

EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NO PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE: OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL NA EMISSÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

Climate Emergency in the Southern Mato Grosso Pantanal: Challenges of Socio-Environmental Education in Greenhouse Gas Emissions

Milena da Silva Ayala

Mestranda em Geografia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS-CPAQ

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-6762-8873>

milena.ayala@ufms.br

Vicentina Socorro da Anunciação

Professora do Programa de Pós Graduação em Geografia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS-CPAQ

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8571-5109>

vicentina.anunciacao@ufms.br

Artigo recebido em junho/2025 e aceito em dezembro/2025

RESUMO

A intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), resultantes de atividades antrópicas como o desmatamento e a agropecuária, tem agravado os efeitos da emergência climática em ecossistemas sensíveis, como o Pantanal sul-mato-grossense. Esta pesquisa analisa a vulnerabilidade socioespacial associada ao avanço das emissões de GEE em municípios e sub-regiões localizados na porção sudeste do bioma, com destaque para Miranda, Aquidauana e Abobral. A partir de dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023) e de revisão bibliográfica especializada, foram identificados os principais vetores de emissão e os impactos ambientais e sociais decorrentes, como a degradação de áreas úmidas, os incêndios florestais e o aumento da exposição de populações tradicionais a riscos climáticos. O estudo propõe estratégias de mitigação alinhadas à realidade regional, incluindo a recuperação de áreas degradadas, a adoção de práticas agropecuárias de baixa emissão, o controle do desmatamento e o fortalecimento da educação socioambiental como instrumento de transformação territorial. A construção de políticas públicas intersetoriais e territorializadas é apontada como caminho necessário para reduzir a vulnerabilidade do Pantanal frente à crise climática e promover um modelo de desenvolvimento ambientalmente justo e resiliente.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa; Educação Socioambiental; Pantanal.

ABSTRACT

The intensification of greenhouse gas (GHG) emissions resulting from anthropogenic activities such as deforestation and agriculture has exacerbated the impacts of the climate emergency in sensitive ecosystems, such as the southern Mato Grosso Pantanal. This study analyzes the socio-spatial vulnerability associated with the advance of GHG emissions in municipalities and subregions located

in the southeastern portion of the biome, with particular emphasis on Miranda, Aquidauana, and Abobral. Based on data from the Greenhouse Gas Emissions Estimation System (SEEG, 2023) and a specialized literature review, the main emission drivers and the resulting environmental and social impacts were identified, including the degradation of wetlands, forest fires, and the increased exposure of traditional populations to climate risks. The study proposes mitigation strategies aligned with regional realities, including the restoration of degraded areas, the adoption of low-emission agricultural practices, deforestation control, and the strengthening of socio-environmental education as an instrument of territorial transformation. The development of intersectoral and territorially grounded public policies is identified as a necessary pathway to reduce the vulnerability of the Pantanal to climate change and to promote an environmentally just and resilient development model.

Keywords: Greenhouse Gases; Socio-Environmental Education; Pantanal.

1. INTRODUÇÃO

A imperatividade das pautas socioambientais na contemporaneidade traz em seu bojo a tese circunstanciada da emergência climática, integrando debates nas mais diversas esferas da sociedade e nos meios acadêmicos, direcionando tomadas de decisão sobre as multiplicidades temáticas a ela relacionada.

As mudanças climáticas, com efeitos já perceptíveis no Pantanal sul-mato-grossense, constituem uma das maiores ameaças ambientais, sociais e econômicas do século XXI. Seu principal motor é o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, decorrente, principalmente, de atividades humanas como o desmatamento, a agropecuária e a queima de combustíveis fósseis (Fumiã; Silva, 2022).

Nesse sentido, o engendramento desse ideário traz no seu âmago a explícita relação sociedade x natureza em territórios cobiçados por diferentes estratos sociais congregando interesses da coletividade bem como a valia e utilidade difusas e diversas de corporações capitalistas.

Contudo, cabe destacar que a crise paradigmática instaurada com os impactos adversos latentes e manifestos materializados, associa sua gênese à ruptura social com a dinâmica natural, potencializada por intervenções socioespaciais e agravada à medida que compromete o suporte de carga do ambiente inerente ao processo de uso e ocupação do solo, desencadeando diferentes níveis de manifestações da vulnerabilidade, da suscetibilidade e exposição à repercussão das ocorrências manifestas, sobretudo àquelas relacionadas aos aspectos socioambientais.

Ao revelar elementos de políticas ambientais, instrumentos e regramentos legais advindo de organismos governamentais, transgressão de normativas, atores sociais, observa-se que fatores determinantes e condicionantes se entrelaçam nas tramas das narrativas que compõem a complexa teia da emergência climática, não podendo dicotomizar a natureza, a política, o discurso e o diferentes grupos sociais. Tal ideário é reforçado por (Sant'Anna Neto, 2021), ao destacar que o clima é um

fenômeno natural resultante de processos físicos e químicos na atmosfera, mas, também é moldado pelas interações sociais, econômicas e políticas. Sendo assim, observações referentes ao papel do clima na emergência climática, devem estar associadas às desigualdades sociais uma vez que as vulnerabilidades da população vêm se agravando drasticamente a cada dia.

Nesse sentido, observa-se que regiões como o Pantanal sul-mato-grossense, marcado por vulnerabilidades socioambientais históricas, tornam-se epicentros de impactos agravados pelas mudanças no uso da terra e pela intensificação das pressões econômicas sobre o território.

De acordo com informações do IBGE, o Pantanal situa-se na planície da Bacia do Alto Paraguai e ocupa uma área de 150.533 km². Notas do portal online da Embrapa Pantanal o nomeiam como a maior planície alagável do mundo, abrangendo território da Bolívia, do Paraguai e do Brasil, sendo que a extensão da área na esfera nacional compreende os estados de Mato Grosso (35%) e Mato Grosso do Sul (65%).

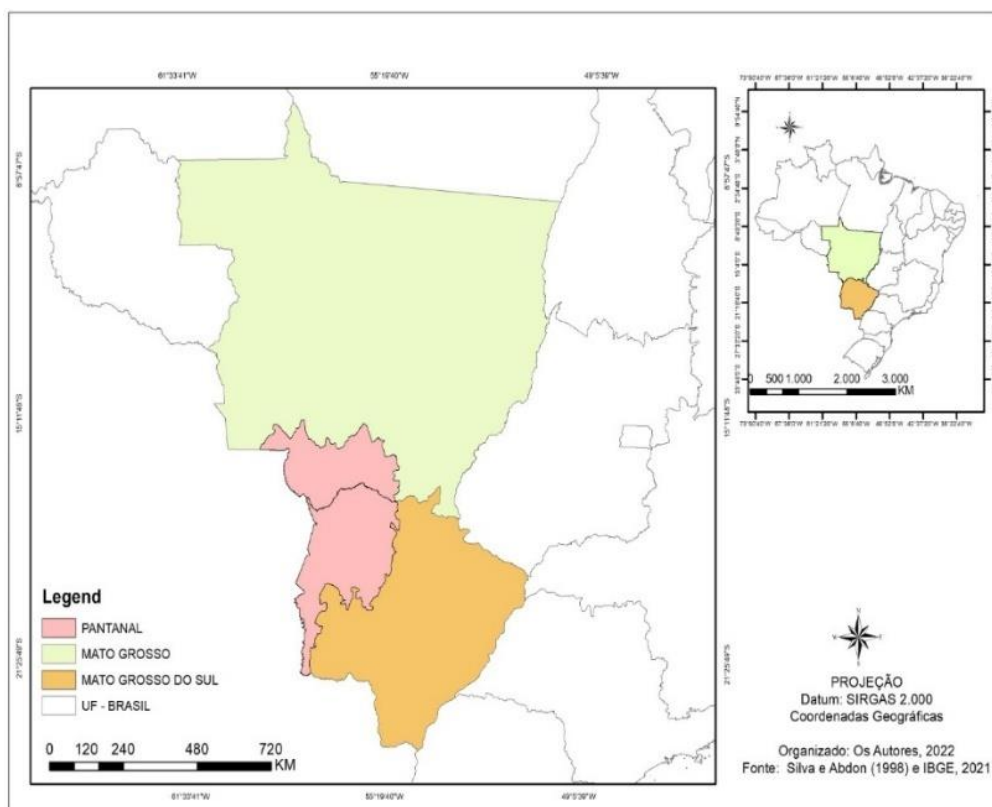


Figura 1 - Mapa de Localização do bioma Pantanal nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
Fonte: Silva & Abdon (1998) e IBGE, 2021.

Este trabalho parte da hipótese de que as transformações no uso da terra na porção sudeste do bioma Pantanal — com destaque para as sub-regiões Miranda, Aquidauana e e Abobral — têm contribuído diretamente para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), sobretudo em razão de queimadas, desmatamento e da intensificação da pecuária. Essas alterações vêm gerando

instabilidades no sistema climático, com efeitos socioambientais cada vez mais evidentes. A região, com alto valor ecológico, abriga comunidades tradicionais e áreas de grande biodiversidade marcada por campos alagáveis e fazendas centenárias. No entanto, tais territórios enfrentam pressões crescentes decorrentes da expansão agropecuária e da redução dos ciclos hidrológicos, o que acentua sua vulnerabilidade diante das mudanças climáticas. Segundo o IBGE (2022), Aquidauana tem cerca de 47.500 habitantes e Miranda, aproximadamente 28.000, ambos com Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) entre 0,68 e 0,70, o que evidencia também desafios sociais e econômicos estruturais. A escolha do recorte territorial se justifica, portanto, não apenas pela relevância ambiental das áreas estudadas, mas pela urgência em propor estratégias de mitigação e adaptação compatíveis com suas especificidades ecológicas e socioculturais.

Dessa forma, norteando este estudo emergem indagações na perspectiva de desvendar se o uso e ocupação do espaço na escala regional, Centro-Oeste, potencializam reflexões sobre a emergência climática com desencadeamento de repercussões ao bioma pantanal? Ações socioeconômicas materializadas no bioma pantanal sobretudo na porção sudeste convergem para a produção dos gases do efeito estufa? Face ao cenário configurado no recorte espacial estudado, é possível alvitrar estratégias de mitigação relacionadas a produção de gases do efeito estufa?

Ancorado nestes ideários objetiva-se com este estudo analisar o panorama atual das emissões de Gases de Efeito estufa (GEE) na região Centro-Oeste, com ênfase na porção sul-mato-grossense do bioma Pantanal, abrangendo os territórios das sub-áreas Miranda, Aquidauana e Abobral. Refletir sobre os fatores que contribuem para o desencadeamento e o aumento da incidência da emissão dos gases de efeito estufa nesta porção do bioma. Enfatizar as repercussões desencadeadas no bioma e propor estratégias de enfrentamento alinhadas à realidade regional e às diretrizes de sustentabilidade.

Assim, a partir desta fusão de análises reflexivas bem como observâncias ao cenário e ações materializada face aos desafios na compreensão acerca da emergência climática no contexto do bioma pantanal, contribuir com fundamentações na construção de informações e conhecimentos ancoradas na educação socioambiental para o ator social pantaneiro, direcionando a compreensão sobre a gestão ambiental em consonância ao contexto da realidade local, face as interferências na dinâmica natural do bioma.

Embora o desmatamento seja mais intenso no chamado ‘Arco do desmatamento’, os efeitos da expansão da fronteira agropecuária já se manifestam também no bioma Pantanal, sobretudo em sua porção sul-mato-grossense.

Por conta do aumento das concentrações atmosféricas de Gases de Efeito Estufa (GEE) e das consequentes alterações climáticas globais, não só os governos nacionais que fazem parte da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (BRASIL, 1992), mas

também os governos subnacionais ou locais, como os governos dos estados, províncias e municípios, têm se empenhado em fazer estimativas das emissões desses gases visando subsidiar a sociedade na identificação das prioridades locais e adoção das medidas mais adequadas para reduzir essas emissões.

Assim, com esse estudo, é possível analisar a vulnerabilidade socioespacial associada à emergência climática no bioma Pantanal, especialmente na porção sudeste situada no estado de Mato Grosso do Sul. A pesquisa foca nos impactos da emissão de gases de efeito estufa (GEE), investigando os principais vetores de emissão, os riscos ambientais e sociais associados, e as possibilidades de mitigação voltadas à sustentabilidade local.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de levantamento bibliográfico, com o intuito de compreender teoricamente as abordagens relacionadas à emissão de gases de efeito estufa no contexto do bioma Pantanal sul-mato-grossense. Pesquisa exploratória tencionando certificar-se das estratégias de ações territorializadas no espaço, e análise documental, focando na coleta e interpretação de dados secundários disponibilizados em bases oficiais e reconhecidas.

A pesquisa bibliográfica com intuito de abordar a temática transcorreu através de busca por palavras-chave no acervo virtual de conteúdos científicos no Periódico Capes direcionada à literatura versando sobre os temas gases de efeito estufa, queimadas, incêndios, desmatamento, atividade econômica, Centro-Oeste e, com ênfase, Pantanal, educação ambiental, selecionando, dessa forma, corpora textuais.

Envolve análise de caráter qualitativo exploratório uma vez que aprimoram as ideias, a descoberta e intuições possibilitando aproximação dos atores sociais com o problema analisado, incentivando aprofundar o conhecimento de um tema controvertido a partir da realidade local das sub-áreas inseridas na porção sudeste do Pantanal.

De acordo com Minayo (2001 p.19):

“A pesquisa qualitativa se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes”.

O processo da pesquisa, partiu do método indutivo e dialético, através da discussão em relação aos resultados alcançados, pois busca através de hipóteses levantadas, chegar à compreensão do que factualmente ocorre dentro de uma realidade. Segundo Suertegaray, (2005 p. 15) o método indutivo:

“Constitui o método Positivo, um método histórico, genético-indutivo, ou seja, parte da observação induz leis de coexistência e de sucessão e deduz fatos novos que escapam à observação direta. Trata-se de um método que privilegia o processo de indução, que parte da observação dos fenômenos através dos sentidos para deduzir teorias. São palavras

fundamentais e expressivas para a compreensão do método Positivo: experiência, observação, comparação, analogia, indução, dedução, filiação histórica”.

Desse modo, o estudo enfatiza os fatos considerando o contexto e a circunstância socioespacial no bioma Pantanal, especialmente na região sudeste do Mato Grosso do Sul, que compreende os pantanais de Miranda, Aquidauana e Abobral. De acordo com Gil (2008, p. 14):

[...] a dialética fornece as bases para uma interpretação dinâmica e totalizante da realidade, uma vez que estabelece que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de suas influências políticas, econômicas, culturais etc.

O principal conjunto de dados secundários utilizado na pesquisa cujo natureza de levantamento bibliográfico e análise documental foi extraído do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), edição 2023, que compila informações sobre emissões regionais no Brasil, incluindo o recorte regional do Centro-Oeste, onde estão os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (SEEG, 2023).

Para complementar a caracterização ambiental e territorial de Miranda, Aquidauana e Abobral, localizadas na porção sudeste do Pantanal sul-mato-grossense, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que fornecem informações sobre densidade demográfica, expansão urbana e infraestrutura local (IBGE, 2022). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) contribuiu com dados sobre uso e cobertura do solo, fundamentais para compreender a relação entre vegetação e regulação microclimática urbana (EMBRAPA, 2021). Por fim, o Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) foi consultado para compreender as diretrizes ambientais vigentes no estado e os planos estratégicos relacionados à adaptação climática e sustentabilidade urbana (IMASUL, 2022).

Foram selecionados dados referentes aos seguintes setores de emissão: Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUT); Agropecuária; Energia; Resíduos; Processos Industriais. A análise se concentrou no período que abrange o intervalo de 2010 a 2021, com ênfase nos setores de uso da terra e agropecuária, que impactam diretamente o equilíbrio ecológico do Pantanal, que concentram a maior parte das emissões regionais, possibilitando obter o resultado de um Ranking 2023 com os estados que mais emitiram gases de efeito estufa, contando com a presença de três dos quatro estados da região Centro-Oeste presentes em doze principais emissores.

registrou emissões brutas de aproximadamente 264 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, enquanto Mato Grosso do Sul totalizou cerca de 70 milhões de toneladas de CO₂ equivalente.

Em ambos os estados, o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUT) representa a principal fonte de emissões, resultando principalmente do desmatamento associado à expansão agropecuária. Em Mato Grosso, cerca de 60% das emissões totais são provenientes desta configuração, refletindo a intensa pressão sobre os biomas Cerrado e Amazônia. Já em Mato Grosso do Sul, esse percentual atinge cerca de 45%, com destaque para o desmatamento do Cerrado e da região do Pantanal.

A agropecuária é a segunda maior fonte emissora. De acordo com o SEEG (2023), aproximadamente 30% das emissões de Mato Grosso e 40% das emissões de Mato Grosso do Sul estão relacionadas à criação de gado bovino, principalmente pelo metano (CH₄) emitido através da fermentação entérica.

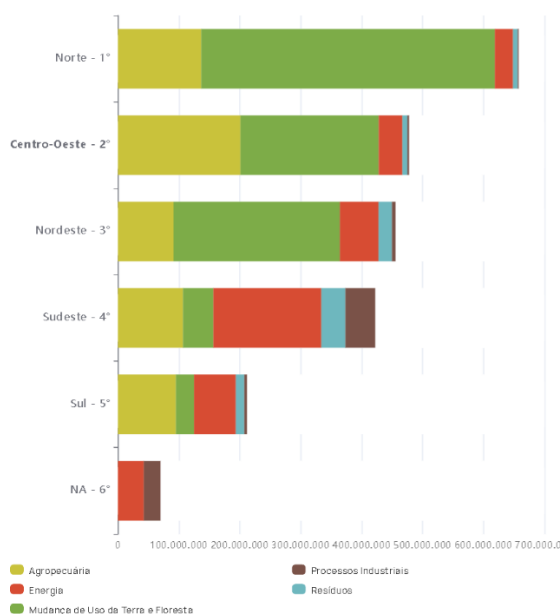


Figura 3 - Ranking evidenciando a região Centro-Oeste como a segunda maior emissora de gases de efeito estufa do Brasil.

Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) | Disponível em: SEEG Brasil – O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) oferece dados em tempo real, que apoiam a transformação necessária para enfrentar os desafios globais que afetam todas as regiões brasileiras. | Acesso em 22 de abril de 2025

Embora ambos os estados exerçam papel relevante nas emissões de SEEG na região Centro-Oeste, é no Pantanal sul-mato-grossense que os efeitos se tornam mais críticos do ponto de vista ecológico e social. A recorrência de queimadas, o avanço de monoculturas e a vulnerabilidade das populações locais tornam essa região um espaço de atenção climática.

3.1. Panorama das Emissões de Gases de Efeito Estufa, na região centro-oeste brasileira, em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul

A região Centro-Oeste do Brasil, composta pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal, desempenha um papel estratégico tanto na produção agropecuária quanto nas dinâmicas de emissões de GEE. Em especial, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul concentram grande parte das emissões nacionais, impulsionadas pela conversão de vegetação nativa em áreas de pastagem e lavoura (SEEG, 2023).

De acordo com dados recentes do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Mato Grosso lidera o ranking de emissões do setor de uso da terra no Brasil, sendo responsável por mais de 30% das emissões nacionais oriundas do desmatamento. Já Mato Grosso do Sul apresenta crescimento significativo nas emissões associadas à expansão agropecuária e às mudanças no uso do solo. Além disso, a agropecuária é responsável por cerca de 70% das emissões combinadas nos dois estados, com destaque para a emissão de metano (CH₄) oriundo da digestão entérica de bovinos.

Tais emissões impactam não apenas o clima local e regional — alterando padrões de precipitação e elevando as temperaturas médias —, mas também ameaçam a biodiversidade, os recursos hídricos e a qualidade de vida das populações. Como apontam estudos recentes (Dalcin *et al.*, 2021), o efeito estufa intensificado pode comprometer a sustentabilidade da produção agrícola e pecuária, setores fundamentais para a economia regional.

Diante desse cenário, segue análise acerca do panorama atual das emissões de GEE com ênfase nas repercussões sobre o bioma Pantanal sul-mato-grossense, sobretudo nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, trazendo à tona os riscos e vulnerabilidades socioambientais associados indicando estratégias de enfrentamento alinhadas à realidade regional e às diretrizes de sustentabilidade.

3.2. Análise em Mato Grosso – SEEG



Figura 4 - Série histórica com análise por setor de emissão de gases entre 2011 e 2023 em MT.

Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) | Disponível em: SEEG Brasil – O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) oferece dados em tempo real, que apoiam a transformação necessária para enfrentar os desafios globais que afetam todas as regiões brasileiras. | Acesso em 22 de abril de 2025

O gráfico apresentado mostra a evolução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no estado de Mato Grosso, no período de 2011 a 2023, expressas em milhões de toneladas de CO₂ equivalente, discriminadas por setores econômicos: Mudança de Uso da Terra e Floresta, Agropecuária, Energia, Processos Industriais e Resíduos.

De modo geral, observa-se uma tendência de variações nas emissões totais ao longo dos anos, com picos marcantes em 2013, 2019, 2021 e, especialmente, em 2022. Após uma queda significativa registrada entre 2015 e 2016, as emissões voltaram a crescer a partir de 2018, atingindo o maior valor da série histórica em 2022. Em 2023, verifica-se uma leve redução, embora os níveis de emissão permaneçam elevados em comparação com o início do período analisado.

O setor de Mudança de Uso da Terra e Floresta é o principal responsável pelas emissões em Mato Grosso, evidenciando a forte pressão sobre os biomas locais, especialmente o Cerrado e a Amazônia. A Agropecuária também desempenha papel relevante, mantendo contribuição constante, com aumento visível nos anos de maior emissão. Já os setores de Energia, Processos Industriais e Resíduos apresentam participações mais modestas e estáveis, sem impactar de maneira expressiva as variações no total de emissões.

Os picos de emissão registrados em 2013, 2019 e 2022 indicam momentos críticos, provavelmente relacionados ao avanço do desmatamento e à expansão da fronteira agrícola. A estabilidade proporcional entre os setores ao longo do tempo sugere que a estrutura das fontes emissoras se manteve relativamente inalterada, apesar das oscilações nos volumes totais.

Essa análise reforça a necessidade urgente de intensificar o controle sobre o desmatamento e de promover práticas agropecuárias de baixa emissão de carbono, visando reverter a trajetória de aumento nas emissões e assegurar a sustentabilidade ambiental no estado de Mato Grosso.

3.3. Análise em Mato Grosso do Sul – SEEG

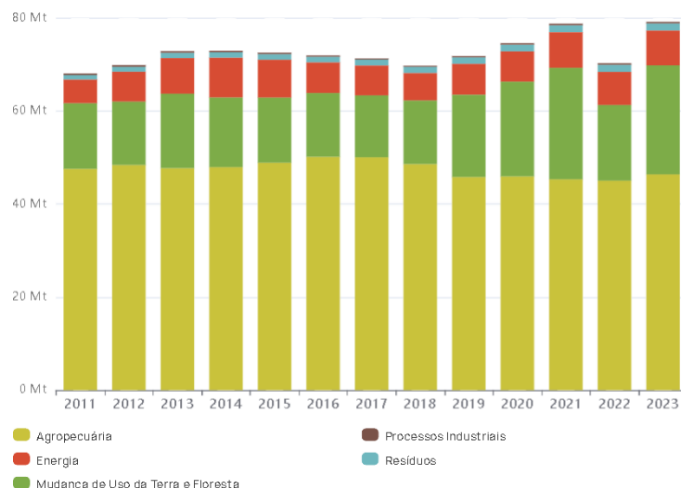


Figura 5 - Série histórica com análise por setor de emissão de gases entre 2011 e 2023 em MS.

Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) | Disponível em: SEEG Brasil – O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) oferece dados em tempo real, que apoiam a transformação necessária para enfrentar os desafios globais que afetam todas as regiões brasileiras. | Acesso em 22 de abril de 2025

O gráfico apresentado revela a evolução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no estado de Mato Grosso do Sul, no período de 2011 a 2023, em milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e). As emissões estão segmentadas por setores: Agropecuária, Mudança de Uso da Terra e Floresta, Energia, Processos Industriais e Resíduos.

Em um contexto abrangente, observa-se que as emissões totais se mantêm relativamente estáveis ao longo do tempo, com pequenas variações entre os anos. No entanto, destaca-se um crescimento gradual a partir de 2020, culminando nos maiores valores registrados em 2022 e 2023.

O setor de Agropecuária domina claramente o perfil de emissões do estado durante todo o período analisado. A participação desse setor é significativamente superior à dos demais, representando a principal fonte de emissão de GEE em Mato Grosso do Sul. Em segundo lugar, aparece o setor de Mudança de Uso da Terra e Floresta, com uma contribuição relevante, mas reduzida e variável ao longo dos anos.

Os setores de Energia, Processos Industriais e Resíduos apresentam uma participação diminuta no total das emissões, mantendo uma linha de estabilidade ao longo do tempo, sem alterações significativas.

Entre os anos de 2020 e 2023, é possível observar um aumento considerável nas emissões, impulsionado principalmente pelo crescimento nos setores de Agropecuária e Energia. Essa configuração pode estar associada a fatores como a expansão da atividade pecuária, o aumento do consumo energético e, possivelmente, pressões sobre áreas naturais, sobretudo no bioma Pantanal, que vem sofrendo com a intensificação de queimadas, desmatamento e expansão agropecuária.

Apesar da dominância da agropecuária nas emissões totais, o setor de Mudança de Uso da Terra também exerce influência importante, especialmente em anos em que se intensificam desmatamentos e conversões de vegetação nativa em áreas agrícolas.

Essa análise indica que, para Mato Grosso do Sul, estratégias de mitigação das emissões de GEE devem reforçar prioritariamente práticas sustentáveis na agropecuária, bem como no controle rigoroso do uso da terra e na promoção de fontes energéticas de baixo carbono.

3.4. Riscos e impactos Ambientais e Sociais

O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na região Centro-Oeste tem provocado uma série de impactos ambientais, sociais e econômicos significativos. Entre os principais efeitos estão as alterações no regime de chuvas, que comprometem a disponibilidade hídrica para agricultura e abastecimento urbano; o aumento da frequência de eventos extremos, como secas prolongadas e ondas de calor; e a perda de biodiversidade, com ameaças diretas a espécies típicas do Cerrado e do Pantanal (Richter *et al.*, 2021). Esses impactos não apenas degradam os ecossistemas, mas afetam diretamente a economia local, fortemente dependente da agropecuária, cuja produtividade pode ser reduzida pela elevação das temperaturas e pelo aumento da incidência de pragas e doenças nas lavouras (Dalcin *et al.*, 2021).

No campo social, agravam-se as desigualdades socioespaciais, especialmente entre populações ribeirinhas, rurais e indígenas, que enfrentam maior dificuldade de acesso ao conforto térmico, à segurança hídrica e à proteção ambiental. Esse cenário é ainda mais crítico na porção sudeste do Pantanal, onde se localizam as sub-regiões Aquidauana, Miranda e Abobral, severamente afetados por queimadas recorrentes, degradação do solo e perda de áreas de vegetação nativa. O ano de 2020 destacou-se como um marco negativo, com incêndios de grandes proporções que devastaram ecossistemas frágeis e impactaram comunidades tradicionais.

Na região de Abobral, a conversão de áreas de várzea — historicamente utilizadas para pecuária extensiva — tem intensificado a compactação do solo e comprometido a capacidade de infiltração hídrica, ampliando a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos. Apesar de sua importância econômica, a agropecuária responde por mais de 70% das emissões de GEE na região, conforme dados do SEEG (2023), principalmente devido à emissão de metano decorrente da fermentação

entérica do gado. Diante disso, torna-se essencial a adoção de alternativas produtivas sustentáveis, capazes de conciliar conservação ambiental e desenvolvimento local, especialmente em territórios tão sensíveis como o Pantanal sul-mato-grossense.

3.5. Tendências de Emissões

Analisando a série histórica dos dados do SEEG:

a) Mato Grosso apresentou uma leve tendência de redução nas emissões de desmatamento entre 2015 e 2018, mas voltou a registrar aumento a partir de 2019, principalmente pela expansão da fronteira agrícola.

b) Mato Grosso do Sul teve uma trajetória mais estável, com picos de emissão relacionados a eventos de desmatamento e queimadas no bioma Pantanal, especialmente em 2020, com destaque para áreas como Miranda e Aquidauana, que registraram impactos severos durante os incêndios de 2020, afetando diretamente comunidades tradicionais e ecossistemas frágeis.

Os dados reforçam a importância de ações mais consistentes para frear o desmatamento e adotar práticas agrícolas de menor impacto ambiental, como a agropecuária de baixa emissão de carbono (ICV, 2024).

Diante desse cenário, torna-se indispensável o fortalecimento de políticas públicas ambientais voltadas especificamente ao Pantanal, com enfoque em territórios de alta vulnerabilidade socioespacial e incentivo à gestão territorial sustentável.

4. SOLUÇÕES APLICÁVEIS AO PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE

Diante do quadro de alta emissão de gases de efeito estufa identificado em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, torna-se fundamental a implementação de estratégias práticas e integradas de mitigação e adaptação climática, especialmente em territórios vulneráveis como o Pantanal sul-mato-grossense, que já apresenta sinais críticos de colapso ambiental e social. Com base nos dados do SEEG (2023), nas diretrizes do Instituto Centro de Vida (ICV, 2024), no Plano ABC+ 2030 e em estudos do IPCC (2022), algumas soluções se destacam:

4.1. Recuperação de Áreas Degradadas

A recuperação de áreas degradadas, especialmente pastagens, é considerada uma das estratégias mais eficientes para reduzir as emissões líquidas de carbono e restaurar a funcionalidade ecológica dos solos. Segundo a EMBRAPA (2021), práticas como a integração lavoura-pecuária (ILP), o

plantio direto na palha, a rotação de culturas e o uso de adubação verde aumentam a matéria orgânica do solo, favorecendo o sequestro de carbono e melhorando a produtividade agrícola. A técnica de bioinsumos (uso de microrganismos benéficos ao solo) também tem se mostrado eficaz para revitalizar solos exauridos, reduzir a dependência de insumos químicos e mitigar emissões de óxido nitroso (N_2O), um potente gás de efeito estufa.

No caso do Pantanal sul-mato-grossense, onde há avanço da pecuária sobre áreas úmidas e perda de cobertura nativa, as práticas ressaltadas são fundamentais para restaurar funções ecológicas e reduzir emissões provenientes da compactação e degradação do solo.

4.2. Agricultura de Baixo Carbono (ABC)

O Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), lançado em 2010 e atualizado no Plano ABC+ 2030, propõe um conjunto de tecnologias sustentáveis que visam reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e aumentar a resiliência dos sistemas produtivos. Entre as práticas incentivadas estão a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que diversifica as atividades produtivas, aumenta a eficiência do uso da terra e reduz o risco de degradação; os Sistemas Agroflorestais (SAFs), que combinam espécies florestais com cultivos agrícolas, favorecendo o sequestro de carbono e a proteção da biodiversidade; e a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que reduz o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, importantes fontes de emissões de óxido nitroso (N_2O). A adoção dessas técnicas no Pantanal sul-mato-grossense, especialmente em áreas de transição com o Cerrado, pode reduzir significativamente as emissões e, ao mesmo tempo, garantir a segurança alimentar e a geração de renda.

4.3. Controle do Desmatamento

O desmatamento é um dos maiores contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Estudos do MapBiomas (2023) mostram que cerca de 90% do desmatamento no país é ilegal. Para frear este processo no Centro-Oeste, é essencial intensificar o monitoramento em tempo real com o uso de tecnologias como satélites de alta resolução e inteligência artificial para detecção de áreas desmatadas, aplicar sanções efetivas e céleres contra crimes ambientais e ampliar mecanismos de pagamento por serviços ambientais (PSA), recompensando proprietários rurais pela conservação de áreas nativas, conforme prevê a Lei nº 14.119/2021. O combate ao desmatamento ilegal, aliado à valorização econômica da floresta em pé, é crucial para a mitigação dos riscos climáticos na região.

No Pantanal, o controle de queimadas e desmatamentos irregulares em áreas de várzea e borda de planície é crucial, pois esses eventos afetam diretamente o ciclo hidrológico e a biodiversidade, além de emitirem grandes quantidades de CO₂ e outros GEE.

4.4. Educação Ambiental

A educação ambiental, no contexto das mudanças climáticas, deve ir além da sensibilização, promovendo a formação crítica e propositiva de agricultores, comunidades tradicionais e gestores públicos. Programas como o Capacitação ABC+ e projetos de extensão universitária têm mostrado que a transferência de conhecimentos sobre técnicas sustentáveis aumenta a taxa de adoção de boas práticas no campo (EMBRAPA, 2023). Além disso, é importante implementar campanhas de comunicação comunitária, utilizando rádios locais, redes sociais e materiais didáticos adaptados para realidades rurais, de modo a massificar o entendimento sobre os riscos climáticos e as alternativas de adaptação.

No contexto pantaneiro, a educação ambiental deve dialogar com a realidade das comunidades ribeirinhas, indígenas e assentados rurais, fortalecendo o protagonismo local na gestão ambiental e na adoção de práticas de adaptação climática.

4.5. Políticas Públicas Integradas

Frente ao contexto de alta vulnerabilidade socioambiental observado em Aquidauana, Miranda e Abobral, torna-se urgente a implementação de políticas públicas integradas, multissetoriais e de base territorial, que articulem agricultura, meio ambiente, energia e desenvolvimento regional. Iniciativas como o PELD Pantanal, financiado pelo CNPq, já atuam nesses territórios por meio do monitoramento ecológico e do envolvimento direto de comunidades locais, promovendo a geração de conhecimento científico voltado à conservação. Instituições como a Embrapa Pantanal e o Instituto Homem Pantaneiro (IHP) têm desempenhado um papel estratégico na promoção da educação ambiental territorializada, com ações de gestão sustentável junto a proprietários rurais, assentamentos e populações tradicionais. Projetos de extensão universitária, como os desenvolvidos pelo IFMS – Campus Aquidauana, também têm contribuído significativamente para a formação ambiental crítica em escolas e comunidades da região.

Nesse sentido, destacam-se diretrizes fundamentais para a mitigação dos efeitos da emergência climática: a criação de instrumentos financeiros verdes, como linhas de crédito para produtores sustentáveis (ex.: Plano Safra Verde); a revisão dos Planos Diretores Municipais, incorporando

variáveis climáticas e zonas de risco; e o apoio à formulação de Planos Municipais de Adaptação e Mitigação Climática, de forma participativa e inclusiva.

Além disso, o fortalecimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e da regularização fundiária e ambiental é essencial para promover o uso racional da terra. A cooperação entre municípios, estados e a União se mostra indispensável para acelerar a transição para uma economia de baixo carbono no Pantanal sul-mato-grossense, respeitando suas singularidades ecológicas, sociais e culturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das emissões de gases de efeito estufa, principalmente em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, evidencia a urgente necessidade de repensar as práticas de uso da terra e produção agropecuária no Pantanal sul-mato-grossense, especialmente em áreas de transição entre planície e planalto. Com base nos dados do SEEG (2023), observou-se que o desmatamento e a pecuária são os principais vetores de emissões, impactando significativamente o equilíbrio climático regional.

No caso do Pantanal, os efeitos se manifestam por meio da degradação de áreas úmidas, perda de biodiversidade, incêndios frequentes e impactos diretos sobre comunidades ribeirinhas e populações vulneráveis, agravando desigualdades socioespaciais.

A crise climáticas já provocam alterações no regime de chuvas, aumento das temperaturas médias e maior ocorrência de eventos extremos, impactando a biodiversidade, a produção agrícola e a população, especialmente na porção sudeste pantaneira Miranda, Aquidauana e Abobral, localizados em áreas sensíveis do Pantanal. Esse cenário exige resposta imediata e coordenada entre diferentes setores sociais e governamentais. Estratégias como recuperação de áreas degradadas, agricultura de baixo carbono, controle do desmatamento e fortalecimento da educação ambiental são caminhos viáveis para mitigar os efeitos do aquecimento global. Políticas públicas integradas e incentivos econômicos a práticas sustentáveis podem acelerar a transição para um modelo de desenvolvimento mais equilibrado e resiliente.

É fundamental que Mato Grosso e Mato Grosso do Sul avancem na construção de soluções que aliem conservação ambiental, produtividade econômica e redução das vulnerabilidades socioespaciais no Pantanal sul-mato-grossense, contribuindo para os compromissos climáticos do Brasil. As análises confirmam a hipótese de que o uso e ocupação do solo na porção sudeste do bioma ampliam as emissões de gases de efeito estufa, agravando a emergência climática e as desigualdades da região.

As três questões norteadoras foram respondidas afirmativamente: o uso do território influencia negativamente o bioma Pantanal; atividades socioeconômicas como a pecuária extensiva e o desmatamento intensificam as emissões de GEE; e há viabilidade de estratégias de mitigação

alinhadas à realidade local, como a agricultura de baixo carbono, a recuperação ambiental e políticas públicas participativas. Assim, conclui-se que o objetivo do estudo foi plenamente atingido, ao evidenciar a vulnerabilidade socioespacial da região e propor alternativas sustentáveis para enfrentamento da crise climática.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. esp., p. 9-57, 1988.

BRASIL. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. Brasília: Governo Federal, 1992.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 21 abr. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA**. Brasília: MMA, 2012.

DALCIN, G.; MANGINI, L. F. K.; DE GODOI, L. Química ambiental e o impacto ambiental relacionado aos gases de efeito estufa. **Caderno Intersaberes**, Curitiba, v. 10, n. 27, p. 117-134, 2021.

EMBRAPA. **Plano ABC+**: Estratégias para a Agricultura de Baixo Carbono no Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/abc>. Acesso em: 21 abr. 2025.

EMBRAPA. **Recuperação de pastagens degradadas**: estratégias e tecnologias. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 21 abr. 2025.

FUMIÃ, H. F.; SILVA, S. L. L. Fourier revisitado: um modelo simplificado para o efeito estufa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210103, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 248p.

IPCC. **Relatório de Avaliação AR6**: Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento no Brasil – 2023**. Projeto MapBiomass, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 21 abr. 2025.

- MATTEI, T. F.; CUNHA, M. S. Emissão de gases do efeito estufa no Brasil: análise de curto e longo prazo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 4, p. 953-967, 2021.
- MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. 41p.
- NASCIMENTO, C. G. R.; AZEVEDO, D. B.; CASAGRANDA, Y. G.; MALAFAIA, G. C. Bovinocultura de corte e o efeito poupa-terra na região Centro-Oeste brasileira. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 39, n. 3, e26963, 2022.
- ONU-HABITAT. **Cidades e mudanças climáticas: estratégias de adaptação e mitigação**. Brasília: Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, 2021.
- ONU MULHERES. **Plataforma de Ação de Pequim e os direitos das mulheres**. Disponível em: <https://www.onumulheres.org.br/>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- RICHTER, M. F.; LARA, D. M.; ANDREAZZA, R. C. L. Educação ambiental e gases do efeito estufa: uma abordagem do papel do metano para educação básica. **Revbea**, São Paulo, v. 16, n. 5, p. 431-445, 2021.
- RIBEIRO, C. L. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: planejamento integrado e tecnologia para um novo modelo de cidade**. São Paulo: Bookman, 2015. 114p.
- SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima, Sociedade e Território**. São Paulo: Paco Editorial, v. 88, 2021.
- SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa dos Sistemas Alimentares no Brasil**. Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) e Observatório do Clima, 2023.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Revista Brasileira de Agropecuária**, v. 33, p. 1703-1711, 1998.
- SUERTEGARAY, D. M. **Notas Sobre Epistemologia em Geografia**. Florianópolis: UFSC, 2005. 64p.