachs (2009) considera essencial que a biotecnologia moderna seja disponível para todas as pontas dos 5 Fs: alimento (*food*), suprimentos (*feed*), combustíveis (*fuel*), fertilizantes (*fertilizers*) e ração animal industrializada (*feedstock*). Trata-se de uma questão da maior importância para a humanidade na busca pela sustentabilidade.

O Relatório Brundtland fez uma análise com foco na dicotomia entre desenvolvimento e meio ambiente, restringindo os debates a esses dois aspectos. Posteriormente, a ONU desenvolveu um entendimento mais amplo em que a sustentabilidade consiste na interação e interdependência entre três dimensões principais: o desenvolvimento social, o econômico e o ambiente, que precisam ser considerados no seu conjunto para atingir as metas estabelecidas de preservação e conservação (Kuhlman & Farrington, 2010).

O conceito de sustentabilidade deve ser compreendido como conjunto de objetivos dinâmicos em que se medem causas e efeitos nas esferas ambiental, econômica e social, como por exemplo, na produção, distribuição e utilização de biocombustíveis no mundo (Efroymson *et al.*, 2012). Nessa perspectiva, a iniciativa dos ODS devem ser diretrizes aplicáveis nas esferas públicas e privadas, para que a sustentabilidade possa realmente sair do papel através da inovação de tecnologias que potencializam os recursos naturais com menor impacto ao ambiente.

2.3 objetivos do desenvolvimento sustentável

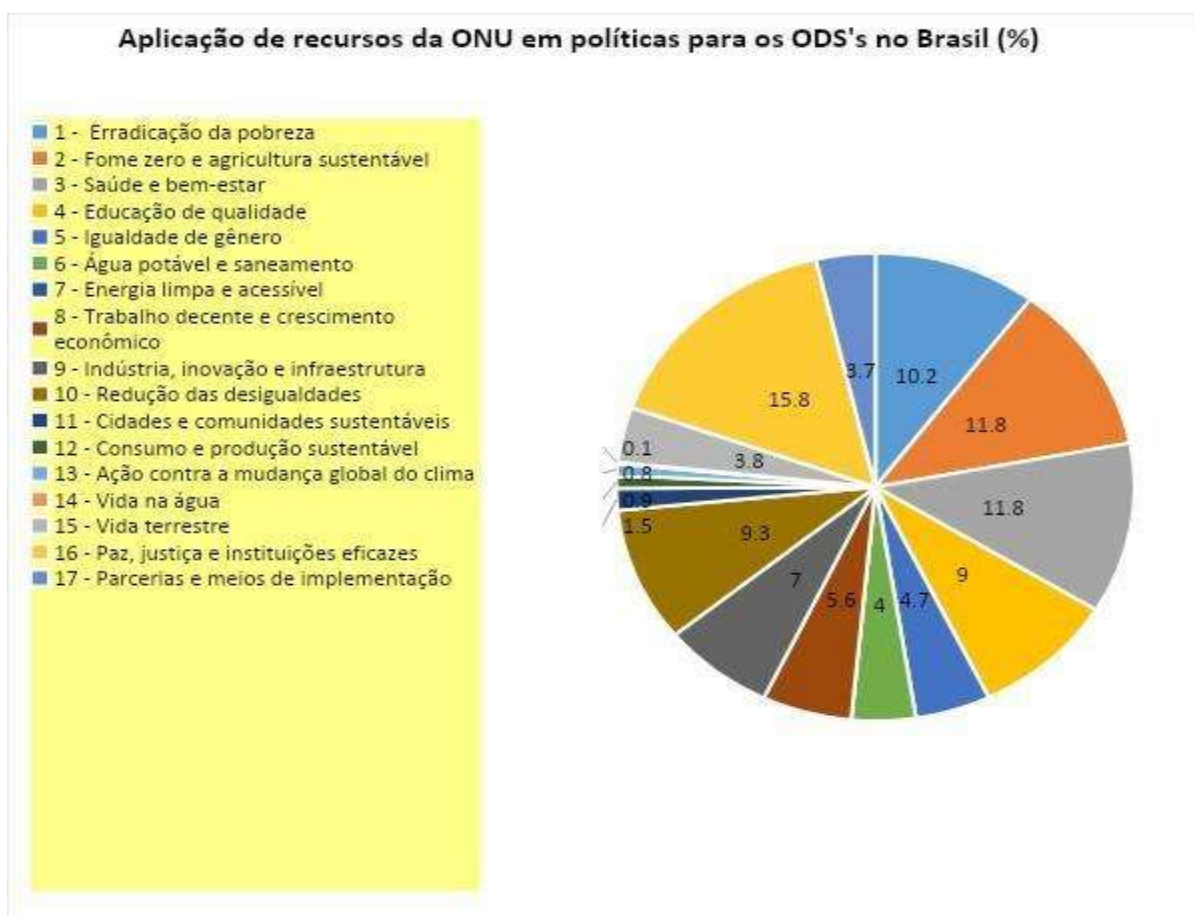
A ONU realizou o encontro dos principais Estados-Membros em setembro de 2015, em que foi estabelecida a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Este documento reflete a preocupação em reduzir a pobreza e melhorar as condições de vida para todos no planeta, beneficiando as gerações atuais, sem prejudicar as futuras gerações.

Ao mesmo tempo, as economias nacionais estavam sendo afetadas por mudanças climáticas causadas principalmente pelo aumento das emissões dos GEEs em todo o mundo. Acabar com a fome, melhorar as condições de vida, reduzir as emissões dos GEEs e salvar o planeta foram as principais motivações para a elaboração dos ODSs (UN, 2023).

Os ODSs são um conjunto de 17 tópicos subdivididos em 167 metas, criados pela Organização das Nações Unidas no ano de 2015. Este documento fez parte do plano de ação denominado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que constituiu uma resposta aos desafios mundiais de ordem climática, desigualdade social e degradação ambiental (Van der Waal & Thijssens, 2020).

No Brasil, a ONU desenvolve cerca de 274 atividades com investimentos em torno de 191 milhões de dólares para alcançar os 17 ODSs (ONU, 2023). As ações são organizadas no Quadro de Parceria para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas formado pelo conjunto das agências, fundos e programas do sistema ONU em cada nação (UNSDPF, 2023). No país participam o *International Fund for Agricultural Development* (IFDA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), *The Green Climate Fund* (GCF), Conselho Nacional de Justiça (CNJ), Agência Brasileira de Cooperação (ABC), Agência da ONU para Refugiados (UNHCR), Agência da ONU para Refugiados – Multidoadores (UNHCR MD), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Departamento de População, Refugiados e Migração (PRM - U.S. DEPARTMENT OF STATES). Além de órgãos internacionais, participam instituições brasileiras, tais como (BNDES, Fundo Amazônia) e internacionais (Banco Mundial). Portanto, são várias instituições atuando em parcerias para a implementação e execução dos ODS no país. Os recursos são alocados de acordo com as necessidades de cada objetivo, conforme Figura 1.

3. Figura 1 Gráfico sobre a distribuição de recursos da ONU e seus parceiros para os ODSs no Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da ONU (2023).

O gráfico apresenta, em termos percentuais, os valores destinados pela ONU Brasil e seus parceiros para programas e ações dos ODS. Destacam-se o objetivo 17 – Paz, justiça e instituições eficazes - que recebe o maior percentual (15,8%). Enquanto que o objetivo 07 – Energia limpa e acessível - não recebe valores (0%).

A preocupação com as questões ambientais e climáticas, as emissões dos GEEs, impulsionam investimentos em pesquisas sobre os ecossistemas, qualificação e conscientização das pessoas que vivem nesses locais. São grupos empresariais e diversas comunidades, assentamentos rurais, agricultores familiares que recebem assistência técnica e financeira de organizações nacionais, tais como, o BNDES (Fundo Amazônia) e internacional (Banco Mundial).

A expansão agrícola pode ser mais efetiva na Amazônia mato-grossense, devido a uma demanda global sem precedentes por alimentos e biocombustíveis pressionando a conversão da floresta tropical para agricultura (Macedo *et al.*, 2012). O desmatamento tem relação direta com o preço da soja, o que define um padrão elevado de perda de floresta em Mato Grosso (Morton *et al.*, 2006). A zona de transição dos biomas Amazônia-Cerrado em que ocorre a maior parte da produção de commodities, precisa de um melhor planejamento de políticas públicas que visem a preservação da sua biodiversidade (Marques *et al.*, 2020).

Há uma tendência de expansão de área cultivada como já citado em Macedo (2012). Sendo que a maioria das cidades que mais produziram commodities agrícolas em 2020 estão localizadas na área em estudo (SEPLAG, 2020). Trata-se de uma das áreas de transição mais extensa e complexa do mundo, em que as taxas de rotatividade da maioria das vegetações são excepcionalmente altas (Oliveira *et al.*, 2017).

Portanto, torna-se necessário que sejam desenvolvidos índices de eficiência econômica, social e ambiental para monitorar o uso desses biomas e propor políticas públicas mais eficientes (Araújo *et al.*, 2021).

3 METODOLOGIA

A metodologia e os procedimentos utilizados no trabalho seguiram as etapas descritas na Figura 2 **fluxograma metodológico**:

4. Figura 2 *Fluxograma metodológico*.



fonte: autores, 2024.

A área geográfica da zona de transição Amazônia-Cerrado e os correspondentes municípios foram definidos por um mapeamento dos tipos de vegetação que caracterizam a região (Parreira Lúcio, 2020). Para a elaboração do mapa temático de localização dessas localidades na zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado no estado de Mato Grosso utilizou-se o *software*

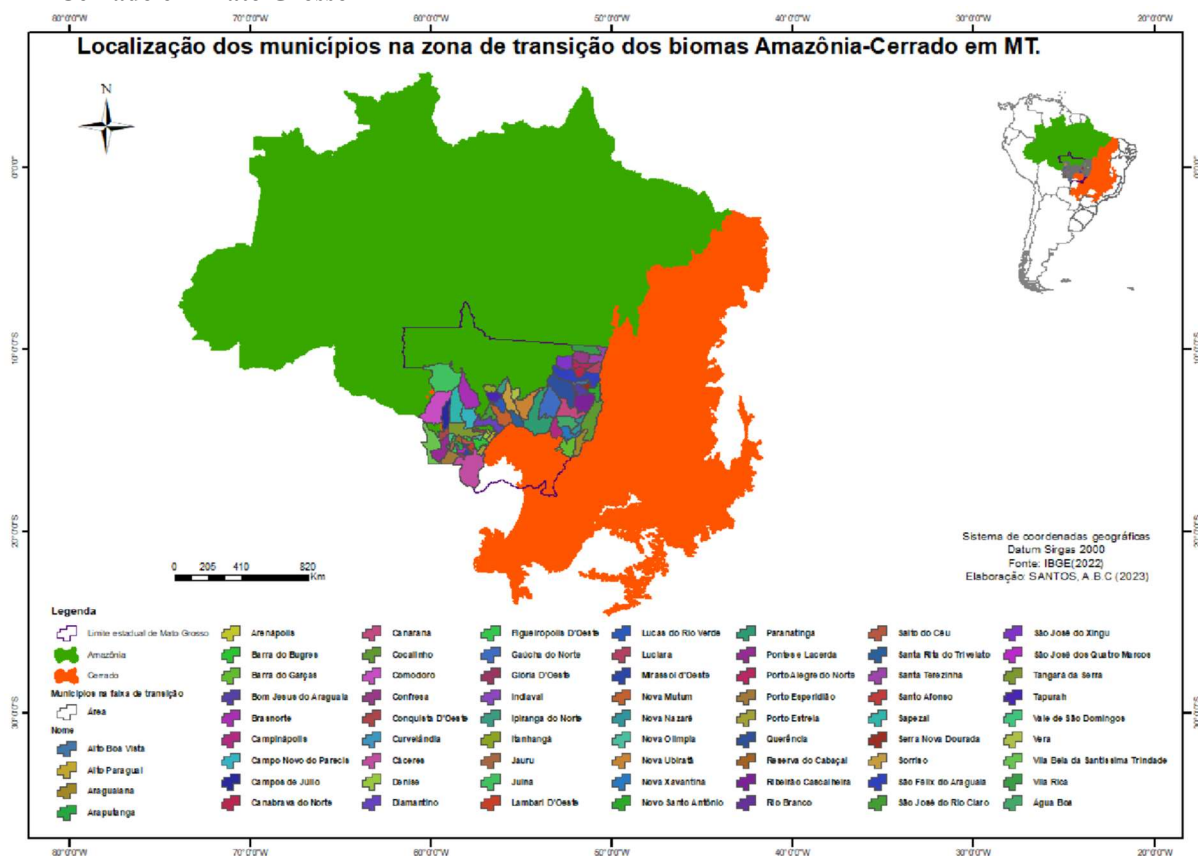
ArcGis 10.6. Os dados vetoriais *shapefile* (Limite do Brasil e Biomas) foram obtidos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Primeiramente houve o recorte dos biomas Amazônia e Cerrado, limite estadual, depois dos limites municipais inseridos na zona de transição. Esses procedimentos foram desenvolvidos com o auxílio das ferramentas *geoprocessing-clip*. Depois dos *shapefile* recortados, aplicou-se na ferramenta *symbolology-categories-unique values* a classificação dos nomes dos municípios e biomas de acordo com as cores correspondentes.

3.1 Caracterização e localização da área de estudo

O estado de Mato Grosso (MT) está localizado na Região Centro Oeste do país, é o terceiro maior do Brasil com área territorial de 903.208.361 km². Em 2021 sua população estimada era 3.567.234 de pessoas, e a densidade demográfica era de 3,36 hab/km². Sua capital é Cuiabá com aproximadamente 623.614 habitantes em 2021 (IBGE, 2023). A Figura (3) demonstra o mapa de localização do estado de Mato Grosso e os municípios que estão inseridos na zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado.

5. Figura 3 Mapa de localização dos municípios na zona de transição dos biomas Amazônia-Cerrado em Mato Grosso.



Fonte: IBGE (2022), com elaboração específica para a zona de transição dos biomas Amazônia e Cerrado realizada pelos dos autores.

Nessa perspectiva, apresentar atividades produtivas e extrativistas nos biomas Amazônia e a zona de transição Amazônia-Cerrado em Mato Grosso, Brasil. Segundo o IBGE, o bioma

Amazônico é o maior do país, ocupa cerca de 49% do território, é a maior floresta tropical úmida do planeta e contém 20% de toda água doce do mundo, além de grandes reservas minerais e enorme biodiversidade.

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando cerca de 24% do território nacional, sendo reconhecido como a savana de maior biodiversidade do planeta (Educa IBGE, 2023). No bioma é comum a presença de árvores mais espaçadas e estaturas mais baixas, porém, são mais eficientes e resistentes às alterações que estão ocorrendo na temperatura ambiente e foliar (Araújo *et al.*, 2021).

A zona de transição Amazônia-Cerrado é o maior ecótono (área de contato entre dois biomas) savana-floresta do mundo com extensão total de 6.000km (Oliveira *et al* (2017). No território mato-grossense ocupa aproximadamente 414.007 km² de florestas secas que normalmente ocorrem em locais afastados dos cursos de água permanente (*World Wildlife Fund Brasil*, 2023). A zona de transição Amazônia-Cerrado pode ser a primeira região do planeta afetada pelas alterações decorrentes dos efeitos climáticos extremos e do avanço do desmatamento (Marques *et al.*, 2020).

O estudo teve como foco as ações, projetos e programas de produção e extrativismo desenvolvidos nessas regiões por organizações não governamentais, empresas, instituições internacionais, governos estaduais e federal. São atividades que envolvem as comunidades locais de agricultores familiares, povos originários, organizados em associações e cooperativas. A pesquisa se baseou em artigos científicos das bases de dados *Web of Science*, Scielo, Google Acadêmico, bem como em sites de instituições, além dos sites oficiais das cidades de Alta Floresta e Cotriguaçu, ambas do Estado de Mato Grosso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil está finalizando um período de forte queda do PIB desde 2015, segundo dados da SEPLAG MT – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2023 – o PIB do país ficou negativo em 2015 e 2016. Mais recentemente, a previsão para 2022 era de crescer 0,3%, no entanto, o resultado foi de 3% de crescimento do PIB nacional, neste cenário, o estado de Mato Grosso tem importante participação.

Neste contexto, a economia do estado de Mato Grosso é impulsionada pelo agronegócio, que se constitui o principal fator de geração de emprego e renda regional. Alguns resultados comerciais comprovam a pujança do setor agroexportador. A balança comercial apresentou no 4º trimestre de 2022 uma expansão do valor exportado em torno de 77% em relação ao mesmo

período de 2021 (SEPLAG, 2020). Este desempenho confirma a vocação produtiva e comercial do estado.

No ano de 2020 o PIB estadual foi de 178,65 mi de reais motivado principalmente pelo desempenho do setor agropecuário. Os municípios da zona de transição Amazônia-Cerrado, cerca de 63 localidades, tiveram uma participação nesse resultado de 78,89 mi de reais, ou seja, praticamente 44% de toda riqueza do estado.

Então, a média do PIB destas cidades foi de 1,25 mi, e a média do PIB per capita foi de 60,85 mil reais (SEPLAG, 2023). Os municípios que mais se destacaram em 2020 foram Sorriso com 9,1 mi de reais, e Sinop com 8,07 mi e reais de PIB. Além deles, pode-se destacar ainda Nova Mutum, Campo Novo do Parecis e Diamantino como maiores produtores de commodities para exportação (SEPLAG, 2023).

No primeiro trimestre de 2023: O PIB estadual cresceu 11% enquanto que o PIB do Brasil aumentou 4% nesse período. O setor da economia local com melhor resultado foi a agropecuária com acréscimo de 30%, o que demonstra a importância desse setor para a economia nacional.. No período que vai de 2002 a 2020, Mato Grosso apresentou a maior média de crescimento do país com 4,7% ao ano, além de obter o maior PIB per capita com 50,6 mil reais aproximadamente (SEPLAG, 2023). A maior parte dessa produção é proveniente dos municípios localizados na zona de transição Amazônia-Cerrado.

A atual demanda externa por alimentos produzidos no Brasil eleva a preocupação com a conservação e preservação ambiental, que se torna um desafio para o Estado. Pesquisas indicam um possível aumento desse volume em função do crescimento populacional e do maior consumo dos alimentos no mundo todo. Caso se confirme essa previsão, a fronteira agrícola tenderá a se expandir em direção à zona de transição Amazônia-Cerrado e à própria floresta tropical.

Estas preocupações estão em sintonia com o documento supracitado a Agenda 2030 dos ODSs a ser incorporada por todas as nações. Desde então, inúmeras ações têm sido realizadas visando atingir as 17 metas da ONU e eliminar a fome, reduzir as emissões dos GEEs e os impactos climáticos, garantindo a disponibilidade dos recursos naturais para as futuras gerações.

Em paralelo ao sistema produtivo agroexportador de larga escala, identificou-se na pesquisa diversas iniciativas de produção agroecológica, extrativismo natural, integração entre floresta, lavoura e pecuária utilizando técnicas em que buscam a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local. A figura três (3) contém iniciativas importantes organizadas por instituições nacionais e internacionais na região norte e médio-norte do estado de Mato Grosso.

6. Figura 4 *Organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área de transição dos biomas Amazônia - Cerrado e respectivas relações com os ODS/ONU.*

Organização	Atividade	Ação sustentável
Associação dos Coletores de Castanha-do-Brasil do Pará Juruena - Município de Cotriguaçu – MT.	Extrativismo sustentável da castanha-do-Brasil. ODS/ONU: 1, 2 e 12	Plano de Manejo Florestal Sustentável da Castanha do Brasil. Produção média anual de 16 toneladas de castanha. Mapeamento das árvores, limpeza das estradas de acesso, escolha das trilhas menos extensas. Portal de Inteligência Territorial (2023).
AJOPAM – Associação Juinense Organizada Para Ajuda Mútua - Município de Juína, norte de Mato Grosso	Atua na questão educacional ODS/ONU: 4 e 12	Desenvolvimento educacional e ambiental para trabalhadores do setor madeireiro e garimpos. Melhorar a integração socioambiental Recuperação de áreas degradadas pelo garimpo. (Riscarolli, 2002)
COMOV – Cooperativa Agropecuária Mista Ouro Verde na cidade de Alta Floresta - Município de Alta Floresta – MT.	Produção e comercialização de leite e derivados. ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12	Apoio técnico do Instituto Centro de Vida através do projeto Redes Socioprodutivas. Financiamento do Fundo Amazônia/BNDES. Associações, cooperativas e pequenos agricultores. Atua em 6 municípios: Alta Floresta, Nova Monte Verde, Cotriguaçu, Colniza, Nova Bandeirante e Paranaíta. (Instituto Centro de Vida, 2023).
Projeto Poço de Carbono Juruena - ADERJUR – Associação de Desenvolvimento Rural de Juruena - Município de Juruena - MT	SAFs – Sistemas Agroflorestais, a produção de Produtos Florestais Não Madeireiros – PFNM. ODS/ONU: 1, 2 e 12	Conservação da biodiversidade. Produção de biomassa (sequestro de carbono). Geração de serviços ecossistêmicos. Quatro associações indígenas. Quatro associações de mulheres, sendo uma delas de mulheres indígenas. Uma cooperativa de agricultores familiares. Apoio do Programa Petrobras Socioambiental, da Petrobras. (Associação de Desenvolvimento Rural de Juruena - Município de Juruena - MT, 2023)
Projeto Mato Grosso Sustentável - Estado de Mato Grosso - Área: 09 Unidades de Conservação (UCs) e 40 municípios do estado no bioma Amazônia.	Apoio ao sistema de Áreas Protegidas. ODS/ONU: 4 e 12	Fortalecer a fiscalização e o licenciamento florestal por meio da inovação digital. Ampliação e fortalecimento das atividades de fiscalização na região. Desconcentração e descentralização das atividades. Financiamento pelo Fundo Amazônia com recursos da ordem de 35 milhões de reais. (Fundo Amazônia, 2023)
Rede de Produção Orgânica da Amazônia Mato-grossense – Repoama - Alta Floresta, Paranaíta, Nova Monte Verde, Nova Bandeirantes, Cotriguaçu e Colniza, nas regiões norte e noroeste de Mato Grosso	Produção de alimentos orgânicos. ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12	Projeto do ICV – Instituto Centro de Vida. Financiamento do Fundo Amazônia/BNDES, do Programa Global REDD Early Movers (REM) e da União Europeia. Credenciada como um Sistema Participativo de Garantia (SPG) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). (Instituto Centro de Vida - Notícias, 2023)

<p>Programa de Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação REDD+ Early Movers de Mato Grosso - Lideranças dos 43 povos originários do estado</p> <p>- Participantes: todos os 43 povos indígenas do território do estado de Mato Grosso.</p>	<p>Conservação das florestas, a redução do desmatamento e a redução de emissões de CO₂.</p> <p>ODS/ONU: 1, 2, 10 e 12</p>	<p>Desenvolvimento sustentável em benefício de agricultores, comunidades indígenas e comunidades extrativistas.</p> <p>Participação da Federação dos Povos e Organizações Indígenas de Mato Grosso (FEPOIMT) e do Instituto Centro de Vida (ICV), com apoio da Cooperação Técnica Alemã (GIZ – <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>), do projeto da Janela A do GCF Valorizando as Florestas de Mato Grosso, da Fundação Nacional do Índio (Funai) e da Superintendência de Assuntos Indígenas (SAI/MT).</p> <p>(Instituto Centro de Vida REM/MT, 2023)</p>
<p>Restauração Florestal em APPs degradadas em Alta Floresta – SAF para Corredores Agroecológicos -</p>	<p>Convênio com o Ministério da Justiça.</p>	<p>Conservar e melhorar a produção e oferta de água em propriedades da agricultura familiar em Alta Floresta/MT.</p> <p>Manutenção das áreas com manejo periódico.</p>
<p>Município de Alta Floresta – MT.</p>	<p>ODS/ONU: 2, 8, 11, 12 e 13</p>	<p>Restaurar Área de Preservação Permanente (APPs) degradada, através do uso Sistemas Agroflorestais (SAFs).</p> <p>Formação de corredores ecológicos para a conectividade da paisagem e a produção e uso sustentável dos recursos florestais e hídricos.</p> <p>(Instituto Centro de Vida Sistemas Agroflorestais (SAFs, 2023).</p>
<p>Projeto Poço de Carbono Florestal da Peugeot-ONF - Município de Cotriguaçu – MT.</p>	<p>Projeto de reflorestamento para sequestro de carbono.</p> <p>ODS/ONU 7, 8, 12 e 13</p>	<p>Captura do CO₂ atmosférico pelo reflorestamento de 2.000 hectares de pastagens degradadas.</p> <p>Analisar a eficiência da floresta plantada na diminuição das concentrações de CO₂ atmosférico.</p> <p>Mostrar que a proteção dos ecossistemas e o desenvolvimento local não são incompatíveis (Peugeot-ONF, 2023)</p>
<p>Embrapa Amazônia Ocidental – Recuperação de áreas degradadas ou alteradas na Amazônia.</p>	<p>Recuperação ambiental e o desenvolvimento por meio de ações de restauração florestal em todos os biomas brasileiros.</p> <p>ODS/ONU 1, 6, 7, 12 e 13, 14, 15.</p>	<p>Ações de recuperação florestal em 52 municípios localizados nos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Sul do Amazonas.</p> <p>Uso de sistemas agroflorestais, Integração Lavoura Pecuária e Floresta, plantio de florestas. Benefícios para a sociedade e o bioma Amazônia conforme os ODSs, com adaptação às mudanças climáticas, água e segurança alimentar, redução da pobreza, crescimento econômico e conservação da biodiversidade (EMBRAPA, 2022)</p>
<p>Fazenda Grupo Morena</p> <p>Campo Novo dos Parecis</p>	<p>Produção sustentável em larga escala por integração de sistemas de integração pecuária e floresta – IPF e integração lavoura e pecuária - ILP</p> <p>ODS/ONU 2, 4, 6, 7, 12 e 13</p>	<p>Integração pecuária-floresta e lavoura-pecuária; Geração de renda;</p> <p>Uso da água de chuva para a produção;</p> <p>Plantio diversificado de soja, milho, braquiária;</p> <p>Maior rentabilidade com conservação de área.</p> <p>12 famílias e mais de 100 colaboradores</p> <p>Ações internas para o meio ambiente:</p> <p>Sistema socioambiental grupo morena</p> <p>Sentinelas da Terra</p> <p>Colheita mais que perfeita Academia aberta do campo</p> <p>https://grupomorena.com.br/ssgm/</p>

Fazenda Itamarati Campo Novo dos Parecis	Conservação de mata nativa ODS/ONU: 2, 7, 12 e 13	Projeto CONSERV Financiamento do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM. Pagamento pela conservação de 2200 hectares de matas nativas https://www.amaggi.com.br/ipam-e-amaggi-firmam-parceria-para-conservacao-de-vegetacao-nativa/
Projeto TerraClass	Planejamento e infraestrutura para monitoramento de áreas por satélites. ODS/ONU: 9, 13 e 16	Serviço de análise dos desmatamentos na Amazônia Legal. Alimenta dados para a EMBRAPA e o INPE. Orienta ações governamentais para produção agrícola sustentável, preservação da biodiversidade e dos serviços ambientais. (TerraClass, 2023)
Programa REDD Early Movers - REM MT	Projetos que tem a finalidade de reduzir as	Atuam nos três biomas de Mato Grosso – Amazônia, Cerrado e Pantanal, o programa
	emissões de CO2 no planeta. ODS/ONU: 1, 2, 11 e 12	beneficia aqueles que contribuem com ações de conservação da floresta, como os agricultores familiares, as comunidades tradicionais, produtores rurais e os povos indígenas, fomentando iniciativas que estimulam a agricultura de baixo carbono e a redução do desmatamento

Contata-se que existe convergência entre os ODSs e as atividades sustentáveis, principalmente na região médio-norte do estado de Mato Grosso, que contempla a maior parte da área de transição Amazônia-Cerrado.

Os principais ODSs contemplados nas iniciativas de produção sustentável na área de abrangência do presente estudo foram: 1 – Erradicação da pobreza; 2 – Fome zero e agricultura sustentável; 8 – Trabalho decente e crescimento econômico; 10 – Redução das desigualdades; 11 – Cidades e comunidades sustentáveis e 12 – Consumo e produção sustentáveis.

Além destas atividades, no âmbito da Agenda 2030 a ONU desenvolve outros 274 programas financiados pelo órgão e seus parceiros institucionais visando proporcionar um futuro sustentável e maior segurança alimentar no Brasil (ONU, 2023).

A ONU desenvolve 18 desses projetos sustentáveis em Mato Grosso, em parceria com instituições, tais como UNICEF (UNSDPF, 2023). Nestes programas, estão contemplados os ODS 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, no âmbito das ações relacionadas à economia verde com a perspectiva de erradicar a pobreza, geração de emprego e renda na região.

Mesmo com diversas iniciativas positivas no sentido de preservação de biomas e da zona de transição Amazônia-Cerrado, existe a tendência de aumento na demanda por alimentos e biocombustíveis. Este fator econômico de difícil mitigação pode pressionar o uso de novas terras agricultáveis, principalmente nas florestas tropicais como a Amazônia, e o bioma do

Cerrado. Em Mato Grosso as maiores produções agrícolas ocorrem em regiões de biodiversidades mais sensíveis às ações humanas.

Em municípios como Lucas do Rio Verde, Juína e Alta Floresta que estão localizados no centro e norte do estado, ocorre ao mesmo tempo a produção em larga escala e atividades de pequenos produtores familiares para atender o mercado local e regional. Desenvolve-se atividade leiteira, extrativismo de produtos não madeireiros, produção agroecológica e outras formas que contemplam alguns dos ODSs apresentados.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente SEMA-MT, desde 2019 são implementadas ações regionais em Mato Grosso através do Programa *Global REDD Early Movers* (REM) que financia ainda o Instituto Produzir, Conservar e Incluir (PCI), promovendo práticas para aumentar a eficiência da produção agropecuária e florestal, a conservação dos remanescentes de vegetação nativa e a recomposição dos passivos ambientais (REM-MT, 2019). Iniciativas que se somam aos esforços internacionais da ONU, parceiros institucionais e demais nações para minimizar os efeitos das mudanças climáticas.

Nos últimos anos o estado tem se desenvolvido no setor do agronegócio através de novas tecnologias de produção, pesquisas e desenvolvimento rural, que permitiram avanço da área plantada, aumento da produtividade agropecuária e formação de uma extensa cadeia agroindustrial. Nesse segmento, os principais vetores de exportação são soja, milho, algodão, pecuária bovina de corte, produção de leite, avicultura e suinocultura. O estado possui o maior rebanho bovino do país e a maior produção de soja do mundo. Estes resultados demonstram toda a pujança e relevância do agronegócio exportador na geração de empregos e rendas para a população (SEPLAG, 2023).

As empresas, instituições e comunidades aqui supracitadas desenvolvem alternativas para uma produção mais sustentável em concordância com o proposto pela Agenda 2030 da ONU para eliminar a fome e proteger nossos rios e florestas. A América do Sul, especialmente o Brasil, concentra as mais extensas e diversas florestas tropicais do mundo (Bennett *et al.*, 2023).

Durante longos anos essas florestas atuam como sumidouros de carbono para a humanidade. Ao mesmo tempo, são ecossistemas extremamente sensíveis a alterações de temperatura e umidade do solo, e a partir da década de 1990 esses sumidouros começaram a diminuir podendo cessar totalmente até 2040 (Bennett *et al.*, 2023).

Esta possibilidade reforça a relevância e urgência das iniciativas em Mato Grosso na preservação, conservação ambiental e redução da insegurança alimentar conforme os ODSs. São iniciativas no sentido de conscientização humana para uma nova relação com a natureza,

agroecologia, corredores ecológicos, recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e pesquisas para sequestro de carbono, entre outras.

Os principais órgãos de pesquisas do clima no mundo apontam para os riscos das ações antrópicas como dinamizador dessas transformações (Sampaio *et al.*, 2007). Análises observacionais e de modelagem comprovaram que alterações na cobertura de solo da Amazônia podem ter impacto significativo para o clima global.

Entretanto, todo esforço possível deve ser engendrado na luta pela preservação das biodiversidades. Estudos na Finlândia concluíram que as áreas protegidas podem contribuir parcialmente na preservação, mas, isoladamente, não serão suficientes para reduzir as perdas de biodiversidades, sendo necessário melhorar a questão da cobertura e gestão das áreas (Santangeli *et al.*, 2023).

No quadro de atividades sustentáveis apresentado, a maior parte delas está inserida no contexto de pequenos agricultores, cooperativas, comunidades de povos originários, que necessitam de assistência técnica permanente além dos recursos financeiros. Para fazer face às questões climáticas é necessário modificar práticas produtivas, ter acesso às estruturas de armazenamento, e principalmente escolher variedades de culturas mais resistentes ao clima (Acevedo *et al.*, 2020).

A combinação de aporte financeiro mais infraestrutura técnica é essencial para a longevidade e sucesso dessas iniciativas, assim como a implementação de políticas públicas ambientais (Saarikoski *et al.*, 2018). Neste contexto, algumas ações relacionadas aos ODSs trabalham com reduzidos recursos disponíveis (Figura 1) apresentadas no gráfico, referente ao ODS 7 – Energia limpa e acessível não consta destinação de nenhum valor.

De acordo com as iniciativas supracitadas, observa-se que a integração entre os agentes econômicos e a comunidade, são fundamentais para o desenvolvimento local. Conforme o IBGE, “O desenvolvimento sustentável procura integrar e harmonizar as ideias e conceitos relacionados ao crescimento econômico, a justiça e ao bem-estar social, a conservação ambiental e a utilização racional dos recursos naturais” (IBGE, 2004).

Partindo desse pressuposto em que a temática ambiental fica em evidência por que sabemos que, sem os recursos naturais disponíveis, há escassez que pode levar a diversas extinções. Essas ações e projetos sustentáveis são relevantes para a sociedade, que através da educação ambiental pode implementar alternativas de mudanças comportamentais para o bem comum.

A natureza já nos recompensa com seus recursos que são disponíveis e finitos que subsidiam a vida no planeta de tal forma que seu valor é imprescindível, sobre esse aspecto que é analisada

a qualidade de vida. Dessa forma, esses projetos e ações visam não só a preservação, mas também a compensação dos danos causados (McKenney; Kiesecker, 2010).

Nessa linha de raciocínio, de conservação e preservação, o conceito de desenvolvimento sustentável tem sido atribuído a partir da década de 1970. Quando o mundo passou a observar a urgência de se preocupar com o meio, devido aos impactos ambientais ocorridos com frequência.

Dentre os atores que visam integrar o meio e as temáticas de educação ambiental, as Organizações Não Governamentais (ONGs) são fundamentais com as ações integradas, na qual as informações e pesquisas são voltadas para colaborar com projetos que visam o diferencial. Atuar com ações ao meio ambiental, seja para um grupo, comunidade local ou até mesmo em maiores escalas (Charleton-Hug; Hug, 2010).

5 CONCLUSÃO

O agronegócio brasileiro é um setor imprescindível para a economia do país, sendo expressivo por sua parcela significativa no PIB regional e nacional. Dessa forma, a região de transição Amazônia - Cerrado no Estado de Mato Grosso destaca-se pelo desempenho em volume de produção nacional associado à moderna tecnologia utilizada por este segmento, resultando em participação relevante das exportações de *commodities*.

Por outro lado, torna-se importante o contínuo monitoramento dos impactos causados pela ação antrópica, no sentido de recuperar e restaurar o ambiente natural que esteja degradado. Este objetivo poderá ser alcançado com ações coletivas que promovam projetos para mitigar os danos causados, especialmente em regiões de biodiversidades mais sensíveis às ações humanas. Neste sentido, demonstrou-se várias iniciativas produtivas e de conservação importantes implementadas por organizações, atividades e ações sustentáveis desenvolvidas na área em foco e respectivas relações com os ODS/ONU, com resultados desejáveis para os municípios da zona de transição. Portanto, torna-se fundamental discutir, apoiar e implementar políticas públicas e projetos que potencializem a economia local de maneira sustentável.

REFERÊNCIAS

- Acevedo, M., Pixley, K., Zinyengere, N., Meng, S., Tufan, H., Cichy, K., Bizikova, L., Isaacs, K., Ghezzi-Kopel, K., & Porciello, J. (2020). A scoping review of adoption of climateresilient crops by small-scale producers in low- and middle-income countries. *Nature Plants*, 6, 1231–1241. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00783-z> acessado em 2023-0920
- Appiah, M., Blay, D., Damnyag, L., Dwomoh, F. K., Pappinen, A., & Luukkanen, O. (2009). Dependence on forest resources and tropical deforestation in Ghana. *Environment, Development and Sustainability*, 11(3), 471–487. <https://doi.org/10.1007/S10668-0079125-0/TABLES/2>
- Araújo, R. V. de, Espejo, R. A., Constantino, M., de Moraes, P. M., Taveira, J. C., Lira, F. S., Herrera, G. P., & Costa, R. (2021). Eco-efficiency measurement as an approach to improve the sustainable development of municipalities: A case study in the Midwest of Brazil. *Environmental Development*, 39, 100652. <https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2021.100652>
- Associação de Desenvolvimento Rural de Juruena - Município de Juruena - MT. (2023). *Poço de Carbono Juruena - Poço de Carbono Juruena*. POÇO DE CARBONO JURUENA - Associação de Desenvolvimento Rural de Juruena - ADERJUR. <http://www.carbonojuruena.org.br/>
- Ausubel, J. (1991). *O clima ainda importa? – The Rockefeller University – Programa para o Meio Ambiente Humano*. *Nature* 350 (6320), 649-652. <https://phe.rockefeller.edu/publication/does-climate-still-matter/>
- Bennett, A. C., Rodrigues de Sousa, T., Monteagudo-Mendoza, A., Esquivel-Muelbert, A., Morandi, P. S., Coelho de Souza, F., Castro, W., Fernanda Duque, L., Flores Llampazo, G., Manoel dos Santos, R., Ramos, E., Vilanova Torre, E., Alvarez-Davila, E., Baker, T. R., C Costa, F. R., Lewis, S. L., Marimon, B. S., Schietti, J., Burban, B., ... Phillips, O. L. (2023). Sensitivity of South American tropical forests to an extreme climate anomaly. *Nat. Clim. Chang.* 13, 967–974. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01776-4>
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816/FULL/PDF>
- Carleton-Hug, A.; Hug, J. W. Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and Program Planning* 33, p. 159-164, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005>.
- Ditlevsen, P., & Ditlevsen, S. (2023). Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. *Nature Communications*, 14, 4254. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39810-w>
- Educa IBGE. (2023). *Biomass brasileiros* | Educa | Jovens - IBGE. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomassbrasil.html>

- Efroymson, R. A., Dale, V. H., Kline, K. L., McBride, A. C., Bielicki, J. M., Smith, R. L., Parish, E. S., Schweizer, P. E., & Shaw, D. M. (2012). Environmental Indicators of Biofuel Sustainability: What About Context? *Environmental Management* 2012 51:2, 51(2), 291–306. <https://doi.org/10.1007/S00267-012-9907-5>
- Embrapa. (2022). *Embrapa Amazônia Ocidental - Portal Embrapa*. Publicações e Biblioteca. <https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental>
- FAO, Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. Brasília, 28 de junho 2017.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 2011 478:7369, 478(7369), 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Fundo Amazônia. (2023). *Projeto - Mato Grosso Sustentável*. FUNDO AMAZÔNIA. <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Mato-Grosso-Sustentavel/>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2016). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1185383>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004). *Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: IBGE, 2 ed. 332 p.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Geociências/Organização do território/Malhas territoriais/ Malha Municipal*. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774malhas.html>
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). *IBGE - Mato Grosso | Cidades e Estados | IBGE*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt.html>
- Instituto Centro de Vida. (2023). *ICV - Instituto Centro de Vida - Missão do Fundo Amazônia/BNDES visita famílias beneficiadas pelo Redes Socioprodutivas*. <https://www.icv.org.br/noticias/missao-do-fundo-amazonia-bndes-visita-associacoes-efamilias-beneficiadas-pelo-redes-socioprodutivas/>
- Instituto Centro de Vida - Notícias. (2023). *Rede de produção orgânica é credenciada pelo MAPA para certificar produtores do norte do estado : Instituto Centro de Vida*. <https://www.icv.org.br/noticias/rede-de-producao-organica-e-credenciada-pelo-mapapara-certificar-produtores-do-norte-do-estado/>
- Instituto Centro de Vida REM/MT. (2023). *REM/MT Subprograma Territórios Indígenas*. https://www.icv.org.br/projeto_especial/rem-mt-subprograma-territorios-indigenas/

- Instituto Centro de Vida Sistemas Agroflorestais (SAFs). (2023). *SAF para Corredores Ecológicos*. https://www.icv.org.br/projeto_especial/saf-corredores-ecologicos/
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.09.005>
- Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is Sustainability? *Sustainability 2010, Vol. 2, Pages 3436–3448*, 2(11), 3436–3448. <https://doi.org/10.3390/SU2113436>
- Ioris, A. A. R. (2016). Rent of agribusiness in the Amazon: A case study from Mato Grosso. *Land Use Policy*, 59, 456–466. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2016.09.019>
- Ioris, A. A. R. (2017). Places of Agribusiness: Displacement, Replacement, and Misplacement in Mato Grosso, Brazil. *Geographical Review*, 107(3), 452–475. <https://doi.org/10.1111/GERE.12222>
- Macedo, M. N., DeFries, R. S., Morton, D. C., Stickler, C. M., Galford, G. L., & Shimabukuro, Y. E. (2012). Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(4), 1341–1346. https://doi.org/10.1073/PNAS.1111374109/SUPPL_FILE/PNAS.201111374SI.PDF
- Marengo, J. A., Souza, C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., Alves, L. M., & Soares, W. R. (2018). Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. *Frontiers in Earth Science*, 6, 425317. <https://doi.org/10.3389/FEART.2018.00228/BIBTEX>
- Marques, E. Q., Marimon-Junior, B. H., Marimon, B. S., Matricardi, E. A. T., Mews, H. A., & Colli, G. R. (2020). Redefining the Cerrado–Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 29(5), 1501–1517. <https://doi.org/10.1007/S10531-019-01720-Z/FIGURES/5>
- McCouch, S., Baute, G. J., Bradeen, J., Bramel, P., Bretting, P. K., Buckler, E., Burke, J. M., Charest, D., Cloutier, S., Cole, G., Dempewolf, H., Dingkuhn, M., Feuillet, C., Gepts, P., Grattapaglia, D., Guarino, L., Jackson, S., Knapp, S., Langridge, P., ... Zamir, D. (2013). Feeding the future. *Nature* 2013 499:7456, 499(7456), 23–24. <https://doi.org/10.1038/499023a>
- Mckenney B.A. e kiesecker J.M., Policy Development for Biodiversity Offsets: A Review of Offset Frameworks. *Environmental Management*, v.45, p.165–176, 2010.
- Morton, D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito Santo, F., Freitas, R., & Morissette, J. (2006). *Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon*. www.obt.inpe.br/deter
- Nepstad, D. C., Stickler, C. M., Soares-Filho, B., & Merry, F. (2008). Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1498), 1737–1746. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2007.0036>

- Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S., Castilla-Rubio, J. C., Silva, J. S., & Cardoso, M. (2016). Land-use and climate change risks in the amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(39), 10759–10768. https://doi.org/10.1073/PNAS.1605516113/SUPPL_FILE/PNAS.201605516SI.PDF
- Oliveira, B., Marimon Junior, B. H., Mews, H. A., Valadão, M. B. X., & Marimon, B. S. (2017). Unraveling the ecosystem functions in the Amazonia–Cerrado transition: evidence of hyperdynamic nutrient cycling. *Plant Ecology*, 218(2), 225–239. <https://doi.org/10.1007/S11258-016-0681-Y/FIGURES/4>
- ONU- Organização das Nações Unidas, (2023). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil*. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> acessado em 2023.19.09
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1172133>
- Parreira Lúcio, A. L. M. (2020). *MAPEAMENTO DA TRANSIÇÃO CERRADO/AMAZÔNIA E PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS - Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus de Nova Xavantina*.
- Peugeot-ONF. (2023). *Projeto Poço de Carbono Peugeot- ONF*. ONF-BRASIL. <https://reflorestamentoecarbono.com.br/projeto-pcipo/#>
- REM - MT. Programa REDD Early Movers (REM) Estado de Mato Grosso. Sistema Estadual de REDD+ Roteiro para Estratégia de Repartição de Benefícios, 2019.Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) <https://remmt.com.br/images/EstrategiadeRepartiodeBenefciosdoProgramaREMMT.pdf>
- Riscarolli, E. (2002). *Trabalho e formação na fronteira: o caso da escola da AJOPAM - Juina - MT*. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2187>
- Saarikoski, H.; Primmer, E.; Saarela, S. R.; Antunes, P.; Aszalós, R.; Baró, F.; Dick, J. Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosystem services*, v. 29, p. 579-598, 2018.
- Sampaio, G., Nobre, C., Costa, M. H., Satyamurty, P., Soares-Filho, B. S., & Cardoso, M. (2007). Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, 34(17), 17709. <https://doi.org/10.1029/2007GL030612>
- Santangeli, A., Weigel, B., Antão, L. H., Kaarlejärvi, E., Hällfors, M., Lehtikainen, A., Lindén, A., Salemaa, M., Tonteri, T., Merilä, P., Vuorio, K., Ovaskainen, O., Vanhatalo, J., Roslin, T., & Saastamoinen, M. (2023). Mixed effects of a national protected area network on terrestrial and freshwater biodiversity. *Nature Solutions Unit*, 14, 5426. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41073-4>
- Searchinger, T. D., Wiersenius, S., Beringer, T., & Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* 2018 564:7735, 564(7735), 249–253. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>
- SEPLAG - Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2020. *Produto Interno Bruto dos Municípios de Mato Grosso 2020*. <http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5614&c=118&sub=true>

- SEPLAG - Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2023. *Produto Interno Bruto dos Municípios de Mato Grosso 2023*.
<http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5614&c=118&sub=true>
- SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil / 1970-2021. Relatório 2023.
- Silva, B. A., Martineia, N., Gomes, G., Skowronski, L., Constantino De Oliveira, M. A., & Brito Da Costa, R. (2016). Multiple uses of forest resources in small and medium farms in the tropics: Economic and social contributions. *African Journal of Agricultural Research*, 11(41), 4162–4171. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11557>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassalle, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 2018 562:7728, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- TerraClass. (2023). *GeoPortal TerraClass - Amazônia Legal*.
<https://www.terraclass.gov.br/geoportal-aml/>
- UNSDPF, N. U. (2023). *UNSDG | UN in Action - Brazil*. <https://unsdg.un.org/un-inaction/brazil> acessado em 2023-09-19
- UN- Nations United, (2023). *Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática | Naciones Unidas*. NACIONES UNIDAS; United Nations. <https://www.un.org/es/our-work/supportsustainable-development-and-climate-action> acessado em 18.09.2023
- Van der Waal, J. W. H., & Thijssens, T. (2020). Corporate involvement in Sustainable Development Goals: Exploring the territory. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119625.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119625>
- Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro; Gasques, José Garcia (org.). *Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades*. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. 292 p. ISBN 978-65-5635-053-0. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/9786556350530>
- Wilkinson, J., João, V., Junior, W., Rosa, A., & Lopane, M. (2016). Brazil and China: the agribusiness connection in the Southern Cone context*. *Third World Thematics: A TWQ Journal*, 1(5), 726–745. <https://doi.org/10.1080/23802014.2016.1259581>
- World Wildlife Fund Brasil. (2023). *Biomass Brasileiros* | *WWF Brasil*.
https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomass/

ANEXO 2

Município de Alto Paraguai



Fonte: Portal Mato Grosso, 2024. <https://portalmatogrosso.com.br/historia-do-municipio-de-alto-paraguai/> acessado em 30/06 de 2025.

Município de Canabrava do Norte



Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO, PLANEJAMENTO E FINANÇAS CANABRAVA DO NORTE - MT - <https://canabravadonorte.org/noticias/detalhe-noticia/312/recollhimento-de-entulhos-em-canabrava-do-norte-somente-mediante-agendamento> acessado em 30/06/2025.