

MUDANÇAS NO USO DA TERRA E INTENSIFICAÇÃO CLIMÁTICA NO BRASIL: EVIDÊNCIAS DE UMA REVISÃO INTEGRATIVA

LAND USE CHANGE AND THE INTENSIFICATION OF CLIMATE CHANGE IN BRAZIL: EVIDENCE FROM AN INTEGRATIVE REVIEW

CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA Y LA INTENSIFICACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN BRASIL: EVIDENCIAS DE UNA REVISIÓN INTEGRADORA

José Junho Rodrigues¹
Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira²
Kylvia Luciana Pereira Costa³
José Renan Alexandre da Nóbrega⁴
Edgley Gonçalves Alves Segundo⁵
Alex Sandro Dantas de Medeiros⁶
Ralina Fernandes Santos de França Medeiros⁷
Sara Vitoriano de Sousa Roberto⁸
Mirla Guimarães Linhares de Oliveira⁹
Ana Maria Ribeiro de Aragão¹⁰
Michael Douglas Sousa Leite¹¹

RESUMO: As transformações no uso e ocupação do solo constituem um dos principais vetores de intensificação das mudanças climáticas no Brasil, impulsionadas pelo avanço do desmatamento, da expansão agropecuária mecanizada, da urbanização desordenada e da pressão sobre ecossistemas nativos. Este estudo teve como objetivo analisar de que maneira essas alterações territoriais têm amplificado os impactos climáticos no país entre 2015 e 2025. Para isso, realizou-se uma Revisão Integrativa da Literatura, seguindo as recomendações de Whitemore e Knafl (2005), Mendes, Silveira e Galvão (2008) e PRISMA 2020, com buscas nas bases CAPES, PubMed e Google Acadêmico. Após o processo de triagem e elegibilidade, nove estudos atenderam aos critérios de inclusão e compuseram a síntese final. Essas pesquisas investigaram variáveis como temperatura da superfície, emissões de GEE, erosão, hidrologia, urbanização e padrões de degradação ambiental. Os resultados demonstraram que a conversão da vegetação nativa para usos agropecuários e urbanos reduz a evapotranspiração, eleva a temperatura, intensifica processos erosivos, altera o regime de chuvas e compromete a estabilidade hídrica. Em áreas urbanas, verificou-se a formação de ilhas de calor, aumento do escoamento superficial e ampliação de enchentes. Em zonas costeiras, observou-se perda de manguezais e maior vulnerabilidade à elevação do nível do mar. Conclui-se que o uso inadequado do solo opera como catalisador das

1

¹ Mestrando em Gestão e Sistemas Agroindustriais (PPGSA/UFCG) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

² Doutora em Meteorologia. Docente da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal-PB.

³ Mestra em Gestão e Sistemas Agroindustriais (PPGSA/UFCG) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

⁴ Tecnólogo em Segurança do Trabalho pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

⁵ Mestre em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Coordenador Administrativo Financeiro na ECIT Cristiano Cartaxo, Cajazeiras-PB.

⁶ Mestre em Gestão Pública pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Docente na Faculdade Caicoense Santa Teresinha (FCST).

⁷ Graduada em Direito pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

⁸ Mestra em Ciências da Educação pela Universidad Tecnológica Intercontinental. Professora do Centro de Ensino Superior São Francisco (FASP).

⁹ Mestra em Ensino na Saúde pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).

¹⁰ Mestra em Gestão e Sistemas Agroindustriais (PPGSA/UFCG) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

¹¹ Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGEGRN/UFCG) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

mudanças climáticas, tornando indispensáveis políticas integradas de ordenamento territorial, restauração ecológica e transição para práticas produtivas sustentáveis.

Palavras-chave: uso do solo. mudanças climáticas. urbanização.

ABSTRACT: Land-use and land-cover changes are among the main drivers intensifying climate change in Brazil, particularly due to deforestation, the expansion of mechanized agriculture, unplanned urban growth, and increasing pressure on native ecosystems. This study aims to analyze how these territorial transformations have amplified climate impacts in the country between 2015 and 2025. An Integrative Literature Review was conducted following the methodological recommendations of Whitemore and Knafl (2005), Mendes, Silveira and Galvão (2008), and PRISMA 2020, with searches performed in the CAPES Portal, PubMed, and Google Scholar databases. After screening and eligibility assessment, nine studies met the inclusion criteria and composed the final synthesis. These studies investigated variables such as land surface temperature, greenhouse gas emissions, erosion, hydrology, urbanization, and environmental degradation patterns. The findings indicate that the conversion of native vegetation to agricultural and urban uses reduces evapotranspiration, increases temperature, intensifies erosive processes, alters rainfall regimes, and affects hydrological stability. In urban areas, results showed the formation of heat islands, increased surface runoff, and more frequent flooding. In coastal regions, the loss of mangroves was associated with greater vulnerability to sea-level rise and extreme events. It is concluded that inadequate land use acts as a catalyst for climate change, reinforcing the need for integrated territorial planning, ecological restoration, and the transition to sustainable production systems.

Keywords: land use. climate change. urbanization.

RESUMEN: Los cambios en el uso y la ocupación del suelo se configuran como uno de los principales vectores de intensificación del cambio climático en Brasil, impulsados por la deforestación, la expansión de la agricultura mecanizada, el crecimiento urbano desordenado y la presión sobre los ecosistemas nativos. Este estudio tuvo como objetivo analizar cómo estas transformaciones territoriales han amplificado los impactos climáticos en el país entre 2015 y 2025. Se realizó una Revisión Integrativa de la Literatura, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Whitemore y Knafl (2005), Mendes, Silveira y Galvão (2008) y PRISMA 2020, con búsquedas en las bases CAPES, PubMed y Google Académico. Tras el proceso de cribado y evaluación de elegibilidad, nueve estudios cumplieron los criterios de inclusión y compusieron la síntesis final. Dichos trabajos investigaron variables como la temperatura de la superficie terrestre, las emisiones de GEI, la erosión, la hidrología, la urbanización y los patrones de degradación ambiental. Los resultados demostraron que la conversión de la vegetación nativa en áreas agrícolas y urbanas reduce la evapotranspiración, eleva la temperatura, intensifica los procesos erosivos, altera el régimen de precipitaciones y compromete la estabilidad hídrica. En zonas urbanas se observó la formación de islas de calor, el aumento de la escorrentía superficial y la mayor incidencia de inundaciones. En regiones costeras, la pérdida de manglares incrementó la vulnerabilidad frente al aumento del nivel del mar. Se concluye que el uso inadecuado del suelo actúa como un catalizador del cambio climático, haciendo indispensables las políticas integradas de ordenamiento territorial, restauración ecológica y transición hacia sistemas productivos sostenibles.

Palabras clave: uso del suelo. cambio climático. urbanización.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios globais do século XXI, com repercussões diretas sobre os ecossistemas, a economia e a segurança alimentar. O aumento

da temperatura média global, as alterações na distribuição das chuvas e a intensificação de eventos climáticos extremos são reflexos da crescente concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, especialmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) (Souza *et al.*, 2016).

No Brasil, país cuja economia e identidade territorial estão profundamente ligadas à agricultura, as consequências dessas mudanças se manifestam de modo particularmente severo. O desmatamento, a expansão agropecuária intensiva e a urbanização desordenada transformam profundamente o uso e a ocupação do solo, alterando o balanço energético e o ciclo hidrológico, e ampliando as emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE provenientes de atividades antrópicas (MAPBIOMAS, 2023; SEEG, 2019).

De acordo com o MapBiomas (2023), o Brasil tem substituído vastas áreas de vegetação nativa por superfícies agrícolas e pastagens. No Cerrado, por exemplo, as atividades agropecuárias ocupavam cerca de 34% do bioma em 1985, passando para 50% em 2022 — o que representa a conversão de aproximadamente 45 milhões de hectares de vegetação natural em áreas de uso produtivo.

Essa transformação maciça tem implicações diretas sobre a regulação climática, a conservação da biodiversidade e o balanço de carbono, contribuindo para o aquecimento regional e global. O setor agropecuário, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2019), responde por cerca de 28% das emissões totais do país, ficando atrás apenas das mudanças no uso da terra.

Por sua vez, a conversão de ecossistemas nativos em áreas agrícolas evidencia a magnitude da influência das atividades humanas sobre o clima. Em geral, quanto maior o grau de substituição da vegetação natural por superfícies cultivadas, maior é a perda da capacidade de sequestro de carbono e de retenção da umidade do solo. Esses processos intensificam o aquecimento, a desertificação e a degradação ambiental. Além disso, as alterações nos fluxos de calor e nos padrões de uso do solo modificam o microclima regional, interferindo diretamente no regime de chuvas e na produtividade agrícola (Souza *et al.*, 2016).

A agricultura brasileira, fortemente dependente do regime de chuvas, está particularmente vulnerável às oscilações climáticas. Estudos apontam que mudanças nos padrões de precipitação, associadas ao aumento da temperatura, podem reduzir significativamente a produtividade de culturas essenciais como soja, milho, feijão, café e arroz (Assad *et al.*, 2019). As projeções indicam que, mantendo-se o atual ritmo de emissões, o país

poderá enfrentar perdas superiores a 25% na produtividade agrícola até 2050 (Silva *et al.*, 2024). Além disso, as alterações climáticas afetam diretamente a ocorrência de doenças de plantas e a dinâmica de pragas e vetores, comprometendo ainda mais a segurança alimentar e a estabilidade econômica (Singh *et al.*, 2023).

Outro aspecto relevante é o papel dos fenômenos climáticos como *El Niño* e *La Niña*, que, embora recorrentes, vêm sendo potencializados pelo aquecimento global. O monitoramento histórico realizado desde 1950 indica que esses eventos se tornaram mais intensos e frequentes nas últimas décadas, com efeitos particularmente severos sobre o regime de chuvas e as secas regionais. Entre 2023–2024, por exemplo, a combinação entre o fenômeno *El Niño* e as mudanças do clima resultou em perdas agrícolas recordes na região Centro-Oeste, evidenciando que as variações climáticas naturais agora se somam a um pano de fundo de aquecimento global que intensifica seus impactos (CEMADEN, 2023; CPC, 2024).

A vulnerabilidade do setor agrícola é agravada por fatores socioculturais. A resistência à adoção de práticas de mitigação e adaptação ainda é expressiva: pesquisa recente aponta que 40% dos agricultores brasileiros têm apenas um conhecimento superficial sobre as mudanças do clima, e cerca de 50% apresentam entendimento incompleto sobre o tema (Tanure *et al.*, 2024). Esse baixo nível de percepção dificulta a implementação de estratégias de manejo sustentável e retarda a transição para uma agricultura de baixo carbono.

4

Apesar desse quadro, observa-se também um movimento promissor de transformação. Desde 2015, práticas sustentáveis como a pecuária regenerativa, os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e os programas de Carne Carbono Neutro e Carne Baixo Carbono vêm sendo progressivamente adotados (Resende; Pinto e Leta, 2021). Essas iniciativas demonstram que é possível aumentar a produtividade, recuperar pastagens degradadas e reduzir as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, alinhando a produção agropecuária às metas nacionais e internacionais de mitigação climática.

Nesse contexto, torna-se urgente compreender como o uso e a ocupação do solo notadamente o desmatamento, a agropecuária intensiva e a urbanização desordenada têm contribuído para alterar profundamente os sistemas ambientais e agravar os efeitos do aquecimento global. Assim, a pergunta norteadora que orienta o presente estudo é: De que maneira as mudanças no uso e ocupação do solo têm intensificado os impactos das mudanças climáticas no Brasil entre 2015 e 2025? Essa questão emerge da crescente preocupação com os impactos sociais, econômicos e ecológicos das transformações territoriais no país e fundamenta

a necessidade de compreender os mecanismos pelos quais as atividades antrópicas amplificam vulnerabilidades climáticas em diferentes biomas e regiões brasileiras.

A relevância desta investigação reside, portanto, na necessidade de compreender a interdependência entre os sistemas naturais e as práticas humanas de ocupação do território. Ao reconhecer que o uso inadequado do solo é um vetor determinante das mudanças climáticas, torna-se possível propor políticas públicas mais eficazes e baseadas em evidências científicas, capazes de conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Além disso, compreender essa relação é essencial para reforçar o planejamento territorial e rural, orientar práticas agrícolas sustentáveis e promover a adaptação dos sistemas produtivos aos novos cenários climáticos.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo geral analisar de que forma as alterações no uso e ocupação do solo contribuem para as mudanças climáticas no Brasil, com ênfase nos efeitos do desmatamento, da expansão agropecuária e da urbanização sobre a temperatura da superfície, o regime de chuvas, as emissões de gases de efeito estufa e a produtividade agrícola. Para tanto, utiliza-se o método PRISMA (2020) como base metodológica de revisão integrativa da literatura, buscando identificar evidências científicas que permitam compreender a magnitude e as consequências dessas transformações.

5

O estudo pretende contribuir com o avanço do debate científico sobre a interação entre clima e território, oferecendo subsídios técnicos e conceituais para políticas de mitigação, planejamento territorial e fortalecimento de práticas agrícolas sustentáveis. Assim, compreender o papel do uso e ocupação do solo como fator determinante das mudanças climáticas é um passo fundamental para garantir a segurança alimentar, a conservação ambiental e a resiliência das futuras gerações diante da emergência climática em curso.

2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, adotou-se a Revisão Integrativa da Literatura como percurso metodológico. Essa estratégia permite a articulação e a análise crítica de diferentes produções científicas, favorecendo uma compreensão ampliada dos fenômenos investigados. Nesse sentido, a revisão foi conduzida com o propósito de identificar e analisar evidências sobre como as transformações no uso e ocupação do solo têm contribuído para a intensificação das mudanças climáticas no contexto brasileiro durante a última década.

A revisão integrativa possibilita integrar evidências empíricas e teóricas produzidas em

diferentes escalas entre as quais: local, regional e global permitindo, assim, a construção de uma análise abrangente e sensível às múltiplas dimensões que caracterizam as interações entre território, clima, dinâmica hidrológica, emissões de gases de efeito estufa e processos de urbanização.

A condução deste estudo seguiu as recomendações metodológicas propostas por Whittemore e Knafl (2005), Mendes, Silveira e Galvão (2008) e pelo protocolo PRISMA 2020, que orientam revisões sistemáticas e integrativas de maneira organizada e transparente. A primeira etapa consistiu na identificação do problema central, delimitado como os efeitos das transformações no uso e ocupação do solo sobre a intensificação das mudanças climáticas no Brasil. A partir dessa delimitação conceitual, estabeleceu-se a pergunta norteadora que guiou todo o processo investigativo: “De que maneira as mudanças no uso e ocupação do solo têm intensificado os impactos das mudanças climáticas no Brasil entre 2015 e 2025?”. Essa pergunta atuou como eixo estruturante, orientando as buscas, os critérios de seleção e as estratégias analíticas aplicadas aos estudos incluídos.

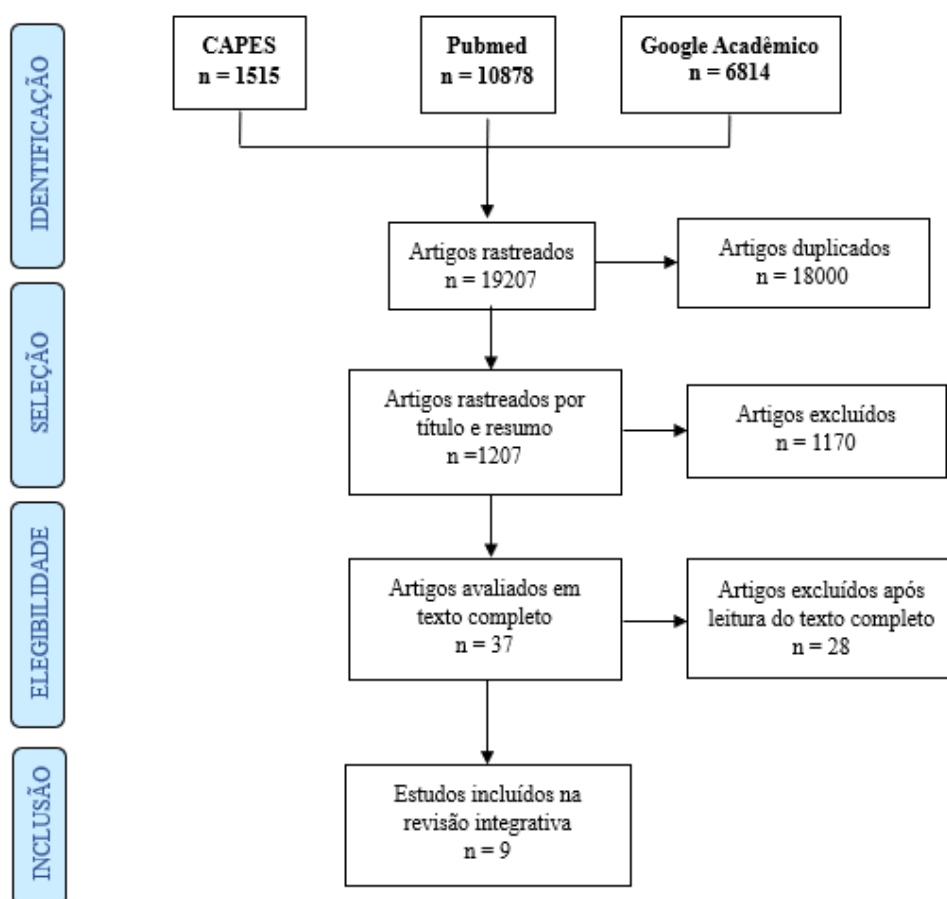
A busca sistemática foi realizada em três bases de dados amplamente reconhecidas pela comunidade científica são elas: Portal de Periódicos CAPES, PubMed e Google Acadêmico de modo a garantir abrangência e pluralidade metodológica na seleção dos estudos. O recorte temporal adotado, compreendendo o período de 2015 a 2025, foi definido em razão da crescente intensificação dos eventos climáticos extremos no Brasil e no mundo, especialmente após o Acordo de Paris (2015), que marca uma nova fase da governança climática global. Para operacionalizar a busca, foram utilizados descritores bilíngues articulados com operadores booleanos (AND/OR), tais como uso do solo, land use, mudanças climáticas, climate change, impactos ambientais, environmental impacts, gases de efeito estufa e greenhouse gas emissions, usando operador booleano “AND” para cruzar os descritores entre si.

Com base nos resultados obtidos, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Foram incluídos apenas artigos publicados entre 2015 e 2025, estudos que abordassem diretamente o contexto brasileiro, ou que apresentassem resultados aplicáveis ao território nacional, desde que disponibilizados em texto integral. Também foram considerados apenas estudos que apresentavam dados sobre mudanças na cobertura vegetal, desmatamento, expansão agrícola, emissões de GEE, variações térmicas da superfície, processos erosivos, dinâmica hidrológica ou urbanização. Foram excluídos trabalhos duplicados, artigos sem acesso integral, documentos institucionais sem revisão por pares e estudos teóricos sem relação direta

com a pergunta norteadora.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos seguiram as etapas recomendadas pelo PRISMA 2020, sintetizadas no fluxograma a seguir:

Figura 1: Fluxograma PRISMA de seleção de estudos.



Fonte: Diagrama de Fluxo segundo a recomendação PRISMA (Moher *et al.*, 2009).

A seleção dos estudos ocorreu em três fases sequenciais. A fase de identificação resultou em 1.515 registros na CAPES, 10.878 no PubMed e 6.814 no Google Acadêmico, totalizando 19.207 estudos localizados. Após a remoção dos artigos duplicados, procedeu-se à etapa de triagem por meio da leitura dos títulos e resumos, resultando na exclusão de 1.170 publicações que não atendiam aos critérios estabelecidos. Na etapa de elegibilidade, 37 artigos foram analisados integralmente, dos quais 28 foram excluídos após leitura do texto completo por não atenderem aos critérios definidos. Ao final do processo, 9 estudos compuseram a síntese integrativa.

A extração dos dados foi conduzida de forma padronizada, garantindo uniformidade e comparabilidade das informações. Para cada estudo incluído, foram registradas as seguintes

categorias: título, autores e ano de publicação, objetivos do estudo, metodologia aplicada, variáveis investigadas, principais resultados e conclusões. A organização sistemática dessas informações permitiu analisar, com clareza e profundidade, como autores de diferentes contextos científicos abordaram a relação entre mudanças no uso do solo e a intensificação dos impactos climáticos.

A etapa final consistiu na síntese integrativa dos resultados, realizada a partir da identificação de padrões temáticos recorrentes, convergências e divergências entre os estudos selecionados. A análise integrativa permitiu estruturar os achados em dois eixos temáticos principais: (i) Transformações no Uso e Ocupação do Solo e sua Relação com as Mudanças Climáticas; e (ii) Interações entre Uso da Terra, Ciclo Hidrológico, Urbanização e Vulnerabilidade Climática. Esses eixos emergiram da leitura analítica dos estudos e orientaram a organização dos subtópicos 3.2 e 3.3, possibilitando compreender, de forma ampla e articulada, como as mudanças no uso e ocupação do solo têm contribuído, direta e indiretamente, para a intensificação dos impactos climáticos no Brasil na última década.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Levantamento Bibliográfico e Seleção dos Estudos

8

A busca realizada nas bases de dados resultou na exclusão de publicações que não apresentavam acesso ao conteúdo completo, bem como daqueles estudos que não possuíam relação direta com a temática investigada ou que não atendiam aos critérios previamente definidos de idioma e período de publicação. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos a partir do cruzamento dos descritores nas bases selecionadas.

Tabela 1: Cruzamento de descritores nas bases de dados envolvidas na pesquisa.

DESCRITORES	BASE DE DADOS		
	Capes	Pubmed	Google Acadêmico
Uso do solo and Mudanças climáticas	136	1452	1520
Uso do solo and Impactos ambientais	835	1433	4090
Mudanças climáticas and Impactos ambientais	509	7949	1150
Uso do solo and Mudanças climáticas and Impactos ambientais	35	44	54

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2025.

Os registros obtidos permitem observar a expressiva quantidade de estudos que relacionam uso e cobertura da terra, impactos ambientais e mudanças climáticas. Entretanto, somente um conjunto reduzido atendeu aos critérios metodológicos definidos, resultando na seleção final apresentada na Tabela 2, com artigos nacionais e internacionais que subsidiam a análise integrada proposta neste trabalho.

Tabela 2: Artigos incluídos na Revisão Integrativa.

Título	Autor/ Ano	Objetivo	Metodologia	Revista
Análise espaço-temporal do cultivo da soja no município de Balsas - MA, Brasil	Santos, Vieira e Silva / 2023	Analisar o avanço da fronteira agrícola do cultivo da soja e as principais mudanças no uso e cobertura do solo no município de Balsas – MA, no período de 1990 a 2021, utilizando séries temporais de dados geoespaciais.	Pesquisa descritiva; método de Análise Evolutiva da Paisagem; sensoriamento remoto; dados MapBiomas 7.1; processamento no QGIS; reclassificação de classes de uso e cobertura da terra.	Research, Society and Development
Aquecimento global e limites para a reversão de padrões deletérios de uso e ocupação do solo urbano na Amazônia: o caso da cidade de Marabá	Monteiro, Rolim e Mascarenhas / 2024	Analisar os impactos do aquecimento global em áreas urbanas da Amazônia, com foco na urbanização de Marabá e nas ilhas de calor urbano, avaliando como a expansão urbana desordenada intensifica vulnerabilidades socioambientais.	Estudo baseado em cenários climáticos do IPCC, modelos climáticos CMIP6, análise de dados de sensoriamento remoto , uso de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 , cálculo de LST (temperatura da superfície) , NDVI e UFTVI. Utiliza também abordagem socioinstitucional para interpretar padrões urbanos e normas sociais.	Novos Cadernos NAEA
Dinâmica da conversão de floresta e tendências climáticas na bacia do rio Madeira	Souza <i>et al.</i> / 2022	Analisar se o desmatamento na bacia do rio Madeira gera tendências em precipitação, evapotranspiração e temperatura.	Sensoriamento remoto (MODIS, CHIRPS, SSEBop), teste de Mann-Kendall, correlação linear, entropia de Shannon.	Ciência Florestal
Impacto das mudanças climáticas e de uso e cobertura da terra na perda de solo de pequenas bacias hidrográficas da Amazônia e do Cerrado	Silva <i>et al.</i> / 2024	Analisar o impacto das mudanças climáticas e dos cenários de uso e cobertura da terra sobre a perda de solo em duas pequenas bacias hidrográficas, uma localizada no bioma Amazônia e outra no Cerrado, utilizando estimativas de erosividade e	USLE; cálculo dos fatores R, K, LS, C e P; precipitação observada (HidroWeb); projeções climáticas NEX-GDDP/CMIP6 sob o cenário SSP5-8.5; correção de viés por escalonamento linear; análise espacial em	Revista de Gestão de Água da América Latina.

		modelagem de perda de solo atual e futura.	SIG; elaboração de cenários atuais e futuros de uso da terra com dados MapBiomas; aplicação da modelagem pixel a pixel nas bacias do Rio Braço Norte e Rio Piranhas.	
Impacto das mudanças climáticas e do uso agrícola do solo no processo hidrológico no bioma Mata Atlântica	Pinheiro <i>et al.</i> / 2015	Avaliar como as mudanças climáticas globais e a intensificação agrícola afetam a precipitação, erosão, escoamento e dinâmica hidrológica no bioma Mata Atlântica.	Análise integrada do ciclo hidrológico; avaliação de dados climáticos e hidrometeorológicos; abordagem conceitual sobre erosão e transporte de sedimentos; estudo baseado em dados ambientais e revisão especializada.	Revista de Gestão de Água da América Latina (RGAA)
Impactos do Aumento do Nível do Mar e Ocupação do Solo sobre Zonas Úmidas Costeiras: Metodologia Aplicada à Baía da Babitonga (SC)	Filgueiras, Silva e Corrêa / 2024	Desenvolver uma metodologia qualitativa para avaliar os efeitos combinados das mudanças climáticas e da ocupação do solo sobre ecossistemas costeiros, com foco nas zonas úmidas (manguezais) da Baía da Babitonga.	Análise qualitativa integrada; uso de projeções climáticas SSP1-1.9 e SSP5-8.5; mapeamento espacial com Modelos Digitais de Elevação; dados do MapBiomas; simulação de cenários futuros de uso do solo via modelo CLUE-S no software R; integração entre elevação do nível do mar e ocupação do solo para identificar áreas suscetíveis à inundação e possíveis rotas de migração de zonas úmidas.	Sociedade & Natureza
Mudanças no uso e ocupação do solo e suas influências no clima urbano de cidades médias	Mendes e Romero / 2024	Analisar as mudanças no uso e ocupação do solo e suas influências no clima urbano em duas cidades de médio porte que vêm passando por intensos processos de expansão: La Serena (Chile) e Piracicaba (Brasil), considerando especialmente o impacto dessas transformações sobre a temperatura da superfície e o microclima urbano.	Estudo aplicado, de caráter descritivo e comparativo, com abordagem quantitativa e uso de geotecnologias.	LABVERDE (FAU/USP)
Relação entre a variabilidade da expansão urbana,	Menezes <i>et al.</i> / 2023	Compreender as transformações na superfície urbana e seus	Análise de imagens Landsat 8; uso de NDVI e MNDWI;	Journal of Hyperspectral Remote Sensing

temperatura do ar e área superficial de corpos hídricos na cidade de Salgueiro-PE		impactos no clima de Salgueiro-PE, analisando mudanças no uso e ocupação do solo, áreas vegetadas e variações dos corpos hídricos, correlacionando com dados de temperatura e precipitação.	dados do MapBiomas Coleção 7; processamento no QGIS; conversão raster-vetor; análise de dados pluviométricos (APAC) e de temperatura (INMET/INPE).	
Global Land Use Change and Its Impact on Greenhouse Gas Emissions	Li <i>et al.</i> / 2024	Sintetizar 29 anos de dados globais para demonstrar como as mudanças no uso da terra (superfícies artificiais, áreas agrícolas, pastagens, florestas e terras áridas) impactam as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) e, a partir disso, projetar cenários futuros de emissões sob diferentes trajetórias de uso da terra.	Síntese de dados históricos globais (1992–2020) de uso da terra e emissões de GEE (FAO e Banco Mundial); aplicação de modelagem de equações estruturais (SEM) para testar relações causais entre tipos de uso da terra e emissões; desenvolvimento de um modelo de deep learning (LSTM-RNN) para prever emissões futuras (2021–2050) em dois cenários de mudança no uso da terra.	Global Change Biology

Fonte: Dados da Pesquisa, 2025.

As transformações no uso e ocupação do solo constituem um dos eixos estruturantes do debate contemporâneo sobre mudanças climáticas. No contexto brasileiro, tal relação assume proporções ainda mais complexas, dada a dimensão territorial, a diversidade de biomas e a forte dependência econômica de atividades agropecuárias.

A revisão integrativa realizada demonstra, com base em múltiplas evidências empíricas, que o avanço de monoculturas, a expansão das pastagens, a urbanização acelerada e a supressão de vegetação nativa são processos que se articulam profundamente com o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), o aumento da temperatura da superfície terrestre e a intensificação de eventos climáticos extremos. A totalidade dos estudos analisados converge para uma compreensão inequívoca: o uso inadequado do solo opera como catalisador dos impactos climáticos e como variável-chave na determinação da resiliência ambiental e hidrológica dos territórios.

Estudos nacionais como Santos, Vieira e Silva (2023); Pinheiro *et al.* (2015); Monteiro, Rolim e Mascarenhas (2024); Silva *et al.* (2024); Filgueiras, Silva e Corrêa (2024); Mendes e

Romero (2024); Menezes *et al.* (2023) e internacionais como Li *et al.* (2024) evidenciam que as alterações antrópicas nos ecossistemas intensificam processos de degradação e instabilidade ecológica. Todos os trabalhos mostram que, independentemente da escala seja local, regional ou global, há uma relação direta entre conversão de terras e amplificação das mudanças climáticas. Essa convergência reforça que o estudo da temática não pode ser fragmentado, mas deve ser compreendido em sua totalidade sistêmica.

3.2 Transformações no Uso e Ocupação do Solo e sua Relação com as Mudanças Climáticas

Os resultados reunidos na literatura evidenciam, de forma consistente e convergente, que as transformações no uso e ocupação do solo constituem um dos fatores mais determinantes para a intensificação das mudanças climáticas no Brasil. Quando analisados de maneira integrada, os estudos demonstram que a expansão agropecuária, a substituição da vegetação nativa por monoculturas mecanizadas, a urbanização desordenada e a pressão sobre ecossistemas frágeis desencadeiam um conjunto de impactos cumulativos que afetam o balanço energético, o ciclo hidrológico e a estabilidade climática regional. Tal relação não é meramente correlacional; trata-se de um fenômeno causal e amplamente documentado, no qual o território, à medida que é alterado, desencadeia respostas ambientais que retroalimentam os processos de aquecimento global e de degradação ecológica.

12

O caso de Balsas-MA, analisado por Santos, Vieira e Silva (2023), ilustra com clareza a força com que a agropecuária mecanizada tem reconfigurado a paisagem brasileira. Entre 1994 e 2021, o município perdeu mais de 2.179 km² de florestas e ampliou em 2.703 km² as áreas destinadas à soja. Essa substituição maciça não apenas elimina a vegetação nativa responsável por importantes serviços ecossistêmicos, como provoca alterações profundas nos fluxos de energia, reduzindo a evapotranspiração e elevando a temperatura da superfície. A formação de grandes blocos contínuos de monocultura, como observado no MATOPIBA, intensifica a aridização do Cerrado e reduz significativamente sua capacidade de resiliência ecológica, tornando a região mais vulnerável às secas, ao esgotamento hídrico e às instabilidades climáticas.

Resultados semelhantes foram identificados no estudo de Monteiro, Rolim e Mascarenhas (2024), que analisou a resposta térmica do clima em múltiplas escalas. Os autores demonstram que, embora o aquecimento global tenha uma tendência geral em todo o planeta, áreas fortemente antropizadas aquecem com maior intensidade. Enquanto o cenário global de

altas emissões (SSP5-8.5) projeta aumentos superiores a $+5^{\circ}\text{C}$ até 2100, regiões amazônicas submetidas ao desmatamento, urbanização acelerada e degradação da cobertura vegetal podem registrar anomalias ainda mais severas. Marabá-PA, por exemplo, apresenta projeções térmicas superiores às médias amazônicas, com hotspots urbanos derivados da impermeabilização do solo, da ausência de áreas verdes e da substituição de florestas por superfícies artificiais. Esses padrões evidenciam que, quando o solo é transformado para fins econômicos, a capacidade natural do ambiente de regular sua própria temperatura diminui drasticamente, tornando centros urbanos e áreas agrícolas ambientes mais quentes e suscetíveis a extremos climáticos.

A pesquisa conduzida por Silva *et al.* (2024) aprofunda ainda mais essa compreensão ao demonstrar que a conversão da vegetação nativa em pastagens, agricultura ou mosaicos antrópicos intensifica a erosão, modifica a distribuição de chuvas e altera fatores essenciais da hidrologia, como evapotranspiração e escoamento superficial. Em bacias amazônicas e do Cerrado, os autores observaram que áreas convertidas podem apresentar uma perda de solo até 27 vezes superior em comparação às áreas florestadas. A mudança no uso do solo, portanto, não afeta apenas o clima em termos térmicos, mas compromete a integridade física do território, reduzindo a fertilidade, ampliando processos erosivos e fragilizando ecossistemas inteiros. O fator C, que representa o uso e cobertura da terra, foi o componente de maior sensibilidade, evidenciando que a proteção do solo é diretamente condicionada à manutenção da vegetação nativa.

13

Adicionalmente, Pinheiro *et al.* (2015) mostraram que as projeções climáticas para o bioma Mata Atlântica indicam reduções expressivas na precipitação anual, intensificação da escassez hídrica e ampliação do estresse climático sobre culturas agrícolas de ciclo curto. A substituição da vegetação natural por lavouras temporárias reduz drasticamente a capacidade do solo de armazenar água, intensificando o escoamento superficial e comprometendo a estabilidade hídrica das bacias. Cultivos como milho, feijão e soja tornam-se ainda mais vulneráveis quando inseridos em cenários de aumento da temperatura e redução da umidade, revelando que o uso inadequado do solo multiplica os impactos das mudanças climáticas e diminui a resiliência na produção de alimentos.

Outro estudo que reforça a magnitude das transformações ambientais decorrentes do uso inadequado do solo é o trabalho de Mendes e Romero (2024), que analisaram a interação entre expansão agropecuária, alterações microclimáticas e degradação da cobertura vegetal em regiões de transição entre Cerrado e Amazônia. Os autores demonstram que áreas submetidas ao

desmatamento sistemático e à abertura de novas frentes agrícolas apresentam aumentos significativos na temperatura da superfície terrestre, acompanhados de reduções expressivas na umidade relativa e na evapotranspiração. Em diversas regiões analisadas, a substituição da vegetação nativa por pastagens degradadas elevou a temperatura superficial em mais de 3°C, um patamar de aquecimento compatível com o observado em hotspots agrícolas e urbanos descritos por Monteiro, Rolim e Mascarenhas (2024).

Além disso, Mendes e Romero (2024) evidenciaram que o avanço da fronteira agrícola, especialmente em áreas limítrofes entre biomas, compromete a conectividade ecológica e intensifica a fragmentação da paisagem. A perda de continuidade florestal reduziu a capacidade de circulação de ventos úmidos e modificou padrões de albedo, criando microclimas mais quentes e secos, que retroalimentam o processo de degradação dos solos. O estudo também destaca que a conversão antrópica intensifica o déficit de pressão de vapor indicador crucial para compreender o risco de incêndios, e amplia a suscetibilidade de áreas recém-desmatadas a eventos extremos, incluindo estiagens prolongadas e ondas de calor. Esses achados convergem plenamente com os resultados nacionais e internacionais discutidos anteriormente, demonstrando que o uso inadequado do solo opera como amplificador direto das alterações climáticas regionais e como catalisador da perda de resiliência ecossistêmica.

14

Complementando o panorama nacional, o estudo internacional de Li *et al.* (2024) demonstra que esses processos não são exclusivos do Brasil, mas integram uma dinâmica global de perda de vegetação e intensificação das superfícies artificiais. Em uma série histórica de quase 30 anos, os autores identificaram que áreas artificiais e agrícolas aumentam significativamente as emissões líquidas de gases de efeito estufa, enquanto florestas têm papel mitigador decisivo. A modelagem estrutural utilizada pelos autores evidencia que a relação entre uso da terra e emissões é causal, validando cientificamente o argumento de que a conversão de ecossistemas nativos é um dos motores mais poderosos do aquecimento global.

Desse modo, ao integrar os resultados nacionais e internacionais, torna-se evidente que o uso e a ocupação do solo são fatores estruturantes das mudanças climáticas, tanto por sua capacidade de amplificar a emissão de gases de efeito estufa quanto por sua influência na temperatura da superfície, no ciclo hidrológico, na erosão e na estabilidade dos ecossistemas. Os estudos convergem para a conclusão de que o Brasil, por possuir vastas áreas agrícolas e elevada pressão antrópica sobre biomas sensíveis, ocupa uma posição de extrema vulnerabilidade climática, exigindo políticas públicas de ordenamento territorial, restauração ecológica e

incentivo a práticas sustentáveis capazes de mitigar os impactos já em curso.

3.3 Interações entre Uso da Terra, Ciclo Hidrológico, Urbanização e Vulnerabilidade Climática

A literatura integrada nesse estudo evidencia que as transformações no uso e ocupação do solo desencadeiam uma série de efeitos interligados sobre o ciclo hidrológico, o comportamento térmico da superfície terrestre e a vulnerabilidade socioambiental das regiões. Esses efeitos não se manifestam isoladamente, mas compõem uma cadeia de retroalimentação em que cada alteração territorial intensifica tendências climáticas já estabelecidas. A compreensão dessa dinâmica é crucial, pois revela que o uso inadequado do solo é um componente central na amplificação dos riscos climáticos, tanto em ambientes rurais quanto urbanos, onde o aquecimento regional, a erosão, a perda de umidade e a instabilidade hídrica resultam diretamente da conversão de ecossistemas naturais.

A pesquisa de Pinheiro *et al.* (2015) evidencia que, na Mata Atlântica, a substituição da vegetação nativa por cultivos temporários provoca uma redução significativa na interceptação da chuva, na infiltração e no armazenamento hídrico, fatores que tornam as bacias mais vulneráveis a períodos de estiagem prolongada. Os cenários climáticos futuros indicam redução da precipitação e aumento das demandas evapotranspirativas, comprometendo severamente a disponibilidade hídrica em fases críticas das culturas agrícolas. Esses resultados reforçam que o uso inadequado do solo atua como amplificador de condições climáticas adversas, uma vez que áreas com vegetação nativa possuem maior capacidade de regular os fluxos de água e energia, mitigando oscilações térmicas e hidrológicas extremas.

No Cerrado e na Amazônia, Silva *et al.* (2024) demonstraram que a relação entre mudanças no uso da terra e degradação ambiental torna-se ainda mais evidente diante das mudanças climáticas. Ao analisarem fatores associados à erosão e à perda de solo, os autores verificaram que áreas convertidas em pastagens e lavouras apresentam maior vulnerabilidade aos processos erosivos, sobretudo em cenários de aumento da temperatura e alteração do regime de chuvas.

Entre os fatores avaliados, destacam-se o fator R, que representa a força erosiva das chuvas; o fator K, relacionado à fragilidade natural do solo à erosão, especialmente em solos mais arenosos e pobres em matéria orgânica; e o fator LS, associado à inclinação e ao comprimento das encostas, que influenciam a velocidade do escoamento da água sobre o terreno. Os resultados mostraram variações importantes desses fatores entre o período histórico

e as projeções futuras, indicando tendência de intensificação da degradação ambiental. Nesse contexto, a retirada da vegetação natural favorece a perda acelerada do solo, reduz sua fertilidade, compromete a produtividade agrícola e aumenta a pressão pela abertura de novas áreas, contribuindo para a continuidade do ciclo de desmatamento (Silva *et al.*, 2024).

No campo da hidrologia e dos impactos atmosféricos, o trabalho de Mendes e Romero (2024) complementa de maneira significativa essas evidências ao demonstrar como mudanças no uso do solo afetam diretamente os fluxos de água, energia e umidade em bacias hidrográficas de regiões de transição climática. Os autores observaram que, em áreas onde a vegetação foi substituída por uso agropecuário intensivo, houve uma redução acentuada da umidade do solo, acompanhada por aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração. Esse comportamento hidrológico modifica a recarga de aquíferos, cria regimes hídricos mais instáveis e aumenta a frequência de eventos erosivos resultados que dialogam diretamente com os achados de Silva *et al.* (2024) e Pinheiro *et al.* (2015).

Mendes e Romero (2024) também demonstraram que a alteração do uso do solo gera mudanças expressivas na circulação atmosférica local, contribuindo para a formação de bolsões de ar quente e seco, que reduzem a probabilidade de formação de nuvens e afetam o regime de precipitação. Em regiões onde pastagens substituíram florestas, os autores identificaram atrasos no início da estação chuvosa, acompanhados de irregularidades nas chuvas convectivas, um fenômeno igualmente observado em áreas do Cerrado sob pressão agrícola intensiva. Esse desequilíbrio no ciclo hidrológico intensifica a vulnerabilidade das populações rurais e urbanas, sobretudo em áreas onde a urbanização desorganizada potencializa o escoamento, diminui a drenagem natural e acentua enchentes, como demonstrado por Menezes *et al.* (2023).

Assim, o estudo de Mendes e Romero (2024) confirma que o uso inadequado do solo não afeta apenas solo e vegetação, mas impacta diretamente os mecanismos atmosféricos e hidrológicos que sustentam o equilíbrio climático regional. Seus achados reforçam a tese central desta discussão: as mudanças climáticas no Brasil não podem ser compreendidas sem considerar a forte interação entre território, hidrologia e energia superficial, elementos profundamente modificados pela conversão da vegetação nativa em usos produtivos e pela urbanização acelerada.

Essa mesma relação entre uso do solo e intensificação de impactos aparece no ambiente urbano. Menezes *et al.* (2023), ao estudar Salgueiro-PE, demonstraram que o crescimento urbano desordenado provocou aumento de 42% da área edificada e elevação significativa da

temperatura média do ar no período analisado. A substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis intensificou o armazenamento de calor e reduziu a umidade disponível, fortalecendo ilhas de calor urbano. Curiosamente, os autores observaram um aumento na área superficial de reservatórios urbanos, mas tal ampliação não decorreu de melhoria hídrica, e sim do incremento do escoamento superficial decorrente da impermeabilização. Isso revela que o uso inadequado do solo altera profundamente o ciclo hidrológico urbano, aumentando a frequência de enchentes, reduzindo a recarga de aquíferos e ampliando a vulnerabilidade das populações mais pobres.

Nas zonas costeiras, Filgueiras, Silva e Corrêa (2024) mostraram que a combinação entre ocupação desordenada e mudanças climáticas produz efeitos igualmente críticos. A perda contínua de manguezais, ecossistemas essenciais para o sequestro de carbono e a proteção contra inundações compromete a resiliência natural das áreas litorâneas frente à elevação do nível do mar. Os autores demonstraram, por meio de projeções até 2100, que a ocupação urbana continuará crescendo sobre zonas de transição, reduzindo ainda mais a capacidade desses ecossistemas de mitigar impactos hidrodinâmicos. Assim, o uso inadequado do solo não apenas agrava o aquecimento regional, mas também amplia a vulnerabilidade de áreas densamente povoadas a tempestades, marés altas e eventos extremos.

Esses resultados dialogam diretamente com a análise global realizada por Li *et al.* (2024), segundo a qual a expansão de superfícies artificiais e agrícolas causa efeitos climáticos desproporcionais. Ao reduzir a cobertura vegetal, tais superfícies alteram o albedo, diminuem a evapotranspiração e intensificam a absorção de calor. A modelagem de equações estruturais utilizada pelos autores mostra que áreas florestais exercem papel mitigador, enquanto áreas urbanas e agrícolas aumentam emissões líquidas de GEE e contribuem para a intensificação do aquecimento global. As projeções para 2050, baseadas em inteligência artificial, indicam que a continuidade da conversão de terras manterá as emissões em trajetória ascendente, mesmo em cenários de mitigação moderada.

Ao integrar as evidências dos estudos analisados, torna-se claro que existe um ciclo de retroalimentação negativa entre uso do solo, clima e degradação ambiental. Cada alteração territorial seja no campo ou nos centros urbanos, produz efeitos que se somam e multiplicam-se, tornando os sistemas naturais menos resilientes e ampliando a vulnerabilidade das populações humanas. O ciclo pode ser sintetizado da seguinte maneira: uso inadequado do solo provoca redução da vegetação; essa redução altera o clima local, aumenta a temperatura e reduz

a umidade; tais alterações modificam o ciclo hidrológico, intensificam o escoamento, reduzem a infiltração e ampliam a erosão; a erosão reduz a fertilidade dos solos e compromete a segurança hídrica; a perda de produtividade estimula novas áreas de desmatamento; e o desmatamento configura-se como um dos maiores emissores setoriais de CO₂ do país. O resultado final é um sistema ambiental em regressão contínua, no qual cada impacto acelera o seguinte, ampliando riscos e comprometendo a estabilidade ecológica e socioeconômica.

Dessa forma, os estudos demonstram que a mitigação das mudanças climáticas depende, de maneira inequívoca, de políticas públicas que integrem ordenamento territorial, conservação da vegetação nativa, restauração de áreas degradadas, práticas agrícolas sustentáveis e planejamento urbano inteligente. A interação entre território e clima é profunda, permanente e estrutural; ignorá-la significa perpetuar um modelo de desenvolvimento que intensifica a vulnerabilidade nacional e compromete a resiliência do país frente aos impactos climáticos das próximas décadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta revisão integrativa evidenciam, de forma inequívoca, que o uso e a ocupação do solo constituem elementos estruturantes na intensificação das mudanças climáticas no Brasil. A análise dos estudos selecionados demonstra que processos como desmatamento, substituição de ecossistemas nativos por monoculturas, expansão de pastagens, impermeabilização do solo e urbanização acelerada desencadeiam impactos que se acumulam e retroalimentam, resultando em maior aquecimento superficial, instabilidade hidrológica, aumento das emissões de GEE e ampliação da vulnerabilidade socioambiental.

A convergência entre evidências nacionais e internacionais reforça que o território, ao ser transformado, modifica profundamente os fluxos de energia, água e carbono, afetando tanto o microclima quanto os sistemas atmosféricos regionais. As alterações no ciclo hidrológico, demonstradas em múltiplos estudos, revelam que a retirada da vegetação compromete a infiltração, reduz a recarga de aquíferos, intensifica a erosão e favorece extremos climáticos fenômenos observados em biomas como Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e zonas costeiras. Em áreas urbanas, a expansão desordenada amplifica ilhas de calor, enchentes e escassez hídrica, agravando desigualdades socioespaciais.

Diante desse cenário, torna-se evidente que a mitigação dos impactos climáticos requer políticas públicas integradas, capazes de articular planejamento territorial, práticas agrícolas

sustentáveis, restauração ecológica e modelos urbanos resilientes. A manutenção e recuperação de vegetação nativa, o manejo adequado do solo, a redução do desmatamento e o fortalecimento de instrumentos de governança ambiental são condições indispensáveis para reduzir a vulnerabilidade climática brasileira.

Assim, compreender o papel do uso e ocupação do solo nas mudanças climáticas não é apenas exercício teórico, mas uma necessidade estratégica para assegurar segurança hídrica, estabilidade ecológica, soberania ambiental e qualidade de vida para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; *et al.* **Papel do Plano ABC e do Planaveg na adaptação da agricultura e da pecuária às mudanças climáticas.** São Paulo: WRI Brasil. 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>.

CEMADEN. **Nota Técnica Impactos e Riscos de Desastres na Região Nordeste intensificados pelo El Niño-2023.** 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/cemaden-divulga-nota-tecnica-sobre-os-impactos-e-riscos-de-desastres-na-regiao-nordeste-intensificados-pelo-el-nino/NT_ELNINO_NORDESTE_11231.pdf/view.

CPC. Climate Prediction Center, 2024. **ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions.** Disponível em: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/1

19

FILGUERAS, G. M.; SILVA, J. R.; CORRÊA, A. C. Impactos do aumento do nível do mar e ocupação do solo sobre zonas úmidas costeiras: metodologia aplicada à Baía da Babitonga (SC). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 3, p. 1234-1256, 2024.

LI, L.; *et al.* Global land use change and its impact on greenhouse gas emissions. **Global Change Biology**, v. 30, e17604, 2024.

MAPBIOMAS. **Destaques Agropecuária no Brasil (1985-2022).**, MAPBIOMAS, 2023. Disponível em: [https://brasil.mapbiomas.org/2023/08/31/perda-de-vegetacao-nativa-no-brasil-acelerou-na-ultima-decada/#:~:text=No%20Cerrado%2C%20as%20atividades%20agropecu%C3%A1rias,ter%C3%A7o%20\(33%25\)%20do%20Brasil](https://brasil.mapbiomas.org/2023/08/31/perda-de-vegetacao-nativa-no-brasil-acelerou-na-ultima-decada/#:~:text=No%20Cerrado%2C%20as%20atividades%20agropecu%C3%A1rias,ter%C3%A7o%20(33%25)%20do%20Brasil).

MENDES, F. H.; ROMERO, H. Mudanças no uso e ocupação do solo e suas influências no clima urbano de cidades médias. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 13, e181743, 2024.

MENEZES, R. B. G. G. de; *et al.* Relação entre a variabilidade da expansão urbana, temperatura do ar e área superficial de corpos hídricos na cidade de Salgueiro-PE. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 13, n. 3, p. 458-470, 2023.

MONTEIRO, M. de A.; ROLIM, L. F.; MASCARENHAS, A. L. dos S. Aquecimento global

e limites para a reversão de padrões deletérios de uso e ocupação do solo urbano na Amazônia: o caso da cidade de Marabá. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 27, n. 3, p. 103–138, set./dez. 2024.

PAGE, M. J.; *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, London, v. 372, n. 71, p. 1–9, 2021.

PINHEIRO, A.; *et al.* Impacto das mudanças climáticas e do uso agrícola do solo no processo hidrológico no bioma Mata Atlântica. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 12, 2015.

RESENDE, L. de O.; PINTO, L. F. G.; LETA, F. F. B. A pecuária regenerativa no contexto brasileiro. **Agroanalysis**, v.41, n.1, p.24–25, 2021.

SANTOS, J. A. da S. dos; VIEIRA, V. de C. B.; SILVA, A. J. da. Análise espaço-temporal do cultivo da soja no município de Balsas - MA, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 11, e149121143836, 2023.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. SEEG-2019. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>.

SILVA, F. A. M.; *et al.* Effects of agricultural management and of climate change on N₂O emissions in an area of the Brazilian Cerrado: Measurements and simulations using the STICS soil-crop model. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.363, 108842, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880923005017?via%3Dihub>.

SILVA, R. N.; *et al.* Impactos das mudanças climáticas e de uso e cobertura da terra na perda de solo de pequenas bacias hidrográficas da Amazônia e do Cerrado. **Revista de Gestão de Águas da América Latina**, Porto Alegre, v. 21, e19, p. 1–16, 2024.

SINGH, B. K.; *et al.* Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. **Nature Reviews Microbiology**, v.21, October 2023.

SOUZA, J. F.; *et al.* Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 7–21, jan./mar. 2016.

SOUZA, V. A. S.; *et al.* Dinâmica da conversão de floresta e tendências climáticas na bacia do rio Madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 2007–2034, 2022.

TANURE, T.; *et al.* Farmers' perceptions of climate change affect their adoption of sustainable agricultural technologies in the Brazilian Amazon and Atlantic Forest biomes. **Climatic Change**, v.177, n.8, 2024.