

**MUDANÇAS NO USO DA TERRA E EMISSÕES DE GEE: O PAPEL DO BRASIL  
NA CRISE CLIMÁTICA GLOBAL**

**LAND-USE CHANGE AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS: BRAZIL'S ROLE IN  
THE GLOBAL CLIMATE CRISIS**

Jean Vitor da Costa<sup>1</sup>

Patrícia Borges Silveira<sup>2</sup>

Wendell Jesus de Carvalho<sup>3</sup>

Cássio Resende de Moraes<sup>4</sup>

Carlos Fernando Campos<sup>5</sup>

**RESUMO:** As mudanças climáticas configuram-se como um dos principais desafios socioambientais contemporâneos, resultantes, sobretudo, da intensificação das emissões de gases de efeito estufa associadas às atividades humanas. Este artigo analisa a contribuição do Brasil para o agravamento da crise climática global, com ênfase na relação entre agropecuária extensiva e desmatamento. Diferentemente dos países industrializados, cuja matriz de emissões está concentrada no setor energético, o perfil brasileiro destaca-se pela predominância das emissões oriundas da mudança no uso da terra e da agropecuária, especialmente nos biomas Amazônia e Cerrado. O avanço da fronteira agrícola, associado à pecuária bovina extensiva, promove a liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono provenientes da biomassa e do solo, além de elevar as emissões de metano por meio da fermentação entérica. O estudo evidencia que esse modelo de desenvolvimento, baseado na conversão de ecossistemas naturais, intensifica os desequilíbrios climáticos, compromete serviços ecossistêmicos essenciais e amplia as desigualdades socioambientais, atingindo de forma mais severa populações vulneráveis. Conclui-se que a mitigação das mudanças climáticas no Brasil requer a redução do desmatamento, a transformação dos sistemas produtivos agropecuários e o fortalecimento de políticas públicas orientadas pela sustentabilidade e pela justiça climática.

**Palavras Chave:** mudanças climáticas; desmatamento; agropecuária extensiva; gases de efeito estufa.

**ABSTRACT:** Climate change represents one of the most significant contemporary socio-environmental challenges, primarily driven by the intensification of greenhouse gas emissions associated with human activities. This article analyzes Brazil's contribution to the worsening of the global climate crisis, emphasizing the relationship between extensive livestock farming and deforestation. Unlike industrialized countries, where emissions are predominantly linked to the energy sector, Brazil's emissions profile is largely associated with land-use change and agriculture, particularly in the Amazon and Cerrado biomes. The expansion of the agricultural frontier, especially extensive cattle ranching, leads to massive carbon dioxide emissions from biomass and soils, as well as significant methane emissions from enteric fermentation. The findings indicate that this development model, based on the conversion of natural ecosystems, intensifies climate imbalances, compromises essential ecosystem services, and deepens socio-environmental inequalities, disproportionately affecting vulnerable populations. The study

concludes that climate change mitigation in Brazil necessarily involves reducing deforestation, transforming agricultural systems, and strengthening public policies grounded in sustainability and climate justice.

**Keywords:** climate change; deforestation; extensive livestock farming; greenhouse gas emissions; climate justice.

1. Licenciado em Ciências Biológicas pela Fundação Carmelitana Mário Palmério – UNIFUCAMP.
2. Licenciada e bacharelada em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP. Mestra e doutora em Geografia pela UNESP. Docente no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia, ESEBA. Email: patygeo@gmail.com.
3. Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Email: wendell.carvalho@unesp.br
4. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério UNIFUCAMP. Especialista e Biotecnologia Ambiental pelo Centro Universitário de Maringá UNICESUMAR. Especialista em Toxicologia e Bioquímica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo FAMEESP. Especialista em Biologia Celular e Molecular pelo Centro Universitário FAVENI - UNIFAVENI. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia UFU. Docente e Pesquisador pelo UNIFUCAMP.
5. Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Fundação Carmelitana Mário Palmério – UNIFUCAMP. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios socioambientais da atualidade e decorrem, principalmente, do aquecimento global, caracterizado pelo aumento da temperatura média do planeta. Esse processo manifesta-se por meio da intensificação de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, enchentes e ondas de calor, além de provocar alterações nos regimes hidrológicos e no funcionamento dos ecossistemas. Tais mudanças resultam, sobretudo, da intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas às atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, as mudanças no uso e cobertura da terra e os sistemas produtivos baseados em modelos insustentáveis (IPCC, 2023).

Estudos apontam que tais emissões vêm se acumulando desde a Revolução Industrial, provocando desequilíbrios significativos no sistema climático global e comprometendo a capacidade de adaptação dos ecossistemas e das sociedades humanas (NOBRE et al., 2016). Nesse contexto, o debate científico tem destacado a necessidade de compreender as responsabilidades diferenciadas dos países na origem e no agravamento do aquecimento global, considerando os distintos níveis de desenvolvimento econômico, padrões de consumo e históricos de emissão, conforme o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, amplamente discutido nos fóruns internacionais sobre clima (ONU, 1992; GIDDENS, 2010).

Tal princípio, estabelecido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) em 1992, determina que todos os países são responsáveis pela

proteção do meio ambiente global, haja vista que os problemas ambientais afetam toda a humanidade, caracterizando o princípio da responsabilidade comum. Contudo, os países não possuem o mesmo grau de responsabilidade no que diz respeito às contribuições históricas de poluição, nem as mesmas condições políticas, econômicas e tecnológicas de atuação, o que fundamenta o princípio da responsabilidade diferenciada.

Nesse contexto, o Brasil ocupa posição de destaque por apresentar uma matriz de emissões de gases de efeito estufa (GEE) distinta daquela observada na maioria dos países industrializados. Enquanto, nas nações desenvolvidas, o setor energético responde pela maior parcela das emissões, no Brasil predominam aquelas associadas à mudança no uso da terra e à agropecuária, com ênfase no desmatamento de áreas de vegetação nativa (SEEG, 2023). Segundo o IPCC (2023), países com grande extensão territorial e forte dependência de atividades primárias tendem a apresentar perfis de emissão fortemente vinculados à conversão de ecossistemas naturais. Nesse sentido, a expansão da agropecuária extensiva, caracterizada pelo uso intensivo de grandes áreas, baixa produtividade relativa e elevada pressão sobre os recursos naturais, constitui um dos principais vetores do avanço do desmatamento, especialmente nos biomas Amazônia e Cerrado (FEARNSIDE, 2017).

De acordo com Weisse e Goldman (2022) o Brasil possui um dos maiores índices de desmatamento do mundo, principalmente na Amazônia, e lidera a lista de maior perda de floresta primária tropical, com mais de 40% da perda em 2021, equivalente a 1,5 milhão de hectares. Fearnside (2005, p. 113), destaca que “o desmatamento na Amazônia representa uma das maiores fontes individuais de emissão de carbono do Brasil”, uma vez que esse processo promove a liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) previamente armazenadas na biomassa vegetal e nos solos, contribuindo diretamente para o agravamento das mudanças climáticas globais. Além disso, a agropecuária brasileira, sobretudo a pecuária bovina, configura-se como uma fonte expressiva de emissões de metano (CH<sub>4</sub>), gás de efeito estufa cujo potencial de aquecimento global é significativamente superior ao do CO<sub>2</sub> em horizontes temporais de curto e médio prazo (IPCC, 2021). De acordo com o Observatório do Clima (2023), a fermentação entérica do rebanho bovino responde por parcela substancial das emissões nacionais de metano.

Práticas como o manejo inadequado do solo, o uso recorrente de queimadas para a abertura de novas áreas e a degradação de pastagens intensificam os impactos ambientais do setor agropecuário no país (NOBRE et al., 2016). Nesse contexto, Sachs (2015, p. 42) alerta que “modelos de desenvolvimento baseados na expansão predatória da fronteira agrícola tendem a comprometer simultaneamente o equilíbrio climático, a biodiversidade e a segurança

hídrica”. Tais atividades, portanto, não apenas ampliam as emissões de GEE, mas também fragilizam serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima, o ciclo hidrológico e a conservação da biodiversidade.

Diante disso, o país enfrenta diversas consequências em decorrência da crise climática global: ondas de calor mais frequentes e intensas, prejudicando a saúde pública, a agricultura, a sobrevivência de espécies animais e vegetais mais sensíveis; aumento na frequência de eventos extremos, como secas prolongadas e enchentes severas, o que contribui com a redução da produtividade agrícola e ameaça a segurança alimentar e econômica; aumento no nível do mar e erosão costeira, afetando cidades litorâneas e comunidades pesqueiras; entre diversas outras (IPCC, 2021).

Conforme destaca Rammê (2012), os efeitos das mudanças climáticas não se distribuem de maneira homogênea entre a população, atingindo de forma mais severa os grupos socialmente vulneráveis. Tais populações, em geral, encontram-se expostas a áreas de maior risco ambiental, onde eventos extremos tendem a produzir impactos mais intensos, e dispõem de menor capacidade adaptativa em função de limitações socioeconômicas, como o acesso restrito a sistemas de refrigeração, saneamento adequado e políticas públicas eficazes. Além disso, o encarecimento dos alimentos, decorrente da redução da produtividade agrícola, agrava os quadros de insegurança alimentar e nutricional. Paradoxalmente, esses grupos, embora sejam os mais afetados pelos impactos climáticos, figuram entre os que menos contribuem para as emissões de gases de efeito estufa, evidenciando uma profunda assimetria socioambiental e um cenário de injustiça climática.

Diante desse contexto, o presente trabalho buscou analisar a contribuição do Brasil para as mudanças climáticas a partir da relação entre agropecuária extensiva e desmatamento, considerando seus efeitos ambientais em escala local, regional e global. Compreender essa dinâmica é imprescindível para subsidiar políticas públicas, estratégias de mitigação e modelos de desenvolvimento que conciliem produção econômica, justiça socioambiental e compromisso com a sustentabilidade climática.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A atmosfera terrestre pode ser entendida como um imenso fluido composto por gases que circundam a Terra. Tais gases, como afirmam Oliveira et al (2009), asseguram que os elementos presentes no planeta sejam preservados nas suas condições naturais, como é o caso da água, que para permanecer em estado líquido, condição essa indispensável aos processos biológicos conhecidos, precisa que a atmosfera garanta condições ideais de temperatura e

pressão. Assim, é graças ao equilíbrio natural entre os gases presentes na atmosfera que a vida pôde se desenvolver e evoluir ao longo de bilhões de anos até alcançar os dias atuais.

Conforme descreve Branco (2014), a composição da atmosfera terrestre é formada majoritariamente por nitrogênio (78,09%) e oxigênio (20,95%), seguidos por argônio (0,93%), dióxido de carbono (0,039%) e outros gases em proporções reduzidas, além do vapor de água, cuja concentração varia espacial e temporalmente. É nesse sistema dinâmico que se estabelecem o tempo e o clima, conceitos fundamentais para a compreensão das dinâmicas atmosféricas. O tempo refere-se às condições meteorológicas momentâneas observadas em um determinado local, como um dia chuvoso, uma tarde quente ou uma noite nublada, enquanto o clima corresponde à descrição estatística de longo prazo dessas condições, construída a partir de médias e variações observadas ao longo de décadas (CAIN et al., 2018).

Essa distinção entre os conceitos de tempo e clima é de suma importância, uma vez que o clima exerce influência direta sobre a distribuição dos organismos vivos e sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres. Em função da heterogeneidade ambiental do planeta, diferentes regiões apresentam climas distintos, os quais são condicionados por fatores como latitude, altitude, distância dos oceanos, tipos de superfície e a atuação dos sistemas atmosféricos de pressão e ventos predominantes (YNOUE et al., 2017).

Nesse contexto, destaca-se o efeito estufa, frequentemente associado de forma equivocada apenas ao aquecimento global. Trata-se de um fenômeno natural indispensável à manutenção do equilíbrio térmico do planeta, uma vez que consiste na retenção parcial da radiação infravermelha reemitida pela superfície terrestre por determinados gases atmosféricos, impedindo que todo o calor seja dissipado para o espaço (ROSSIGNOL, 2020). Sem esse mecanismo natural, a temperatura média da Terra seria significativamente mais baixa, inviabilizando a maior parte das formas de vida conhecidas.

Os gases responsáveis por essa retenção de energia são denominados gases de efeito estufa (GEES). Entre eles, encontram-se tanto gases naturalmente presentes na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o ozônio (O<sub>3</sub>) e o vapor de água (H<sub>2</sub>O), quanto gases de origem exclusivamente antrópica, como os clorofluorcarbonetos (CFC) e os halocarbonetos hidrogenados (HFC e HCFC), amplamente utilizados em processos industriais e sistemas de refrigeração (BARRY; CHORLEY, 2009). Embora o vapor de água seja o GEE mais abundante e o maior contribuinte natural para o efeito estufa, sua presença na atmosfera decorre majoritariamente de processos naturais.

Quando se analisam especificamente as emissões de origem antrópica, o dióxido de carbono, o óxido nitroso e o metano assumem papel central, tanto pela quantidade emitida

quanto pelo tempo de permanência na atmosfera, que pode chegar a aproximadamente 1.000 anos para o CO<sub>2</sub>, 120 anos para o N<sub>2</sub>O e cerca de 10 anos para o CH<sub>4</sub> (UNEP, 2022). A intensificação das atividades humanas desde a Revolução Industrial, especialmente associada à queima de combustíveis fósseis, ao desmatamento e à expansão agropecuária, ampliou de forma expressiva a concentração desses gases na atmosfera, rompendo o equilíbrio natural do sistema climático (POTT; ESTRELA, 2017).

Como consequência desse processo, observa-se uma maior retenção do calor proveniente da radiação solar, intensificando o efeito estufa natural e contribuindo diretamente para o aquecimento global e, conseqüentemente, para as mudanças climáticas de origem antrópica. Dessa forma, a intensificação do efeito estufa está diretamente relacionada ao aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa de origem antrópica, processo que altera o balanço radiativo da Terra. Em condições naturais, o sistema climático mantém um equilíbrio dinâmico entre a energia solar que entra na atmosfera e aquela que é refletida ou reemitida para o espaço. Contudo, o acréscimo de gases como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) amplia a capacidade da atmosfera de absorver e reter a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, reduzindo a perda de calor e elevando a temperatura média global (IPCC, 2023).

Esse desequilíbrio energético, denominado forçamento radiativo positivo, é considerado o principal mecanismo físico responsável pelo aquecimento global contemporâneo. De acordo com o IPCC (2021), desde o período pré-industrial, o aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera elevou significativamente o forçamento radiativo, resultando em um aquecimento médio global superior a 1,1 °C. Embora esse valor aparente ser numericamente pequeno, suas implicações são amplas, pois pequenas variações na temperatura média global são suficientes para alterar padrões atmosféricos, oceânicos e biogeoquímicos em escala planetária. Nesse sentido, Barry e Chorley (2009) destacam que o sistema climático responde de forma não linear às alterações no balanço energético, potencializando a ocorrência de eventos extremos.

O aquecimento global desencadeia também mecanismos de retroalimentação positiva que tendem a intensificar ainda mais o efeito estufa. O aumento da temperatura promove maior evaporação da água, elevando a concentração de vapor de água na atmosfera, que, por sua vez, é o GEE mais abundante e eficiente na retenção de calor. Esse processo cria um ciclo de realimentação que acelera o aquecimento, ampliando seus impactos sobre o clima global (ROSSIGNOL, 2020). Outro exemplo relevante refere-se ao degelo de áreas de permafrost em altas latitudes, que libera grandes quantidades de metano anteriormente aprisionadas no solo, contribuindo para o reforço do efeito estufa (IPCC, 2021).

Além disso, o aquecimento global afeta a capacidade dos oceanos e da biosfera terrestre de atuarem como sumidouros de carbono. À medida que a temperatura dos oceanos se eleva, sua eficiência na absorção de CO<sub>2</sub> atmosférico diminui, ao mesmo tempo em que processos como o desmatamento reduzem a capacidade das florestas de sequestrar carbono. Esse enfraquecimento dos sumidouros naturais intensifica a permanência dos GEE na atmosfera, retroalimentando o aquecimento global (NOBRE et al., 2016; NAÇÕES UNIDAS, 2025).

Dessa forma, a intensificação do efeito estufa e o aquecimento global configuram processos intrinsecamente interligados, nos quais as ações humanas desempenham papel central. A elevação contínua das emissões de GEE, associada a modelos de produção e consumo ambientalmente insustentáveis, tem rompido o equilíbrio climático construído ao longo de milhões de anos, resultando em transformações profundas nos sistemas naturais e sociais. Conforme alerta a Organização das Nações Unidas, a persistência dessa trajetória compromete não apenas a estabilidade climática, mas também as bases ecológicas e socioeconômicas que sustentam a vida no planeta (NAÇÕES UNIDAS, 2025).

Nesse contexto, o Brasil ocupa uma posição estratégica e, ao mesmo tempo, contraditória no debate climático global. Por um lado, o país detém uma das maiores biodiversidades do planeta, extensas áreas florestais e um potencial significativo para a geração de energia a partir de fontes renováveis. Por outro, figura entre os principais emissores de gases de efeito estufa, sobretudo em função do desmatamento, das queimadas e da expansão da agropecuária extensiva, atividades que respondem por parcela expressiva das emissões nacionais. A conversão de áreas naturais em pastagens e monoculturas agrícolas compromete importantes sumidouros de carbono, como as florestas tropicais, intensificando o aquecimento global e agravando a perda de serviços ecossistêmicos essenciais.

O desmatamento desenfreado no Brasil não é algo atual, já que ela se inicia no século XVI com a chegada dos povos europeus no território. Marcondes (2005, p. 28), à esse respeito menciona que

Os portugueses, até então acostumados com a ‘avareza’ da natureza do Velho Mundo, que impunha restrições espaciais e ecológicas ao crescimento da economia europeia, viram, por exemplo, na Mata Atlântica, um potencial grandioso de exploração que jamais se esgotaria. Havia a sensação de inesgotabilidade dos bens naturais. (MARCONDES, 2005, p.28)

Contudo, é a partir da segunda metade do século XX com a abertura das fronteiras agropecuárias, que o processo de desmatamento se intensifica de maneira significativa. Embora

a exploração dos recursos naturais remonte ao período colonial, foi somente com a consolidação de políticas estatais de ocupação territorial e integração nacional que a supressão da vegetação nativa passou a ocorrer em larga escala, sobretudo nos biomas Amazônia e Cerrado. De acordo com Becker (2005) foi nesse período que o Estado brasileiro adotou uma estratégia desenvolvimentista que visava integrar áreas consideradas “vazios demográficos” ao mercado nacional. A construção de grandes eixos rodoviários, como a Belém–Brasília e a Transamazônica, aliada a incentivos fiscais, crédito rural e políticas de colonização, favoreceu a expansão da agropecuária extensiva e impulsionou o avanço da fronteira agrícola sobre áreas florestais.

Fearnside (2005) afirma que a partir da década de 1970, a pecuária bovina tornou-se o principal vetor do desmatamento na Amazônia Legal, uma vez que grandes áreas de floresta eram derrubadas para a formação de pastagens, muitas vezes como estratégia de apropriação da terra. O autor coloca ainda que “a pecuária extensiva é responsável pela maior parte da área desmatada na Amazônia brasileira, tanto direta quanto indiretamente” (FEARNSIDE, 2005, p. 114).

Segundo o MapBiomas (2024a, s.p)

[...] 90% das áreas desmatadas na Amazônia tiveram como primeiro uso a pastagem. O desmatamento direto para agricultura teve seu ápice em 2004, com 147 mil hectares desmatados de forma direta para uso agrícola, porém caiu drasticamente nos anos seguintes, influenciado diretamente pela moratória da soja (MAPBIOMAS, 2024a, s.p.).

Embora a Amazônia concentre grande parte do debate público e científico sobre o desmatamento, esse fenômeno não se restringe a esse bioma. O Cerrado, por sua vez, tem se consolidado como a principal frente contemporânea de expansão da fronteira agropecuária no país. Em 2023, o bioma foi responsável por 61% de toda a área desmatada no Brasil, enquanto a Amazônia respondeu por 25%, evidenciando uma mudança espacial do desmatamento em escala nacional. Nesse mesmo ano, foram desmatados 1.110.326 hectares de Cerrado, representando um crescimento de 68% em relação a 2022. Conforme destaca o MapBiomas (2024b, s.p.), 97% do desmatamento registrado no país teve a expansão agropecuária como principal vetor, reforçando o papel central desse setor na perda de vegetação nativa e nas emissões associadas de gases de efeito estufa.

Nas últimas décadas, o Brasil apresentou avanços significativos no campo da legislação ambiental, consolidando um arcabouço jurídico reconhecido internacionalmente. A

Constituição Federal de 1988 estabeleceu um marco ao definir que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1988, art. 225), atribuindo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Posteriormente, instrumentos como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a criação de unidades de conservação e os sistemas de monitoramento por satélite representaram importantes mecanismos de proteção ambiental.

Contudo, apesar desses avanços normativos, o país ainda enfrenta sérias limitações na efetividade das ações de controle e fiscalização. Dados recentes indicam que o desmatamento e as queimadas persistem em níveis elevados, impulsionados sobretudo pela expansão agropecuária, fragilidades institucionais e descontinuidade de políticas públicas (MAPBIOMAS, 2024b). Conforme ressalta Fearnside (2017), a existência de leis ambientais, embora fundamental, não garante por si só a conservação dos ecossistemas, sendo indispensável o fortalecimento da governança ambiental, da fiscalização e da aplicação efetiva das sanções.

Nesse cenário, o Brasil figura como um importante contribuinte para o aquecimento global, uma vez que o desmatamento e as queimadas respondem por parcela significativa das emissões nacionais de gases de efeito estufa, especialmente nos setores de uso da terra e mudanças no uso da terra. Assim, o desafio brasileiro contemporâneo reside menos na ausência de normas e mais na consolidação de medidas concretas, contínuas e integradas capazes de conter o avanço do desmatamento e das queimadas e assegurar a proteção do patrimônio ambiental.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa mista, integrando métodos qualitativos e quantitativos, conforme proposto por Farias Filho et al. (2019). A análise qualitativa permitiu a interpretação crítica dos impactos socioambientais relacionados à agropecuária, ao desmatamento e às mudanças climáticas, enquanto a abordagem quantitativa baseou-se em dados estatísticos, como taxas de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa (GEE).

A pesquisa possui caráter descritivo-explicativo, com base na análise de dados secundários. A coleta de dados foi realizada por meio de relatórios, documentos técnicos, mapas e bases estatísticas produzidos por instituições oficiais e científicas, destacando-se o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a plataforma MapBiomass.

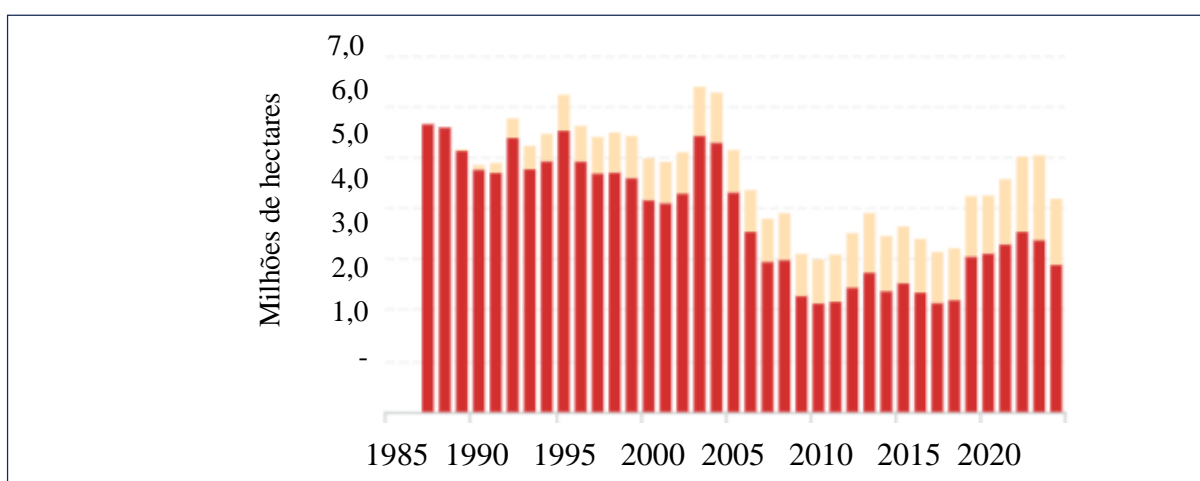
Complementarmente, foram consultados artigos científicos disponíveis nas bases Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos CAPES, além de livros e dissertações pertinentes ao tema. A seleção do material considerou as seguintes palavras-chave, em português e inglês: supressão vegetal, poluição atmosférica, crise climática, gases de efeito estufa e justiça climática.

A análise dos dados ocorreu por meio de análise documental e análise estatística, com a organização de informações em tabelas e gráficos, possibilitando a identificação de tendências e relações entre a expansão agropecuária, o desmatamento e o aquecimento global no contexto da crise climática contemporânea.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com os dados apresentados pelo MapBiomas (2025b) o desmatamento no Brasil apresenta comportamento dinâmico e fortemente condicionado por fatores políticos, econômicos e institucionais, não seguindo uma tendência linear ao longo do período analisado, de 1985 a 2024. Durante esse período, a menor taxa de desmatamento de vegetação primária no Brasil ocorreu em 2010, com a supressão de 2.133.041 ha, enquanto o maior valor foi observado em 1987, com 5.647.040 ha desmatados, onde o cenário era marcado por incentivos fiscais (MAHAR, 1979).

A figura 1 demonstra a área anual desmatada no país entre os anos de 1985 a 2024 em milhões de hectares, tanto da vegetação primária quanto da vegetação secundária:



**Figura 1:** Área anual desmatada no território brasileiro entre 1985 e 2024 em milhões de hectares.

**Fonte:** MapBiomas, 2025b.

**Organização:** Autores.

As áreas representadas em vermelho representam a supressão da vegetação primária, referindo-se à cobertura vegetal nativa que, até então, não havia passado por qualquer perturbação capaz de alterar significativamente sua estrutura ou composição, caracterizando-se por elevada biodiversidade. Já as áreas em bege indicam a supressão da vegetação secundária, tratando-se do resultado de intervenções antrópicas que levaram à remoção da vegetação primária, permitindo a regeneração e o desenvolvimento de uma nova cobertura vegetal, ou seja, uma vegetação secundária (SALOMÃO *et al.*, 2024).

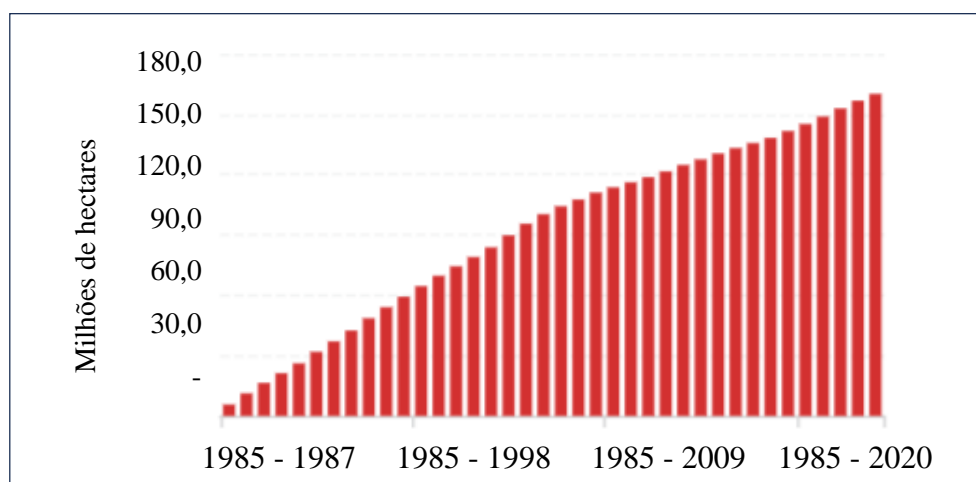
De maneira geral, entre 1985 e o início dos anos 2000, observa-se a manutenção de níveis elevados de desmatamento, com valores anuais predominantemente situados entre 4 e 6 milhões de hectares. Esse período caracteriza-se pela intensificação da expansão da fronteira agropecuária, sobretudo associada à pecuária extensiva e ao avanço do agronegócio sobre áreas de vegetação nativa, além da fragilidade dos mecanismos de fiscalização ambiental e da incipiente adoção de políticas públicas voltadas ao controle do desmatamento. De acordo com Nepstad *et al.* (2006), os anos com as maiores taxas foram 2003, com 6.382.517 ha, seguido de 2004, com 6.267.108 ha, devido ao aumento da produção de *commodities*, como a soja, e a expansão da fronteira agropecuária.

A partir de 2005 é possível observar uma tendência na redução e estabilização das taxas anuais de desmatamento até o ano de 2013. O gráfico (figura 1) demonstra que os menores valores históricos se deram entre 2010 e 2012 quando o desmatamento anual se aproximou de 2 milhões de hectares. Tal fato ocorreu graças a implementação de algumas medidas, como o sistema de monitorização remoto de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) e o reforço de medidas legais que implicaram no fortalecimento e posteriormente na criação de um novo Código Florestal, juntamente a adesão do Cadastro Ambiental Rural (CAR) (Nepstad *et al.*, 2014).

No entanto, a partir de 2013, verifica-se uma reversão parcial dessa tendência, marcada por um crescimento gradual e irregular das taxas de desmatamento. Embora os valores não tenham retornado aos patamares observados nas décadas anteriores, a retomada indica fragilização dos instrumentos de governança ambiental, associada à redução da capacidade de fiscalização, à ampliação de atividades ilegais e à intensificação de conflitos fundiários. Já entre 2019 e 2024, o gráfico (figura 1) revela um novo ciclo de intensificação do desmatamento, com valores anuais voltando a se aproximar de 3 a 5 milhões de hectares. Esse aumento recente reflete mudanças no contexto político-institucional, caracterizadas pela flexibilização das políticas ambientais, enfraquecimento dos órgãos de controle e estímulo indireto à ocupação e

exploração de áreas florestais, especialmente nos biomas Amazônia e Cerrado (SILVA; VINHA, 2025).

Já a Figura 2 apresenta a evolução da área desmatada acumulada no Brasil entre 1985 e 2014, expressa em milhões de hectares, evidenciando a dimensão histórica e progressiva da supressão da vegetação nativa no território nacional. Observa-se um crescimento contínuo e praticamente linear da área desmatada acumulada ao longo do período, o que indica que, apesar das oscilações anuais nas taxas de desmatamento, o saldo ambiental permanece negativo, com perdas sucessivas de cobertura vegetal.



**Figura 2:** Área desmatada acumulada no período de 1985 a 2024 em milhões de hectares.

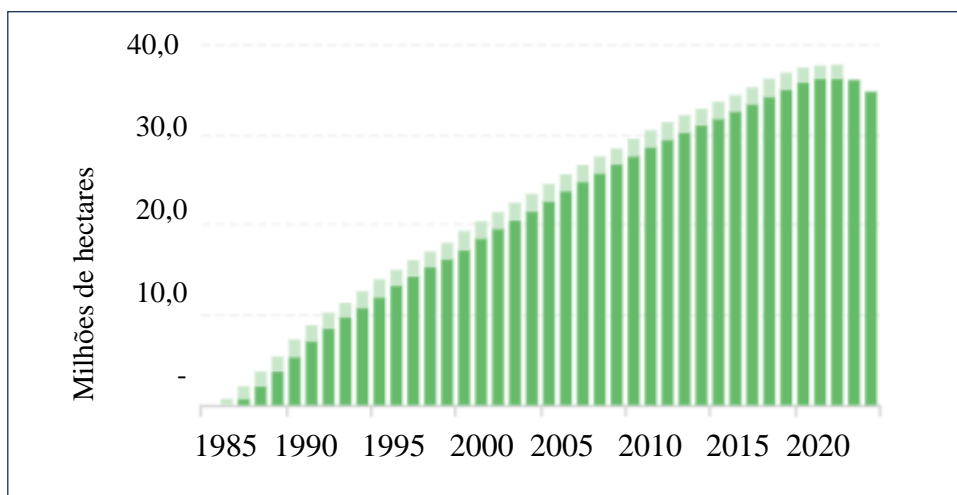
**Fonte:** MapBiomias, 2025b.

**Organização:** Autores.

Nos primeiros anos da série, no final da década de 1980, a área acumulada ainda se apresenta relativamente reduzida; entretanto, a partir da década de 1990, verifica-se uma acentuada intensificação do acúmulo de áreas desmatadas, acompanhando os elevados índices anuais registrados nesse período. Mesmo durante a fase de redução das taxas anuais observada a partir de meados dos anos 2000, o gráfico demonstra que o desmatamento acumulado continua a crescer, ainda que em ritmo mais moderado, reforçando o caráter irreversível de grande parte das perdas florestais.

Ao final do período analisado, a área desmatada acumulada atinge patamares extremamente elevados, ultrapassando a marca de centenas de milhões de hectares, o que evidencia a magnitude do impacto antrópico sobre os biomas brasileiros. Esses dados ressaltam que políticas de controle do desmatamento, embora fundamentais para reduzir o ritmo da supressão vegetal, não são suficientes, por si só, para reverter o passivo ambiental historicamente construído, tornando indispensáveis estratégias integradas de restauração ecológica, regeneração natural e ordenamento territorial.

Quanto à Figura 3, evidencia, no período analisado, a área regenerada no território brasileiro. As áreas representadas em tonalidades mais escuras correspondem às formações florestais em regeneração, enquanto as áreas em verde mais claro, conforme dados disponibilizados pela plataforma MapBiomas até o ano de 2022, abrangem as pastagens e culturas agrícolas como café, soja, cana, arroz e algodão, entre outras.



**Figura 3:** Área regenerada anualmente no período de 1985 a 2024 em milhões de hectares.

**Fonte:** MapBiomas, 2025c.

**Organização:** Autores.

Através desse gráfico é possível observar que a expansão da área regenerada ao longo do período de 1985 a 2024 é composta por dinâmicas distintas de uso e cobertura da terra. O crescimento inicial da área total regenerada é fortemente influenciado pelo aumento das áreas de florestas em regeneração, especialmente a partir da década de 1990, indicando a retomada parcial da cobertura florestal em áreas anteriormente desmatadas ou abandonadas, com potencial para a recomposição de funções ecossistêmicas e da biodiversidade.

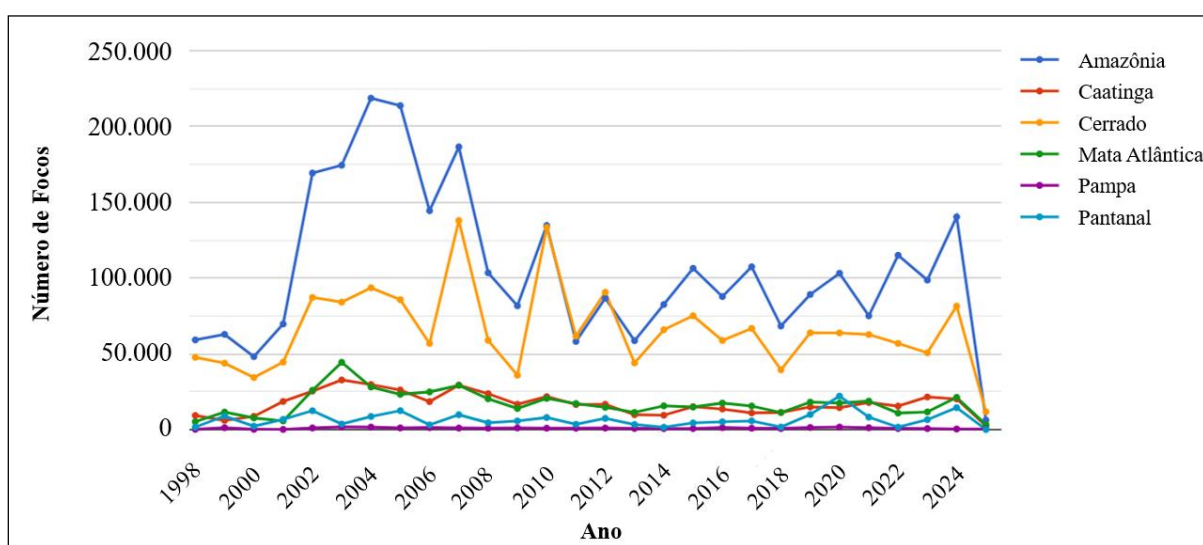
Entretanto, a presença expressiva das áreas em verde claro revela que parcela significativa da área classificada como regenerada corresponde a pastagens e sistemas agrícolas, como café e soja, que, embora representem formas de cobertura vegetal, não desempenham o mesmo papel ecológico das florestas em regeneração. Essa diferenciação é fundamental, pois evidencia que o aumento da área regenerada não implica, necessariamente, recuperação florestal efetiva, mas, em muitos casos, reflete a alternância ou reorganização de usos do solo associados às dinâmicas produtivas do espaço rural.

Outro fato importante se mostra quando analisadas as Figuras 2 e 3 de forma conjunta. Nelas é possível evidenciar um contraste significativo entre a dinâmica do desmatamento acumulado e os processos de regeneração da vegetação no Brasil. Enquanto a área desmatada

acumulada apresenta crescimento contínuo ao longo do período analisado, refletindo perdas históricas e irreversíveis de cobertura vegetal, a área regenerada, embora crescente até meados da década de 2010, mostra-se insuficiente para compensar o passivo ambiental acumulado.

Mesmo nos períodos de maior avanço da regeneração natural, o saldo ambiental permanece negativo, indicando que os processos de recomposição da vegetação ocorrem em ritmo inferior ao da supressão histórica dos ecossistemas, fato esse que pode ser observado através dos valores, em milhões de hectares, presentes em ambos os gráficos. Essa discrepância reforça a necessidade de políticas públicas integradas que articulem o controle efetivo do desmatamento com estratégias ativas de restauração ecológica, de modo a mitigar os impactos ambientais e climáticos associados à perda de vegetação nativa no território brasileiro.

A Figura 4 apresenta a série histórica do número de focos de incêndio registrados no Brasil por bioma, entre 1998 e 2024, evidenciando diferenças espaciais marcantes e forte variabilidade temporal.



**Figura 4:** Série histórica de focos de incêndio por bioma e ano.

**Fonte:** INPE, 2025.

A Amazônia apresenta o maior número de focos de incêndio em quase todos os anos desde que o INPE iniciou o monitoramento, com exceção de 2012, quando o Cerrado liderou com 90.600 focos, frente a 86.719 na Amazônia. O pico de queimadas na Amazônia se deu no ano de 2004, com 218.637 focos identificados, enquanto o maior valor no Cerrado foi em 2007, com 137.918. Nos outros biomas, como a Mata Atlântica, a Caatinga e o Pampa, os números máximos ocorreram no ano de 2003 com 44.431, 32.773 e 1.798 focos, respectivamente.

O Cerrado e a Amazônia lideram os índices, não apenas por serem os maiores biomas, mas também por serem os mais afetados pelas atividades agropecuárias, que muitas vezes

utiliza as chamas para facilitar a prática do desmatamento e a renovação do pasto (GREENPEACE, 2025). Observa-se de maneira geral, que a Amazônia concentra, de forma recorrente, o maior número de focos de incêndio ao longo de praticamente todo o período analisado, com picos expressivos no início dos anos 2000 e novos aumentos em anos recentes. Sobre esse fato, o Greenpeace (2025) afirma que:

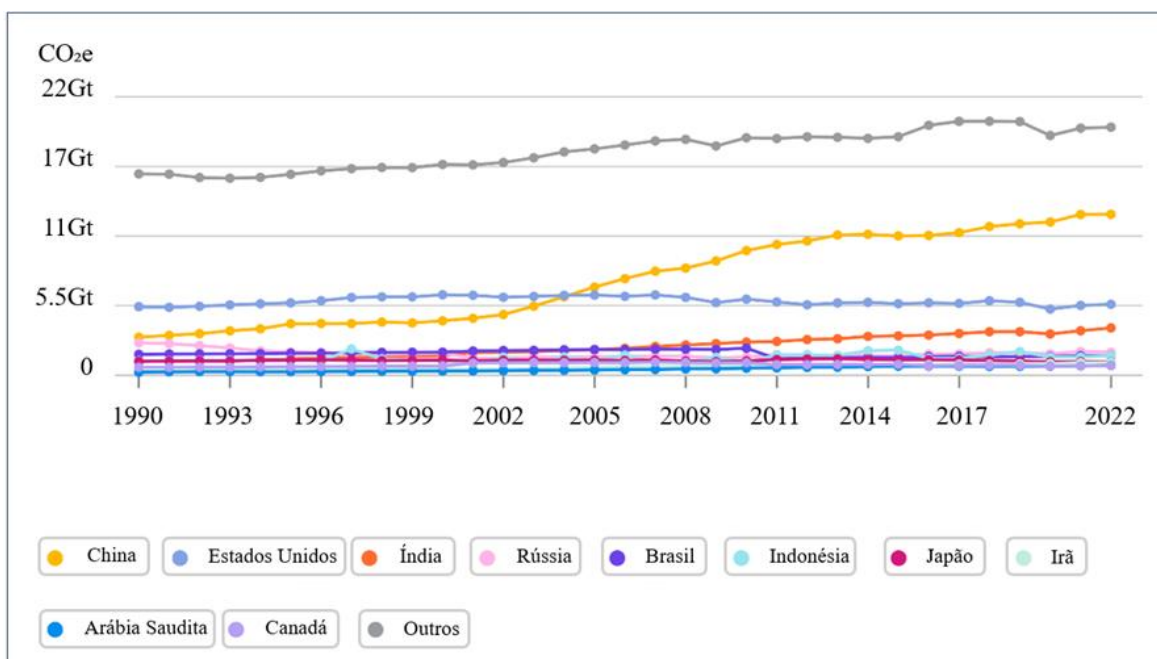
As florestas tropicais intactas normalmente não queimam, pois são muito úmidas. As queimadas na Amazônia são quase sempre causadas pelo ser humano, por atos como o garimpo ilegal, nas diferentes etapas do desmatamento, seja para limpar a terra da vegetação depois que grandes árvores foram derrubadas ou para enfraquecer a floresta. (GREENPEACE, 2025)

Embora o Cerrado seja, atualmente, classificado como um *hotspot* de biodiversidade, seu clima e vegetação apresentam adaptações que conferem maior capacidade de recuperação frente a perturbações ambientais como o fogo até certo ponto. O mesmo, contudo, não se aplica a Amazônia. Segundo a pesquisadora brasileira Erika Berenguer, que investiga os efeitos do fogo na região amazônica, para que o bioma amazônico seja afetado por incêndios "[...] é preciso que alguém coloque o fogo. Ao contrário de ecossistemas como o Cerrado, a Amazônia não evoluiu com o fogo, e ele não faz parte da dinâmica dela" (BBC, 2019).

Já os biomas do Pantanal e do Pampa, possuem, na maioria dos anos, os menores índices de focos de queimadas entre os biomas brasileiros. Contudo, em 2020, o Pantanal atingiu seu maior número de ocorrências, totalizando 22.116 registros. Esse aumento está associado às secas severas que o bioma enfrenta desde 2019, período mais seco das últimas quatro décadas, reflexo da emergência climática e do desmatamento nas cabeceiras dos rios que o alimentam (WWF, 2024). O gráfico evidencia uma ascensão acentuada dos focos a partir de 2018, culminando no pico observado em 2020.

Tanto os focos registrados no Pantanal quanto os de outros biomas são predominantemente de origem antrópica. Em entrevista à agência pública de notícias Agência Brasil, a doutora em Geociências e coordenadora do Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais (LASA/UFRJ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Renata Libonati, afirmou que “99% dos incêndios no Brasil são causados por ação humana, enquanto apenas 1% tem início através dos raios” (AGENCIA BRASIL, 2024). A supressão vegetal, especialmente quando ocorre através das queimadas, intensifica a emissão de GEE na atmosfera e amplia os impactos sobre o equilíbrio climático.

Quando se trata dos países com as maiores emissões de GEE do mundo, o Brasil aparece entre os 10 maiores no período de 1990 à 2022 como mostra a Figura 5.



**Figura 5:** Histórico das emissões totais de Gases de Efeito Estufa incluindo a mudança no uso das terras e florestas de 1990 a 2022 ao redor do planeta em gigatoneladas (Gt).

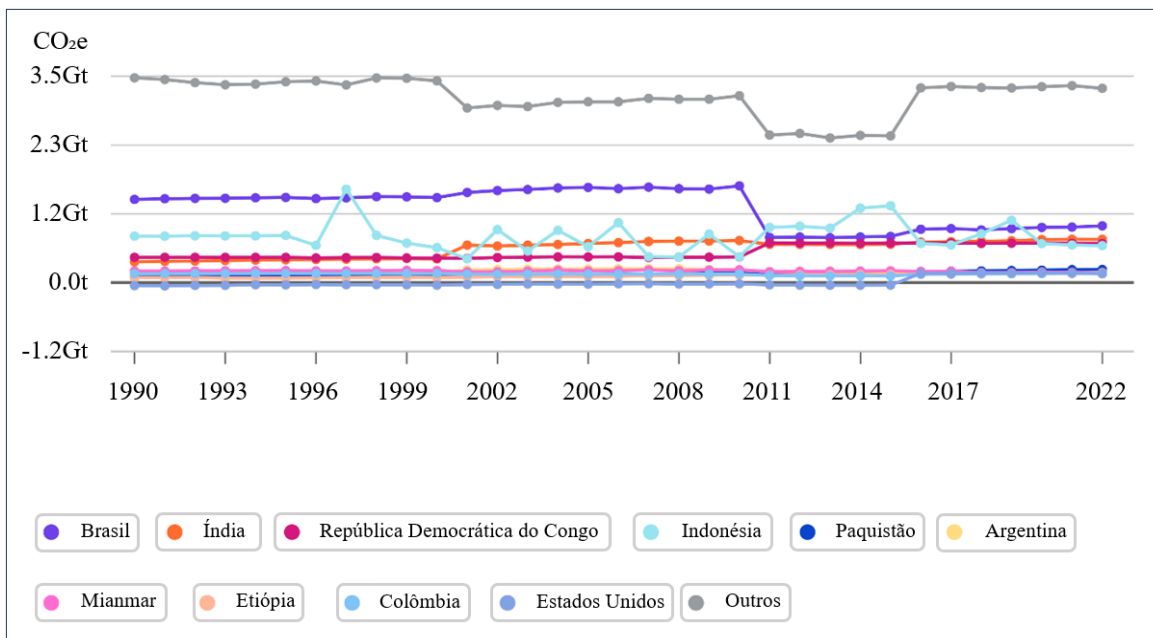
**Fonte:** Adaptado de *Climate Watch* ©, 2025.

Observa-se que os Estados Unidos mantiveram, ao longo de todo o período, elevados níveis de emissões, com valores relativamente estáveis, porém com leve tendência de crescimento até meados da década de 2000, seguida de oscilações e discreta redução em anos recentes, refletindo avanços na matriz energética, eficiência industrial e políticas de mitigação. Em contraste, a China apresenta a trajetória mais expressiva de crescimento, especialmente a partir dos anos 2000, quando suas emissões aumentam de forma acelerada, superando os Estados Unidos e consolidando-se como o maior emissor global de GEE, em grande parte devido à rápida industrialização, urbanização e dependência de combustíveis fósseis.

A Índia também demonstra crescimento contínuo das emissões ao longo do período, ainda que em patamares inferiores aos da China e dos Estados Unidos, acompanhando sua expansão econômica e aumento da demanda energética. A Rússia, por sua vez, apresenta comportamento mais estável, com flutuações moderadas associadas a transformações econômicas pós-soviéticas e à estrutura de sua matriz energética.

No caso do Brasil, observa-se uma trajetória marcada por oscilações, fortemente influenciada pelas emissões decorrentes da mudança no uso da terra e do desmatamento. Embora o país não figure entre os maiores emissores industriais, suas emissões totais mantêm-se relevantes no cenário global, evidenciando a centralidade das políticas de controle do desmatamento para a mitigação das emissões nacionais. Tal fato se comprova ao observarmos

a Figura 6, que demonstra apenas as emissões de GEE provenientes da agricultura e das alterações no uso das terra no período de 1990 a 2022.



**Figura 6:** Histórico das emissões de Gases de Efeito Estufa apenas nos setores da agricultura e mudança no uso das terras e floresta.

**Fonte:** Adaptado de *Climate Watch* ©, 2025.

Nele é possível observar que o Brasil permanece liderando as emissões de GEES em quase todo o período analisado. A análise do histórico das emissões globais de Gases de Efeito Estufa, apresentada no gráfico, se relaciona diretamente com os dados anteriores sobre desmatamento, regeneração da vegetação e ocorrência de incêndios no Brasil. As oscilações nas emissões brasileiras refletem, em grande medida, a dinâmica do uso e da cobertura da terra, uma vez que o desmatamento acumulado, a recorrência de focos de incêndio e a limitada capacidade de regeneração florestal contribuem significativamente para o aumento das emissões nacionais.

Nesse contexto, os dados reforçam que, embora o Brasil não seja um dos maiores emissores industriais do mundo, sua posição no cenário climático global está fortemente condicionada à gestão dos ecossistemas florestais, evidenciando que o controle do desmatamento, a redução do uso do fogo e o fortalecimento da regeneração florestal são elementos centrais para a mitigação das mudanças climáticas e para a redução das emissões de GEE em escala nacional e global.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste artigo evidencia que as mudanças climáticas contemporâneas estão profundamente relacionadas aos modelos de uso e ocupação da terra, em especial no caso brasileiro, onde a agropecuária extensiva e o desmatamento configuram-se como os principais vetores das emissões de gases de efeito estufa. Diferentemente do padrão observado em países industrializados, a matriz de emissões do Brasil revela uma dependência significativa da conversão de ecossistemas naturais, sobretudo nos biomas Amazônia e Cerrado, o que reforça o papel estratégico do país no enfrentamento da crise climática global.

O desmatamento promove a liberação massiva de carbono estocado na biomassa e nos solos, enquanto a pecuária bovina intensifica as emissões de metano, ampliando o potencial de aquecimento global em curto e médio prazos. Além disso, práticas produtivas insustentáveis, como o manejo inadequado do solo, a degradação de pastagens e o uso recorrente de queimadas, agravam a perda de biodiversidade, comprometem serviços ecossistêmicos essenciais e aprofundam os desequilíbrios climáticos já em curso.

Os impactos decorrentes desse modelo de desenvolvimento manifestam-se de forma desigual no território e na sociedade brasileira, afetando de maneira mais severa as populações socialmente vulneráveis. Tal realidade evidencia um cenário de injustiça climática, no qual os grupos que menos contribuem para as emissões são os mais expostos aos riscos e às perdas associadas aos eventos climáticos extremos, à insegurança alimentar e à degradação ambiental. Esse quadro reforça a importância do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, tanto no âmbito internacional quanto nas políticas internas do país.

Diante disso, conclui-se que a mitigação das mudanças climáticas no Brasil passa, necessariamente, pela redução do desmatamento, pela transformação dos sistemas agropecuários e pela adoção de modelos produtivos mais eficientes e sustentáveis. O fortalecimento de políticas públicas ambientais, o incentivo à intensificação sustentável da produção, a valorização da conservação dos biomas e a promoção da justiça socioambiental são medidas fundamentais para que o país possa reduzir sua contribuição para o aquecimento global. Assim, compreender a relação entre agropecuária extensiva, desmatamento e mudanças climáticas não apenas amplia o debate científico, mas também subsidia a construção de estratégias capazes de conciliar desenvolvimento econômico, equidade social e sustentabilidade climática em diferentes escalas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. **Monitoramento mostra que 99% dos incêndios são por ação humana**: pesquisadora alerta para situação crítica em três biomas. 2024. Disponível em:

COSTA, J.V. *et al.*

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/monitoramento-mostra-que-99-dos-incendios-sao-por-acao-humana>. Acesso em: 28 jul. 2025.

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. *Atmosphere, weather and climate*. 9. ed. London: Routledge, 2009.

BBC. **'A floresta leva décadas ou centenas de anos pra se recuperar': O que difere os incêndios na Amazônia e no cerrado**. 2019. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49459942#:~:text=A%20especialista%20ressalta%20que%20a,cerne%20da%20árvore"%2C%20detalha.&text=Enquanto%20no%20Cerrado%20existem%20árvores,de%20baixa%20intensidade"%2C%20explica](https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49459942#:~:text=A%20especialista%20ressalta%20que%20a,cerne%20da%20árvore). Acesso em: 20 out. 2025.

BECKER, Bertha K. **Geopolítica da Amazônia**. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71–86, 2005.

BRANCO, Samuel Murgel. *O meio ambiente em debate*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

BRASIL. Senado Federal. **Novo Código Florestal acirra disputa entre ruralistas e ambientalistas**. Brasília. 2010. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2010/11/26/novo-codigo-florestal-acirra-disputa-entre-ruralistas-e-ambientalistas>. Acesso em: 31 out. 2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 23 out. 2025.

CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2018.

CLIMATE WATCH. **Historical GHG Emissions**. 2025. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>. Acesso em: 28 jul. 2025.

FARIAS FILHO, J. R.; et al. Método de pesquisa misto para identificação do problema de pesquisa. **Conhecimento & Diversidade**, Niterói, v. 10, n. 22, p. 88-102, 6 fev. 2019. Centro Universitário La Salle. Disponível em: [https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento\\_diversidade/article/view/5155](https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento_diversidade/article/view/5155). Acesso em: 25 abr. 2025.

FEARNSIDE, Philip M. *Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências*. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113–123, 2005.

FEARNSIDE, Philip M. *Deforestation of the Brazilian Amazon*. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford: Oxford University Press, 2017.

GIDDENS, Anthony. *A política da mudança climática*. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GREENPEACE. **Queimadas no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/informe->

se/amazonia/queimadas/#:~:text=As%20queimadas%20na%20Amazônia%20são,ou%20para%20enfraquecer%20a%20floresta. Acesso em: 20 out. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento dos Focos Ativos por Bioma**. 2025. Disponível em: [https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/estatisticas/estatisticas\\_estados/#afooter](https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/estatisticas/estatisticas_estados/#afooter). Acesso em: 28 jul. 2025.

IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023.

MAHAR, D.J. 1979. *Frontier Development Policy in Brazil: A Study of Amazonia*. Praeger, Nova York, E.U.A.

MAPBIOMAS. **Mais de 90% do desmatamento da Amazônia é para abertura de pastagem**. 2024a. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/10/03/mais-de-90-do-desmatamento-da-amazonia-e-para-abertura-de-pastagem>. Acesso em: 09 abr. 2025.

MAPBIOMAS. **Área queimada no Brasil cresce 79% em 2024 e supera os 30 milhões de hectares**. 2025a. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-supera-os-30-milhoes-de-hectares/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

MAPBIOMAS. **Mapa da Cobertura do Território Brasileiro**. 2025d. Disponível em: [https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/coverage/coverage\\_lclu](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/coverage/coverage_lclu). Acesso em: 21 jul. 2025.

MAPBIOMAS. **Mapa da Série Histórica do Desmatamento**. 2025b. Disponível em: [https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/deforestation/deforestation\\_annual](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/deforestation/deforestation_annual). Acesso em: 21 jul. 2025.

MAPBIOMAS. **Mapa da Vegetação Secundária**. 2025c. Disponível em: [https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/regeneration/secondary\\_vegetation\\_annual](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/regeneration/secondary_vegetation_annual). Acesso em: 21 jul. 2025.

MAPBIOMAS. **RAD 2023: Matopiba passa a Amazônia e assume a liderança do desmatamento no Brasil**. 2024b. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil>. Acesso em: 09 abr. 2025.

MARCONDES, S. A. **Brasil, amor à primeira vista!**: viagem ambiental no Brasil do século XVI ao XXI. Peirópolis, São Paulo, 2005. p. 27-28.

NAÇÕES UNIDAS. **Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas**. Disponível em: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. Acesso em: 29 abr. 2025.

NEPSTAD, D. et al. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1248525>. Acesso em: 15 out. 2025.

NOBRE, Carlos A. et al. *Mudanças climáticas e o Brasil: impactos, vulnerabilidade e adaptação*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 2016.

NOBRE, Carlos A. et al. *Riscos de colapso da Amazônia*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2016.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. *Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG): Análise das emissões brasileiras*. São Paulo, 2023.

OLIVEIRA, Antônio Carlos de; SILVA, José Maria da; HENRIQUES, Ricardo. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ONU. *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Nova York: Organização das Nações Unidas, 1992.

POTT, Clarice; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental da Revolução Industrial. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 21, n. 1, p. 1–15, 2017.

RAMMÊ, R. S. A política da justiça climática: conjugando riscos, vulnerabilidades e injustiças decorrentes das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental**, v. 65, p. 367-382, jan. 2012. Disponível em: <https://institutopiracema.com.br/wp-content/uploads/2021/10/A-POLITICA-DA-JUSTICA-CLIMATICA-Rogério-RDA-2012.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2025.

ROSSIGNOL, André. *Climatologia: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Contexto, 2020.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2015.

SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JÚNIOR, S.; VIEIRA, I. C. G.; AMARAL, D. D. **Manual técnico de classificação dos estágios sucessionais de florestas secundárias: Sistema Capoeira Classe (CapClasse)**. Embrapa, 2024. 57 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1164564/1/TC-46-20-LIVRO-V08-Copy.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

SILVA, D. M. C.; VINHA, V. G. Desmonte ambiental no Brasil: avanços e lacunas no conhecimento. **Revista de Administração Pública**, v. 59, n. 1, p. 1-23, 2025. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220240178>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-761220240178>. Acesso em: 17 out. 2025.

UNEP. *Emissions Gap Report 2022*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2022.

WEISSE, M.; GOLDMAN, L. Perda florestal permanece resistentemente alta em 2021. **Global Forest Watch**, 28 abr. 2022. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/blog/pt/forest-insights/dados-globais-de-perda-de-cobertura-de-arvore-2021/>. Acesso em: 21 mar. 2025.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **Entenda as verdadeiras causas das queimadas no Pantanal**. 2024. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?89620/Entenda-as-verdadeiras-causas-das-queimadas-no-Pantanal>. Acesso em: 28 jul. 2025.

YNOUE, R. Y.; REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T. et al. **Meteorologia: Noções Básicas**. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2017. E-book. p.60. ISBN 9788579752643. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788579752643/>. Acesso em: 02 set. 2025.