

ANÁLISE COMPARATIVA DO DESMATAMENTO E SEUS DETERMINANTES NOS BIOMAS BRASILEIROS

Comparative analysis of deforestation and its determinants in Brazilian biomes

Análisis comparativo de la deforestación y sus determinantes en los biomas brasileños

Jayne Freires Ferreira 

Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: jayfreires2014@gmail.com

Moisés Dias Gomes de Azevedo 

Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: moisesdga@gmail.com

Bruno Freires Ferreira 

Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: brunofreiresferreira54@gmail.com

Filipe Augusto Xavier Lima 

Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: filipeaxlima@ufc.br

RESUMO

Entender os problemas que afetam o desmatamento nos biomas do país é essencial para a construção de políticas ambientais mais eficazes. Nesse contexto, esta pesquisa busca apresentar um panorama do desmatamento e dos seus principais determinantes nos biomas brasileiros no período de 2008 a 2020. De forma específica, é delineado o comportamento das variáveis área plantada, rebanho, extração vegetal, silvicultura, valor bruto adicionado pela produção e características climáticas. Por meio da abordagem estatística, foi constatada a presença de flutuações nos níveis de desmatamento para os biomas Amazônia e Cerrado, que apresentaram condições muito alarmantes. Além disso, verificaram-se, no bioma Caatinga, altos valores de temperatura e baixos índices de pluviosidade, enquanto o bioma Amazônia alcançou valores preocupantes de temperatura e precipitação. No que concerne à Mata Atlântica, obteve-se a maior concentração de pessoas por área e a maior produção agregada, tanto na produção agropecuária quanto no cômputo geral.

Histórico do artigo

Recebido: 18 maio, 2025
Aceito: 13 setembro, 2025
Publicado: 26 outubro, 2025

<https://doi.org/10.33237/10.33237/2236-255X.2025.7117>

Palavras-chave: Amazônia brasileira; Desenvolvimento sustentável; Mudanças climáticas.



ABSTRACT

Understanding the factors that influence deforestation across the country's biomes is essential for developing more effective environmental policies. In this context, this study aims to provide an overview of deforestation and its main determinants in Brazilian biomes between 2008 and 2020. Specifically, it analyzes the behavior of variables such as planted area, livestock herd size, forest extraction, forestry, gross value added by production, and climatic characteristics. Through statistical analysis, fluctuations in deforestation levels were identified in the Amazon and Cerrado biomes, both of which showed highly alarming conditions. Additionally, the Caatinga biome exhibited high temperatures and low rainfall levels, while the Amazon biome recorded concerning values for both temperature and precipitation. Regarding the Atlantic Forest, it presented the highest population density and the greatest aggregate production, both in agriculture and overall output.

Keywords: Brazilian Amazon; Sustainable development; Climate change.

RESUMEN

Entender los problemas que afectan la deforestación en los biomas del país es esencial para la construcción de políticas ambientales más eficaces. En este contexto, esta investigación busca presentar un panorama de la deforestación y de sus principales determinantes en los biomas brasileños en el período de 2008 a 2020. De forma específica, se describe el comportamiento de las variables área plantada, ganado, extracción vegetal, silvicultura, valor bruto agregado por la producción y características climáticas. A través del enfoque estadístico, se constató la presencia de fluctuaciones en los niveles de deforestación en los biomas Amazonía y Cerrado, los cuales presentaron condiciones muy alarmantes. Además, se observaron en el bioma Caatinga altos valores de temperatura y bajos índices de pluviosidad, mientras que el bioma Amazonía alcanzó valores preocupantes de temperatura y precipitación. En lo que respecta a la Mata Atlántica, se obtuvo la mayor concentración de personas por área y la mayor producción agregada, tanto en la producción agropecuaria como en el cómputo general.

Palabras clave: Amazonía brasileña; Desarrollo sostenible; Cambio climático.

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento é uma das questões globais mais críticas relacionadas ao uso da terra, comprometendo o equilíbrio do planeta em vários aspectos, entre eles a economia, os ecossistemas e toda a sociedade. Segundo informações do relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2022), embora a taxa de desaparecimento das florestas tenha diminuído aproximadamente 30% entre os anos 2000 e o período de 2010 a 2018, as florestas tropicais continuam sob ameaça. O documento apontou que o maior desmatamento nesse intervalo de tempo ocorreu na América do Sul, com cerca de 68 milhões de hectares desmatados.

No Brasil, o desmatamento é uma temática complexa, que envolve fatores socioeconômicos, políticos e ambientais. As principais causas do desmatamento no país são a expansão das áreas agrícolas – responsável por quase 50% do desflorestamento

global – e a pastagem de gado – que responde por cerca de 38,5% dos níveis de desmatamento (FAO, 2022). No entanto, os efeitos adversos não estão restritos somente ao aspecto ambiental, incluindo também particularidades socioeconômicas, como a restrição das possibilidades de desenvolvimento econômico sustentável, com base nos ativos locais. Nesse sentido, a exploração predatória dos recursos naturais compromete não só a capacidade de superação do problema da pobreza, mas também o potencial de desenvolvimento econômico local (Rossoni; Moraes, 2020).

Desde a década de 1990, vem crescendo na literatura especializada uma preocupação com os principais determinantes do desmatamento, com ênfase para os aspectos socioeconômicos que influenciam, de forma indireta, os agentes econômicos, por meio de diversos canais de transmissão. Outros fatores frequentemente abordados nas pesquisas estão ligados ao desenvolvimento econômico, ao contexto macroeconômico, às instituições e às dinâmicas demográficas (Damette; Delacote, 2012; Alves, 2021). Conforme ressaltam Oliveira *et al.* (2011), o desmatamento das florestas tropicais do Brasil ocupa um papel central na questão das mudanças climáticas, uma vez que o desmatamento provocado por focos de calor faz com que o país se torne um grande emissor mundial de dióxido de carbono (CO₂).

Os condicionantes do desmatamento também se sustentam por fatores ligados ao uso do solo, como o extrativismo de recursos naturais, a expansão de terras para agricultura e pastagens, e a expansão da infraestrutura. Essas alterações do uso da terra afetam diretamente os ecossistemas e a cobertura vegetal (Geist; Lambin, 2001; Campoli; Stival, 2023). De acordo com o *World Wildlife Fund* (WWF, 2020), a agricultura comercial e a silvicultura estão entre os principais fatores do desmatamento, sendo agravados pelo aumento da especulação fundiária, que tem assumido um papel cada vez mais significativo nessa questão.

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o percentual de área desmatada de cada bioma brasileiro corresponde a 17% da Amazônia, 52% do Cerrado, 69% da Mata Atlântica, 30% da Caatinga, 44% do Pampa e 16% do Pantanal (IBGE, 2024a). A partir desse cenário, este estudo tem como objetivo apresentar um panorama do desmatamento nos biomas brasileiros, bem como demonstrar a evolução dos indicadores ambientais e socioeconômicos no período de 2008 a 2020. Especificamente, é delineado o comportamento das variáveis área plantada, rebanho, extração vegetal, silvicultura, valor bruto adicionado pela produção e características climáticas.



Além desta introdução, o artigo está organizado em mais quatro seções. A próxima seção apresenta um resgate histórico do desmatamento e da ideia de desenvolvimento sustentável, seguido de reflexões a respeito dos determinantes do desmatamento. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa, com a descrição da base de dados, da área de estudo e do método de análise. Em seguida, na seção 4, são discutidos os principais resultados encontrados. Finalmente, na quinta seção, são tecidas as considerações finais do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção está dividida em duas subseções: a primeira oferece um panorama do desenvolvimento sustentável, relacionando essa temática com o desmatamento; e a segunda aborda as principais evidências empíricas relevantes para o contexto da pesquisa.

2.1 Desmatamento sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável

Para contextualizar o tema desta pesquisa, recorremos inicialmente a Raynaut (2006). Segundo o pesquisador, durante muito tempo, e especialmente com o advento da Revolução Industrial, a exploração dos recursos naturais foi marcada pela convicção de que esses recursos seriam inesgotáveis, aliada a uma fé inabalável no progresso da ciência e da técnica. Contudo, os recursos disponíveis foram se revelando insuficientes para atender à demanda do aparelho produtivo. Raynaut (2006) assevera também que, a partir dos anos 1950, tornou-se ainda mais evidente que o modelo econômico baseado pura e simplesmente em crescimento encontrava sérios limites de validade.

Nos anos 1980, surge o Relatório Brundtland, que difunde o conceito de desenvolvimento sustentável como o padrão de desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades do presente, sem colocar em risco a satisfação das necessidades futuras (Moreira, 2000). Brüseke (1994) considera que esse padrão de desenvolvimento, além de atender às necessidades básicas com solidariedades futuras, também deve envolver a participação popular, a elaboração de um sistema social garantidor de emprego e segurança social e a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

No caso brasileiro, Abramovay (2010) destaca que, em 2009, a assinatura do Protocolo de Copenhague representou um marco importante para o país, ao modificar a sua posição em relação ao desenvolvimento. Esse evento confirmou o Brasil como um ator relevante no combate às mudanças climáticas, pois, até então, a diplomacia brasileira



relutava em assumir metas de redução de emissões. O autor também destaca que a principal fonte de emissões do país provém do desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado, ressaltando que o Cerrado brasileiro é tratado como uma fronteira agrícola, sem receber a devida preocupação com a sua preservação.

Mais recentemente, o Brasil aderiu à chamada Agenda 2030, em que os países se comprometeram a cumprir 17 objetivos traçados pela Organização das Nações Unidas (ONU) até o ano de 2030. Entre os objetivos, estão ações para combater a mudança global do clima, preservar a vida terrestre e mitigar o desmatamento. O controle dessas ações torna-se, portanto, fundamental para que tais compromissos sejam cumpridos (ONU, 2024).

De acordo com dados de Altieri e Masera (2009), 56,9% das florestas tropicais do mundo estão situadas na América Latina, região que tem sofrido com frequentes problemas de desmatamento, resultantes da produção agropecuária, da construção de obras e da extração comercial. Estima-se que 5,7 milhões de hectares de área de floresta sejam perdidos, em média, por ano, com o Brasil sendo responsável pelas maiores taxas de desmatamento, junto de Colômbia e México. Esses níveis de desmatamento têm afetado negativamente os ecossistemas locais, provocando mudanças climáticas e contribuindo para o aquecimento global e a perda da biodiversidade (Altieri; Masera, 2009).

Fearnside (2022) relata que os índices de desmatamento na Amazônia vêm aumentando rapidamente desde a última década, muito por conta da pecuária na região, que responde por cerca de 70% das atividades de desmatamento, por meio do corte seletivo, da proliferação de incêndios, da fragmentação da floresta e da formação de borda. Esses fatores resultam na perda de biodiversidade, em mudanças desenfreadas nos níveis de precipitação e no aquecimento global. Apesar de o estudo de Fearnside (2022) focar no bioma Amazônia, outras pesquisas, a exemplo da de Silva *et al.* (2018), apontam para a mesma realidade no bioma Caatinga.

2.2 Os determinantes do desmatamento

Em nível mundial, os determinantes do desmatamento têm sido amplamente discutidos na literatura econômica empírica. Sobre isso, Indarto e Mutaqin (2016) investigaram os padrões da heterogeneidade condicional de desmatamento aplicando uma análise por quantis desenvolvida por Koenker (2005), além de regressões de quantis em painel com efeitos fixos. Os autores argumentam que os fatores do desmatamento são mais pronunciados nos países que mais desmatam, destacando-se especialmente o crescimento



econômico, a extração de madeira e o preço desse recurso natural. Ademais, os padrões de distribuição do desmatamento podem ser afetados de forma diferente por um choque macroeconômico.

Por sua vez, Oliveira *et al.* (2011) buscaram identificar um nexo causal entre degradação ambiental e crescimento econômico, utilizando a hipótese da CKA na região da Amazônia Legal durante o período de 2001 a 2006, com o desmatamento como principal indicador. Os autores estimaram o modelo de dados em painel com dependência espacial considerando variáveis importantes para a literatura, tais como: rebanho bovino, culturas agrícolas, extração vegetal, silvicultura, densidade populacional, área de floresta preexistente e crédito rural. Os resultados mostraram que a relação entre degradação ambiental e crescimento econômico é expressa na forma de um “N” invertido, ou seja, o desmatamento inicialmente decresce para níveis mais baixos do produto interno bruto (PIB) per capita, cresce quando há aumento do PIB per capita e depois torna-se decrescente novamente para níveis mais altos de PIB per capita.

Já Faria e Almeida (2016) investigaram como o comércio internacional impactou a dinâmica do desmatamento na Amazônia brasileira em nível municipal, traçando um painel balanceado entre o período de 2000 e 2010. De forma específica, a análise dos autores concentra-se na expansão de atividades agrícolas e da pecuária, mas também inclui outros condicionantes, como PIB per capita, áreas de conservação e direitos de propriedade. Os resultados revelaram que, à medida que a abertura ao comércio na Amazônia aumenta, o desmatamento também aumenta. Constatou-se ainda que a produção de soja e a criação de gado de corte impulsionam o desmatamento na região. Adicionalmente, o aumento do PIB per capita tende a elevar o desmatamento, enquanto a presença de áreas de conservação tem efeito negativo sobre o desmatamento.

Delazeri (2016) ratifica que o território da Amazônia Legal é marcado por problemas ambientais causados pela exploração de recursos naturais. Tendo em vista a importância da Amazônia para a manutenção dos serviços ecológicos, a autora buscou determinar as principais causas do desmatamento nos municípios que compõem essa área entre os anos de 2008 e 2012. Por meio da aplicação de um painel com efeitos fixos, constatou-se que a pecuária é o principal condicionante para o aumento do desmatamento nos municípios investigados. Já a expansão da lavoura de soja não foi estatisticamente significativa para explicar o desmatamento.

Foi verificado que a precipitação na Amazônia tende a diminuir caso a perda florestal



exceda algum limite, porém não existe um valor específico para tal limite. Nessa perspectiva, Leite-Filho *et al.* (2021) examinaram a relação entre desmatamento histórico e precipitação em distintas escalas geográficas na Amazônia Meridional Brasileira (AMB). Os autores afirmam que perdas florestais de até 55 a 60% em células de grade de 28 km aumentam a precipitação, mas, a partir desse ponto, o desmatamento adicional passa a diminui-la. Ademais, a redução do desmatamento evita perdas agrícolas na AMB de até US\$ 1 bilhão anualmente.

Alves (2021) procurou investigar os determinantes do desmatamento nos municípios do estado do Pará entre os anos de 2006 e 2016. Metodologicamente, foram utilizadas regressões quantíticas para dados em painel, com o objetivo de examinar possíveis divergências entre grupos de municípios relacionadas aos seus padrões de desmatamento. Os resultados indicaram que os níveis de desmatamento são influenciados por alguns fatores principais, entre eles o crescimento do PIB per capita e populacional, e a expansão do rebanho bovino e de áreas das lavouras temporária e permanente. Outros fatores relevantes para a mitigação do problema ambiental incluem melhorias nos indicadores de desenvolvimento socioeconômico (emprego, saúde, renda e educação) e ambientais (área de florestas remanescentes).

3 METODOLOGIA

Nesta seção, é realizada a descrição da base de dados, apresentando-se as fontes de cada variável utilizada ao longo do período de análise. Subsequentemente, é exposta a estratégia empírica incorporada para a obtenção dos resultados da pesquisa.

3.1 Base de dados

A base de dados com informações dos municípios que compõem cada bioma é proveniente de diversas fontes e tem como recorte temporal os anos de 2008 a 2020. Essa série temporal é justificada pelo início do levantamento dos dados de desmatamento no bioma Amazônia. A variável principal corresponde ao desmatamento, mensurado pelo INPE em quilômetros quadrados. As variáveis utilizadas como determinantes foram selecionadas com base na literatura especializada.

A maioria das variáveis foi extraída pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para cada município (Quadro 01). Entre elas, destacam-se o PIB per capita e a área plantada das lavouras temporárias, que advêm da pesquisa de Produção Agrícola Municipal



(PAM). Os dados sobre extração vegetal e silvicultura são provenientes da pesquisa de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). Essa pesquisa fornece estatísticas sobre o quantitativo e o valor dos principais produtos obtidos por meio do processo de exploração dos recursos florestais nativos (denominado extrativismo vegetal), bem como sobre a quantidade e o valor dos principais produtos da silvicultura, ou seja, dos produtos provenientes da exploração de maciços florestais plantados.

As informações sobre a quantidade de rebanho por quilômetro quadrado provêm da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), que proporciona estatísticas sobre o efetivo de rebanhos, ovinos tosquiados, produtos de origem animal e produção da aquicultura. A densidade demográfica é definida como a razão entre a população e a área do município, sendo expressa pela quantidade de pessoas por metro quadrado. Vale ressaltar que as variáveis, em termos monetários, foram deflacionadas para dezembro de 2020, com base no Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Quadro 01 – Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição	Medida	Fonte
Desmatamento	Incremento do desmatamento, segundo os municípios	km ²	INPE (2024)
PIB <i>per capita</i>	PIB <i>per capita</i> para os municípios	Reais <i>per capita</i>	IBGE (2024a)
Área plantada	Área plantada das lavouras temporárias e permanentes, segundo os municípios	km ²	IBGE (2024a)
Extração	Quantidade produzida na extração vegetal, segundo os municípios	Toneladas	IBGE (2024a)
Rebanho	Rebanho	Cabeça por km ²	IBGE (2024a)
Silvicultura	Quantidade produzida da silvicultura em geral	Toneladas	IBGE (2024a)
População	Quantidade de pessoas residentes	Unidade	IBGE (2024a)
VAA	Valor adicionado na atividade agropecuária	Reais	IBGE (2024a)
Precipitação	Precipitação total observada	Milímetros	NOAA (2024)
Temperatura	Temperatura média observada	Graus Celsius	NOAA (2024)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Por último, foi considerado também o Valor Adicionado da Agropecuária (VAA) disponibilizado pelo IBGE para cada município. Os dados relativos à precipitação e à temperatura foram extraídos da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA),

agência científica dos Estados Unidos que monitora as condições dos oceanos e da atmosfera. Essa instituição realiza um importante papel na previsão do tempo, gestão dos recursos marinhos e costeiros, monitoramento do clima e pesquisa científica em áreas relacionadas.

3.2 Área de estudo

A área de estudo compreende os seis biomas brasileiros: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Figura 01). O bioma Amazônia ocupa uma área de 4.196.943 km², ou seja, 49,29% do território nacional. Ele é considerado a maior floresta tropical do mundo, abrigando uma quantidade significativa de espécies da flora e fauna, além de concentrar 20% da disponibilidade mundial de água doce e grandes reservas minerais. A Amazônia está predominantemente localizada na região Norte, onde ocupa a totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, grande parte de Rondônia (98,8%), Mato Grosso (54%), Maranhão (34%) e Tocantins (9%) (IBGE, 2024b).

Por sua vez, o bioma Cerrado possui uma área aproximada de 2.036.448 km², o que equivale a 23,92% do território brasileiro. Esse bioma é reconhecido como a savana mais rica em biodiversidade do mundo e um importante reservatório de água para a América do Sul. O Cerrado localiza-se especialmente na região Centro-Oeste, abrangendo integralmente o Distrito Federal, quase todo o estado de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de frações de outros seis estados (IBGE, 2024b).

O bioma Mata Atlântica abrange uma área de 1.110.182 km², ou seja, 13,04% do território nacional. Esse bioma é considerado uma das áreas com maior riqueza em espécies da fauna e flora do mundo, contudo, por estar situado na região litorânea – que abriga mais de 50% da população brasileira –, é considerado o bioma mais ameaçado do país. Atualmente, restam somente cerca de 27% de sua cobertura florestal original, sendo que sua área preservada se encontra, excepcionalmente, em locais de difícil acesso. A Mata Atlântica ocupa a totalidade dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, comprehende 98% do Paraná e estende-se em porções de outras 11 Unidades da Federação (IBGE, 2024b).

A Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil e predominante na região Nordeste, estendendo-se pela totalidade do estado do Ceará, quase todo o estado da Paraíba (92%),

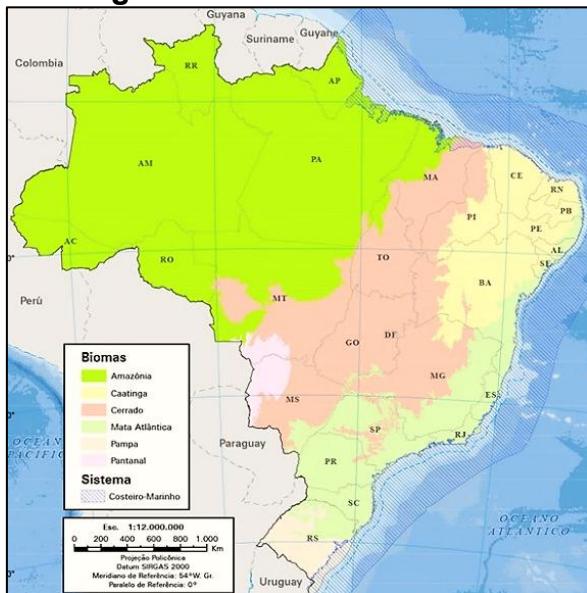


Rio Grande do Norte (95%) e Pernambuco (83%), mais da metade do Piauí (63%) e Bahia (54%), quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas frações de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%). Sua vegetação típica é seca e espinhosa, devido à falta de chuvas durante grande parte do ano. Embora a Caatinga englobe uma rica biodiversidade, com espécies que existem apenas nesse bioma, sua vegetação típica tem mudado bastante, sendo frequentemente substituída por pastagens e áreas agrícolas. Contudo, esse bioma ainda abrange uma área de 844.453 km², equivalente a aproximadamente 9,92% do território brasileiro (IBGE, 2024b).

Já o bioma Pampa envolve uma área de aproximadamente 176.496 km², correspondendo a 2,07% do território brasileiro. Está restrito apenas ao estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa 63% do território. Caracteriza-se por um clima chuvoso e por temperaturas negativas no inverno, de modo que grande parte da sua cobertura vegetal tem sido ocupada por atividades agrícolas, especialmente o cultivo de arroz.

Finalmente, o bioma Pantanal engloba uma área de 150.355 km², isto é, somente 1,76% do território brasileiro (IBGE, 2024b). Ele é reconhecido como a maior planície de inundação contínua do mundo, sendo o bioma mais preservado do país. Tem como atividades economicamente mais importantes a criação de gado e o turismo.

Figura 01 – Biomas brasileiros



Fonte: IBGE (2019).

3.3 Método de análise

Com relação à abordagem adotada, esta pesquisa é de orientação quantitativa.

Como explica Fonseca (2002), ao contrário da pesquisa qualitativa, os resultados desse tipo de abordagem podem ser quantificados, sendo que as amostras usualmente são consideradas como uma representação da população-alvo do estudo. Portanto, a pesquisa quantitativa se concentra na objetividade e é motivada pelo positivismo, ou seja, enfatiza que a realidade só pode ser entendida por meio da análise de dados brutos, obtidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Logo, recorre-se à linguagem matemática para especificar as causas de uma determinada ocorrência e as relações entre variáveis.

Os procedimentos técnicos adotados basearam-se no método estatístico. Segundo a concepção de Gil (2008), as conclusões para esse método não podem ser consideradas absolutamente verdadeiras, mas apresentam grandes probabilidades de registrarem o valor real. Esse procedimento tem sido amplamente aceito entre os pesquisadores da área quantitativa, por apresentar um razoável grau de precisão. Por intermédio de testes estatísticos, torna-se possível estabelecer, em termos numéricos, a probabilidade de acerto e a margem de erro de um valor adquirido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa estão expostos em duas subseções. Na primeira, realiza-se uma análise da evolução dos fatores ambientais, dando ênfase às estatísticas relacionadas ao desmatamento. A segunda subseção evidencia as estatísticas dos fatores socioeconômicos que estão associados ao desmatamento.

4.1 Análise descritiva dos fatores ambientais

A Figura 02 apresenta a evolução do incremento do desmatamento anual por quilômetro quadrado nos biomas brasileiros entre o período de 2008 e 2020. Filtrando-se a análise por bioma, observa-se que o desmatamento na Amazônia demonstra flutuações: inicia com um valor alto, de 12.412 km², e, posteriormente, apresenta um declínio significativo até 2012. A partir de 2013, verifica-se uma tendência de crescimento, chegando a 10.703 km² em 2019 e 10.355 km² em 2020, ou seja, quase os mesmos níveis do ano de 2008, considerado o maior de toda a série temporal analisada.

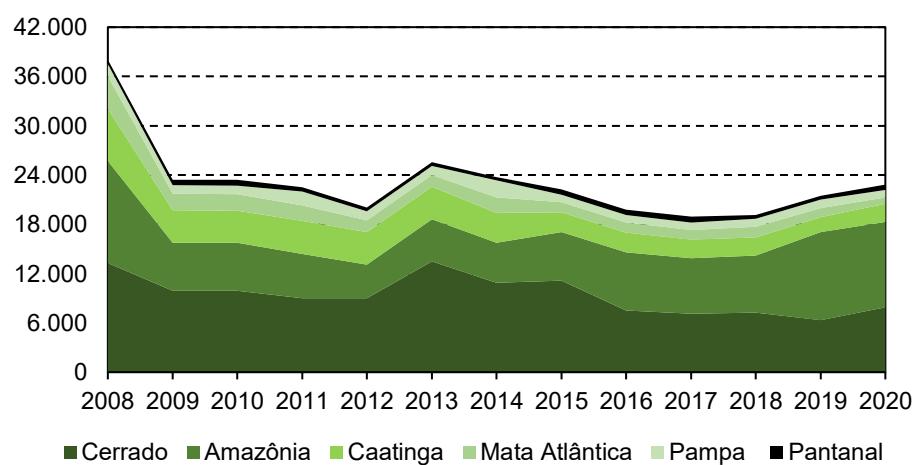
Como destaca Delazeri (2016), torna-se cada vez mais frequente a contribuição da produção agrícola e pecuária para o avanço do desmatamento em novas áreas. Além das alterações socioeconômicas, a expansão da fronteira agrícola para a área da floresta amazônica provoca perda da biodiversidade, estresse climático e diminuição no



fornecimento de serviços ecológicos.

Conforme ressaltam Lovejoy e Nobre (2018), se o Brasil não interromper o desmatamento na Amazônia e sua cobertura vegetal ultrapassar 20% da vegetação original, haverá um desequilíbrio na regulação das chuvas e danos ambientais em nível mundial. Nessa perspectiva, Leite-Filho *et al.* (2021) argumentam que uma perda florestal abundante poderá ocasionar uma redução nos índices de precipitação, afetando significativamente a produção agrícola.

Figura 02 – Brasil: Evolução do incremento do desmatamento (km²) por bioma entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do INPE (2024).

Na Caatinga, o desmatamento permaneceu praticamente constante entre 2009 e 2012, com uma variação negativa de 3.942 km² para 2.432 km². A partir de 2013, houve uma queda acentuada, chegando a 1.868 km² em 2019, com um aumento vagaroso até 2020, mas ainda abaixo dos níveis iniciais. O desmatamento no Cerrado atingiu seu pico em 2008, com 13.300 km² de área desmatada. Após esse período, ocorreu queda e estabilidade, com uma redução gradual até 2012. Logo em seguida, observou-se um aumento significativo, somando 13.481 km² em 2013. Novamente, verificou-se uma tendência de queda em 2019, com um leve acréscimo na área desmatada (de 7.905 km²) para o ano de 2020.

No que concerne à Mata Atlântica, constata-se um declínio contínuo ao longo de todo o período analisado, com 6.351 km² desmatados em 2008 e 790 km² em 2020. Pode-se enfatizar que esse bioma foi o que apresentou a maior redução de desmatamento quando comparado aos demais biomas brasileiros. No Pampa, mesmo com algumas

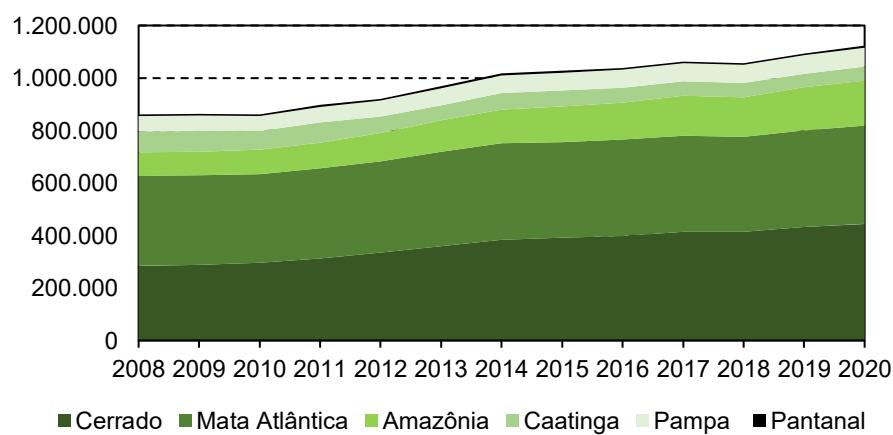


flutuações durante o intervalo em estudo, a tendência geral é de queda no desmatamento, com 1.449 km² em 2008 e 888 km² em 2020.

Por fim, o desmatamento no Pantanal atingiu, no ano de 2008, uma área de 518 km², apresentando oscilações ao longo do período considerado – o valor mínimo, de 369 km², foi alcançado em 2014. Ao final da série, observou-se um incremento de 30,7% no nível de desmatamento, chegando a 677 km² em 2020. Esse bioma foi o único que apresentou aumento em relação ao período inicial analisado. De um modo geral, a elevação do desmatamento na Amazônia e no Cerrado é excepcionalmente preocupante, dada a importante função desses biomas na regulação climática global e na preservação da biodiversidade.

Em relação aos determinantes do desmatamento, a Figura 03 apresenta a distribuição da área plantada, em quilômetros quadrados, nos diferentes biomas brasileiros entre 2008 e 2020. Observa-se que, no ano de 2008, a Mata Atlântica tinha a maior área plantada (34.204.092 km²) quando comparada aos outros biomas; porém, em 2020, o Cerrado passou a registrar o maior quantitativo desse indicador. Em termos relativos, a variação da área plantada ao longo do tempo equivaleu a 55,9%. O Cerrado é um dos biomas mais propícios para a agricultura, em decorrência das características de seu solo e clima. Logo, esse aumento da área plantada pode ser um reflexo do avanço do agronegócio, especialmente na produção de grãos e na pecuária.

Figura 03 – Brasil: Distribuição da área plantada (em km²) dos biomas entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

Outro dado importante é a redução da área plantada na Caatinga, com variação negativa de 32,8%. Essa diminuição pode ser justificada pelas dificuldades climáticas, as quais geram secas prolongadas, que, por consequência, tornam a agricultura menos viável.

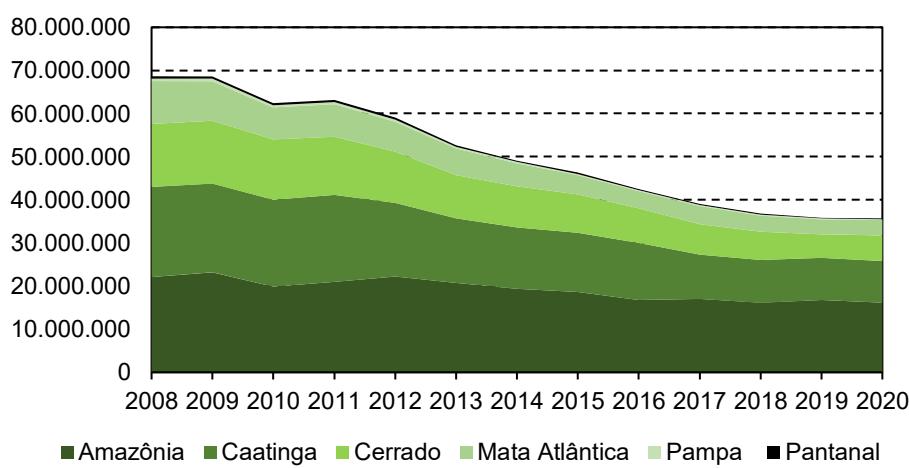


Além disso, as políticas de conservação podem ter limitado a expansão agrícola nesse bioma. Por outro lado, tal queda pode ter efeitos positivos, como a recuperação de áreas degradadas, bem como a preservação dos ecossistemas. Por isso, é essencial equilibrar o desenvolvimento agrícola com a preservação ambiental, de forma a garantir a sustentabilidade a longo prazo.

A Figura 04 apresenta a quantidade produzida na extração vegetal entre 2008 e 2020, evidenciando um declínio significativo dessa variável em todos os biomas. A extração vegetal é uma atividade mais presente no bioma Amazônia, o que se explica pela sua área territorial, que abrange aproximadamente 60% do território nacional. Além de ser a maior do Brasil, a região também abriga uma das maiores biodiversidades do mundo, oferecendo uma ampla gama de recursos vegetais.

A constante prevalência dessa atividade na Amazônia pode ser atribuída a uma combinação de fatores naturais, econômicos e sociais, uma vez que a riqueza de recursos naturais presentes nessa localidade torna-a mais favorável à extração. Por outro lado, a decadência da extração vegetal em todos os biomas pode ser explicada por diversos aspectos, como uma maior fiscalização contra o desmatamento ilegal e políticas de conservação ambiental, com ênfase na sustentabilidade.

Figura 04 – Brasil: Distribuição da quantidade produzida na extração vegetal (em toneladas) dos biomas entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

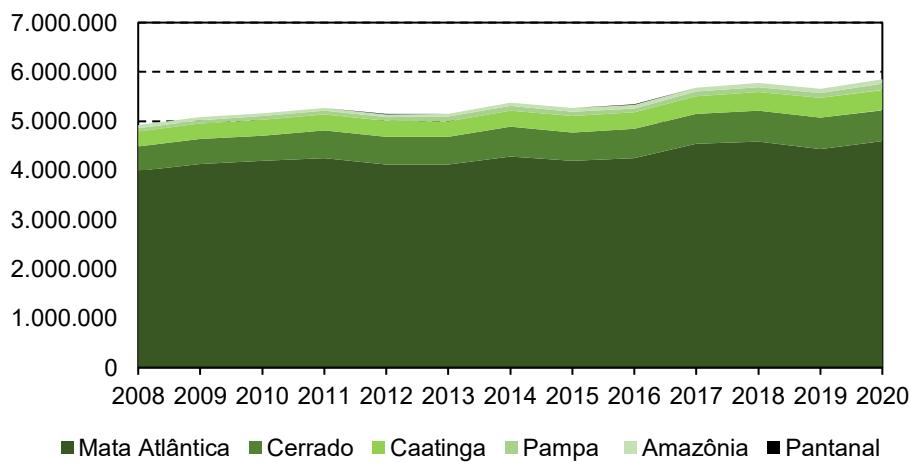
Na sequência, a Figura 05 compara a distribuição da quantidade de rebanho, medida em cabeças por km², para cada bioma entre 2008 e 2020. Nota-se um aumento na densidade do rebanho de 2008 para 2020 em praticamente todos os biomas – somente o

Pantanal apresentou uma leve variação negativa, de cerca de 2,12%. Novamente, a Mata Atlântica possui o maior quantitativo, passando de 3.988.820 cabeças por km² em 2008 para 4.594.512 cabeças por km² em 2020. O aumento desse indicador é atribuído à expansão da pecuária, que, por conseguinte, está relacionada ao desmatamento e à conversão de terras naturais em pastagens.

Nessa perspectiva, Soares (2019), ao estudar os determinantes do desmatamento no estado do Pará, tendo por base dados municipais referentes ao período de 2011 a 2016, constatou que o aumento na densidade da pecuária, além de mudanças no PIB *per capita*, contribui de forma positiva para o aumento do desmatamento no estado.

Figura 05 – Brasil: Distribuição do rebanho (cabeças por km²) por bioma entre 2008 e

2020

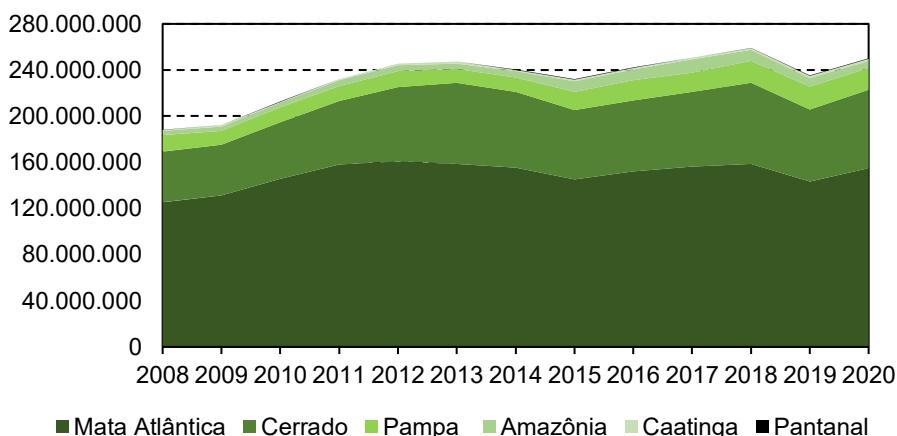


Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

A Figura 06, a seguir, ilustra a distribuição da silvicultura – que contempla atividades de cultivo de florestas – nos biomas brasileiros entre 2008 e 2020. Percebe-se um aumento significativo dessa atividade em todos os biomas, com destaque, mais uma vez, para o bioma Mata Atlântica. No entanto, embora o Pantanal apresente os menores valores em termos absolutos, esse bioma registrou a maior variação em termos percentuais no período, com um crescimento de 648,57% entre 2008 e 2020, seguido do bioma Amazônia, com 74,84%.

Figura 06 – Brasil: Distribuição da silvicultura (em toneladas) por bioma entre 2008 e

2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

A elevação da silvicultura pode estar relacionada ao crescimento da demanda por insumos florestais, como papel e madeira, bem como à compreensão do valor econômico das florestas plantadas. Além disso, essa expansão pode estar associada às iniciativas de sustentabilidade e reflorestamento, almejando a recuperação de terras degradadas e a atenuação das alterações climáticas, por intermédio do aumento da cobertura florestal. Logo, os dados delinearam uma tendência de crescimento da silvicultura no Brasil, com implicações substanciais para a economia, o meio ambiente e as políticas de gestão de uso da terra.

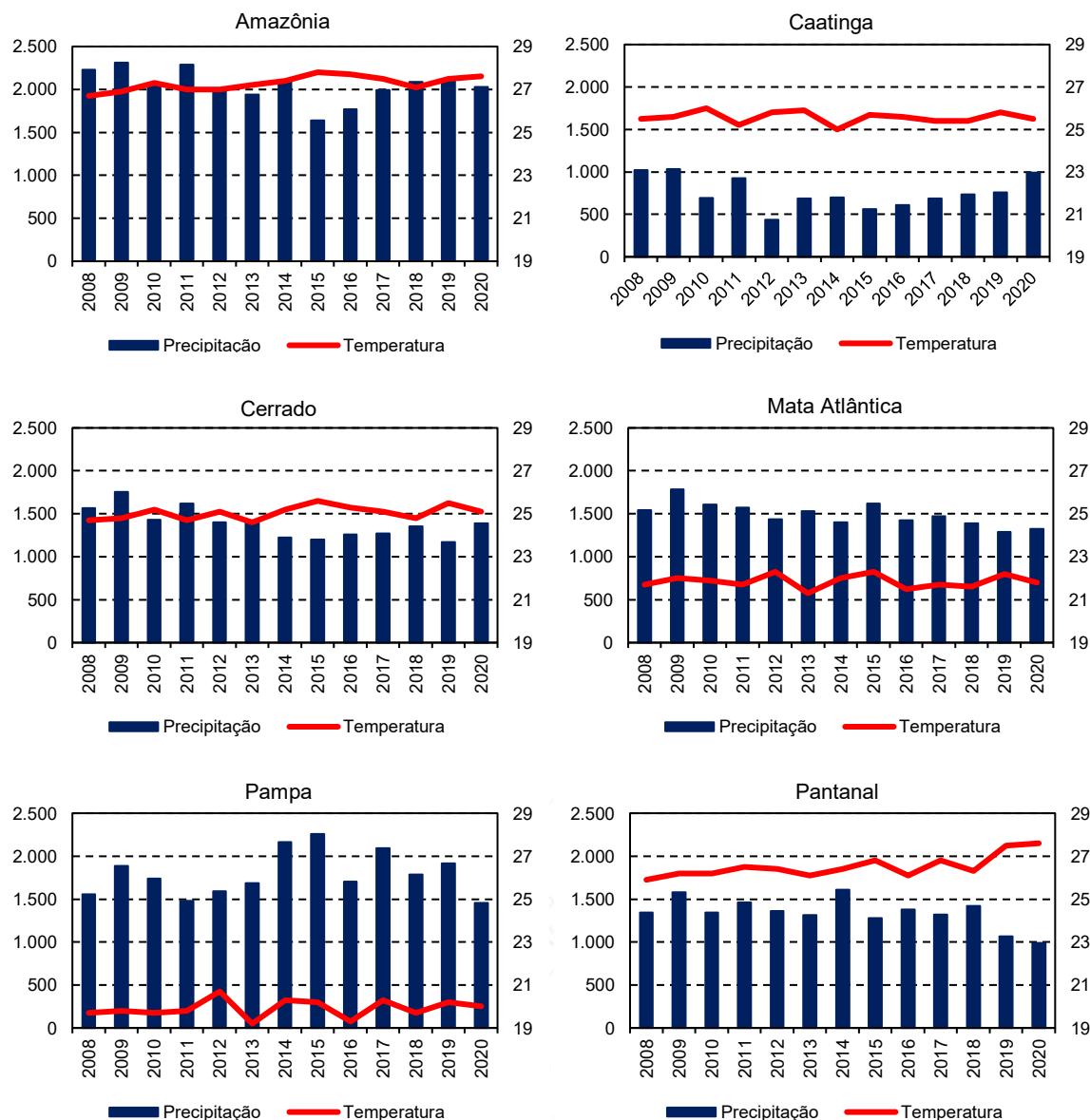
A Figura 07, por sua vez, indica a precipitação e a temperatura média dos municípios correspondentes a cada bioma no período de 2008 a 2020. Em média, o bioma Amazônia é o mais úmido, apresentando os maiores valores da série temporal, frequentemente acima de 1.500 mm por ano, podendo chegar a até 2.500 mm. A Caatinga, por outro lado, registra as menores médias de precipitação, muitas vezes abaixo de 1.000 mm, o que já é considerado uma característica comum desse bioma. No Pampa, existe uma variabilidade de valores, que pode indicar um padrão irregular de chuvas. De todo modo, observa-se uma variação negativa na média de precipitação para todos os biomas no intervalo de tempo analisado.

Notavelmente, a Amazônia exibe as maiores temperaturas médias, geralmente em torno de 27° e 29°C, seguida da Caatinga e do Pantanal, com temperaturas que variam entre 25° e 27°C, com leve aumento no Pantanal a partir do ano de 2018. Em contrapartida, o bioma Pampa se destaca por suas temperaturas baixas, com média que varia entre 19°



e 21°C, mantendo-se relativamente estável em todo o período considerado. Essas evidências estão relacionadas com a localização geográfica e o clima de cada bioma. Contudo, tais análises são essenciais para a compreensão das mudanças climáticas e seus impactos em diferentes regiões do Brasil, particularmente em relação ao manejo ambiental e às estratégias de adaptação para cada bioma.

Figura 07 – Brasil: Precipitação e temperatura média anual dos biomas entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados da NOAA (2024).



Embora existam pesquisas sobre mudanças climáticas induzidas por gases de efeito estufa, ainda são pouco investigadas as mudanças decorrentes do uso extensivo da terra, como o desmatamento. Como se sabe, a conversão de florestas em pastagens e terras de cultivo afeta o ciclo de umidade e o balanço energético, podendo alterar os padrões de precipitação. Dessa feita, o clima regional pode influenciar essas alterações tanto quanto – ou até mais fortemente do que – o próprio aquecimento global (Leite-Filho et al., 2021).

Para completar, no que tange às questões ambientais, ainda que os níveis de desmatamento se apresentem estáveis, chama a atenção o aumento alarmante observado nos biomas Amazônia e Cerrado. Entre os seus determinantes ambientais, é inegável o crescimento das áreas plantadas e de rebanho, proporcionado pelo aumento desenfreado das fronteiras agrícolas. Esses níveis elevados de desmatamento têm provocado mudanças climáticas significativas, com regimes de chuva preocupantes para as regiões do Pampa e da Amazônia.

4.2 Análise descritiva dos fatores socioeconômicos

A Figura 08 mostra a evolução do crescimento populacional nos biomas brasileiros entre os anos de 2008 e 2020. Cada bioma apresenta aspectos ambientais e socioeconômicos distintos, e a variação populacional ao longo do tempo indica tanto o crescimento natural quanto o efeito de políticas de desenvolvimento e alterações no uso da terra, muitas vezes relacionadas ao desmatamento. É notável que a região da Mata Atlântica possui a maior concentração de pessoas, visto ser o bioma mais urbanizado do Brasil. Em termos relativos, a maior variabilidade ocorreu na Amazônia, Cerrado e Pantanal, com 21,2%, 13,6% e 14,9%, respectivamente (IBGE, 2024a).

Com base nessas evidências, o crescimento populacional na Amazônia pode estar correlacionado com o processo de desenvolvimento econômico da região, impulsionado por políticas voltadas à agricultura, pecuária e extração de recursos naturais. Porém, esse aumento pode vir acompanhado de intensas pressões florestais, ocasionando o avanço do desmatamento em resposta à abertura de novas áreas de cultivo e pastagens.

O bioma Caatinga, caracterizado por seu clima semiárido, apresentou um crescimento populacional mais modesto, com um acréscimo relativo de 7,3% entre 2008 e 2020. Dada a fragilidade ecológica desse bioma, o aumento populacional pode gerar consequências severas, como processos de desertificação e a degradação do solo. Sob

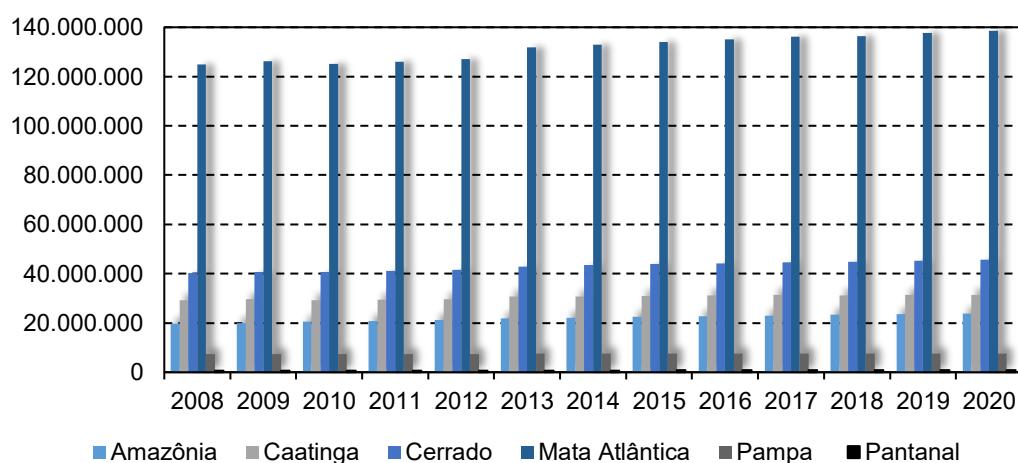


outra perspectiva, o crescimento populacional no Cerrado pode estar relacionado à transformação do bioma em um importante polo agroindustrial, o que faz com que ocorra perda da cobertura vegetal nativa.

No Pampa, o aumento da população foi de apenas 3,4% durante todo o período analisado, ou seja, foi o bioma que apresentou a menor variação em termos relativos. Mesmo com um crescimento populacional mais baixo e uma economia baseada na agricultura e pecuária, tais atividades pressionam o ambiente natural, mas de maneira mais limitada em comparação aos outros biomas. Já o Pantanal, apesar de ser um dos biomas menos povoados, tem enfrentado desafios ambientais significativos, como o desmatamento e os incêndios, que, muitas vezes, são agravados pelo aumento populacional e pelas atividades econômicas, como o turismo e a pecuária.

Em suma, o elevado crescimento populacional tende a estar associado a altos índices de desmatamento. A pressão demográfica, essencial para a evolução dos processos de ocupação e uso da terra, está relacionada com fatores de atração, como projetos de assentamento e infraestrutura, mineração e expansão da fronteira agropecuária (Reydon; Fernandes; Telles, 2020; Alves, 2021).

Figura 08 – Brasil: Distribuição da quantidade populacional por bioma entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

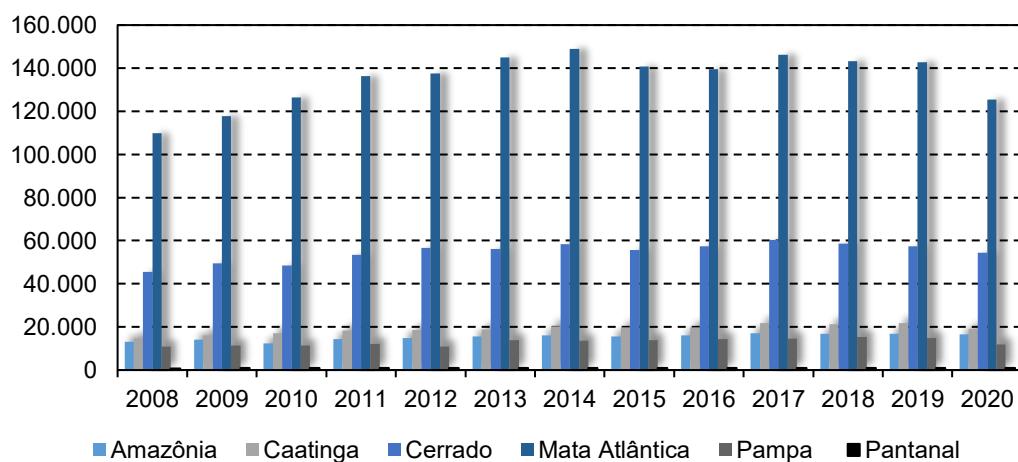
A Figura 09, na sequência, apresenta a evolução do PIB *per capita* dos municípios pertencentes a cada bioma brasileiro ao longo do hiato em estudo, sendo útil para identificar como a riqueza está distribuída entre os diferentes biomas no período de 2008 a 2020. Como se pode observar, é nítida uma disparidade econômica relativa a esse indicador, embora tenha ocorrido variação positiva em todos os biomas.



O bioma Mata Atlântica registrou o maior PIB *per capita* em todos os anos, o que pode ser parcialmente explicado pelo maior número de municípios e por diversos outros fatores relacionados. Esse bioma abrange áreas densamente urbanizadas e povoadas, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Tal urbanização favorece o desenvolvimento industrial, que, por sua vez, afeta positivamente o PIB *per capita*. Em adição, a área que circunda esse bioma possui grande população ativa, com níveis elevados de escolaridade, o que contribui para um maior dinamismo do mercado de trabalho. Esses fatores geram um ambiente propício para o crescimento econômico sustentado por esse alto valor agregado.

Somando-se a isso, vale destacar que a maior variação do PIB *per capita* ao longo do tempo, em termos percentuais, foi observada no bioma Caatinga, com um aumento de 29,7%. A economia na região da Caatinga, que abrange predominantemente o Nordeste, é menos diversificada e industrializada. Além disso, os desafios climáticos afetam a agricultura e, consequentemente, limitam o desenvolvimento econômico. Portanto, essa variação pode ser explicada por maiores investimentos em tecnologia agrícola, projetos de desenvolvimento rural e melhorias na gestão dos recursos hídricos, visto que o bioma está situado em uma região semiárida e menos urbanizada.

Figura 09 – Brasil: Evolução do PIB *per capita* (em reais) por bioma entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados IBGE (2024a).

Na opinião de Faria e Almeida (2016), o crescimento econômico mensurado pela evolução do PIB *per capita* sugere uma tendência de crescimento de diversas atividades econômicas, incluindo aquelas que aumentam o desmatamento, como a produção de soja e a criação de gado. Por conseguinte, o ciclo de crescimento, associado a uma maior

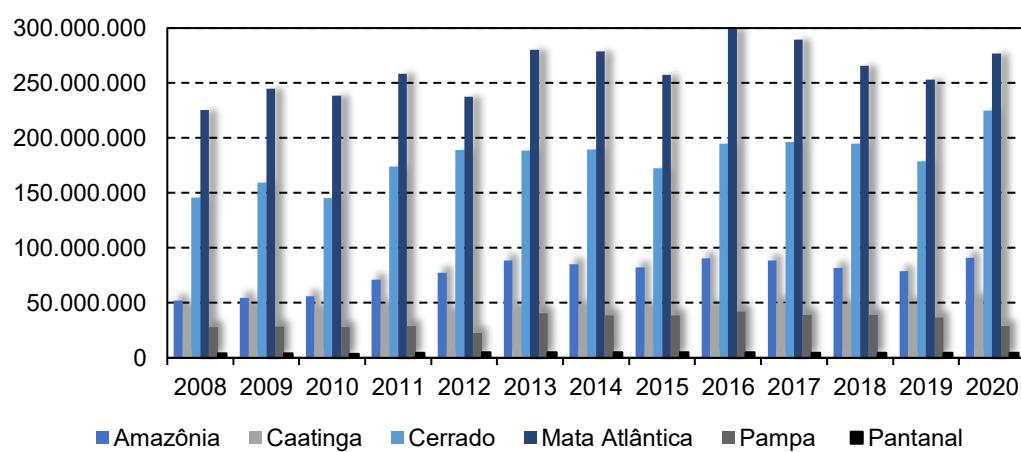


disponibilidade de renda, gera um efeito indutor, ocasionando novos investimentos, o que provoca um aumento no nível de desmatamento (Alves, 2021).

A Figura 10 apresenta a evolução do valor adicionado da agropecuária (em reais) ao longo de todo o período investigado. Os valores representam o total gerado pelos municípios com agricultura e pecuária para cada bioma. Os resultados revelam que a Amazônia registrou um aumento consistente, passando de aproximadamente 52 milhões em 2008 para 90 milhões em 2020. Parcialmente, esse acréscimo pode ser explicado pela expansão da fronteira agrícola, que, embora traga ganhos econômicos, também gera preocupações quanto ao desmatamento e à perda de biodiversidade.

A Caatinga também experimentou um aumento no seu valor adicionado. Mesmo que o bioma apresente condições climáticas áridas, conta com uma agropecuária adaptada ao meio ambiente, incluindo a cultura de plantas xerófitas e a criação de caprinos. Tradicionalmente, no Cerrado, houve uma expansão da produção agropecuária, como reflexo do desenvolvimento das culturas de grãos, particularmente soja e milho, além do aumento da pecuária. Logo, o valor adicionado teve uma variação de 54,4% entre 2008 e 2020.

Figura 10 – Brasil: Evolução do valor adicionado na atividade agropecuária (VAA) por bioma entre 2008 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) com base nos dados do IBGE (2024a).

A Mata Atlântica esboçou um aumento acentuado e constante, provavelmente em função do seu nível de urbanização. Já o valor adicionado no Pampa manteve valores moderados, o que reflete as particularidades da região, conhecida pela agricultura de corte. Finalmente, o Pantanal demonstrou a menor variação no intervalo de tempo considerado,

haja vista que as atividades agropecuárias nesse bioma são limitadas, em razão da sua topologia e ecologia únicas, com ênfase especialmente na pecuária extensiva.

Em resumo, a evolução do VAA nos biomas brasileiros sintetiza um cenário de crescimento econômico, todavia é importante que esse crescimento seja acompanhado por práticas que minimizem os efeitos ambientais adversos. Especificamente, práticas de manejo adequado do solo e da água, preservação de áreas naturais e investimentos em tecnologias agrícolas sustentáveis são fundamentais para estimular uma agropecuária produtiva e sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo procurou ampliar o debate na literatura sobre o desmatamento, ao apresentar um panorama de todos os biomas brasileiros no período de 2008 a 2020, além de analisar a evolução de indicadores ambientais e socioeconômicos, buscando compreender como cada bioma se comporta em relação a esses indicadores.

Foi verificada uma flutuação nos níveis de desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado, o que revela uma situação alarmante. Isso reforça a necessidade de políticas públicas que promovam a mitigação desses efeitos, haja vista que tais biomas são essenciais para a regulação climática global. Vale ressaltar que, no Brasil, o bioma Cerrado ainda é predominantemente visto como uma fronteira agrícola, em vez de uma área a ser preservada. Essa percepção se confirma quando se analisam os valores de área plantada e rebanho, nos quais o bioma se destaca como o mais propício para a produção agropecuária. Contudo, é importante lembrar que o ônus dessa produção são os altos níveis de desmatamento.

No que concerne às variáveis climáticas, a Caatinga apresentou altos valores de temperatura e baixos índices de pluviosidade, refletindo o fato de que a maior parte dos seus municípios está localizada no semiárido. A ilação é que essa região carece de políticas de convivência com os longos períodos de estiagem que lhe são característicos. O bioma Amazônia, por sua vez, registrou valores preocupantes em relação a temperatura e precipitação, sugerindo que os altos níveis de desmatamento nessa região estão contribuindo para essas variações e causando severas mudanças climáticas.

No âmbito socioeconômico, observou-se que a maior parte da população está concentrada nas regiões de Mata Atlântica, bioma que incorpora municípios localizados no litoral brasileiro, onde se verifica uma maior urbanização. Esse bioma também apresentou



maior produção agregada na produção agropecuária e no cômputo geral. Contudo, é válido enfatizar que, para se alcançar um efetivo desenvolvimento sustentável, é fundamental considerar como essa região tem sido impactada pelos níveis de desmatamento.

Sem dúvida, é importante implementar medidas que promovam a conscientização sobre a preservação dos biomas e a adoção de práticas sustentáveis. Outrossim, é fundamental investir em pesquisas científicas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, bem como em práticas de manejo e preservação específicas para cada bioma. Por fim, é essencial fortalecer e tornar mais rigorosa a aplicação das leis ambientais vigentes, além de propor novas legislações, que respondam às particularidades e necessidades de cada bioma brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? **Novos estudos CEBRAP**, p. 97-113, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-33002010000200006>

ALTIERI, M. A; MASERA, O. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construindo de baixo para cima. Reconstruindo a Agricultura: ideias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org.). **Reconstruindo a Agricultura: ideias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009.

ALVES, V. da P. Determinantes do desmatamento no Estado do Pará: uma análise com regressões quantílicas para dados em painel. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 17, n. 3, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v17i3.6456>

BRÜSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**, v. 2, p. 29-40, 1994. Disponível em: https://www.academia.edu/download/68292291/livro_desenvolvimento_natureza.pdf#page=14. Acesso em: 25 ago. 2024.

CAMPOLI, J. S.; STIVALI, M. **Custo social do desmatamento nos biomas brasileiros**. Texto para Discussão, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2842>

DAMETTE, O.; DELACOTE, P. On the economic factors of deforestation: what can we learn from quantile analysis? **Economic Modelling**, v. 29, n. 6, p. 2427-2434, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.economod.2012.06.015>

DELAZERI, L. M. Determinantes do desmatamento nos municípios do Arco Verde-Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. **Revista Economia Ensaios**, v. 30, n. 2, p. 11-34, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.14393/REE-v30n2a2016-1>



FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Sensoriamento remoto revela que a taxa global de desmatamento caiu 30% em 20 anos.** [S.I.]: FAO, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1507192>. Acesso em: 25 ago. 2025.

FARIA, W. R.; ALMEIDA, A. N. Relationship between openness to trade and deforestation: Empirical evidence from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v. 121, p. 85-97, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.014>

FEARNSIDE, P. M. **Destrução e Conservação da Floresta Amazônica**, Editora do INPA, 356p., 2022. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38899>. Acesso em: 25 ago. 2024.

FONSECA, J. J. S. da. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2002.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. **What drives tropical deforestation?** Collection: LUCC Report series, 4, p. 116, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Org.). **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Portal do IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, [2024a]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Territórios**. Rio de Janeiro: IBGE, [2024b]. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

INDARTO, J.; MUTAQIN, D. J. An overview of theoretical and empirical studies on deforestation. **Journal of International Development and Cooperation**, v. 22, n. 1 & 2, p. 107–120, 2016. Disponível em:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4063325.
Acesso em: 12 ago. 2024.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TerraBrasilis – Plataforma Geográfica**. São José dos Campos: INPE, [2024]. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 10 set. 2024.

LEITE-FILHO, A. T.; SOARES-FILHO, B. S.; DAVIS, J. L.; ABRAHÃO, G. M.; BÖRNER, J. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 2591, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>



LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. Amazon tipping point. **Science advances**, v. 4, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/sciadv.aat2340>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. **Estudos Sociedade e Agricultura**, 15, outubro 2000: 39-52. Disponível em: <https://www.revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/176>. Acesso em: 25 ago. 2024.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **National Oceanic and Atmospheric Administration**. Washington, DC / Silver Spring: NOAA, [2024.]. Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em: 11 set. 2024.

OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E.; FREGUGLIA, R. da S.; BARRETO, R. C. S. Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 49, p. 709-739, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000300008>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 21 ago. 2024.

RAYNAUT, C. **Atrás das noções de meio ambiente e de desenvolvimento sustentável**: questionando algumas representações sociais. Curitiba, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento MADE/UFPR, 2006.

REYDON, B. P.; FERNANDES, V. B.; TELLES, T. S. Land governance as a precondition for decreasing deforestation in the Brazilian Amazon. **Land use policy**, v. 94, p. 104313, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104313>

ROSSONI, R. A.; MORAES, M. L. de. Agropecuária e desmatamento na Amazônia Legal Brasileira: uma análise espacial entre 2007 e 2017. **Geografia em Questão**, v. 13, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48075/geoq.v13i3.23536>.

SILVA, J. L. C.; VIDAL, C. A. S.; BARROS, L. M.; FREITA, F. R. V. Aspectos da degradação ambiental no Nordeste do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 180-191, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19177/rsga.v7e22018180-191>

SOARES, F. G. Determinantes do desmatamento na Amazônia: O caso do Pará. Uma aplicação no R. **Revista do Seminário Internacional de Estatística com R**, v. 4, n. 1, p. 14-14, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/anaisdoser/article/view/29033/16867>. Acesso em: 25 ago. 2024.

WWF – WORLD WILDLIFE FUND. **Frentes de desmatamento**: vetores e respostas em um mundo em evolução. Gland: WWF, 2020. 12 p. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/publications/living-planet-report-2020>. Acesso em: 25 ago. 2024.

