



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL**

LUIZ FELIPE MIDON DE MELO

**MUDANÇA CLIMÁTICA E GOVERNANÇA NO BRASIL: ASSIMETRIAS
TERRITORIAIS, CAPACIDADE ESTATAL E OS DESAFIOS DA RESPOSTA
INSTITUCIONAL**

**CUIABÁ - MT
2026**

LUIZ FELIPE MIDON DE MELO

**MUDANÇA CLIMÁTICA E GOVERNANÇA NO BRASIL: ASSIMETRIAS
TERRITORIAIS, CAPACIDADE ESTATAL E OS DESAFIOS DA RESPOSTA
INSTITUCIONAL**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Física Ambiental do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Física Ambiental.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Nadja Gomes
Machado

**CUIABÁ-MT
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

M528m Melo, Luiz Felipe Midon de.

Mudança climática e governança no Brasil: assimetrias territoriais, capacidade estatal e os desafios da resposta institucional [recurso eletrônico] / Luiz Felipe Midon de Melo. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 118 f., il. color., pdf). -- 2026.

Orientadora: Nadja Gomes Machado.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2026.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Mudança climática. 2. Governança climática. 3. Cientometria. 4. Assimetrias territoriais. 5. Capacidade institucional. I. Machado, Nadja Gomes, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Mudança climática e governança no Brasil: assimetrias territoriais, capacidade estatal e os desafios da resposta institucional

AUTOR: Mestrando Luiz Felipe Midon de Melo

Dissertação defendida e aprovada em **13 de maio de 2026**.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Profa. Dra. Nadja Gomes Machado (Presidente Banca / **Orientadora**)

Instituição: Instituto Federal de Mato Grosso

2. Prof. Dr. Alencar Garcia Bacarji (Membro Interno)

Instituição: Instituto Federal de Mato Grosso

3. Prof. Dr. Marcelo Caetano Vacchiano (Membro Externo)

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso

Cuiabá, 13/05/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Alencar Garcia Bacarji**, **Usuário Externo**, em 21/05/2026, às 09:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **NADJA GOMES MACHADO**, **Usuário Externo**, em 21/05/2026, às 17:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO CAETANO VACCHIANO**, Usuário **Externo**, em 26/05/2026, às 13:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO SACARDI BIUDES**, **Coordenador(a) de Programas de Pós-Graduação em Física Ambiental - IF/UFMT**, em 09/06/2026, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **9224566** e o código CRC **F282A24E**.

RESUMO

A mudança climática impõe desafios crescentes ao Brasil, exigindo a formulação de políticas públicas territorialmente orientadas e fundamentadas em evidências. Nesse cenário, observa-se um descompasso estrutural entre a produção do conhecimento acadêmico e a capacidade governamental de resposta, especialmente nas escalas subnacionais. Esta dissertação tem por objetivo analisar o panorama da literatura científica e a estrutura da governança climática no país, identificando discrepâncias entre a geração de dados e a implementação efetiva de medidas de adaptação e mitigação. A pesquisa adotou abordagem quanti-qualitativa, estruturada no formato de coletânea de artigos. O primeiro estudo empregou análise cientométrica, por meio do pacote Bibliometrix, em 61 publicações indexadas nas bases Scopus, Web of Science e SciELO, com o propósito de mapear o estado da arte. O segundo estudo utilizou pesquisa bibliográfica e documental para examinar a arquitetura institucional da governança climática brasileira, com foco nos eixos decisão, execução e coordenação. Os resultados evidenciam a concentração da produção científica e das redes de excelência investigativa no eixo Sul-Sudeste, em contraste com a escassez de monitoramento contínuo no Centro-Oeste. Essa sub-representação regional contribui para a insuficiência de dados primários e compromete a formulação de diagnósticos nos territórios. No campo institucional, verificou-se que, embora a União concentre a formulação estratégica e a articulação de compromissos internacionais, os municípios, responsáveis pela ação territorial, enfrentam fragmentação administrativa, desigualdades federativas e carência persistente de suporte técnico e informacional. Essas limitações dificultam a incorporação da variável climática nos instrumentos de planejamento urbano e gestão de riscos. Observa-se, portanto, que a governança climática no Brasil é condicionada tanto pela assimetria da base empírica disponível quanto por limitações estruturais das capacidades das instituições locais. Em síntese, o principal desafio reside na dificuldade de transformar conhecimento científico em ação pública efetiva. Para enfrentar esse cenário, um caminho possível seria o desenvolvimento de modelos preditivos baseados em Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo, voltados à estimação de variáveis físicas complexas e ao aprimoramento do monitoramento ambiental. Essas abordagens permitem ampliar a capacidade de geração de informações em regiões com baixa densidade de dados, reduzindo lacunas informacionais críticas nos territórios. Adicionalmente, aponta-se a necessidade de incorporar a pauta climática aos sistemas de inteligência de Estado, elevando a vulnerabilidade ambiental ao patamar de questão estratégica para a segurança nacional. Essa articulação entre ciência, tecnologia e inteligência tende a ampliar a capacidade de assessoramento ao poder público e a fortalecer a resiliência territorial frente

aos desafios impostos pela mudança climática.

Palavras-chave: Mudança climática; Governança climática; Cientometria; Assimetrias territoriais; Capacidade institucional; Planejamento territorial.

ABSTRACT

Climate change poses increasing challenges for Brazil, requiring the development of territorially oriented and evidence-based public policies. In this context, a structural gap can be observed between the production of academic knowledge and the government's capacity to respond, particularly at subnational levels. This dissertation aims to analyze both the scientific literature and the institutional structure of climate governance in Brazil, identifying discrepancies between data generation and the effective implementation of adaptation and mitigation measures. The research adopts a mixed methodological approach, structured as a compilation of articles. The first study applies a scientometric analysis using the Bibliometrix package to examine 61 publications indexed in the Scopus, Web of Science, and SciELO databases, aiming to map the state of the art. The second study employs bibliographic and documentary research to analyze the institutional architecture of Brazilian climate governance, focusing on decision-making, implementation, and coordination processes. The findings reveal a concentration of scientific production and research networks in the South and Southeast regions, contrasted with limited continuous monitoring in the Midwest, particularly in the state of Mato Grosso. This regional underrepresentation contributes to insufficient primary data and constrains the development of territorially sensitive diagnoses. From an institutional perspective, although the federal government concentrates strategic formulation and international commitments, municipalities, responsible for territorial action, face administrative fragmentation, federative inequalities, and persistent limitations in technical and informational support. These constraints hinder the incorporation of climate variables into urban planning and risk management instruments. As a result, climate governance in Brazil is shaped both by asymmetries in the empirical knowledge base and by structural limitations in local institutional capacities. Ultimately, the main challenge lies in the difficulty of transforming scientific knowledge into effective public action. To address these limitations, this dissertation recommends the development of predictive models based on Machine Learning and Deep Learning within the field of Environmental Physics, aimed at estimating complex physical variables and improving environmental monitoring. These approaches can enhance data generation in regions with low information density and reduce critical informational gaps. In addition, the incorporation of climate issues into State intelligence systems is highlighted as a strategic measure, elevating environmental vulnerability to the level of national security. The integration of science, technology, and intelligence has the potential to strengthen decision-making processes and improve territorial resilience in the face of climate change.

Keywords: Climate change; Climate governance; Scientometrics; Territorial asymmetries; Institutional capacity; Territorial planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de seleção para análise cientométrica de artigos sobre “Climate Change”, “Climate Emergency” e “Brazil” nas bases de dados Scopus, Web of Science e SciELO.....	25
Figura 2 – Evolução anual da produção científica sobre mudança e emergência climática no Brasil (2014–2024).	26
Figura 3 – Principais periódicos em número de publicações sobre mudança climática, conforme critérios definidos na presente pesquisa.	28
Figura 4 – Autores com maior número de publicações sobre mudança climática no Brasil.....	29
Figura 5 – Afiliações institucionais mais relevantes na produção científica brasileira.....	30
Figura 6 – Afiliações institucionais mais relevantes na produção científica brasileira. Distribuição por País das colaborações científicas em publicações brasileiras, tendo o Brasil como epicentro.....	31
Figura 7 – Impacto local das fontes (periódicos) por Índice H na amostra analisada.	32
Figura 8 – Mapa de rede de coautoria entre os principais autores da produção nacional.....	35
Figura 9 – Estrutura (Arquitetura) decisória da governança climática federal brasileira	72
Figura 10 – Engrenagem da governança climática federal brasileira	77
Figura 11 – Dimensões da coordenação da política climática no Brasil.....	82
Figura 12 – Ilustração da composição do Sisbin em junho de 2024.....	85
Figura 13 – Temas e problemas afeitos ao trabalho dos componentes do Sisbin.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Eixos do panorama da produção científica brasileira sobre mudanças climáticas.....	26
Quadro 2 - Artigos mais citados na amostra analisada.....	33
Quadro 3 - Aspectos gerais sobre mudança e emergência climáticas.....	36
Quadro 4 - Caminhos possíveis rumo à justiça climática.....	37
Quadro 5 - Mitigação, adaptação e o importante papel das cidades.....	38
Quadro 6 - Impactos na saúde pública.....	40
Quadro 7 - Estudos regionais no Brasil.....	42
Quadro 8 - Engrenagem de execução da governança climática no Brasil.....	78
Quadro 9 - Dimensões da coordenação da política climática no Brasil.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIN – Agência Brasileira de Inteligência

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IA – Inteligência Artificial (Artificial Intelligence)

APP – Área de Preservação Permanente

BCB – Banco Central do Brasil

Bibliometrix – Pacote bibliométrico para análise científica em R

Biblioshiny – Interface web interativa do pacote Bibliometrix

CAR – Cadastro Ambiental Rural

CIM – Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COP30 – 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Deep Learning – Aprendizado Profundo

DOI – Digital Object Identifier

FNMC – Fundo Nacional sobre Mudança do Clima

GEE – Gases de Efeito Estufa

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IFMT – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018)

Machine Learning – Aprendizado de Máquina

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MF – Ministério da Fazenda

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

MPO – Ministério do Planejamento e Orçamento

MRE – Ministério das Relações Exteriores

NBR – Norma Brasileira

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMM – Organização Meteorológica Mundial

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPGFA – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

R – Linguagem de programação R

RStudio – Ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) para R

SciELO – Scientific Electronic Library Online

Scopus – Base de dados científica internacional

Sisbin – Sistema Brasileiro de Inteligência

UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

Web of Science – Base de dados científica internacional

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.1.1 Mudança e Emergência Climáticas	17
1.1.2 Aplicação da Cientometria e sua importância nos estudos ambientais	18
2 DESENVOLVIMENTO.....	20
2.1 ARTIGO CIENTÍFICO 1 – MUDANÇA E EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE CIENTOMÉTRICA.	20
2.1.1 Introdução.....	22
2.1.2 Materiais e Métodos.....	23
2.1.3 Resultados.....	26
2.1.4 Eixos decorrentes da análise de 61 artigos.....	35
2.1.5 Discussão.....	46
2.1.6 Aprendizado de Aprendizado de Máquina (Machine Learning) e Aprendizado Profundo (Deep Learning): possível caminho para redução de lacunas Informacionais Considerações Finais	50
2.1.7 Considerações Finais	52
2.1.8 Referências Bibliográficas.	53
2.2 ARTIGO CIENTÍFICO 2 - GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL: QUEM DECIDE, QUEM EXECUTA E COMO COORDENA.....	63
2.2.1 Introdução.....	66
2.2.2 Referencial Teórico	67
2.2.3 Metodologia	70
2.2.4 Quem decide.....	72
2.2.5 Quem executa	76
2.2.6 Como coordena	81
2.2.7 Atividade de Inteligência de Estado: um caminho promissor para a governança climática brasileira.....	85
2.2.8 Considerações Finais.....	89
2.2.9 Referências Bibliográficas.	91
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A	113
APÊNDICE B.....	116

1 INTRODUÇÃO

A mudança climática consolidou-se como o principal desafio sistêmico do século XXI, com implicações que transcendem a dimensão ambiental e alcançam as esferas econômica, social e institucional. O consenso científico indica que o aquecimento global contemporâneo é predominantemente antropogênico, impulsionado pela intensificação das emissões de gases de efeito estufa desde a Revolução Industrial (IPCC, 2021; ALLEN et al., 2018). Evidências recentes demonstram o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas, inundações e ondas de calor, com impactos diretos sobre a segurança hídrica, alimentar e energética (IPCC, 2022; COUMOU; RAHMSTORF, 2012). Nesse contexto, a mudança climática passa a ser compreendida não apenas como um fenômeno ambiental, mas como um problema estrutural de organização da ação estatal.

A crescente adoção do conceito de emergência climática reforça a dimensão de urgência e risco sistêmico associada ao tema. Estudos indicam que o sistema climático global aproxima-se de pontos críticos de inflexão, capazes de desencadear mudanças abruptas e potencialmente irreversíveis (LENTON et al., 2019; ARMSTRONG MCKAY et al., 2022). Essa perspectiva amplia a compreensão do fenômeno ao evidenciar sua natureza interdependente com processos socioeconômicos, como uso da terra, desmatamento e padrões de desenvolvimento (STEFFEN et al., 2015; ROCKSTRÖM et al., 2009). Assim, a emergência climática redefine o papel da ciência, exigindo não apenas diagnóstico, mas capacidade de orientar decisões em contextos de alta incerteza.

No cenário internacional, a governança climática tem sido estruturada por meio de arranjos multiníveis e policêntricos, envolvendo múltiplos atores, escalas e instrumentos de coordenação. A literatura demonstra que a efetividade das políticas climáticas depende da capacidade de integrar decisões globais, nacionais e locais, bem como de articular diferentes setores de políticas públicas (JORDAN et al., 2015; DI GREGORIO et al., 2019). No entanto, estudos também evidenciam que a fragmentação institucional e as assimetrias de capacidade comprometem a implementação dessas políticas, especialmente em países com elevada heterogeneidade territorial (PETERS; PIERRE, 2016; HOCHSTETLER, 2021). Dessa forma, a governança climática contemporânea coloca no centro do debate a capacidade estatal de coordenação e implementação.

No Brasil, esse desafio assume contornos ainda mais complexos em razão de sua dimensão territorial, diversidade de biomas e desigualdades regionais. O país desempenha papel estratégico na regulação do clima global, ao mesmo tempo em que enfrenta vulnerabilidades significativas relacionadas a eventos extremos e mudanças nos regimes hidrológicos (NOBRE et al., 2016; ARTAXO, 2020). A realização da COP30 no Brasil reforça essa centralidade, ampliando a visibilidade internacional e a responsabilidade nacional na agenda climática (FEARNSIDE, 2025; CORRÊA DO LAGO, 2025). Nesse sentido, o país encontra-se diante de uma oportunidade

histórica de alinhar ciência, política e gestão territorial.

Apesar do avanço da produção científica nacional sobre mudanças climáticas, observa-se um descompasso estrutural entre a geração de conhecimento e sua aplicação na formulação de políticas públicas. Estudos indicam que a produção científica brasileira encontra-se concentrada em determinadas regiões e instituições, gerando lacunas informacionais em áreas estratégicas (MARENGO et al., 2020; ARTAXO, 2020). Essa desigualdade compromete a capacidade de produzir diagnósticos territorialmente sensíveis e de subsidiar decisões em escala local (FLEURY, 2019; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). Assim, a ciência climática, embora robusta, não se traduz plenamente em capacidade estatal de resposta.

Esse cenário torna-se ainda mais crítico quando analisado sob a perspectiva da governança multinível, na qual a execução das políticas climáticas recai majoritariamente sobre estados e municípios. Pesquisas demonstram que os entes subnacionais enfrentam limitações estruturais relacionadas ao acesso a dados, capacidade técnica e continuidade administrativa (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020; AGUIAR et al., 2018). A ausência de informações regionais detalhadas dificulta a incorporação da variável climática em instrumentos como planos diretores e políticas de gestão de riscos (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; FLEURY, 2019). Dessa forma, a governança climática brasileira revela-se limitada menos por ausência normativa e mais por déficits informacionais e institucionais.

No campo das Ciências Ambientais e da Física Ambiental, esse descompasso evidencia a necessidade de integrar produção científica, modelagem de sistemas naturais e aplicação prática na gestão pública. Estudos indicam que a compreensão de processos termodinâmicos, hidrológicos e de uso da terra é fundamental para a construção de cenários climáticos e para a antecipação de riscos (BIUDES et al., 2015; MARENGO, 2023). Além disso, a crescente disponibilidade de dados e ferramentas computacionais amplia o potencial de análise e modelagem ambiental (REICHSTEIN et al., 2019; ROLNICK et al., 2019). Nesse contexto, a ciência assume papel estratégico na estruturação de respostas territoriais às mudanças climáticas.

Diante desse cenário, o problema central que orienta esta dissertação consiste em compreender como as assimetrias na produção do conhecimento científico sobre mudanças climáticas no Brasil impactam a capacidade de formulação, coordenação e execução da governança climática, especialmente nas escalas subnacionais. Parte-se da hipótese de que os principais desafios da governança climática no país não decorrem da insuficiência normativa, mas da dificuldade de articular conhecimento científico, instituições e territórios de forma coerente e contínua. A literatura internacional reforça que a efetividade da ação climática depende da integração entre ciência, política e capacidade estatal (JORDAN et al., 2015; DI GREGORIO et al., 2019). Assim, a análise proposta busca contribuir para o avanço do debate sobre governança climática em contextos

federativos e desiguais.

O objetivo geral desta dissertação é analisar o panorama da produção científica e a estrutura da governança climática no Brasil, identificando os descompassos entre a geração de conhecimento e sua aplicação na ação estatal. Como objetivos específicos, destacam-se: mapear, por meio de análise cientométrica, a estrutura temática e as lacunas da produção científica nacional; examinar a arquitetura institucional da governança climática a partir dos eixos decisão, execução e coordenação; identificar os desafios de integração entre escalas de governo; e propor caminhos para o fortalecimento da gestão baseada em evidências. Nesse sentido, a pesquisa articula duas dimensões complementares, a científica e a institucional, permitindo uma leitura integrada do problema. Assim, busca-se oferecer subsídios para o aprimoramento da governança climática no cenário pós-COP30.

A relevância desta investigação também se insere no âmbito da Agenda 2030 das Nações Unidas, na medida em que aborda dimensões centrais para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles relacionados à ação climática, à qualidade das instituições públicas, à redução de desigualdades e à promoção do desenvolvimento econômico sustentável. Ao analisar as assimetrias na produção do conhecimento científico e suas implicações para a capacidade estatal de resposta, o estudo dialoga diretamente com o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), ao evidenciar os desafios de mitigação e adaptação em contextos de incerteza (UN, 2015; SACHS; SCHMIDT-TRAUB; KROLL, 2019). Simultaneamente, ao examinar a governança climática sob a perspectiva da articulação entre decisão, execução e coordenação, contribui para o avanço do ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), ao destacar a importância de instituições capazes de integrar informação, coordenar capacidades estatais e orientar políticas públicas territorialmente responsivas. Ademais, ao problematizar as desigualdades regionais na produção e no acesso a dados ambientais, a pesquisa dialoga com o ODS 10 (Redução das Desigualdades), ao indicar que a efetividade da ação climática depende da capacidade de enfrentar assimetrias estruturais na distribuição do conhecimento e dos recursos institucionais.

Além disso, a investigação também se relaciona com o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), especialmente no que se refere à necessidade de construção de modelos de desenvolvimento capazes de conciliar crescimento econômico, geração de renda e sustentabilidade ambiental. A literatura contemporânea demonstra que os impactos das mudanças climáticas possuem potencial de comprometer cadeias produtivas, segurança hídrica, produção agrícola e estabilidade econômica, sobretudo em países com elevada dependência de recursos naturais (IPCC, 2022; UNEP, 2023). Nesse sentido, o fortalecimento da governança climática e da capacidade estatal de planejamento torna-se elemento estratégico não apenas para mitigação de riscos ambientais, mas também para promoção de desenvolvimento econômico resiliente e

sustentável, reduzindo vulnerabilidades territoriais sem promover o esgotamento dos recursos naturais. Dessa forma, a pesquisa reforça a necessidade de integração entre ciência, governança, sustentabilidade e desenvolvimento econômico, em consonância com os princípios estruturantes da Agenda 2030 (UN, 2015; SACHS; SCHMIDT-TRAUB; KROLL, 2019).

Por fim, esta dissertação estrutura-se no formato de coletânea de artigos científicos, conforme as diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. O primeiro artigo realiza uma análise cientométrica da produção científica brasileira sobre mudanças e emergências climáticas, evidenciando suas assimetrias territoriais. O segundo artigo examina a governança climática no Brasil a partir dos eixos “quem decide”, “quem executa” e “como coordena”, com foco na capacidade estatal de implementação. Em conjunto, os estudos permitem compreender a relação entre conhecimento científico e ação pública, apontando caminhos para uma governança climática mais integrada, preditiva e territorialmente responsiva.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Mudança e Emergência Climáticas

As mudanças climáticas referem-se a alterações de longo prazo nos padrões médios do sistema climático terrestre, incluindo variações de temperatura, precipitação, circulação atmosférica e ocorrência de eventos extremos. Embora tais alterações possam decorrer de processos naturais, há consenso científico consolidado de que, desde a Revolução Industrial, as atividades humanas passaram a exercer influência dominante sobre o clima global, especialmente por meio da emissão de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2021; ALLEN et al., 2018). Esse processo caracteriza o aquecimento global antropogênico, cuja magnitude tem superado os limites de variabilidade natural observados em escalas históricas e paleoclimáticas (HAWKINS et al., 2017; MASLIN; LEWIS, 2015). Evidências recentes indicam que a intensidade das mudanças observadas nas últimas décadas não possui precedentes na história recente do sistema climático terrestre, reforçando a natureza antrópica do fenômeno (IPCC, 2021; LENTON et al., 2019). Nesse contexto, a compreensão das mudanças climáticas exige uma abordagem integrada que considere tanto os fatores físicos quanto as dinâmicas socioeconômicas que impulsionam tais transformações.

Além da dimensão físico-atmosférica, as mudanças climáticas devem ser compreendidas como um fenômeno sistêmico, que envolve interações complexas entre processos naturais e atividades humanas. A literatura destaca que o uso da terra, o desmatamento e os padrões de desenvolvimento econômico desempenham papel central na intensificação das mudanças climáticas, especialmente em países com grande extensão territorial e diversidade de biomas (ARTAXO, 2020; IPCC, 2021). Essa abordagem integrada é reforçada por estudos que analisam o sistema terrestre como um conjunto interdependente de subsistemas biofísicos e socioeconômicos, evidenciando que alterações em um componente podem desencadear efeitos em cascata em

diferentes escalas (STEFFEN et al., 2015; ROCKSTRÖM et al., 2009). Adicionalmente, a literatura recente aponta que as interações entre clima, biodiversidade e uso da terra configuram um sistema acoplado, cuja desestabilização pode comprometer serviços ecossistêmicos essenciais (IPBES, 2019). Dessa forma, amplia-se o escopo analítico da questão climática, permitindo compreender seus desdobramentos em múltiplas escalas espaciais e temporais. Assim, o fenômeno climático deixa de ser apenas uma variável ambiental e passa a ser interpretado como um elemento estruturante das dinâmicas contemporâneas de desenvolvimento.

O conceito de emergência climática surge como uma ampliação crítica do entendimento das mudanças climáticas, incorporando a noção de urgência e risco sistêmico. Essa perspectiva está associada à possibilidade de ultrapassagem de limites críticos do sistema climático, conhecidos como tipping points, capazes de desencadear mudanças abruptas e irreversíveis (LENTON et al., 2008; STEFFEN et al., 2018). Estudos recentes indicam que múltiplos sistemas naturais, incluindo florestas tropicais, gelo polar e correntes oceânicas, apresentam sinais de aproximação desses limiares críticos (ARMSTRONG MCKAY et al., 2022). No contexto brasileiro, a Amazônia tem sido apontada como um dos principais sistemas em risco, com possíveis efeitos sobre os regimes hidrológicos continentais (NOBRE et al., 2016). Dessa forma, a noção de emergência climática reforça a necessidade de respostas imediatas e coordenadas, elevando o tema ao patamar de prioridade estratégica global.

Os impactos das mudanças climáticas manifestam-se de forma ampla e interdependente, afetando sistemas naturais e humanos em diferentes escalas. Entre os efeitos mais evidentes, destacam-se o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como ondas de calor, secas prolongadas e inundações, associados ao aquecimento global antropogênico (IPCC, 2022; COUMOU; RAHMSTORF, 2012). Estudos recentes demonstram que a probabilidade desses eventos aumentou significativamente devido à influência humana no clima (OTTO et al., 2018). Esses eventos produzem impactos diretos sobre a disponibilidade de recursos hídricos, a produtividade agrícola e a estabilidade dos ecossistemas. Assim, a intensificação desses fenômenos configura um dos principais desafios contemporâneos para a sustentabilidade ambiental e econômica.

Além dos impactos ambientais, as mudanças climáticas produzem efeitos significativos sobre a saúde pública e a organização social. O aumento da incidência de doenças relacionadas ao calor, a expansão de vetores de doenças infecciosas e a intensificação da insegurança alimentar são amplamente documentados (WATTS et al., 2021; HAINES; EBI, 2019). Os efeitos climáticos tendem a agravar desigualdades sociais preexistentes, afetando populações vulneráveis (DIFFENBAUGH; BURKE, 2019). No contexto regional, pesquisas realizadas no Centro-Oeste evidenciam a relação entre variáveis climáticas, uso da terra e fluxos de energia e carbono (BIUDES et al., 2015; MACHADO et al., 2019). Dessa forma, os impactos climáticos devem ser compreendidos como fenômenos multidimensionais que exigem respostas integradas.

As mudanças climáticas produzem impactos significativos sobre a dinâmica econômica regional, afetando diretamente setores estratégicos para o desenvolvimento, como agricultura, energia, infraestrutura, transporte e recursos hídricos. Eventos extremos, como secas prolongadas, enchentes e ondas de calor, geram perdas econômicas crescentes, comprometem cadeias produtivas e ampliam custos relacionados à adaptação e recuperação de desastres (IPCC, 2022; STERN, 2007). Em regiões dependentes de atividades agropecuárias e da exploração de recursos naturais, como o Centro-Oeste brasileiro, alterações nos regimes de precipitação e temperatura afetam produtividade agrícola, disponibilidade hídrica e estabilidade dos sistemas logísticos (MARENGO et al., 2021; NOBRE et al., 2016). Nesse contexto, os efeitos climáticos deixam de representar apenas um problema ambiental e passam a configurar fator estrutural de risco ao crescimento econômico regional e à estabilidade dos mercados.

Os impactos climáticos também intensificam desigualdades territoriais e vulnerabilidades socioeconômicas já existentes. Regiões com menor capacidade institucional, baixa diversificação econômica e infraestrutura limitada apresentam maior dificuldade de absorver choques climáticos, comprometendo investimentos, competitividade econômica e capacidade de resposta governamental (HALLEGATTE et al., 2016; DIFFENBAUGH; BURKE, 2019). No contexto brasileiro, municípios vulneráveis frequentemente enfrentam limitações técnicas, financeiras e administrativas para implementar políticas preventivas de mitigação e adaptação, aumentando a exposição econômica a desastres naturais e perdas associadas à variabilidade climática (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Dessa forma, a mudança climática passa a representar não apenas ameaça ambiental, mas também desafio ao planejamento econômico e à sustentabilidade do desenvolvimento territorial.

A mitigação desses riscos exige estratégias integradas capazes de articular desenvolvimento econômico, sustentabilidade ambiental e fortalecimento institucional. Entre as principais medidas destacam-se a transição para modelos de economia de baixo carbono, a ampliação de sistemas de monitoramento ambiental, o fortalecimento da infraestrutura resiliente e a incorporação da variável climática nos instrumentos de planejamento territorial e econômico (IPCC, 2022; OECD, 2020). A antecipação de riscos climáticos também depende da integração entre ciência, tecnologia e governança pública, especialmente por meio do uso de modelagens preditivas, sistemas de inteligência territorial e produção de dados ambientais em escala regional (REICHSTEIN et al., 2019; ROLNICK et al., 2022). Assim, estratégias de adaptação e mitigação passam a ocupar posição central na formulação de políticas voltadas à resiliência econômica e à segurança do desenvolvimento regional.

A compreensão das mudanças e emergências climáticas é essencial para a formulação de políticas públicas eficazes e para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação baseadas em evidências científicas. A ciência climática desempenha papel central na identificação de riscos e na modelagem de cenários futuros (IPCC, 2021). Além disso, decisões informadas por

ciência reduzem significativamente os custos de adaptação e os riscos associados a eventos extremos (NATIONAL ACADEMIES, 2019). Nesse contexto, o conhecimento científico assume caráter estratégico para o planejamento territorial.

1.1.2 Aplicação da Cientometria e sua importância nos estudos ambientais

A cientometria constitui um campo interdisciplinar dedicado à análise quantitativa da produção científica, permitindo identificar padrões, tendências e dinâmicas na geração do conhecimento (MINGERS; LEYDESDORFF, 2015; VAN RAAN, 2019). Por meio de indicadores bibliométricos, como número de publicações, citações e redes de colaboração, essa abordagem possibilita avaliar o desenvolvimento de áreas científicas ao longo do tempo (GLÄNZEL, 2003; LEYDESDORFF et al., 2016). O avanço das bases de dados digitais e das ferramentas de análise computacional ampliou significativamente a capacidade de processamento de grandes volumes de informação científica (CALLON et al., 1986; WALTENBERGER et al., 2018). Nesse contexto, a cientometria consolida-se como instrumento estratégico para compreender a estrutura, a evolução e a organização da ciência em escala global.

Nos estudos ambientais, a cientometria assume papel particularmente relevante devido à complexidade e à multidisciplinaridade das questões relacionadas às mudanças climáticas (CALLAGHAN et al., 2020; RAFOLS et al., 2012). A análise sistemática de grandes bases de dados permite mapear áreas emergentes de pesquisa, identificar lacunas de conhecimento e compreender a organização temática da produção científica (ARAUJO; LEYDESDORFF, 2017; BORNMANN; MUTZ, 2015). Além disso, essa abordagem possibilita avaliar como diferentes campos do conhecimento interagem na construção de respostas aos desafios ambientais globais (IPCC, 2021; STEFFEN et al., 2018). Dessa forma, a cientometria contribui para o alinhamento entre produção científica, inovação e demandas globais relacionadas à sustentabilidade.

Outro aspecto fundamental da cientometria refere-se à sua capacidade de evidenciar desigualdades na distribuição geográfica da produção científica (BORNMANN; MUTZ, 2015; RAFOLS et al., 2012). Estudos indicam que a concentração de pesquisas em determinadas regiões pode gerar assimetrias no acesso ao conhecimento e na capacidade de resposta a problemas ambientais (CALLAGHAN et al., 2020; HICKS et al., 2015). No campo das mudanças climáticas, essa desigualdade implica a existência de regiões com baixa cobertura científica, dificultando a elaboração de diagnósticos territorialmente precisos (IPCC, 2022; DIFFENBAUGH; BURKE, 2019). Assim, a cientometria revela não apenas padrões de produção científica, mas também limitações estruturais que impactam diretamente a governança ambiental.

No contexto brasileiro, essas assimetrias tornam-se particularmente evidentes, sobretudo em regiões como o Centro-Oeste, que, apesar de sua relevância ambiental estratégica, apresenta menor densidade de produção científica (MARENGO et al., 2020; ARTAXO, 2020). Pesquisas conduzidas

por instituições como a UFMT e o IFMT têm contribuído para ampliar o conhecimento regional, especialmente em estudos sobre fluxos de energia, carbono e dinâmica ambiental (BIUDES et al., 2015; MACHADO et al., 2019). No entanto, a produção científica ainda se encontra concentrada em regiões como o Sul e o Sudeste, evidenciando um desequilíbrio estrutural na distribuição do conhecimento (NOBRE et al., 2016; ARTAXO, 2020). Dessa forma, o fortalecimento da pesquisa regional emerge como condição essencial para reduzir lacunas informacionais e aprimorar a capacidade de resposta do Estado.

A cientometria também desempenha papel estratégico no suporte à formulação de políticas públicas baseadas em evidências (HICKS et al., 2015; WALTENBERGER et al., 2018). Ao fornecer indicadores objetivos sobre a evolução da produção científica e suas áreas de maior impacto, essa abordagem auxilia gestores na avaliação de sua efetividade (LEYDESDORFF et al., 2016; VAN RAAN, 2019). No campo ambiental, essa capacidade é particularmente relevante, uma vez que decisões precisam ser tomadas sob condições de incerteza e risco elevado (IPCC, 2021; MARENGO et al., 2014). Assim, a cientometria contribui diretamente para o fortalecimento da interface entre ciência, governança e tomada de decisão.

Por fim, a cientometria permite compreender as redes de colaboração científica e os fluxos de conhecimento entre diferentes instituições e países (GLÄNZEL; SCHUBERT, 2004; WAGNER et al., 2015). A análise dessas redes possibilita identificar atores estratégicos, centros de excelência e dinâmicas de cooperação internacional, fundamentais para enfrentar desafios globais (CALLAGHAN et al., 2020; STEFFEN et al., 2015). Quando se trata de mudanças climáticas, a cooperação científica é essencial para integrar diferentes escalas de análise e promover soluções eficazes (IPCC, 2022; NOBRE et al., 2016). Nesse sentido, a cientometria consolida-se como ferramenta relevante para articular ciência, política e sociedade na construção de respostas estruturais aos desafios ambientais contemporâneos.

2 – DESENVOLVIMENTO

2.1 ARTIGO CIENTÍFICO 1 - MUDANÇA E EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE CIENTOMÉTRICA.

Luiz Felipe Midon de Melo¹, Nadja Gomes Machado², Marcelo Sacardi Biudes³, Adilson Pacheco de Souza⁴, Noel Flávio Costa Ferreira⁵

- 1 – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, 2367, Av. Fernando Correa da Costa, Cuiabá 78060-900, MT, Brasil; luiz.melo@sou.ufmt.br
- 2 – Instituto Federal de Mato Grosso, Av. Juliano da Costa Marques, Cuiabá 78050-560, MT, Brasil; nadja.machado@ifmt.edu.br
- 3 – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, 2367, Av. Fernando Correa da Costa, Cuiabá 78060-

900, MT, Brasil; marcelo@fisica.ufmt.br

4 Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/ICAA/UFMT, Av. Alexandre Ferronato 1200, Sinop 78550-728, MT, Brasil; pachecoufmt@gmail.com

5 Instituto Federal de Mato Grosso, Rua Zulmira Canavarros, 95. Bairro: Centro, Cuiabá 78050- 560, MT, Brasil; noel.ferreira@ifmt.edu.br

RESUMO

Este estudo realiza uma análise cientométrica da produção científica brasileira sobre mudanças e emergências climáticas, com o objetivo de mapear sua estrutura temática, redes de colaboração e lacunas de conhecimento. Sob a perspectiva do legado da COP30 no Brasil, a pesquisa adota abordagem quanti-qualitativa, analisando 61 artigos das bases Scopus, Web of Science e SciELO por meio do pacote Bibliometrix. Os resultados revelam cinco eixos estruturantes: o panorama da emergência climática; caminhos para a justiça climática; o papel estratégico das cidades; impactos na saúde pública; e a regionalização dos estudos. Observa-se a expansão do nexo clima-saúde e a consolidação de redes de colaboração científica, ao mesmo tempo em que persiste uma acentuada assimetria institucional, com lacunas críticas de governança e pesquisa na região Centro-Oeste. Essas desigualdades comprometem a capacidade da ciência de subsidiar políticas públicas adequadas aos territórios. Adicionalmente, o estudo evidencia o potencial de técnicas de Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo para reduzir lacunas informacionais e ampliar a capacidade preditiva em contextos de baixa disponibilidade de dados. Destaca-se o protagonismo dos municípios como esferas fundamentais para a implementação de políticas de mitigação e adaptação, especialmente em territórios vulneráveis. Neste sentido, a produção científica emerge como ferramenta estratégica para assessorar gestores públicos em uma região de relevância para a segurança hídrica e alimentar do país. Conclui-se que o Brasil deve converter o impulso gerado pela COP30 em políticas públicas municipais robustas, integrando o saber acadêmico à gestão territorial para assegurar a resiliência das populações vulneráveis.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Emergência climática; Cientometria; Políticas públicas; Governança ambiental; Planejamento territorial.

ABSTRACT

This study conducts a scientometric analysis of Brazilian scientific production on climate change and climate emergency, aiming to map its thematic structure, collaboration networks, and knowledge gaps. From the perspective of the COP30 legacy in Brazil, the research adopts a mixed-methods approach, analyzing 61 articles indexed in Scopus, Web of Science, and SciELO using the

Bibliometrix package. The results identify five structuring axes: the climate emergency landscape, pathways to climate justice, the strategic role of cities, impacts on public health, and the regionalization of research. The findings indicate an expansion of the climate–health nexus and the consolidation of scientific collaboration networks, while also revealing persistent institutional asymmetries and critical governance and research gaps in the Central-West region of Brazil. These disparities constrain the capacity of science to effectively inform territorially grounded public policies. Additionally, the study highlights the potential of Machine Learning and Deep Learning techniques to reduce informational gaps and enhance predictive capacity in data-scarce environments. The analysis underscores the central role of municipalities as key actors in the implementation of mitigation and adaptation policies, particularly in vulnerable territories. In this context, scientific production emerges as a strategic tool to support public decision-making in regions relevant to national water and food security. It is concluded that Brazil must leverage the momentum generated by COP30 to strengthen robust municipal public policies, integrating scientific knowledge with territorial governance to ensure the resilience of vulnerable populations.

Keywords: Climate change; Climate emergency; Scientometrics; Public policy; Environmental governance; Territorial planning.

2.1.1 Introdução

As mudanças climáticas consolidaram-se como um dos principais desafios estruturais do século XXI, com impactos que ultrapassam a dimensão ambiental e afetam sistemas sociais, econômicos e institucionais. O consenso científico indica que o aquecimento global contemporâneo é predominantemente antropogênico, impulsionado pela intensificação das emissões de gases de efeito estufa desde a Revolução Industrial (IPCC, 2021; ALLEN et al., 2018). Evidências recentes demonstram o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas, inundações e ondas de calor, com efeitos diretos sobre populações e infraestruturas (IPCC, 2022; COUMOU; RAHMSTORF, 2012). Nesse cenário, a mudança climática passa a ser compreendida como um problema central de organização da ação estatal.

A noção de emergência climática aprofunda esse entendimento ao evidenciar a aceleração dos impactos e a necessidade de respostas mais rápidas e coordenadas por parte dos governos. Diferentes estudos apontam que os sistemas naturais e sociais estão se aproximando de pontos críticos de inflexão, o que amplia o risco de mudanças abruptas e potencialmente irreversíveis (LENTON et al., 2019; IPCC, 2022). Essa perspectiva tem sido incorporada ao debate científico e político internacional, especialmente diante da intensificação de crises ambientais e eventos extremos (ARTAXO, 2020; UN, 2023). Assim, a emergência climática redefine o papel da ciência ao exigir não apenas diagnóstico, mas também orientação estratégica para a tomada de decisão.

Diante desse contexto, a produção científica assume papel central na formulação de respostas públicas às mudanças climáticas. A literatura evidencia que o conhecimento científico é essencial para subsidiar políticas de mitigação e adaptação, orientar o planejamento territorial e apoiar decisões em ambientes de incerteza (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ARTAXO, 2020). No entanto, estudos também indicam que a relação entre ciência e política pública é frequentemente marcada por lacunas, assimetrias e dificuldades de tradução do conhecimento em ação governamental (FLEURY, 2019; JORDAN et al., 2015). Dessa forma, compreender como a ciência se organiza torna-se fundamental para avaliar sua efetividade na governança climática.

Nesse cenário, a cientometria destaca-se como ferramenta analítica capaz de examinar a dinâmica da produção científica e suas estruturas internas. Por meio da aplicação de métodos quantitativos à literatura, essa abordagem permite identificar padrões de publicação, redes de colaboração e tendências temáticas ao longo do tempo (ZUPIC; ČATER, 2015; VAN RAAN, 2014). No campo das mudanças climáticas, estudos cientométricos têm sido amplamente utilizados para mapear o desenvolvimento do conhecimento e suas conexões com agendas políticas e sociais (HAUNSCHILD; MARX; BORNER, 2016; WANG et al., 2023). Assim, a cientometria oferece base empírica consistente para compreender a organização e os limites da ciência climática.

No Brasil, a análise da produção científica sobre mudanças e emergências climáticas adquire relevância estratégica diante da diversidade de biomas e das desigualdades regionais. Pesquisas indicam que, apesar do crescimento expressivo da produção acadêmica, persistem assimetrias na distribuição geográfica do conhecimento, com concentração no eixo Sul-Sudeste (MARENGO, 2023; ARTAXO, 2020). Essas lacunas tornam-se particularmente críticas em regiões como o Centro-Oeste, onde a dinâmica ambiental apresenta alta complexidade e vulnerabilidade (NOBRE et al., 2016; MARENGO, 2023). Nesse sentido, a análise cientométrica permite identificar desequilíbrios que impactam diretamente a capacidade de formulação de políticas públicas territorialmente adequadas.

A realização da COP30 no Brasil reforçou a centralidade da agenda climática no debate nacional e internacional, ampliando a visibilidade do país e suas responsabilidades globais. Estudos apontam que grandes eventos climáticos internacionais tendem a catalisar tanto a produção científica quanto o aprimoramento institucional das políticas públicas (FEARNSIDE, 2025; CORRÊA DO LAGO, 2025). Ao mesmo tempo, esses eventos evidenciam a necessidade de alinhar conhecimento científico, capacidade estatal e implementação territorial (UN, 2023; JORDAN et al., 2015). Dessa forma, a COP30 atua como marco de inflexão para refletir sobre o papel da ciência na governança climática brasileira.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar o panorama da produção científica brasileira sobre mudanças e emergências climáticas, com vistas a mapear sua estrutura

temática, redes de colaboração e lacunas críticas. A investigação é orientada pela seguinte pergunta: como a ciência brasileira tem respondido à temática das mudanças e emergências climáticas? Parte-se da hipótese de que, embora haja crescimento quantitativo da produção científica, persistem assimetrias regionais e temáticas que limitam sua capacidade de subsidiar políticas públicas de forma equânime. Em síntese, busca-se compreender em que medida a ciência produzida no Brasil contribui para a construção de uma governança climática baseada em evidências.

2.1.2 Materiais e Métodos

Foram realizadas buscas sistemáticas nas bases Web of Science, Scopus e SciELO, selecionadas por sua ampla cobertura da produção científica internacional e latino-americana sobre meio ambiente e ciências sociais aplicadas. A estratégia de busca combinou os descritores “Climate Change”, “Climate Emergency” e “Brazil” no campo de tópico (título, resumo e palavras-chave), de modo a captar publicações que articulassem simultaneamente a dimensão temática (mudança/emergência climática) e o recorte territorial brasileiro. Não foram aplicados filtros temporais e de idioma, permitindo abarcar a evolução histórica da produção científica desde o primeiro registro até o ano mais recente disponível no momento da coleta.

As buscas foram restringidas aos tipos de documento “article” e “review”, excluindo-se outros formatos (como editoriais, notas técnicas e resenhas), a fim de garantir a comparabilidade e a robustez metodológica do corpus analisado. Inicialmente, foram identificados 58 registros na Scopus, 52 na Web of Science e 8 na SciELO, totalizando 118 documentos. Em seguida, procedeu-se à exportação dos resultados em formato compatível com planilhas eletrônicas, à consolidação das bases em um único arquivo e à remoção de duplicatas com base no DOI e em combinações de título, autores e ano de publicação.

Na etapa de depuração, foram excluídos ainda os registros que não se enquadravam no escopo da pesquisa, seja por se tratarem de versões preliminares, seja por apresentarem inconsistências de metadados ou desvios temáticos em relação ao foco nas mudanças climáticas no Brasil. Após esse processo de filtragem, 61 artigos permaneceram e compuseram o corpus final da análise cientométrica. Esse conjunto de documentos foi considerado suficiente para caracterizar, de forma exploratória, a estrutura temática, as redes de colaboração e as lacunas da produção científica brasileira sobre mudança e emergência climática.

As análises foram realizadas no ambiente RStudio, utilizando a linguagem R e o pacote bibliometrix, amplamente reconhecido na literatura para estudos cientométricos (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Foram gerados indicadores descritivos (produção anual, fontes mais produtivas, autores e afiliações de maior destaque) e mapas de ciência (redes de coautoria, coocorrência de palavras-chave e colaboração internacional), conforme rotinas padrão da literatura em estudos bibliométricos. Complementarmente, procedeu-se à leitura manual e à análise de

conteúdo dos 61 artigos, publicados entre 2006 e 2024, com vistas a identificar e sistematizar eixos temáticos e padrões qualitativos não captados apenas pelos indicadores quantitativos.

O processo de seleção dos documentos seguiu uma triagem sistemática baseada na leitura de títulos, resumos e palavras-chave, com o objetivo de assegurar a aderência de cada estudo ao escopo da pesquisa. Foram incluídos artigos que apresentavam foco explícito nas mudanças climáticas no Brasil, em suas dimensões ambientais, sociais, políticas ou econômicas, ainda que sob diferentes abordagens disciplinares. Excluíram-se editoriais, cartas ao editor, resumos de congresso, documentos sem vínculo institucional com o Brasil ou que tratassem da temática climática apenas de forma tangencial, bem como registros duplicados ou com metadados incompletos ou inconsistentes.

Ao final da triagem, o conjunto de 61 artigos foi considerado elegível e constituiu o corpus analítico utilizado tanto na etapa cientométrica quanto na análise de conteúdo. O processo de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos documentos foi conduzido de forma sequencial, com base nos critérios metodológicos definidos para este estudo. Para fins de transparência e reprodutibilidade, esse fluxo foi sistematizado em um diagrama representativo do processo de seleção dos dados. A representação gráfica (Figura 1) permite visualizar de forma clara as etapas de filtragem do corpus, contribuindo para a robustez metodológica da pesquisa.

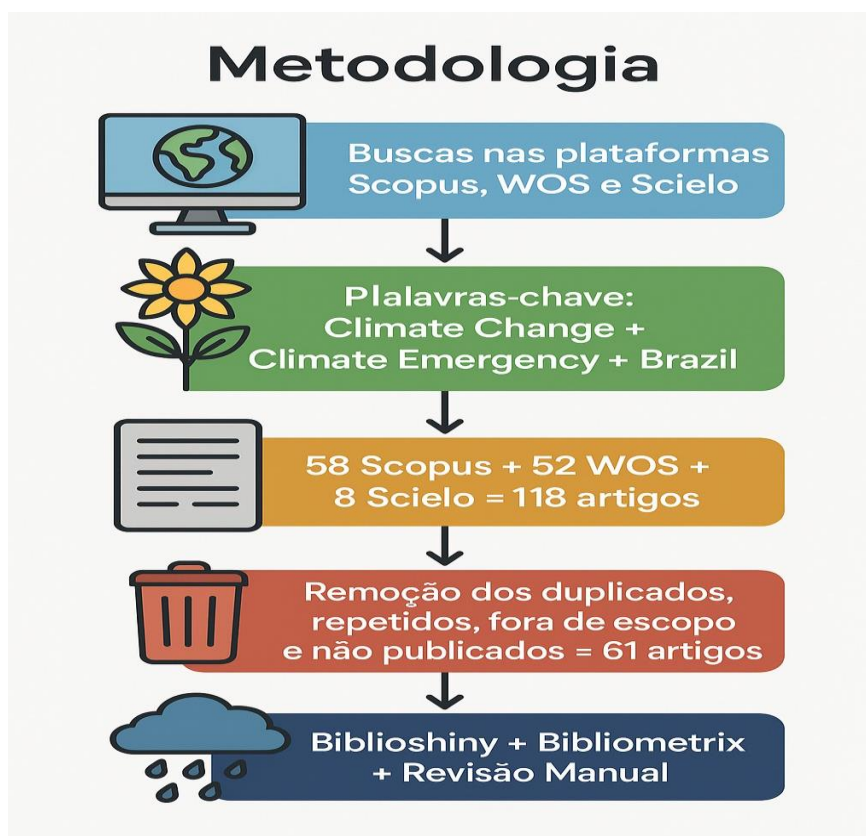


FIGURA 1 - Processo de seleção para análise cientométrica de artigos sobre “Climate Change”, “Climate Emergency” e “Brazil” nas bases de dados Scopus, Web of Science e SciELO.

FONTE: elaborado pelo autor (2025) através da biblioteca Bibliometrix.

Por fim, foi possível identificar cinco eixos do panorama da produção científica brasileira sobre mudanças climáticas, a partir da análise de conteúdo dos artigos em tela (Quadro 1).

Quadro 1: Eixos do panorama da produção científica brasileira sobre mudanças climáticas.

Panorama da produção científica brasileira sobre mudanças climáticas	Aspectos gerais sobre mudança e emergência climáticas
	Caminhos possíveis rumo à justiça climática
	Mitigação, adaptação e o importante papel das cidades
	Impactos na saúde pública
	Regionalização dos estudos sobre mudanças climáticas

2.1.3 Resultados

A produção científica brasileira sobre mudança e emergência climática tem início em 2006, de acordo com os filtros definidos na presente pesquisa (Figura 2). Embora a amostra analisada possa não oferecer uma visão completamente abrangente do campo, ela revela crescimento expressivo da produção a partir de 2018, no recorte da última década (2014–2024). Esse avanço pode estar relacionado à intensificação dos eventos extremos, à ampliação da cobertura midiática e ao fortalecimento de políticas climáticas no período posterior ao Acordo de Paris. Tal comportamento encontra respaldo em tendências, que apontam uma aceleração da produção científica sobre o clima após a consolidação de compromissos internacionais (DONALDSON et al., 2022; CALLAGHAN et al., 2021). Nesse contexto, reforça-se a relevância estratégica da ciência nacional para agendas globais, como a COP30.

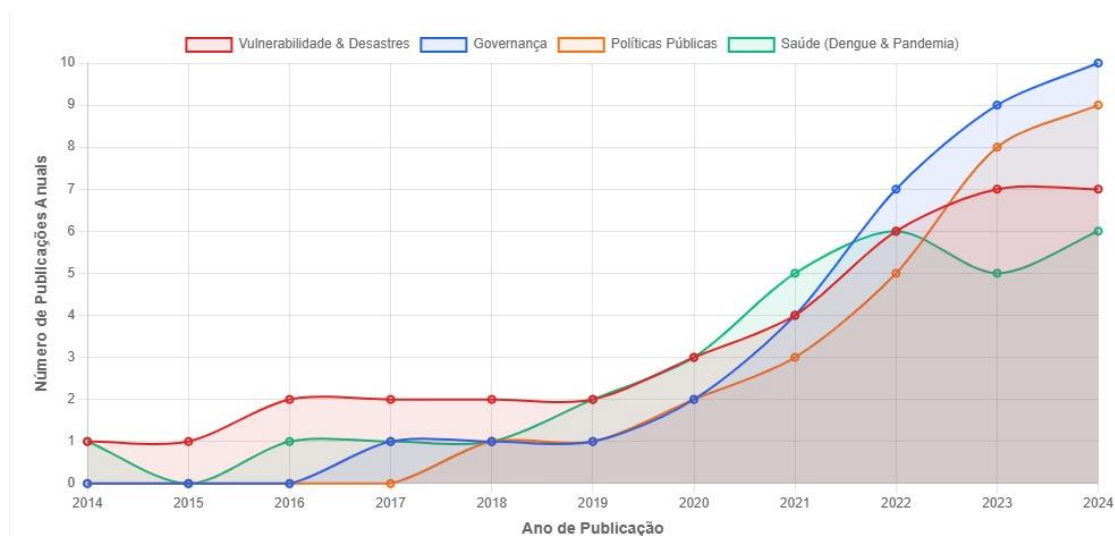


FIGURA 2 - Evolução anual da produção científica sobre mudança e emergência climática no Brasil (2014–2024).

O pico recente de publicações reflete a sensibilidade da comunidade científica diante das tragédias ambientais recentes, bem como a proximidade da COP30. Até 2019,

predominaram estudos voltados à vulnerabilidade e aos desastres, compreendidos como base empírica para a análise dos impactos das mudanças climáticas no Brasil, eixo que permanece como pilar fundamental da produção científica nacional. A partir de 2020, observa-se a ascensão do tema Governança e Políticas Públicas, o que evidencia um processo de maturação do campo em direção a análises mais críticas sobre adaptação e mitigação climática, em consonância com achados da literatura internacional (MORRIS et al., 2023; FORD et al., 2020). Esse movimento contribui para posicionar o Brasil como ator relevante nas negociações climáticas internacionais.

O tema da saúde, por sua vez, apresenta trajetória mais reativa, com picos de produção associados a contextos de crise, como a pandemia de COVID-19 e surtos epidemiológicos, funcionando como resposta rápida da ciência a situações emergenciais. Nesse sentido, a transição de uma agenda centrada nos impactos para outra orientada a soluções e gestão evidencia a necessidade de integração entre governança, vulnerabilidade e saúde. Essa demanda é corroborada por estudos que destacam as interseções entre clima e saúde no Sul Global, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioambientais (XIONG et al., 2021; ROMANELLO et al., 2021). Assim, abordagens multissetoriais emergem como prioridade estratégica para a antecipação e mitigação de riscos no Brasil.

No que se refere aos veículos de publicação, Sustainability lidera entre os periódicos recorrentes, seguida por revistas interdisciplinares de acesso aberto (Figura 3), o que sugere preferência por canais de maior agilidade editorial e alinhamento temático com resiliência, sustentabilidade e justiça climática. Esse padrão encontra respaldo em estudos que apontam o predomínio do modelo open access em áreas emergentes das ciências ambientais (LI et al., 2024; TAHAMTANH et al., 2019). Tal estratégia tende a ampliar a visibilidade e o impacto da produção científica brasileira no debate climático global.

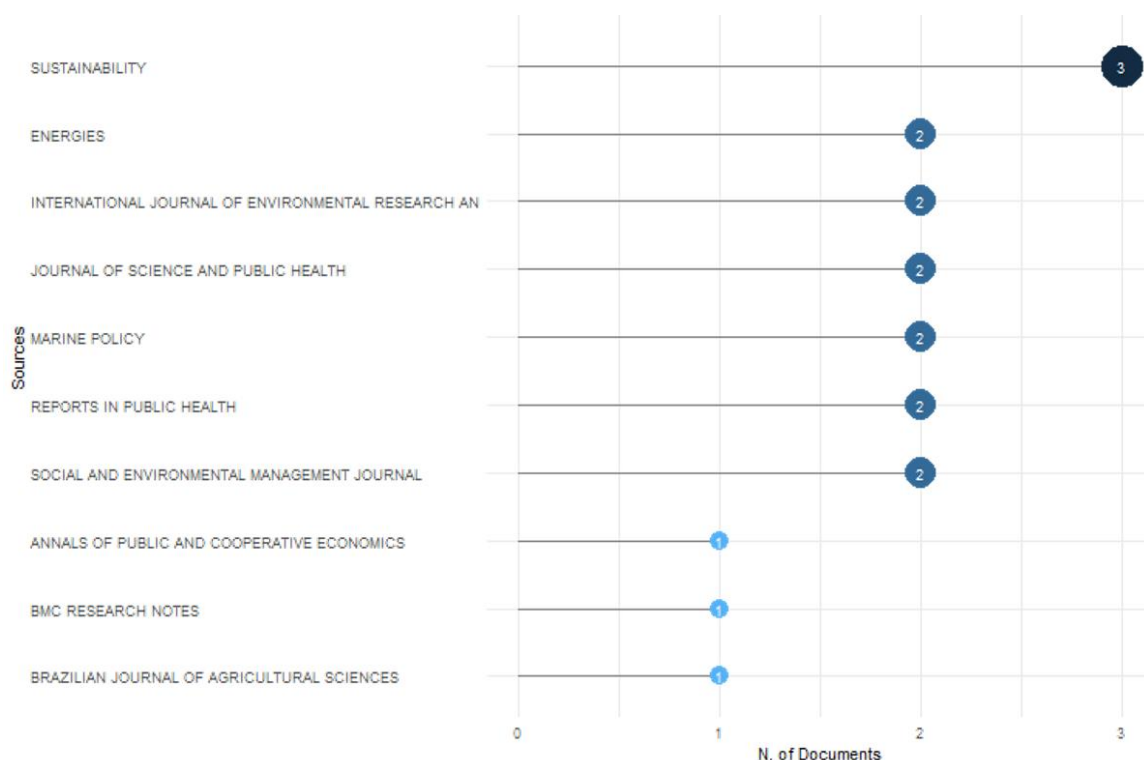


FIGURA 3 - Principais periódicos em número de publicações sobre mudança climática, conforme critérios definidos na presente pesquisa.

FONTE: Elaboração própria via Biblioshiny (2025).

Observa-se a concentração da produção científica em um número reduzido de pesquisadores vinculados principalmente a universidades das regiões Sudeste e Nordeste (Figura 4), padrão recorrente em análises cienciométricas de temas emergentes no Brasil (ZUPIC; ČATER, 2015). Destaca-se, nesse contexto, o papel de lideranças acadêmicas organizadas em redes de colaboração, que contribuem para a consolidação de núcleos de pesquisa capazes de influenciar agendas científicas e políticas públicas. Esse fenômeno também foi identificado em estudos sobre redes de colaboração na pesquisa climática, os quais evidenciam a relevância de grupos acadêmicos estruturados na difusão e consolidação de determinadas agendas de investigação (ABRAMO et al., 2019). Tal configuração evidencia uma centralidade regional na produção científica sobre emergência climática no país.

No conjunto analisado, quatro autores e coautores se destacam em termos de produtividade. Três deles estão vinculados à Universidade Federal de Sergipe (UFS): Inajá Francisco de Souza, Antônio Heriberto de Castro Teixeira e Rafael Rodrigo Ferreira de Lima, que aparecem como coautores em duas publicações (DE LIMA et al., 2024). Soma-se a esse grupo Pedro Roberto Jacobi, da Universidade de São Paulo (USP), associado às publicações de Campello Torres et al. (2020), Jacobi, Arruda Filho e De Pierro (2022) e Arruda Filho et al. (2022). Embora o gráfico indique duas ocorrências para Jacobi, a análise das publicações revela um total de três trabalhos. Estudos sobre produtividade científica no Brasil indicam que a produção tende a concentrar-se em

elites acadêmicas, particularmente em campos emergentes ou em consolidação (MENA-CHALCO; CESAR JR., 2017). Nesse sentido, a ampliação da participação de pesquisadores de outras regiões e instituições pode contribuir para fortalecer a representatividade nacional e diversificar perspectivas analíticas sobre a emergência climática.

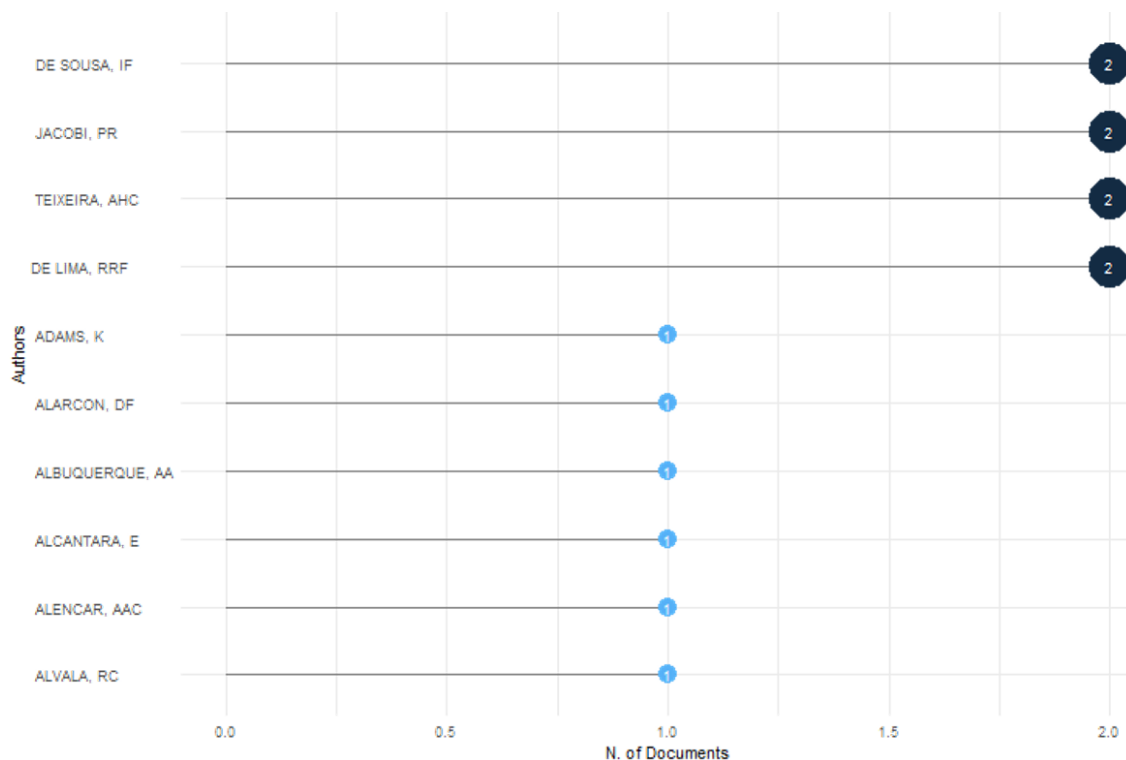


FIGURA 4 - Autores com maior número de publicações sobre mudança climática no Brasil.

FONTE: Elaboração própria via Biblioshiny (2025).

Observa-se a predominância de universidades públicas federais e estaduais entre as instituições com maior volume de produção científica, com destaque para a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e o Hospital Moinhos de Vento (Figura 5). Este último se destaca por pesquisas recentes sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde pública, especialmente relacionadas a eventos extremos, como enchentes ocorridas na região Sul do Brasil entre 2023 e 2024. A concentração da produção científica em instituições consolidadas segue um padrão identificado em estudos cienciométricos internacionais sobre pesquisa climática, que apontam a centralidade de universidades e centros de excelência na liderança da produção acadêmica (ZUPIC; ČATER, 2015). No contexto brasileiro, análises sobre produtividade científica também indicam a predominância de instituições com forte estrutura de pesquisa e tradição acadêmica (ABRAMO et al., 2019). Esse cenário reforça o papel de núcleos de excelência como motores da consolidação e da orientação da agenda científica nacional sobre mudanças e emergência climática.

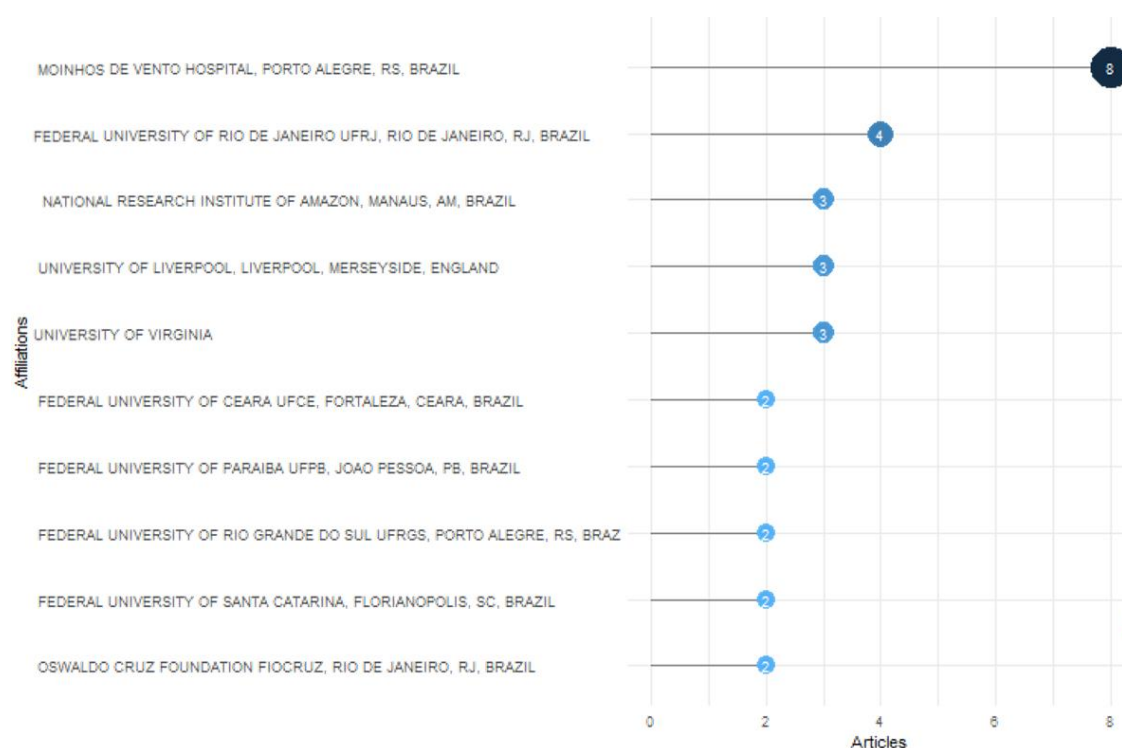


FIGURA 5 - Afiliações institucionais mais relevantes na produção científica brasileira.

FONTE: Elaboração própria via Biblioshiny (2025).

Os Estados Unidos, o Reino Unido e a Alemanha figuram como os principais parceiros internacionais dos pesquisadores brasileiros (Figura 6). Essas colaborações concentram-se, em grande medida, em projetos multilaterais e refletem o alinhamento de agendas de pesquisa voltadas à justiça climática e à vulnerabilidade socioambiental. Estudos sobre redes científicas internacionais indicam a liderança de países do Norte Global nas colaborações em pesquisa climática (WAGNER et al., 2019), bem como a existência de certa dependência estrutural de países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, em relação a esses centros de produção científica (GLÄNZEL; SCHUBERT, 2020). Nesse contexto, o fortalecimento de parcerias entre países do Sul Global pode ampliar a capacidade de produzir respostas científicas mais alinhadas às realidades locais.

A análise do mapa de colaboração também revela uma produção científica relevante do Brasil, com 46 publicações situadas na interseção entre crise climática, governança e impactos sociais, indicando forte engajamento da comunidade acadêmica nacional com desafios socioambientais concretos. Esse volume de produção posiciona o país como referência emergente nesse campo de investigação. Estudos comparativos têm destacado a crescente relevância da produção científica proveniente do Sul Global (LEE; HAUPT, 2022), bem como o aumento do engajamento acadêmico em pesquisas climáticas após o Acordo de Paris (OVERLAND et al., 2021). Nesse cenário, o Brasil assume papel de destaque na análise de contextos marcados por elevada

vulnerabilidade socioambiental.

Por outro lado, a ausência ou baixa representação de publicações provenientes de diversas regiões da África, de grande parte da Ásia e de outros países da América Latina — com exceção do Brasil — evidencia uma lacuna importante no debate científico internacional sobre respostas às mudanças climáticas em contextos vulneráveis do Sul Global. Essa disparidade reflete assimetrias estruturais entre Norte e Sul na produção científica, amplamente documentadas na literatura (LARDO et al., 2023; GAUCH JR., 2018). Dessa forma, o estímulo a colaborações inter-regionais e Sul-Sul torna-se fundamental para reduzir esses desequilíbrios, ampliar a diversidade de perspectivas e fortalecer a construção coletiva do conhecimento sobre mudanças climáticas.

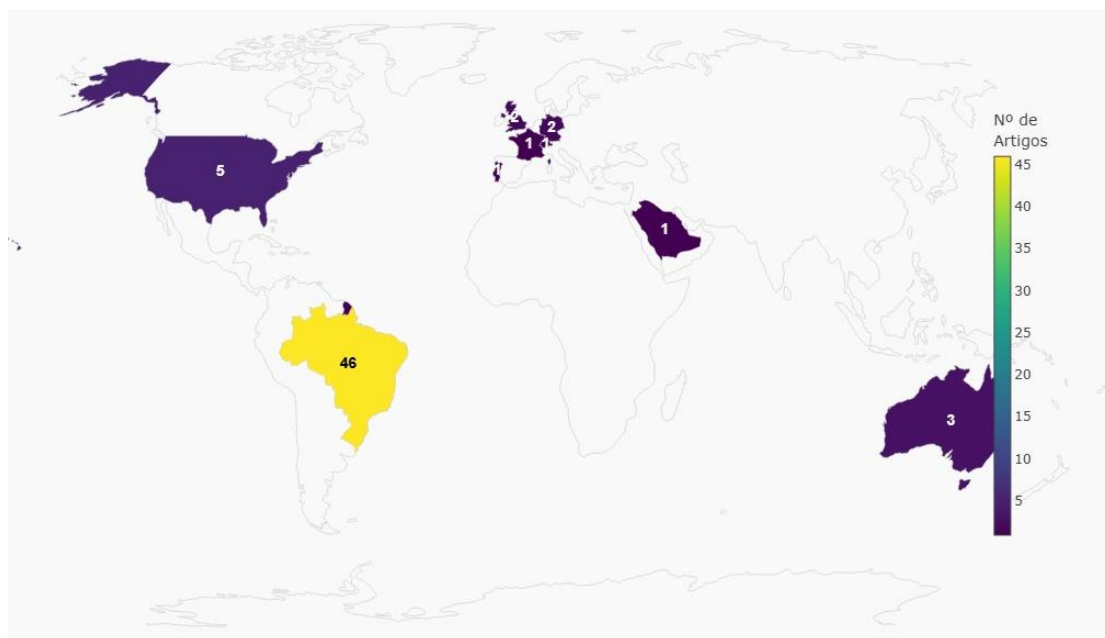


FIGURA 6 - Afiliações institucionais mais relevantes na produção científica brasileira. Distribuição por País das colaborações científicas em publicações brasileiras, tendo o Brasil como epicentro.

O impacto local das fontes, medido a partir do índice H em ordem decrescente — Energies, International Journal of Environmental Research and Public Health, Journal of Science and Public Health, Marine Policy, Reports in Public Health e Sustainability (Figura 7) — reflete o grau de qualidade e visibilidade das revistas que compõem a amostra analisada. Esse ranking evidencia a predominância de periódicos classificados nos estratos Q1 e Q2, com forte orientação interdisciplinar, característica recorrente em áreas emergentes das ciências ambientais (TAHAMTANH et al., 2019; LI et al., 2024). Além disso, destaca-se a influência crescente do modelo open access na difusão e no impacto da produção científica brasileira relacionada às mudanças climáticas.

Esses periódicos apresentam como objetivo central informar e subsidiar políticas públicas, produzindo evidências científicas relevantes para processos decisórios nas áreas de saúde, meio ambiente, energia e sustentabilidade. A predominância de revistas em regime de acesso aberto favorece a disseminação ampla do conhecimento e estimula colaborações científicas de caráter transdisciplinar. Estudos de alcance global confirmam o papel estratégico dessas plataformas na consolidação de agendas científicas voltadas às mudanças climáticas (BORNMANN; MUTZ, 2015; WANG et al., 2023). Dessa forma, tais periódicos contribuem para ampliar a visibilidade internacional da produção científica brasileira e fortalecer sua inserção em debates globais voltados a diferentes stakeholders envolvidos na governança climática.

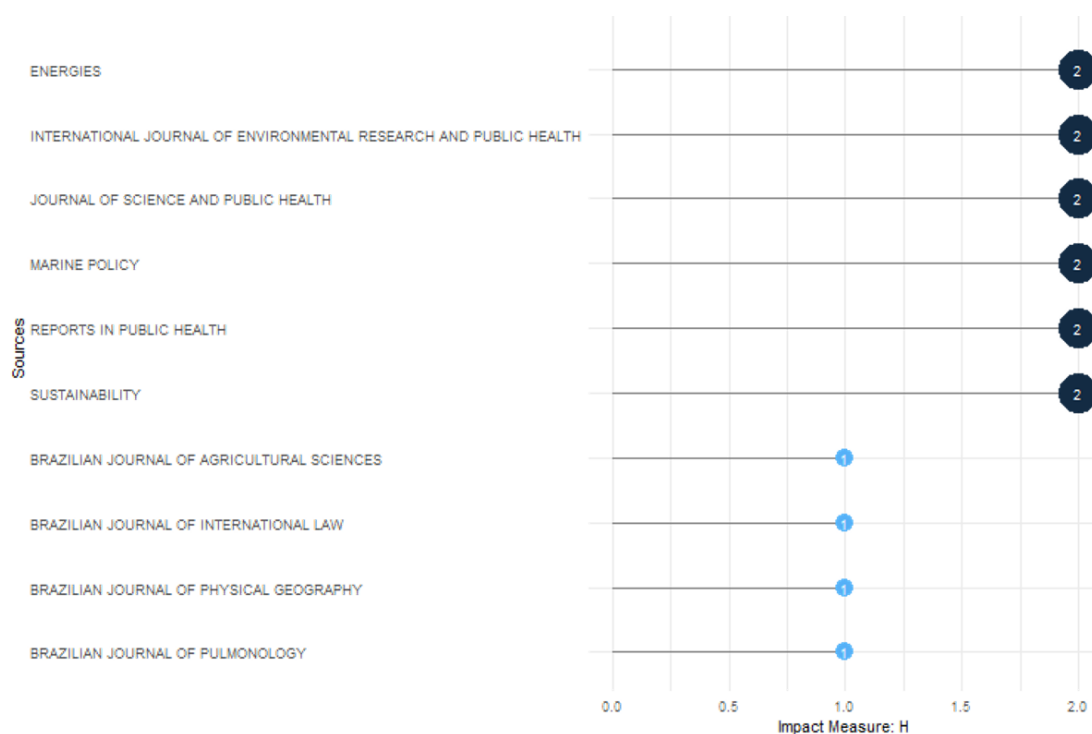


FIGURA 7 - Impacto local das fontes (periódicos) por Índice H na amostra analisada.
FONTE: Elaboração própria via Biblioshiny (2025).

O artigo mais citado da amostra é o de Caminade et al. (2017), publicado na Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), desenvolvido por pesquisadores das universidades de Liverpool (Reino Unido) e Uppsala (Suécia), com 125 citações. O estudo apresenta um modelo quantitativo inovador que investiga o papel das variáveis climáticas na transmissão do vírus Zika, destacando a influência do fenômeno El Niño de 2015 na intensificação das condições ambientais favoráveis à proliferação do vetor nas Américas, especialmente na América do Sul.

Estudos sobre impacto citacional indicam que pesquisas baseadas em modelagens epidemiológicas e ambientais tendem a alcançar elevada repercussão científica, sobretudo quando abordam doenças transmitidas por vetores em contextos de mudança climática (MORIN et al., 2013; CARLSON et al., 2019). Nesse sentido, análises dessa natureza contribuem para evidenciar conexões estruturais entre variabilidade climática, dinâmica ecológica e a emergência de doenças infecciosas. A seguir, apresentam-se os dez artigos mais citados identificados na amostra analisada.

Quadro 2: Artigos mais citados na amostra analisada.

Título do Artigo	DOI	Periódico / Fonte	Autores	Ano	Citações	IF	CS
GLOBAL RISK MODEL FOR VECTOR-BORNE TRANSMISSION OF ZIKA VIRUS REVEALS THE ROLE OF EL NINO 2015	10.1073/pnas.1614303114	Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)	Caminade, C. et al.	2017	125	9.1	18.1
PARADIGMS AND PUBLIC POLICIES ON DROUGHT IN NORTHEAST BRAZIL: A HISTORICAL PERSPECTIVE	10.1007/s00267-015-0444-x	Environmental Management	Campos, J. N. B.	2015	58	3.0	6.0
FOOD SECURITY STATUS IN TIMES OF FINANCIAL AND POLITICAL CRISIS IN BRAZIL	10.1590/0102-311X00084118	Reports in Public Health	De Souza, L. R. M. et al.	2019	44	1.7	2.4
RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS AND EFFECTS OF METEOROLOGICAL PARAMETERS AND AIR POLLUTION IN ADULTS WITH RESPIRATORY SYMPTOMS ADMITTED TO THE EMERGENCY ROOM	10.1111/irv.12158	Influenza and Other Respiratory Viruses	Silva, D. R. et al.	2014	44	4.2	7.8
FLASH FLOODS AND LANDSLIDES IN THE CITY OF RECIFE, NORTHEAST BRAZIL AFTER HEAVY RAIN ON MAY 25-28, 2022: CAUSES,	10.1016/j.wace.2022.100545	Weather and Climate Extremes	Marengo, J. A. et al.	2023	34	6.9	11.7

Título do Artigo	DOI	Periódico / Fonte	Autores	Ano	Citações	IF	CS
IMPACTS, AND DISASTER PREPAREDNESS							
ALIGNING URBAN POLICY WITH CLIMATE ACTION IN THE GLOBAL SOUTH: ARE BRAZILIAN CITIES CONSIDERING CLIMATE EMERGENCY IN LOCAL PLANNING PRACTICE?	10.3390/en12183418	Energies	Sotto, D. et al.	2019	27	3.2	7.3
SEASONAL VARIATIONS IN EMERGENCY ROOM VISITS FOR ASTHMA ATTACKS IN GAMA, BRAZIL	10.1590/s1806-37132006000400005	Brazilian Journal of Pulmonology	Valença, L. M. et al.	2006	20	—	—
ROBUST INVESTMENTS IN HUMANITARIAN LOGISTICS AND SUPPLY CHAINS FOR DISASTER RESILIENCE AND SUSTAINABLE COMMUNITIES	10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000187	Natural Hazards Review	Connolly, E. B. et al.	2016	15	2.2	4.1
(UN)NATURAL DISASTERS: ELECTORAL CYCLES IN DISASTER RELIEF	10.1177/001041402111047410	Comparative Political Studies	Cooperman, A.	2022	13	3.4	8.7
FUTURE INCREASE IN EXTREME EL NINO EVENTS UNDER GREENHOUSE WARMING INCREASES ZIKA VIRUS INCIDENCE IN SOUTH AMERICA	10.1038/s41612-019-0061-0	npj Climate and Atmospheric Science	Rao, V. B. et al.	2019	13	8.4	7.8

Fonte: Elaboração própria; título, DOI, periódico / instituição publicadora, autores, ano de publicação, número de citações; por fim, Fator de Impacto (FI) e CiteScore (CS) dos periódicos, em 2025, considerando pelo menos três artigos publicados nas bases de indexação Scopus, Web of Science e Scielo, com o tema mudança climática.

A análise da rede de coautoria revela a formação de pequenos clusters interligados por autores centrais, caracterizando um padrão de colaboração ainda incipiente e fortemente regionalizado (Figura 8). Destacam-se pares de colaboração como Larissa Bischoff (Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC) e Eduardo Lima Bastos (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq); Pedro Roberto Jacobi e Marcos Tavares de Arruda Filho (Universidade de São Paulo – USP); e Inajá Francisco de Souza e Rafael Rodrigo Ferreira de Lima (Universidade Federal de Sergipe – UFS). Essa configuração evidencia a ausência de conexões mais amplas entre diferentes grupos de pesquisa, sugerindo limitações à diversificação temática e à construção de conhecimento interdisciplinar e interinstitucional mais abrangente.

A estrutura de colaboração fragmentada identificada pode representar um

desafio relevante para a formulação de uma resposta científica nacional mais coesa e integrada. Tal fragmentação tende a favorecer redundâncias temáticas e a dificultar a consolidação e a síntese do conhecimento em escala nacional — aspecto particularmente importante para subsidiar processos decisórios e negociações internacionais, como aquelas relacionadas às conferências climáticas das Nações Unidas, a exemplo da COP30. Nesse contexto, o fortalecimento de redes colaborativas mais amplas, integradas e interinstitucionais emerge como prioridade estratégica para o avanço da pesquisa sobre mudanças climáticas no Brasil.

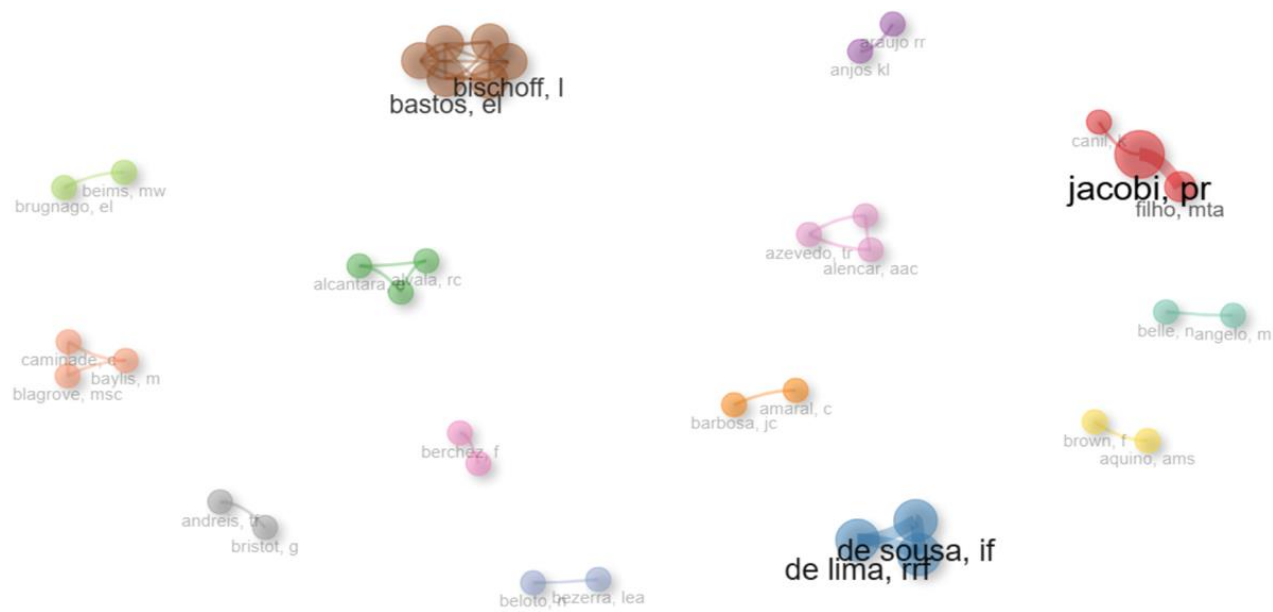


FIGURA 8 - Mapa de rede de coautoria entre os principais autores da produção nacional.
FONTE: Elaboração própria via Biblioshiny (2025).

2.1.4 Eixos decorrentes da análise de 61 artigos

Elenca-se, por eixo, as principais ideias relevantes obtidas e os respectivos autores (Quadros 3 a 7).

Quadro 3: Aspectos gerais sobre mudança e emergência climáticas.

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Aspectos gerais sobre mudança e emergência climáticas no Brasil	Eventos extremos de El Niño nas próximas décadas	RAO et al., 2019
	Aumento do risco de doenças transmitidas por vetores	CAMINADE et al., 2017
	Impactos populações vulneráveis	JACOBI; ARRUDA FILHO; DE PIERRO, 2022
	Avaliação de riscos em comunidades expostas a inundações	CONSENZA et al., 2016

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
	Relação dos danos colaterais das mudanças climáticas com vulnerabilidade social, pobreza, urbanização desordenada e degradação ambiental	SILVA et al., 2023
	Necessidade de ações preventivas e de mitigação, alinhadas a pactos globais	SILVA et al., 2023
Urbanização, Justiça Territorial e Riscos de Desastres	Cidades latino-americanas apresentam altas taxas de urbanização e graves problemas socioambientais	MORATO LEITE et al., 2022
	Busca pela justiça territorial e redução de riscos de desastres	MORATO LEITE et al., 2022
Percepção Pública e Educação Ambiental/Climática	77,6% dos participantes concordaram totalmente que as mudanças climáticas estão ocorrendo, mas apenas 10,1% se sentem preparados para lidar com os desafios relacionados	MARCHEZINI et al., 2022
	Prioridade à educação ambiental sobre emergência climática	KATAOKA; PEDROSO; MOSER, 2024
	Percepção pública sobre as mudanças climáticas ainda é incipiente	KATAOKA; PEDROSO; MOSER, 2024
	Educação climática deve ser ampliada para conscientizar sobre os impactos das mudanças climáticas	DA ROCHA; NACHEZ, 2025
	Enfrentamento da crise climática exige uma abordagem multidisciplinar, que considere realidades locais	DA ROCHA; NACHEZ, 2025
	Urgência de ampliar o debate sobre educação climática, sustentabilidade e arquitetura escolar	DA ROCHA; NACHEZ, 2025

Quadro 4: Caminhos possíveis rumo à justiça climática.

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Caminhos possíveis rumo à justiça climática	Comprometimento ecossistêmico e das populações vulneráveis é real e iminente	ALBUQUERQUE; FAGUNDEZ; FABRE, 2022
	Com base no exame de decisões judiciais internacionais, está próximo o atingimento de limiares críticos ecossistêmicos (tipping points), o que aumenta o nível de exigência do dever de cuidado (duty of care) do Poder Público	ALBUQUERQUE; FAGUNDEZ; FABRE, 2022
	Visto que os direitos das crianças têm sido amplamente ignorados nas políticas climáticas globais, processos judiciais que tratam dessa ameaça, baseados em direitos humanos, oferecem uma oportunidade para enfrentar essas lacunas e promover justiça intergeracional	LEWIS, 2021
	Litígios climáticos baseados nos direitos das crianças representam uma evolução significativa na luta por justiça climática	LEWIS, 2021

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Caminhos possíveis rumo à justiça climática	Aumento da "litigância climática", como estratégia para responsabilizar o Estado e garantir a implementação de políticas efetivas de combate às mudanças climáticas	ALBUQUERQUE; FAGUNDEZ; FABRE, 2022
	Crescente exploração de petróleo e gás em áreas marinhas, que leva ao aumento das emissões anuais e às mudanças drásticas no uso da terra, em desrespeito aos compromissos internacionais	HORTA et al., 2023
	Necessidade de reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) e cumprir metas internacionais, como as do Acordo de Paris, impulsiona a busca por sistemas energéticos mais limpos e sustentáveis	PEREIRA et al., 2023
	Necessidade de inclusão social no debate climático através da inserção da noção de justiça climática em seus processos de tomada de decisão	JACOBI; ARRUDA FILHO; DE PIERRO, 2022

Quadro 5: Mitigação, adaptação e o importante papel das cidades.

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Mitigação, adaptação e o importante papel das cidades	Municípios brasileiros podem liderar iniciativas climáticas ao melhorar a integração entre políticas públicas locais, como saúde, gestão de desastres e planejamento urbano	SOTTO; YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN, 2019
	Proteção e restauração de ecossistemas são as estratégias mais econômicas e eficazes para mitigação climática no Brasil	SOTERRONI, et al., 2023
	Fundo Nacional de Mudança do Clima (FNMC) desempenha um papel importante no financiamento climático no Brasil, mas enfrenta fragilidades institucionais que limitam sua eficácia	LOPES; ALBUQUERQUE, 2023
	A campanha "Cidades Resilientes" foi a mais citada entre as agendas relacionadas às mudanças climáticas; por outro lado, como desafio identificado, apontou-se a falta de planos municipais integrados para adaptação às mudanças climáticas	MARCHEZINI et al., 2022
	Combinação entre instrumentos normativos, dados geoespaciais e políticas públicas é fundamental para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas nas cidades brasileiras, promovendo justiça territorial e redução de riscos de desastres	MORATO LEITE et al., 2022
	Regiões menos desenvolvidas têm menor capacidade de adaptação às mudanças climáticas devido à infraestrutura limitada e menor acesso a serviços de saúde	SILVA et al., 2022
	Medidas de adaptação e resiliência, quando não acompanhadas de justiça social, podem levar à exclusão de populações de baixa renda, criando novas paisagens de risco e aprofundando desigualdades	JACOBI; ARRUDA FILHO; DE PIERRO, 2022

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Mitigação, adaptação e o importante papel das cidades	Políticas mais robustas são necessárias para alinhar metas climáticas de curto e longo prazo enquanto promovem resiliência climática e conservação da biodiversidade	SOTERRONI, et al., 2023
	Ao reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, o Brasil ajudará o mundo a enfrentar desafios sociais e construir resiliência a futuros riscos climáticos e socioeconômicos	SOTERRONI, et al., 2023
	Foram analisados 87 casos de Inovações Sociais para o Consumo Sustentável (SISC), em diferentes contextos culturais e geográficos, comparando Brasil, Alemanha e Irã. As SISC são vistas como alternativas para transformar práticas de consumo e produção que, nos moldes atuais, são grandes responsáveis por emissões de gases de efeito estufa, uso excessivo de recursos naturais e geração de resíduos	SCHÄFER, et al., 2021
	No caso do Sul Global, como Brasil e Irã, as SISC frequentemente abordam ao mesmo tempo questões ambientais e sociais, como geração de renda para catadores de resíduos ou inclusão social, mostrando que a sustentabilidade e o combate às mudanças climáticas precisam ser integrados a soluções que considerem desigualdades e especificidades locais	SCHÄFER, et al., 2021
As SISC e outras políticas públicas devem focar não apenas na eficiência econômica, mas também na sustentabilidade ambiental, integrando objetivos de mercado com metas climáticas globais		PEREIRA et al., 2023

Quadro 6: Impactos na saúde pública.

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Impactos na saúde pública	Intervenções em mobilidade e atenção às condições meteorológicas podem ser ferramentas importantes para prever e mitigar surtos de doenças infecciosas em grandes cidades, especialmente em cenários de mudanças rápidas no clima e no comportamento social	MENDES et al., 2023
	Intensifica-se o estresse térmico, especialmente em populações vulneráveis, como idosos e pessoas com condições crônicas, e também amplificam desigualdades existentes, exigindo políticas públicas integradas para mitigar seus impactos na saúde	SILVA et al., 2022
	Gestão de riscos de desastres deve se integrar às políticas de saúde, desenvolvimento sustentável e proteção ambiental, reconhecendo que a redução dos riscos associados às mudanças climáticas é fundamental para proteger populações vulneráveis e promover resiliência social e institucional	SILVA et al., 2023

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Impactos na saúde pública	Risco de transmissão do vírus Zika é sensível às variações climáticas, especialmente à temperatura. No ano de 2015, o fenômeno climático El Niño teve papel fundamental na amplificação do surto na América do Sul. São necessárias estratégias de controle vetorial e vigilância epidemiológica, especialmente em cenários de mudanças climáticas e eventos extremos	CAMINADE et al., 2017
	Grandes áreas da América do Sul estarão ainda mais propícias à disseminação do Zika em futuros eventos extremos de El Niño, com impactos significativos para a saúde pública e a biodiversidade regional	RAO et al., 2019
	Aquecimento global causado pelo aumento dos gases de efeito estufa resultará em uma duplicação da frequência de eventos extremos de El Niño nas próximas décadas, tendo como impacto a proliferação de doenças transmitidas por mosquitos-vetores	RAO et al., 2019
	Há ligação entre desigualdades globais, mudanças climáticas e a propagação de doenças transmitidas por vetores, o que gera uma responsabilidade coletiva internacional	JAMROZIK; SELGELID, 2018
	Com as condições ambientais resultantes das mudanças climáticas, as cidades, especialmente nos países em desenvolvimento, devem melhorar sua infraestrutura urbana para tentar mitigar a ocorrência de leptospirose e se adaptar às mudanças climáticas	GRACIE; XAVIER; MEDRONHO, 2021
	Episódios de inundações, por exemplo, correlacionam-se diretamente com taxas mais altas de leptospirose, doença associada a problemas de saneamento ambiental	GRACIE; XAVIER; MEDRONHO, 2021
	Gerando impacto na saúde pública, incluindo doenças transmitidas pela água contaminada, problemas de saneamento básico e efeitos na saúde mental das populações afetadas	ROSA et al., 2025
	Sistemas de alerta e planos de ação em saúde pública, inspirados em experiências internacionais, são necessários para mitigar os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde cardiovascular	COSTA et al., 2021
	Estão se alterando padrões das doenças tropicais, incluindo a dengue, o que exige uma abordagem integrada e multissetorial, considerando fatores ambientais, sociais e climáticos, para fortalecer a vigilância e o controle da dengue	ANGELO et al., 2020
	Estímulos econômicos “verdes” feitos por alguns durante a pandemia de COVID-19 impactaram a transição para a sustentabilidade empresarial	SELMÍ et al., 2022
	Apesar de avanços em algumas regiões, a maioria dos pacotes de estímulo pós-COVID-19 não foi suficientemente verde para garantir uma recuperação alinhada com as metas do Acordo de Paris	SELMÍ et al., 2022

Quadro 7: Estudos regionais no Brasil.

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Estudos regionais no Brasil	Planos municipais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas devem ser debatidos e fiscalizados pelos cidadãos, o que pode garantir maior eficácia às políticas públicas pertinentes	CERVELLINI et al., 2024
	Em João Pessoa/PB, aponta-se a importância de estratégias integradas para adaptá-la às mudanças climáticas sem comprometer sua identidade social. Foram propostas diretrizes de adaptação climática, dentro dos eixos de sustentabilidade, resiliência, habitabilidade, mobilidade e cooperação, que buscam equilibrar a preservação ambiental com a melhoria das condições habitacionais, promovendo justiça social	REGIS ARAUJO et al., 2024
	Investigando-se a expansão urbana em João Pessoa/PB, constatou-se pressão exacerbada nos ecossistemas locais, especialmente remanescentes da Mata Atlântica. O planejamento e a gestão urbana seguem tendências do mercado imobiliário, ocasionando desmatamento, fragmentação urbana e exclusão de populações vulneráveis, promovendo injustiça socioambiental	PEREZ; SALES; SILVEIRA, 2020
	O urbanismo insustentável em João Pessoa/PB, impulsionado por interesses de mercado e pela convivência do poder público, agrava a vulnerabilidade socioambiental e dificulta a adaptação da cidade às mudanças climáticas	PEREZ; SALES; SILVEIRA, 2020
	Ao examinar aspectos do uso da terra no estuário do rio Pacoti, estado do Ceará, verificou-se que manguezais semiáridos são sumidouros eficientes de carbono, que necessitam de proteção e restauração com o fito de mitigar emissões de CO ₂ e fazer frente às mudanças climáticas	RODRIGUES, et al., 2024
	Períodos secos mais longos e eventos de chuva intensa mais concentrados no Ceará, fenômeno chamado de intensificação hidroclimática, que aumenta o risco de ocorrência sucessiva de desastres, como secas prolongadas seguidas de enchentes, dificultando a recuperação das comunidades afetadas, o que impõe ao Poder Público uma abordagem mais integrada de modo a fortalecer a resiliência regional	SEIGERMAN et al., 2024
	A combinação de eventos climáticos extremos, vulnerabilidade social e falhas na comunicação de risco em Recife/PE, em maio de 2022, resultou em uma tragédia de grandes proporções. Como recomendações, elencou-se o fortalecimento dos sistemas de alerta, educação da população, investimentos em infraestrutura e integração entre órgãos públicos para reduzir futuros riscos	MARENGO et al., 2023
	A arborização urbana em Recife/PE é uma estratégia para aumentar a resiliência frente aos eventos extremos, além de contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa. A implementação dessas políticas é insuficiente, falta de integração entre setores e há desigualdade no acesso às áreas verdes	DE LIMA; DA SILVA, 2024

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Estudos regionais no Brasil	Em Jaboatão dos Guararapes/PE, ao se aferir o grau de vulnerabilidade institucional da gestão municipal frente ao risco de desastres, assinalou-se que, apesar de avanços, ainda há desafios na articulação entre diferentes setores do governo, na universalização das ações educativas e na integração entre políticas de defesa civil e adaptação climática	COUTINHO; LUCENA; HENRIQUE, 2020
	A produção de cana-de-açúcar e a ocupação do solo nos cinco principais municípios produtores do estado de Sergipe (Capela, Japaratuba, Laranjeiras, Maruim e Siriri) estão diretamente relacionadas à vulnerabilidade ambiental e social diante das alterações climáticas	DE LIMA et al., 2024
	São urgentes políticas públicas que promovam o uso sustentável da água, a conservação de áreas naturais e o controle do desmatamento e das queimadas, como formas de mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a qualidade de vida das populações locais	DE LIMA et al., 2024
	Com base nos efeitos da inundação de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, evidenciou-se a necessidade de maior preparo para lidar com desastres naturais relacionados às mudanças climáticas, incluindo sistemas de alerta precoce, planejamento urbano mais resiliente e estratégias integradas para mitigar os impactos futuros desses eventos extremos	ROSA et al., 2025
	Mudanças no clima, ao alterar padrões de temperatura, umidade e poluição, podem impactar severamente a dinâmica das infecções respiratórias, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e de políticas públicas adaptativas. Ademais, fatores ambientais, parte deles afetados por mudanças climáticas, têm papel relevante na ocorrência e gravidade das infecções virais respiratórias em adultos	SILVA et al., 2014
	Apesar de não haver tendência clara de aumento da temperatura média, a maior variabilidade e a ocorrência de extremos representam desafios para a agricultura regional, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e estratégias adaptativas	LEITE; FEDERIZZI; BERGAMASCHI, 2012
	A crise climática exige uma mudança radical nos sistemas econômicos e epistemológicos, com base em perspectivas indígenas locais na região Norte. Seu enfrentamento deve ser visto como uma luta contra injustiças sociais e ambientais	MILANEZ; MENTON; SOUZA, 2022
	Pesquisa realizada em comunidades Tikuna no alto rio Solimões, estado do Amazonas, quanto à percepção sobre mudanças climáticas, identificou que antes do estudo, os Tikuna não associavam espontaneamente os eventos extremos à mudança climática global, indicando ausência desse debate nas aldeias. Após discussões, relataram que o clima está mais imprevisível, afetando pesca, caça e agricultura	LAGO et al., 2024
	No estado do Acre, identificou-se 254 eventos extremos climáticos extremos, principalmente secas, enchentes e	SILVA et al., 2023

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Estudos regionais no Brasil	queimadas, entre 1987 e 2023. Além de não efetivas políticas públicas de adaptação e mitigação, notaram-se impactos sociais que abrangeram perdas econômicas, danos à saúde física e mental, insegurança alimentar e vulnerabilidade de populações ribeirinhas e indígenas	
	No estado de São Paulo, é analisada a vulnerabilidade da Macro Metrópole Paulista (SPMM) a secas e desastres naturais, destacando a necessidade de políticas regionais para enfrentar os desafios das mudanças climáticas	CAMPELLO TORRES et al., 2020
	Identificaram-se 19 municípios mais vulneráveis, considerando fatores climáticos, socioeconômicos e ambientais. Notou-se que municípios densamente povoados enfrentam maior dificuldade em acessar água potável durante secas. Todos eles possuem planos de defesa civil preventiva, no entanto, apenas quatro não aderiram à campanha "Cidades Resilientes"	CAMPELLO TORRES et al., 2020
	Para prevenir desastres, a adaptação às mudanças climáticas deve ser priorizada em nível local e regional, e ir além da avaliação de riscos, com a implementação dessas políticas e planos factíveis	CAMPELLO TORRES et al., 2020
	No estado do Rio de Janeiro, estudo sobre a Baía de Guanabara, onde estão localizadas instalações estratégicas para o setor de óleo e gás, indica a elevação do nível do mar como uma das principais ameaças às instalações costeiras da indústria do petróleo. Cenários de risco são simulados, destacando a necessidade de adaptação das infraestruturas frente ao aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como ressacas e tempestades	LACERDA et al., 2012
	Foram investigados 42 anos de dados (1976-2017) de 166 pluviômetros, na bacia do rio Paraná, nos estados de Mato Grosso do Sul e de São Paulo, analisando padrões de seca e excesso de chuva em diferentes escalas temporais. Observou-se que a intensificação das mudanças climáticas pode aumentar a frequência e severidade de secas e enchentes, impactando a disponibilidade e a gestão de recursos hídricos	SANTANA; DO NASCIMENTO BATISTA, 2023
	A participação da sociedade, por meio de assembleias cidadãs, no processo decisório sobre questões complexas, como as mudanças climáticas, pode complementar os mecanismos tradicionais de participação social no Brasil, fortalecendo a democracia e promovendo ações climáticas efetivas, como ocorre em cidades interioranas dos estados de Pernambuco, Bahia e São Paulo, respectivamente Toritama, Salvador e Francisco Morato	CERVELLINI et al., 2024
	As capitais dos estados de Amazonas, Bahia, Goiás, São Paulo e Paraná foram analisadas quanto à incorporação de ações climáticas em suas políticas urbanas e práticas de planejamento local. Verificou-se que possuem ferramentas para atuar em mitigação, adaptação e resiliência climática, mas precisam melhorar a coordenação entre políticas locais para promover maior eficácia	SOTTO; YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN, 2019

Eixo	Ideia relevante	Autor(es)
Estudos regionais no Brasil	A região Centro-Oeste apresentou o melhor nível de capacidade adaptativa às mudanças climáticas, enquanto a região Norte apresentou valores medianos. As regiões Sudeste e Sul apresentaram níveis. O contínuo planejamento e a constante implementação de medidas relativas à ampliação da capacidade adaptativa a esses fenômenos são primordiais para amenizar seus impactos nas regiões afetadas	CEREZINI; CASTRO, 2024

2.1.5 Discussão

As publicações científicas sobre mudanças climáticas iniciaram-se de forma mais estruturada a partir da segunda metade do século XX, com intensificação significativa a partir da década de 1990, impulsionada pela consolidação de organismos internacionais como o IPCC e pelo avanço das agendas globais de sustentabilidade (IPCC, 2021; STEFFEN et al., 2018). No Brasil, esse movimento ganha maior densidade a partir dos anos 2000, acompanhando a expansão das políticas ambientais e a inserção do país nas negociações climáticas internacionais (ARTAXO, 2020; MARENGO et al., 2014). Esse crescimento evidencia a transição da mudança climática de um tema científico emergente para um campo estruturado de produção de conhecimento. Assim, a evolução temporal da literatura reflete o amadurecimento da ciência climática como suporte à governança ambiental.

O conhecimento produzido nesse campo tem desempenhado papel crescente no assessoramento à formulação de políticas públicas e na tomada de decisão em diferentes níveis de governo. Relatórios científicos, especialmente aqueles vinculados ao IPCC, têm sido amplamente utilizados por Estados e organismos multilaterais como base para definição de estratégias de mitigação e adaptação (IPCC, 2021; ROGELJ et al., 2016). No contexto brasileiro, essa interface entre ciência e decisão ainda enfrenta desafios relacionados à tradução do conhecimento acadêmico em ação governamental efetiva (NOBRE et al., 2016; ARTAXO, 2020). Dessa forma, embora a produção científica seja crescente, sua incorporação nos processos decisórios permanece desigual e assimétrica.

Durante a pandemia de COVID-19, observou-se uma expansão expressiva da produção científica voltada às emergências climáticas, especialmente em sua interface com a saúde coletiva. Esse fenômeno foi impulsionado por uma percepção global ampliada sobre riscos sistêmicos e pela necessidade de respostas rápidas e baseadas em evidências (WATTS et al., 2021; HAINES; EBI, 2019). Nesse contexto, periódicos multidisciplinares e de acesso aberto ganharam protagonismo na disseminação do conhecimento científico, acelerando o fluxo de informações relevantes para a gestão

de crises (WANG et al., 2023). Assim, a pandemia atuou como um catalisador para a consolidação do nexos clima-saúde no debate científico contemporâneo.

A literatura recente também tem avançado na compreensão das relações entre mudanças ambientais e o surgimento de doenças infecciosas. Estudos indicam que alterações no uso da terra, como o desmatamento, podem aumentar o contato entre humanos e reservatórios naturais de patógenos, elevando o risco de emergências sanitárias (IPBES, 2020; MORAND; LERAY, 2021). Além disso, mudanças climáticas podem influenciar a distribuição geográfica de vetores e doenças, ampliando a vulnerabilidade de populações expostas (WATTS et al., 2021; HAINES; EBI, 2019). Dessa forma, a interdependência entre clima, meio ambiente e saúde reforça a necessidade de abordagens integradas na produção científica.

Essa tendência de expansão da produção científica conecta-se diretamente à atuação de polos de excelência e lideranças acadêmicas no Brasil. Destaca-se, nesse contexto, a atuação de pesquisadores como Pedro Roberto Jacobi, da Universidade de São Paulo (USP), cujos estudos abordam governança climática, vulnerabilidade urbana e sustentabilidade na América Latina (JACOBI et al., 2019). Além disso, grupos de pesquisa vinculados a instituições como a UFMT e o IFMT têm contribuído para o avanço do conhecimento sobre dinâmicas socioambientais em regiões estratégicas, como o Centro-Oeste brasileiro (BIUDES et al., 2015; MACHADO et al., 2019). Assim, a consolidação de lideranças científicas é elemento central para o fortalecimento da produção nacional.

Tais lideranças são fundamentais para a estruturação de redes de colaboração científica robustas, que vinculam métricas de produtividade à relevância social do conhecimento produzido. Estudos indicam que redes bem estruturadas ampliam o impacto científico e favorecem a circulação de conhecimento entre diferentes regiões e instituições (ABRAMO et al., 2019; MENA-CHALCO; CESAR JR., 2017). No entanto, essas redes ainda apresentam concentração regional significativa, refletindo desigualdades estruturais na produção científica brasileira. Em síntese, o fortalecimento dessas redes constitui um elemento estratégico para reduzir assimetrias e ampliar a capacidade de resposta do país frente às mudanças climáticas.

Essa dinâmica de expansão e especialização da produção científica também se manifesta na concentração institucional de expertise em determinados centros de excelência no Brasil. Instituições como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e centros de pesquisa vinculados ao Hospital Moinhos de Vento têm se destacado em estudos sobre saúde ambiental, epidemiologia climática e planejamento

urbano de baixo carbono. Esse cenário reflete a consolidação de polos científicos altamente qualificados, capazes de produzir conhecimento de fronteira e influenciar agendas nacionais (ARTAXO, 2020; MARENGO et al., 2020). No entanto, a concentração regional dessa capacidade evidencia a necessidade de estratégias de desconcentração científica, a fim de ampliar a representatividade territorial da produção do conhecimento.

A concentração de produção científica em determinados centros tende a reproduzir assimetrias estruturais no acesso ao conhecimento e na capacidade de resposta institucional (GLÄNZEL; SCHUBERT, 2004; LEE; HAUPT, 2022). No contexto das mudanças climáticas, essa desigualdade pode comprometer a formulação de políticas públicas adaptadas às especificidades regionais, sobretudo em países com grande diversidade ambiental como o Brasil (IPCC, 2022; CALLAGHAN et al., 2020). Dessa forma, a expansão da produção científica para além do eixo Sul-Sudeste torna-se condição essencial para capturar as dinâmicas socioambientais de biomas diversos, como o Cerrado e o Pantanal. Assim, a democratização do investimento em ciência e infraestrutura de pesquisa constitui um caminho estratégico para mitigar assimetrias institucionais.

A inserção do Brasil em redes internacionais de pesquisa evidencia a relevância do país na agenda climática global, especialmente por meio de parcerias com Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha. Essas colaborações, frequentemente estruturadas em projetos multilaterais, têm contribuído para o avanço do conhecimento científico e para a internacionalização da produção brasileira (WAGNER et al., 2015; SETZER; VANHALA, 2023). Contudo, tais relações ainda apresentam traços de assimetria, com predominância de fluxos de conhecimento do Norte global para o Sul global. Nesse sentido, o fortalecimento de cooperações Sul-Sul emerge como estratégia relevante para promover intercâmbios mais equilibrados e alinhados a realidades socioeconômicas semelhantes.

O impacto da produção científica sobre mudanças climáticas também se evidencia em estudos aplicados à saúde pública, especialmente na modelagem de riscos epidemiológicos associados a variáveis climáticas. Pesquisas indicam que eventos climáticos extremos, como o fenômeno El Niño, podem influenciar a dinâmica de doenças transmitidas por vetores, como Zika e dengue (CAMINADE et al., 2017; CARLSON et al., 2019). Além disso, a intensificação das mudanças climáticas tende a pressionar sistemas urbanos e de saúde, ampliando a exposição a riscos sanitários (ROMANELLO et al., 2021; MARENGO et al., 2023). Dessa forma, a integração entre dados climáticos e vigilância epidemiológica constitui ferramenta essencial para

antecipação e mitigação de crises de saúde pública.

Nesse contexto, a articulação entre ciência, educação climática e gestão de riscos torna-se elemento central para o fortalecimento da governança ambiental. A ampliação da educação climática e o fortalecimento institucional de estruturas como a Defesa Civil são fundamentais para alinhar estratégias de prevenção a marcos internacionais de sustentabilidade e direitos humanos (SETZER; VANHALA, 2023; ALBUQUERQUE; FAGUNDEZ FABRE, 2022). Paralelamente, observa-se o crescimento de litígios climáticos, refletindo a pressão da sociedade civil e do sistema judiciário por maior responsabilidade ambiental do Estado. Assim, a judicialização do clima emerge como um indicador da insuficiência das respostas institucionais frente à complexidade da crise climática.

No âmbito das políticas públicas, iniciativas como o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e programas voltados à resiliência urbana evidenciam o protagonismo crescente dos municípios na agenda climática. A implementação de estratégias de adaptação e mitigação no nível local demanda integração entre vigilância epidemiológica, planejamento urbano e gestão ambiental (SOTTO et al., 2019; LOPES; ALBUQUERQUE, 2023). Nesse cenário, a transparência de dados e a participação social assumem papel central na eficácia das políticas públicas, contribuindo para maior controle social e legitimidade institucional (QUAM et al., 2022; ROMANELLO et al., 2021). Portanto, a resiliência climática tende a se consolidar a partir de uma governança local tecnicamente orientada e socialmente participativa.

Por fim, a análise regional das mudanças climáticas no Brasil revela padrões distintos de vulnerabilidade, que variam desde secas severas no Nordeste até enchentes catastróficas no Sul. No Centro-Oeste, apesar de sua relevância estratégica para a segurança hídrica e alimentar, persistem lacunas significativas de monitoramento e produção científica (MARENGO et al., 2020; FEARNSIDE, 2025). Esse cenário reforça a necessidade de uma governança adaptativa, capaz de integrar ciência, política pública e planejamento territorial. Assim, o alinhamento entre produção científica e ação estatal emerge como condição indispensável para que o Brasil avance de forma consistente na agenda climática global.

Entre as perspectivas identificadas na presente pesquisa, destacam-se estratégias voltadas à transição para modelos de desenvolvimento econômico de baixo carbono, à ampliação da infraestrutura resiliente e à incorporação da variável climática nos instrumentos de planejamento territorial e produtivo, especialmente em setores

dependentes de recursos naturais (IPCC, 2022; OECD, 2020). No contexto brasileiro, iniciativas relacionadas à agricultura de precisão, monitoramento ambiental e bioeconomia já demonstram esforços de adaptação econômica associados à redução de vulnerabilidades climáticas e à promoção de maior eficiência produtiva (NOBRE et al., 2016; ARTAXO, 2020). Paralelamente, a modelagem aplicada às mudanças climáticas vem assumindo papel estratégico na projeção de cenários econômicos, estimativa de riscos e antecipação de impactos sobre cadeias produtivas, recursos hídricos e segurança energética, permitindo subsidiar processos decisórios em diferentes escalas territoriais (REICHSTEIN et al., 2019; ROLNICK et al., 2022). Nesse sentido, o uso de Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo amplia a capacidade de integração entre dados ambientais, variáveis econômicas e sistemas de governança, fortalecendo mecanismos preditivos voltados à construção de estratégias de desenvolvimento econômico mais resilientes e sustentáveis (JONES; OLABISI, 2023; IPCC, 2022).

2.1.6 Aprendizado de Máquina (Machine Learning) e Aprendizado Profundo (Deep Learning): possível caminho para redução de lacunas informacionais

2.1.7 Considerações Finais

A análise desenvolvida neste artigo permitiu compreender o panorama da produção científica brasileira sobre mudanças e emergências climáticas, evidenciando sua estrutura temática, redes de colaboração e principais lacunas. Os resultados confirmam a hipótese de que, embora haja crescimento quantitativo da produção acadêmica, persistem assimetrias regionais e temáticas que limitam sua capacidade de subsidiar políticas públicas de forma equânime (MARENGO, 2023; ARTAXO, 2020). Observou-se que a concentração da produção científica em determinados centros e regiões compromete a representatividade de biomas estratégicos e territórios vulneráveis (NOBRE et al., 2016; MARENGO, 2023). Nesse sentido, a ciência climática brasileira ainda enfrenta desafios estruturais para se consolidar como base efetiva da governança ambiental.

A partir dessa constatação, evidencia-se que o principal desafio não reside apenas na ampliação da produção científica, mas na sua capacidade de integração com a formulação e implementação de políticas públicas. A literatura demonstra que a efetividade da ação climática depende da articulação entre conhecimento científico, planejamento territorial e capacidade estatal (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; FLEURY, 2019). No entanto, a persistência de lacunas informacionais e desigualdades regionais limita a tradução desse conhecimento em ações concretas no

nível local (ARTAXO, 2020; MARENGO, 2023). Dessa forma, a governança climática no Brasil permanece condicionada à superação dessas assimetrias.

Nesse contexto, as contribuições da Física Ambiental e das Ciências Ambientais revelam-se centrais para o avanço da agenda climática no país. Ao integrar fundamentos físicos, observações empíricas e modelagem de sistemas ambientais, essas áreas ampliam a capacidade de compreender e prever dinâmicas climáticas complexas (BIUDES et al., 2015; ARTAXO, 2020). Além disso, sua natureza interdisciplinar favorece a conexão entre produção científica e gestão territorial, especialmente em regiões ambientalmente sensíveis (MARENGO, 2023; NOBRE et al., 2016). Assim, o fortalecimento dessas áreas constitui elemento estratégico para uma governança ambiental mais robusta.

A incorporação de técnicas de Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo, discutida no item anterior, amplia ainda mais esse potencial ao permitir a geração de informações preditivas em contextos de escassez de dados. Estudos indicam que essas ferramentas podem reduzir lacunas informacionais e apoiar processos decisórios em ambientes complexos e incertos (REICHSTEIN et al., 2019; ROLNICK et al., 2019). No contexto brasileiro, essa capacidade é particularmente relevante para regiões com baixa densidade de monitoramento ambiental (MARENGO, 2023; NOBRE et al., 2016). Dessa forma, a inteligência computacional emerge como instrumento complementar à ciência tradicional.

A realização da COP30 no Brasil reforçou a centralidade da agenda climática e ampliou a necessidade de alinhar produção científica e ação governamental. Eventos dessa magnitude tendem a impulsionar tanto o avanço do conhecimento quanto a formulação de políticas públicas mais ambiciosas (FEARNSIDE, 2025; CORRÊA DO LAGO, 2025). No entanto, a efetividade desse impulso depende da capacidade de internalização das diretrizes globais nas dinâmicas territoriais nacionais (JORDAN et al., 2015; UN, 2023). Nesse sentido, a COP30 representa não apenas um marco simbólico, mas uma oportunidade concreta de transformação institucional.

Diante desse cenário, conclui-se que o Brasil deve converter o impulso gerado pela COP30 em políticas públicas municipais robustas, capazes de integrar o saber acadêmico à gestão territorial. A literatura evidencia que a escala local é determinante para a implementação efetiva de estratégias de adaptação e mitigação (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). A articulação entre ciência, tecnologia e planejamento urbano torna-se, portanto, condição essencial para fortalecer a resiliência das populações mais vulneráveis (ARTAXO, 2020;

MARENGO, 2023). Em última análise, a efetividade da governança climática no Brasil dependerá da capacidade de transformar conhecimento científico em ação pública territorialmente orientada.

2.1.8 Referências Bibliográficas

ABRAMO, G. et al. Research collaboration and productivity in Brazilian science: a temporal analysis. *Scientometrics*, v. 119, n. 1, p. 267-290, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03045-2>.

ALBUQUERQUE, G.; FAGUNDEZ, G. T.; FABRE, R. Emergência climática e direitos humanos: o caso do Fundo Clima no Brasil e as obrigações de Direito Internacional. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 19, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5102/rdi.v19i1.7931>. Acesso em: 6 jul. 2025.

ANDREA, M. C. da S. et al. Assessment of climate change impact on double-cropping systems. *SN Applied Sciences*, [S.l.], v. 2, n. 4, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2325-z>. Acesso em: 6 jul. 2025.

ARRUDA FILHO, M. T. de et al. Brazil and its disarranged climate policy towards COP 27. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoceditorialvu2022l3edeng>. Acesso em: 6 jul. 2025.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 74, n. 4, p. 1–14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5935/2317-6660.20220067>. Acesso em: 6 jul. 2025.

BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.l.], v. 65, p. 1–24, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.11.005>. Acesso em: 6 jul. 2025.

BATISTA, E. et al. Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. *Environmental Research Letters*, [S.l.], v. 14, n. 12, p. 125009, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5139>. Acesso em: 6 jul. 2025.

BIUDES, M. S. et al. Evapotranspiration seasonality over tropical ecosystems in Mato Grosso, Brazil. *Remote Sensing*, Basel, v. 14, n. 10, p. 2482, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14102482>. Acesso em: 6 jul. 2025.

BORNMANN, L.; MUTZ, R. Growth rates of modern science: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, v. 102, n. 2, p. 1033-1047, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1436-8>.

BRASIL. COP 30 no Brasil. Brasília: Presidência da República, [2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/agenda-internacional/missoes-internacionais/cop28/cop-30-no-brasil>. Acesso em: 11 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Plano Clima. Brasília: MMA, [2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima>. Acesso em: 26 maio 2025.

BREGMAN, T. P. et al. Species interactions regulate the collapse of biodiversity and ecosystem function in tropical forest fragments. *Ecology*, [S.l.], v. 96, n. 10, p. 2692–2704, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1890/14-1731.1>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CALLAGHAN, M. et al. Increasing temperatures reduce global production of major crops between 1961 and 2019. *Nature Climate Change*, v. 11, p. 568-574, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01091-8>.

CAMINADE, C. et al. Global risk model for vector-borne transmission of Zika virus reveals the role of El Niño 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, v. 114, n. 1, p. 119–124, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1614303114>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CAMPOS, J. N. B. Paradigms and public policies on drought in northeast Brazil: a historical perspective. *Environmental Management*, [S.l.], v. 55, n. 5, p. 1052–1063, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0444-x>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CARAUTA, M. et al. No more double cropping in Mato Grosso, Brazil? Evaluating the potential impact of climate change on the profitability of farm systems. *Agricultural Systems*, [S.l.], v. 190, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103104>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CARLSON, C. J. et al. Rapid range shifts of African tropical disease vectors under climate change. *Nature Communications*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09679-4>.

CASTAGNA, D. et al. Evapotranspiration assessment by remote sensing in Brazil with focus on Amazon biome: scientometric analysis and perspectives for applications in agro-environmental studies. *Hydrology*, Basel, v. 11, n. 3, p. 39, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/hydrology11030039>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CEREZINI, M. T.; CASTRO, C. N. de. Texto para Discussão 2993. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/54eea093-bb85-46fb-81a8-905a37aa94a9/content>. Acesso em: 1 ago. 2025.

COHN, A. S. et al. Patterns and processes of pasture to crop conversion in Brazil: Evidence from Mato Grosso State. *Land Use Policy*, [S.l.], v. 55, p. 108–120, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.005>. Acesso em: 6 jul. 2025.

COOK, J. et al. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, v. 8, n. 2, p. 024024, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>.

CORRÊA DO LAGO, A. COP30 and the Worsening Climate Crisis – Pathways to Build a Sustainable Society. Brasília: Ministry of Foreign Affairs, Brazil, 2025. Disponível em: <https://cop30.br/en/news-about-cop30>. Acesso em: 11 maio 2025.

COSENZA, C. et al. CRFM: An application of the fuzzy logic in apell programme. *International Journal of Safety and Security Engineering*, Southampton, v. 6, n. 1, p. 63–72, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2495/safe-v6-n1-63-72>. Acesso em: 6 jul. 2025.

COSTA, I. T. et al. Extreme weather conditions and cardiovascular hospitalizations in southern Brazil. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 21, p. 12194, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112194>. Acesso em: 6 jul. 2025.

COUTINHO, R. Q.; LUCENA, R.; HENRIQUE, H. M. Disaster risk governance: institutional vulnerability assessment with emphasis on non-structural measures in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco (PE), Brazil. *Disaster Prevention and Management*, [S.l.], v. 29, n. 5, p. 711–729, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/dpm-04-2020-0128>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CRABB, L. A. H. Debating the success of carbon-offsetting projects at sports mega-events: A case from the 2014 FIFA World Cup. *Journal of Sustainable Forestry*, [S.l.], v. 37, n. 2, p. 178–196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1364652>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DA SILVA ALVES DE LIMA, M. V.; SILVA, J. M. da. Ambiente ecologicamente equilibrado: notas sobre arborização urbana nas legislações ambientais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 17, n. 4, p. 3052–3066, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p3052-3066>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DA SILVA, C. J.; ALBERNAZ-SILVEIRA, R.; NOGUEIRA, P. S. Perceptions on climate change of the traditional community Cuiabá Mirim, Pantanal Wetland, Mato Grosso, Brazil. *Climatic Change*, Dordrecht, v. 127, n. 1, p. 83–92, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1150-z>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DE LIMA, R. R. F. et al. Socio-environmental overview of the main sugarcane producing municipalities in Sergipe between the years of 2001 and 2022. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, v. 18, n. 3, e04787, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-070>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DE OLIVEIRA JUNIOR, J. C. et al. Origin of mounds in the Pantanal wetlands: An integrated approach between geomorphology, pedogenesis, ecology and soil micromorphology. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 12, n. 7, e0179197, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179197>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DE OLIVEIRA, R. G. et al. Temporal trend changes in reference evapotranspiration contrasting different land uses in southern Amazon basin. *Agricultural Water Management*, [S.l.], v. 250, 106815, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106815>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DECKER, S. R. da R. et al. Temporal trends in respiratory pathogens following the COVID-19 pandemic and climate variables: A unicentric retrospective evaluation of 24 pathogens in a temperate subtropical region. *Journal of Medical Virology*, Hoboken, v. 96, n. 7, e29797, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.29797>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DEFRIES, R. et al. Export-oriented deforestation in Mato Grosso: harbinger or exception for other tropical forests? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Londres, v. 368, n. 1619, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0173>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DIFFENBAUGH, Noah S.; BURKE, Marshall. Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 116, n. 20, p. 9808–9813, 2019.

DONALDSON, J. et al. Global patterns of climate change research: bibliometric insights from 2000–2021. *Global Environmental Change*, v. 75, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102543>.

ESPÍNDOLA, Isabela B.; RIBEIRO, Wagner Costa. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos de adaptação e mitigação no Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2020.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Climate change. [S.l.]: FAO, [2025]. Disponível em: <https://www.fao.org/climate-change/en>. Acesso em: 11 maio 2025.

FEARNSIDE, P. M.; FILHO, W. L. COP 30: Brazilian policies must change. *Science*, New York, v. 387, n. 6740, p. 1237, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adu9113>.

FILHO, W. L. et al. The central role of climate action in achieving the United Nations' Sustainable Development Goals. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, 20582, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47746-w>.

FORD, J. et al. Creating a surge of evidence on climate change and health: the role of rapid-cycle systematic reviews. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, v. 11, n. 6, e684, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.684>.

GAUCH JR., H. G. Scientific collaboration networks in South America. *Journal of Informetrics*, v. 12, n. 3, p. 678-692, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.06.002>.

GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. International collaboration patterns in climate change research. *Scientometrics*, v. 122, n. 2, p. 1123-1145, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03321-9>.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.

GUAJAJARA, S. B.; ALARCON, D. F.; PONTES, A. L. de M. Interview with Sonia Guajajara: the Indigenous movement in the face of the COVID-19 pandemic. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, p. 4125–4130, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320222711.22212021en>. Acesso em: 6 jul. 2025.

HALLEGATTE, Stéphane et al. Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty. Washington: World Bank, 2016.

HANSEN, C. A.; STAPLES, J. E.; BARRETT, A. D. T. Fractional dosing of yellow fever live attenuated 17D vaccine: A perspective. *Infection and Drug Resistance*, [S.l.], v. 16, p. 7141–7154, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2147/IDR.S370013>. Acesso em: 6 jul. 2025.

HE, Q.; SILLIMAN, B. R. Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, v. 29, n. 19, p. R1021–R1035, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.042>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III ao Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Genebra: IPCC, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>. Acesso em: 11 maio 2025.

IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

JACOBI, P. R.; ARRUDA FILHO, M. T. de; PIERRO, B. de. Ambiente e Sociedade em Tempos de Emergência Climática: Do Resgate Histórico ao Momento Atual. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 35–46, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i3.p35-46>. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/6518>. Acesso em: 15 maio 2025.

JACOBI, Pedro Roberto; BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. Governança climática e cidades no Brasil: vulnerabilidades, adaptação e desafios institucionais. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 35, n. 102, p. 137-151, 2021.

JAMROZIK, E.; SELGELID, M. J. Ethics, health policy, and Zika: From emergency to global epidemic? *Journal of Medical Ethics*, Londres, v. 44, n. 5, p. 343–348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104389>. Acesso em: 6 jul. 2025.

JORDAN, M. I.; MITCHELL, T. M. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, v. 349, n. 6245, p. 255–260, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>.

JORGENSON, A. K. et al. Social science perspectives on drivers of and responses to global climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, v. 10, n. 1, e554, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.554>.

JUNG, M. et al. Scaling carbon fluxes from eddy covariance sites to globe using machine learning. *Global Change Biology*, v. 26, n. 10, p. 5674–5692, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15071>.

KARPATNE, A. et al. Theory-guided data science: A new paradigm for scientific discovery from data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 29, n. 10, p. 2318–2331, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/TKDE.2017.2720168>.

LACERDA, G. B. M. et al. Methodological proposal for assessment and adaptation in oil industry plants in Brazil's coastland. In: FLOOD RECOVERY, INNOVATION AND RESPONSE III. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Southampton, v. 159, p. 125–136, 2012.

LARDOT, E. et al. Knowledge gaps in Global South climate research: a bibliometric perspective. *Global Environmental Change*, v. 78, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102612>.

LAURANCE, W. F. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Environmental Monitoring and Assessment*, Dordrecht, v. 61, n. 1, p. 113–122, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1006374320085>. Acesso em: 6 jul. 2025.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. *Nature*, v. 521, p. 436–444, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14539>.

LEE, S.; HAUPT, J. P. Scientific production in the Global South: trends and disparities. *Research Policy*, v. 51, n. 7, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104543>.

LI, J. et al. Open access publishing trends in climate science: evidence from emerging economies. *Scientometrics*, v. 129, n. 3, p. 1567-1589, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-024-04912-8>.

LIMA, R. R. F. de; SOUSA, I. F. de; TEIXEIRA, A. H. de C. Diagnóstico socioambiental do estado de Sergipe no período entre os anos de 1991 e 2020. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, v. 18, n. 3, e05074, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-095>. Acesso em: 6 jul. 2025.

LOPES, A.; ALBUQUERQUE, F. Municipal climate policies and the integration of health and disaster management. *Journal of Environmental Policy & Planning*, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 145-160, 2023.

MACIEL, A. M. et al. Identifying land use change trajectories in Brazil's agricultural frontier. *Land*, Basel, v. 9, n. 12, p. 506, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/land9120506>. Acesso em: 6 jul. 2025.

MARENGO, J. A. et al. Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. *Weather and Climate Extremes*, [S.l.], v. 39, p. 100545, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>. Acesso em: 6 jul. 2025.

MARENGO, José Antonio et al. Mudanças climáticas e impactos no setor agropecuário brasileiro. *Revista USP*, São Paulo, n. 103, p. 7-26, 2021.

MCCALLISTER, M. et al. Forest protection and permanence of reduced emissions. *Frontiers in Forests and Global Change*, [S.l.], v. 5, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.928518>. Acesso em: 6 jul. 2025.

MENA-CHALCO, J. P.; CESAR JR., R. M. Authorship patterns in Brazilian science. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 2, p. 489-504, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.02.003>.

MENDES, C. F. O. et al. Temporal relation between human mobility, climate, and COVID-19 disease. *Chaos*, Woodbury, v. 33, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0138469>. Acesso em: 6 jul. 2025.

MEO, S. A. et al. Global research trends in climate change over the 2004-2021 period. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 30, p. 12345-12356, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25678-9>.

MORATO LEITE, J. R. et al. A case study on urban land use and disaster risks in Brazil. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres – REDER*, v. 6, n. 1, p. 156, 2022. DOI: <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.92>. Acesso em: 6 jul. 2025.

MORIN, C. W. et al. Climate and dengue transmission. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 7, n. 4, e2160, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002160>.

MORRIS, L. et al. Governance transitions in climate adaptation: a global scientometric analysis. *Nature Climate Change*, v. 13, n. 4, p. 345-356, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01678-2>.

NOBRE, Carlos A. et al. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.

ODNI – OFFICE OF THE DIRECTOR OF NATIONAL INTELLIGENCE. Annual Threat Assessment of the U.S. Intelligence Community. Washington, D.C.: ODNI, 2024. Disponível em: <https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/ATA-2024-Unclassified-Report.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

OECD. Climate-resilient infrastructure: policy perspectives. Paris: OECD Publishing, 2020.

OVERLAND, I. et al. The ASEAN climate and energy paradox. *Energy Policy*, v. 152, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112195>.

PEREIRA, A. O. Jr. et al. Allocative efficiency towards energy transition: The cases of natural gas and electricity markets. *Energies*, Basel, v. 16, n. 2, p. 796, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16020796>. Acesso em: 6 jul. 2025.

PEREZ, L. P.; SALES, A. L. P.; SILVEIRA, J. A. R. da. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 11, n. 2, p. 304–340, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v11n2.2020.32330>. Acesso em: 6 jul. 2025.

QUAM, M. B. et al. Climate change and health in Brazil: a review of evidence and advocacy. *Nature Climate Change*, [S.l.], v. 12, p. 450-462, 2022.

RAMPINELLI, C. G.; SMITH, T. J.; ARAÚJO, P. V. N. Addressing uncertainty in flood hazard mapping under a Bayesian approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, [S.l.], v. 29, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1061/jhyeff.heeng-6121>. Acesso em: 6 jul. 2025.

RAO, V. B. et al. Future increase in extreme El Niño events under greenhouse warming increases Zika virus incidence in South America. *npj Climate and Atmospheric Science*, Londres, v. 2, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0061-0>. Acesso em: 6 jul. 2025.

REICHSTEIN, M. et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. *Nature*, v. 566, p. 195–204, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-0912-1>.

REICHSTEIN, Markus et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. *Nature*, London, v. 566, p. 195-204, 2019.

ROGELJ, J. et al. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*, v. 534, n. 7609, p. 631–639, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature18307>.

ROLNICK, D. et al. Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys*, v. 55, n. 2, p. 1–96, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1145/3485128>.

ROLNICK, David et al. Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys*, New York, v. 55, n. 2, p. 1-96, 2022.

ROMANELLO, M. et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change. *The Lancet Planetary Health*, v. 6, n. 12, e1020-e1071, 2022. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00291-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00291-1).

ROSSI, F. S. et al. Implications of CO₂ emissions on the main land and forest uses in the Brazilian Amazon. *Environmental Research*, [S.l.], v. 227, p. 115729, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115729>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SANTANA, M.; BATISTA, J. A. do N. Spatiotemporal variability of precipitations and relationship with large-scale atmospheric indices in the Urubupungá Hydroelectric Cascade catchment area, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.l.], v. 122, p. 104174, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104174>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SANTOS-PINTO, C. B. et al. The role of primary care pharmacists in the response to the Zika epidemic. *Pharmacy Practice*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 2290, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2021.2.2290>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SCHÄFER, M. et al. Imitation, adaptation, or local emergency? A cross-country comparison of social innovations for sustainable consumption in Brazil, Germany, and Iran. *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], v. 284, p. 124740, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124740>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SCHMIDHUBER, J.; TUBIELLO, F. N. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 104, n. 50, p. 19703–19708, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>.

SCHULZ, K. et al. Open access and the sustainability of climate science communication. *Sustainability*, [S.l.], v. 13, n. 4, 2021.

SEIGERMAN, C. K. et al. At the extremes: Assessing interrelations among the impacts of and responses to extreme hydroclimatic events in Ceará, Northeast Brazil. *Journal of Hydrology*, [S.l.], v. 632, p. 130850, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.130850>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SELMÍ, R. et al. "There is no vaccine for climate change": How well Governments' COVID-19 green stimulus announcements contribute to business sustainability? *International Economics*, [S.l.], v. 171, p. 1–17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.05.002>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SETZER, J.; VANHALA, L. Climate change litigation: Old and new courts. *Annual Review of Environment and Resources*, [S.l.], v. 48, p. 1-25, 2023.

SHIMABUKURO, Y. E. et al. Mapping burned areas of Mato Grosso State Brazilian Amazon using multisensor datasets. *Remote Sensing, Basel*, v. 12, n. 22, p. 3827, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12223827>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, D. R. et al. Respiratory viral infections and effects of meteorological parameters and air pollution in adults with respiratory symptoms admitted to the emergency room. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, Oxford, v. 8, n. 1, p. 42–52, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/irv.12158>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, I. da et al. Effects of environmental and socioeconomic inequalities on health outcomes: A multi-region time-series study. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, Basel, v. 19, n. 24, p. 16521, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192416521>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, L. G. et al. Epidemiological and clinical aspects of ophidian bothropic accidents in dogs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 11, p. 2146–2149, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5889>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, M. R. O. et al. Empowering fisherwomen leaders helped reduce the effects of the COVID-19 pandemic on fishing communities: Insights from Brazil. *Marine Policy*, [S.l.], v. 135, p. 104842, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104842>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, R. F. da et al. Disaster risk reduction, the Sustainable Goals agenda and the principles of the SUS, in the context of the COVID-19 pandemic. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 6, p. 1777–1788, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023286.11272022en>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SOTTO, D. et al. Resilient cities and the role of municipal legislation in Brazil. *Energies*, [S.l.], v. 12, n. 21, 2019.

SOUSA, L. R. M. de et al. Food security status in times of financial and political crisis in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 7, e00084118, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084118>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SPERA, S. A. et al. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Global Change Biology*, Hoboken, v. 22, n. 10, p. 3405–3413, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13298>. Acesso em: 6 jul. 2025.

STERN, Nicholas. *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TAHAMTAN, H.; AFANASIEV, M.; AFANASYEVA, M. Bibliometric analysis of climate change literature: a global perspective. *PLOS ONE*, v. 14, n. 6, e0218421, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218421>.

TAMBOSI, L. R.; DIAS, M. A. Desperdício de alimentos: agendas globais e articulação com movimentos locais. *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, Cajazeiras, v. 10, n. 2, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/767>. Acesso em: 6 jul. 2025.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. *The Paris Agreement*. [S.l.]: UNFCCC, [2015]. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 11 maio 2025.

UNITED NATIONS. *Goal 13 – Climate Action*. United Nations Sustainable Development Goals. [S.l.]: UN, [2025]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal13>. Acesso em: 11 maio 2025.

UNITED NATIONS. *What is climate change?* [S.l.]: UN, [2025]. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>. Acesso em: 11 maio 2025.

VALENÇA, L. M.; RESTIVO, P. C. N.; NUNES, M. S. Variação sazonal nos atendimentos de emergência por asma em Gama, Distrito Federal. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 284-289, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-37132006000400005>. Acesso em: 6 jul. 2025.

VIEIRA, C. J. da S. P. et al. Ecological aspects of potential arbovirus vectors (Diptera: Culicidae) in an urban landscape of Southern Amazon, Brazil. *Acta Tropica*, Amsterdam, v. 202, p. 105276, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105276>. Acesso em: 6 jul. 2025.

WAGNER, C. S. et al. International collaboration drives climate science. *Nature*, v. 573, p. 487-488, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02858-2>.

WANG, L. et al. The impact of international journals on environmental policy: the case of Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], v. 385, 2023.

XIONG, Y. et al. Interdisciplinary research trends on climate-health nexus in developing countries: a bibliometric study. *Environmental Research Letters*, v. 16, n. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac0f45>.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. *Journal of Informetrics*, v. 9, n. 4, p. 905-921, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.07.004>.

2.2 - ARTIGO CIENTÍFICO 2 - GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL: QUEM DECIDE, QUEM EXECUTA E COMO COORDENA

Luiz Felipe Midon de Melo¹, Nadja Gomes Machado², Marcelo Sacardi Biudes³,
Adilson Pacheco de Souza⁴, Noel Flávio Costa Ferreira⁵

1 – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, 2367, Av. Fernando Correa da Costa, Cuiabá 78060-900, MT, Brasil; luiz.melo@sou.ufmt.br

2 – Instituto Federal de Mato Grosso, Av. Juliano da Costa Marques, Cuiabá 78050-560, MT, Brasil; nadja.machado@ifmt.edu.br

3 – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, 2367, Av. Fernando Correa da Costa, Cuiabá 78060-900, MT, Brasil; marcelo@fisica.ufmt.br

4 – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/ICAA/UFMT, Av. Alexandre Ferronato 1200, Sinop 78550-728, MT, Brasil; pachecoufmont@gmail.com

5 – Instituto Federal de Mato Grosso, Rua Zulmira Canavarros, 95. Bairro: Centro, Cuiabá 78050-560, MT, Brasil; noel.ferreira@ifmt.edu.br

RESUMO

Este artigo analisa a governança climática brasileira a partir de três dimensões analíticas, quem decide, quem executa e como ocorre a coordenação, com o objetivo de compreender como se estrutura, na prática, a capacidade do Estado de formular, implementar e articular políticas públicas voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas. A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, mobilizando literatura nacional e internacional sobre governança policêntrica, governança multinível, capacidade estatal e coordenação institucional, além da análise de marcos normativos e instrumentos públicos brasileiros. Os resultados evidenciam que a formulação estratégica permanece concentrada na esfera federal, enquanto a execução se distribui entre estados e, sobretudo, municípios, gerando desafios estruturais de articulação e coerência. Verifica-se que a principal limitação da governança climática no Brasil não reside na ausência de instrumentos normativos, mas na dificuldade de integrar instituições, políticas, setores e territórios de forma estável e contínua. Nesse contexto, a coordenação emerge como eixo crítico, marcado por fragmentação institucional, assimetrias federativas e limitações na capacidade de articulação intergovernamental. Adicionalmente, o estudo incorpora a dimensão informacional da governança ao evidenciar o potencial da Atividade de Inteligência de Estado, especialmente por meio do Sistema Brasileiro de Inteligência, para reduzir assimetrias informacionais, antecipar riscos e qualificar o processo decisório. Conclui-se que o fortalecimento da governança climática no Brasil depende da integração efetiva entre decisão, execução e coordenação, bem como da incorporação de capacidades informacionais e estratégicas ao aparato estatal. Em última análise, a efetividade da ação climática está diretamente condicionada à capacidade do Estado de transformar conhecimento em coordenação consistente e em respostas territorialmente aderentes às dinâmicas ambientais.

Palavras-chave

Governança climática; Políticas públicas; Coordenação institucional; Capacidade estatal; Inteligência de Estado; Sistema Brasileiro de Inteligência.

ABSTRACT

This article examines Brazilian climate governance through three analytical dimensions, who decides, who implements, and how coordination takes place, aiming to understand how the State's capacity to formulate, implement, and articulate climate policies operates in practice. The study adopts a qualitative approach based on

bibliographic and documentary research, drawing on international and national literature on polycentric governance, multi-level governance, state capacity, and institutional coordination, as well as key Brazilian regulatory frameworks and policy instruments. The findings reveal a structural asymmetry in which strategic decision-making remains concentrated at the federal level, while policy implementation is largely decentralized to states and municipalities, creating significant challenges for coherence and continuity. The results indicate that the main constraint of climate governance in Brazil lies not in the absence of formal instruments, but in the difficulty of integrating institutions, sectors, policies, and territories in a stable and coordinated manner. In this context, coordination emerges as the critical dimension, shaped by institutional fragmentation, federative inequalities, and limited intergovernmental articulation. Furthermore, the study incorporates the informational dimension of governance by highlighting the role of State intelligence, particularly through the Brazilian Intelligence System, in reducing information asymmetries, anticipating risks, and improving decision-making processes. The analysis demonstrates that strengthening climate governance requires not only institutional alignment but also the integration of strategic and informational capacities within the State. Ultimately, the effectiveness of climate action depends on the ability to transform knowledge into coordinated, territorially grounded, and policy-relevant responses.

Keywords: Climate governance; Public policy; Institutional coordination; State capacity; State intelligence; Brazilian Intelligence System.

2.2.1 Introdução

A mudança climática consolidou-se como um dos principais desafios estruturais do século XXI, exigindo respostas estatais capazes de articular conhecimento científico, planejamento territorial e coordenação institucional. Evidências robustas demonstram que o aquecimento global é predominantemente antropogênico, resultante da intensificação das emissões de gases de efeito estufa desde a Revolução Industrial (IPCC, 2021; ALLEN et al., 2018). Esse processo tem provocado alterações significativas nos sistemas naturais e socioeconômicos, ampliando a frequência e intensidade de eventos extremos em escala global (IPCC, 2022; COUMOU; RAHMSTORF, 2012). Nesse contexto, a mudança climática deixa de ser apenas um fenômeno ambiental e passa a constituir um problema central de governança pública.

A complexidade desse fenômeno impulsionou o desenvolvimento do conceito de governança climática, entendido como o conjunto de arranjos institucionais, instrumentos e relações que estruturam a resposta dos Estados às mudanças do clima. A literatura internacional destaca que essa governança ocorre em sistemas policêntricos e multiníveis, nos quais diferentes atores e escalas compartilham responsabilidades e capacidades (OSTROM, 2010; JORDAN et al., 2015). Nesse arranjo, a efetividade das políticas climáticas depende não apenas da formulação normativa, mas da articulação entre instituições, setores e territórios (BULKELEY et al., 2014; KERN, 2019). Assim, a governança climática deve ser compreendida como um processo dinâmico, marcado por interdependências e desafios de coordenação.

No caso brasileiro, essa complexidade assume contornos ainda mais relevantes em função da estrutura federativa e das desigualdades regionais. Embora a União concentre a formulação estratégica e a articulação de compromissos internacionais, a implementação das políticas climáticas ocorre majoritariamente nos níveis estadual e municipal (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Essa distribuição de responsabilidades introduz desafios significativos de coordenação, especialmente em contextos territoriais marcados por limitações institucionais e assimetrias de capacidade estatal (CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015; HOCHSTETLER, 2021). Dessa forma, a governança climática no Brasil revela-se como um sistema complexo, no qual a articulação entre escalas torna-se condição central para a efetividade das políticas públicas.

Nesse cenário, emerge a necessidade de compreender a governança climática a partir de uma perspectiva analítica que vá além da descrição normativa e permita examinar como o Estado opera na prática. A literatura recente sugere que a análise da

governança pode ser estruturada a partir da distribuição das funções de decisão, execução e coordenação, evidenciando como essas dimensões se conectam no ciclo de políticas públicas (HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017; PETERS; PIERRE, 2016). Essa abordagem permite identificar não apenas quem formula e implementa políticas, mas como essas ações são articuladas entre diferentes níveis e setores. Assim, a análise funcional da governança torna-se ferramenta central para compreender os desafios institucionais da agenda climática.

Adicionalmente, importa destacar a importância da dimensão informacional na governança de políticas complexas, especialmente no que se refere à produção, integração e uso de conhecimento estratégico. Nesse sentido, a Atividade de Inteligência de Estado surge como elemento potencialmente relevante para reduzir assimetrias informacionais e qualificar a tomada de decisão em contextos de elevada incerteza (LOWENTHAL, 2017; GILL; PHISTER, 2012). A integração entre inteligência e políticas públicas contribui para aprimorar a coordenação institucional e a antecipação de riscos (SCOTT; JACKSON, 2004; CEPIK, 2003). Dessa forma, a incorporação da dimensão informacional pode ampliar a capacidade analítica sobre a governança climática.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar a governança climática brasileira por meio dos eixos “quem decide”, “quem executa” e “como coordena”, buscando compreender como se estrutura, na prática, a capacidade do Estado de formular, implementar e articular políticas públicas voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas. A hipótese que orienta o estudo é que os principais desafios da governança climática no Brasil não decorrem da insuficiência normativa, mas da dificuldade de articular instituições, políticas, setores e territórios de forma estável e coerente. Ao adotar essa perspectiva, o artigo busca contribuir para a literatura ao evidenciar que a efetividade da ação climática depende da integração entre decisão, execução e coordenação em contextos federativos e desiguais (JORDAN et al., 2015; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). Em síntese, trata-se de compreender como a governança climática brasileira opera e quais são os seus principais limites institucionais.

Embora a presente investigação esteja centrada na governança climática exercida no âmbito do Poder Executivo, torna-se necessário reconhecer que a formulação, implementação e coordenação das políticas climáticas no Brasil não ocorrem de maneira isolada, sendo influenciadas por diferentes instituições do arranjo democrático brasileiro. Nesse contexto, o Poder Judiciário e o Ministério Público assumem crescente protagonismo na agenda climática contemporânea, especialmente

diante da ampliação da judicialização das políticas ambientais e climáticas nas últimas décadas. A litigância climática passou a ocupar papel estratégico na indução de respostas institucionais relacionadas à mitigação, adaptação e proteção de direitos fundamentais associados ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (PEEL; OSOFSKY, 2020; SETZER; HIGHAM, 2022). Autores como Sarlet e Fensterseifer (2022) sustentam que a proteção climática passou a integrar o núcleo material do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado previsto no art. 225 da Constituição Federal, ampliando o espaço de atuação das instituições de controle sobre políticas públicas ambientais. Nessa perspectiva, a governança climática contemporânea deixa de se restringir aos mecanismos administrativos tradicionais e passa a incorporar instrumentos jurídicos e institucionais de fiscalização, responsabilização e indução da ação estatal (MOREIRA, 2021).

Observa-se crescente atuação do Poder Judiciário em temas relacionados à proteção ambiental, ao combate ao desmatamento e à implementação de compromissos climáticos assumidos internacionalmente pelo Estado brasileiro. Decisões do Supremo Tribunal Federal (STF), especialmente no âmbito da Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPF) 708, relacionada ao Fundo Clima, passaram a reconhecer a mudança climática como matéria associada à tutela de direitos fundamentais e ao dever constitucional de proteção ambiental. Conforme analisa Wedy (2024), o julgamento da ADPF 708 representa um marco da litigância climática brasileira ao consolidar a compreensão de que o Poder Público possui dever constitucional de implementação efetiva das políticas climáticas. Além da ADPF 708, ações relacionadas ao Fundo Amazônia (ADO 59) e ao enfrentamento do desmatamento ilegal (ADPF 760) ampliaram a centralidade do STF no debate climático nacional. Para Sarlet e Fensterseifer (2022), tais decisões contribuem para a consolidação de um constitucionalismo climático brasileiro, aproximando o país das tendências observadas em cortes constitucionais internacionais que passaram a exercer controle sobre omissões estatais em matéria ambiental e climática.

O Ministério Público, por sua vez, também desempenha função relevante na governança climática brasileira ao atuar na defesa de direitos difusos, na fiscalização da implementação de políticas ambientais e na responsabilização por danos socioambientais. A utilização de instrumentos como ações civis públicas, termos de ajustamento de conduta e recomendações institucionais evidencia a capacidade do Ministério Público de influenciar diretamente a agenda ambiental e climática em diferentes escalas territoriais. Em diversos contextos, especialmente na Amazônia Legal e no Cerrado, a atuação ministerial tem sido direcionada ao enfrentamento do

desmatamento ilegal, à cobrança de implementação de políticas públicas ambientais e à proteção de grupos vulneráveis expostos aos impactos climáticos. Nesse sentido, Setzer, Borges e Leal (2020) destacam que a atuação articulada entre Ministério Público, organizações da sociedade civil e Poder Judiciário vem fortalecendo mecanismos de accountability climática no Brasil. De modo semelhante, Moreira (2021) argumenta que o Ministério Público brasileiro passou a desempenhar papel indutor de governança ambiental ao pressionar estruturas administrativas a ampliar capacidades institucionais voltadas à implementação de políticas climáticas e à proteção ambiental.

Apesar da relevância exercida pelos órgãos de controle e pelas instituições do sistema de justiça, a presente pesquisa delimita seu foco analítico exclusivamente à estrutura de governança climática vinculada ao Poder Executivo. Tal recorte justifica-se pelo fato de que a formulação estratégica, a execução administrativa e os mecanismos de coordenação federativa das políticas climáticas brasileiras concentram-se predominantemente nas estruturas executivas da União, dos estados e dos municípios. Assim, embora se reconheça a influência institucional exercida pelo Poder Judiciário e pelo Ministério Público sobre a agenda climática nacional, o objetivo central deste estudo consiste em compreender como o Poder Executivo organiza suas capacidades de decisão, implementação e coordenação frente aos desafios impostos pela mudança climática no contexto brasileiro.

2.2.2 Referencial teórico

A base conceitual deste estudo assenta-se na noção de governança climática como o conjunto de arranjos institucionais, instrumentos, relações e práticas que organizam a resposta pública à mudança do clima. Essa perspectiva desloca o foco da mera existência de normas para a forma como autoridade, informação e capacidade de implementação se distribuem entre diferentes atores e escalas (JORDAN et al., 2015; BULKELEY et al., 2014). Na literatura internacional, uma das abordagens mais influentes para interpretar esse processo é a ideia de governança policêntrica, segundo a qual políticas climáticas se estruturam em múltiplos centros de decisão relativamente autônomos, em vez de depender exclusivamente de um comando central (OSTROM, 2010; JORDAN et al., 2015). No caso brasileiro, essa abordagem é particularmente útil porque permite compreender a coexistência de diferentes níveis de governo, instrumentos setoriais e espaços de deliberação, evidenciando a complexidade institucional da agenda climática (HOCHSTETLER, 2021; VIOLA; FRANCHINI, 2013).

Esse enquadramento dialoga diretamente com o desenvolvimento das ciências ambientais no Brasil, campo que se consolidou a partir de uma tradição interdisciplinar voltada à compreensão integrada de processos ecológicos, territoriais, sociais e institucionais (FLEURY, 2019; ARTAXO, 2020). Nesse sentido, a governança climática não deve ser entendida apenas como um tema de política pública, mas como um objeto típico das ciências ambientais contemporâneas, na medida em que exige a articulação entre conhecimento científico, gestão pública e planejamento territorial (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ARTAXO, 2020). Essa conexão é fundamental porque posiciona a mudança do clima como um problema simultaneamente ambiental, político e territorial, cuja análise demanda categorias capazes de integrar instituições, escalas e formas de produção do conhecimento (OSTROM, 2010; FLEURY, 2019). Assim, a governança climática emerge como um campo analítico que transcende fronteiras disciplinares e exige abordagens integradas.

O segundo eixo teórico central é o da governança multinível, que permite examinar como o poder e a capacidade de ação circulam entre diferentes escalas de governo e como essa circulação afeta a coerência das políticas públicas (HOOGHE; MARKS, 2001; KERN, 2019). Nesse contexto, não se trata apenas de reconhecer a existência de múltiplos níveis institucionais, mas de compreender que as relações entre eles são atravessadas por assimetrias de poder, capacidades desiguais e dificuldades de coordenação (DI GREGORIO et al., 2019; KERN, 2019). Redes de política climática são fortemente condicionadas por essas dinâmicas, o que impacta diretamente a efetividade das ações governamentais (DI GREGORIO et al., 2019; OECD, 2020). No Brasil, essa discussão é particularmente relevante, dado que a ação climática depende da articulação entre União, estados e municípios em áreas como planejamento urbano, gestão hídrica e adaptação territorial (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020; CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015).

Um terceiro eixo teórico refere-se à implementação da política climática, compreendida não como uma etapa posterior à decisão, mas como parte constitutiva da própria governança (HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017; LIU; LO, 2021). A efetividade das políticas climáticas depende da capacidade de transformar diretrizes em rotinas administrativas, instrumentos operacionais e ações territorializadas (TENG; WANG, 2021; HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017). Nesse sentido, a implementação envolve não apenas o Estado, mas também a interação com diferentes atores e contextos institucionais (LIU; LO, 2021; OECD, 2020). No caso brasileiro, a política climática se materializa quando atravessa setores como planejamento urbano, mobilidade, uso do solo e gestão de riscos (MARTINS; FERREIRA, 2011;

TEIXEIRA; PESSOA, 2021). Assim, a implementação constitui o elo crítico entre formulação abstrata e ação pública efetiva.

O quarto eixo do referencial teórico é a coordenação, entendida como a capacidade de alinhar instituições, setores, escalas e fluxos de informação em contextos marcados por fragmentação (PETERS; PIERRE, 2016; HEIDRICH et al., 2016). Políticas climáticas tendem a falhar quando permanecem dispersas entre órgãos e níveis de governo sem mecanismos efetivos de integração (KERN, 2019; HEIDRICH et al., 2016). Estudos realizados em diferentes contextos, como Europa e África, evidenciam que a coordenação depende tanto de arranjos institucionais quanto da construção de capacidades locais e inclusão social (ZIERVOGEL et al., 2019; PASQUINI; COWLING; ZIERVOGEL, 2013). No Brasil, essa discussão dialoga com pesquisas que apontam descompassos entre planejamento urbano, política climática e capacidade institucional (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015). Dessa forma, a coordenação emerge como variável central para a efetividade da governança climática.

Adicionalmente, a literatura recente tem destacado a importância da produção e integração de conhecimento estratégico como elemento de suporte à governança em contextos complexos. Nesse sentido, a Atividade de Inteligência de Estado pode ser compreendida como um conjunto de processos voltados à coleta, análise e disseminação de informações qualificadas para subsidiar o processo decisório governamental (LOWENTHAL, 2017; GILL; PHISTER, 2012). Estudos indicam que, quando integrada ao ciclo de políticas públicas, a inteligência contribui para reduzir assimetrias informacionais, antecipar riscos e fortalecer a coordenação entre diferentes níveis institucionais (SCOTT; JACKSON, 2004; CEPIK, 2003). Assim, a incorporação de estruturas de inteligência ao aparato estatal tende a ampliar a capacidade de articulação e resposta em agendas complexas como a governança climática.

Por fim, o referencial teórico incorpora a noção de territorialização da política climática, segundo a qual a governança do clima só ganha densidade analítica e prática quando observada no espaço urbano e regional onde os impactos se materializam (BULKELEY et al., 2014; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). A governança ambiental urbana exige integrar justiça social, planejamento e redução de riscos em contextos de desigualdade (JACOBI; SULAIMAN, 2016; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Pesquisas no Centro-Oeste, como é o caso da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), evidenciam que o planejamento urbano, o uso do solo e a regulação territorial influenciam diretamente as condições microclimáticas e a capacidade de adaptação das

idades (SANTOS, 2013; SAMPAIO, 2015). Ao articular essas contribuições com a literatura internacional, o artigo sustenta que a governança climática deve ser compreendida como um sistema simultaneamente institucional, territorial e político (OSTROM, 2010; JORDAN et al., 2015). Em última análise, trata-se de compreender como se distribuem autoridade, capacidade e articulação entre aqueles que decidem, executam e coordenam a política climática.

2.2.3 Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, de caráter bibliográfico e documental, orientada à análise da governança climática no Brasil a partir de três eixos analíticos: quem decide, quem executa e como coordena. A escolha desse desenho metodológico decorre da natureza do objeto investigado, que envolve não apenas normas e estruturas formais, mas relações entre escalas de governo, distribuição de competências, capacidades institucionais e mecanismos de articulação entre políticas públicas e territórios. Nesse sentido, a literatura internacional sustenta a pertinência de abordagens capazes de apreender simultaneamente instituições, fluxos de poder e processos de implementação em contextos policêntricos e multiníveis (JORDAN et al., 2015; DI GREGORIO et al., 2019). Assim, a estratégia metodológica adotada busca capturar a governança climática como um fenômeno relacional, dinâmico e multiescalar.

No contexto brasileiro, essa opção metodológica encontra respaldo em estudos que evidenciam a centralidade da relação entre desenho institucional, prática governamental e territorialização da política climática (MARTINS; FERREIRA, 2011; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). A análise parte do pressuposto de que a governança não se define apenas pela existência de instrumentos normativos, mas pela forma como esses instrumentos são operacionalizados no território. Nesse sentido, a abordagem qualitativa permite examinar as interações entre diferentes atores, níveis de governo e políticas setoriais. Dessa forma, busca-se compreender a governança climática como processo, e não apenas como estrutura.

A revisão bibliográfica foi estruturada em duas frentes complementares. A primeira reuniu contribuições internacionais voltadas à discussão de categorias analíticas como governança policêntrica, governança multinível, coordenação institucional e capacidade estatal, fundamentais para compreender a distribuição da autoridade e os desafios de integração da ação climática contemporânea (JORDAN et al., 2015; HOCHSTETLER, 2021). A segunda concentrou-se em autores brasileiros que permitem transpor essas categorias ao contexto nacional, com ênfase em temas

como planejamento urbano, governança metropolitana, adaptação, gestão de riscos e política climática doméstica (FLEURY, 2019; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Essa combinação possibilitou articular uma moldura teórica consistente com as especificidades institucionais e territoriais do Brasil.

No plano documental, foram examinados os principais marcos normativos e instrumentos públicos relacionados à governança climática brasileira. Entre eles, destacam-se a Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Decreto nº 11.550/2023, que dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, o Plano Clima 2024–2035 e o sistema de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa, mantido pelo MCTI (BRASIL, 2009; BRASIL, 2023). Esses documentos foram analisados não apenas como referências normativas, mas como evidências da forma como o Estado estrutura, atualiza e operacionaliza sua política climática. Essa estratégia dialoga com a doutrina que enfatiza a relação entre arranjos institucionais, produção de informação e capacidade de coordenação (DI GREGORIO et al., 2019; BARROS-PLATIAU; SILVA; CARVALHO, 2012).

Ademais, incorporou-se à análise a dimensão informacional da governança, com base na literatura sobre capacidade estatal e produção de conhecimento estratégico. Nesse sentido, considerou-se que a efetividade da governança climática depende não apenas de normas e estruturas institucionais, mas também da capacidade de produzir, integrar e utilizar informações qualificadas no processo decisório (LOWENTHAL, 2017; CEPIK, 2003). Essa perspectiva aproxima a análise das contribuições da Atividade de Inteligência de Estado, especialmente no que se refere à redução de assimetrias informacionais e à antecipação de riscos em contextos complexos (GILL; PHISTER, 2012; SCOTT; JACKSON, 2004). Assim, a dimensão informacional foi tratada como elemento transversal à análise dos três eixos investigados.

O procedimento analítico foi organizado em três movimentos. No primeiro, identificou-se como a literatura e os documentos oficiais distribuem o poder de formulação e direção da agenda climática, fundamentando o eixo quem decide. No segundo, examinou-se a dispersão da implementação entre órgãos, setores e entes federativos, estruturando o eixo quem executa. No terceiro, analisaram-se os mecanismos de articulação entre escalas, instrumentos, fluxos de informação e instituições, que sustentam o eixo como coordena. Com isso, buscou-se deslocar a análise de uma leitura predominantemente normativa para uma abordagem funcional, centrada na forma como a política climática brasileira opera na prática.

Essa opção metodológica mostra-se coerente com a literatura internacional sobre

governança climática e com a produção brasileira sobre cidades, adaptação e capacidade estatal (AGUIAR et al., 2018; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Ao privilegiar a relação entre desenho institucional, implementação territorial e coordenação efetiva, a abordagem adotada permite compreender a governança climática como um sistema dinâmico, marcado por interdependências e desafios de integração. Dessa forma, a metodologia contribui para evidenciar que a efetividade da política climática depende da articulação entre estruturas formais, capacidades institucionais e fluxos de informação. Por fim, trata-se de uma estratégia analítica voltada a compreender como o Estado opera diante de um problema complexo e multiescalar.

2.2.4 Quem decide

Quando se pergunta quem decide a política climática no Brasil, a resposta mais precisa é que a decisão é compartilhada, ainda que de forma desigual. A literatura internacional tem mostrado que a governança climática raramente funciona sob comando exclusivo de uma autoridade central, sendo mais comum a existência de múltiplos centros de decisão distribuídos entre diferentes escalas e instituições (JORDAN et al., 2015; OSTROM, 2010). No caso brasileiro, isso significa que a decisão climática se forma na interseção entre compromissos internacionais, instituições federais, participação social e escolhas territoriais, como observam Viola e Franchini ao analisarem a posição do Brasil na governança global do clima (VIOLA; FRANCHINI, 2013; HOCHSTETLER, 2021).

Mesmo em um sistema distribuído, a União ocupa papel estratégico. É no plano federal que o país define compromissos internacionais, estrutura diretrizes nacionais e organiza parte importante dos instrumentos da política climática. Em vários contextos, inclusive fora da América Latina, estudos mostram que o nível nacional tende a concentrar a direção política e a formulação de metas, mesmo quando a implementação é descentralizada (TENG; WANG, 2021; JORDAN et al., 2015). No Brasil, porém, esse papel central convive com uma estrutura institucional complexa, marcada por sobreposição e fragmentação entre órgãos e agendas (BARROS-PLATIAU; SILVA; CARVALHO, 2012; HOCHSTETLER, 2021).

No plano federal, a decisão climática não se concentra em um único órgão, mas se organiza em torno de um núcleo estratégico de coordenação, formulação e deliberação. A Figura 9 sintetiza essa arquitetura ao destacar o papel da Presidência da República e da Casa Civil na direção estratégica, do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima na coordenação do Executivo federal, dos ministérios setoriais na

formulação da agenda, das instâncias de deliberação e influência na construção política do tema e dos principais instrumentos que resultam desse processo decisório. A leitura dessa estrutura, porém, exige distinguir com clareza centros de decisão, instâncias de apoio e instrumentos de política, de modo a evitar a confusão entre visibilidade institucional e poder decisório efetivo (JORDAN et al., 2015; BARROS-PLATIAU; SILVA; CARVALHO, 2012).

Além do Executivo federal, o Poder Legislativo também participa da decisão climática. Em termos comparados, a literatura mostra que políticas climáticas ganham estabilidade quando passam a ser sustentadas por leis, regras e instrumentos com maior previsibilidade institucional (KERN, 2019; HEIDRICH et al., 2016). No Brasil, esse ponto é importante porque a consolidação da agenda climática depende de transformar prioridades governamentais em bases mais duradouras de política pública, capazes de sobreviver a mudanças políticas e administrativas (HOCHSTETLER, 2021; VIOLA; FRANCHINI, 2013).

Seria incorreto, porém, supor que toda decisão relevante nasce no nível federal. A literatura internacional sobre governança multinível mostra que cidades e governos subnacionais frequentemente assumem papel importante na definição de prioridades climáticas, sobretudo quando precisam adaptar diretrizes gerais às suas realidades territoriais (HEIDRICH et al., 2016; KERN, 2019). No Brasil, estados e municípios também decidem quando incorporam, ou deixam de incorporar, a variável climática aos planos diretores, ao ordenamento territorial e às políticas urbanas (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020; MARTINS; FERREIRA, 2011). Isso reforça a ideia de que a decisão climática brasileira combina centralidade federal e territorialização das escolhas.

A arquitetura decisória da governança climática federal no Brasil (Figura 9), evidencia a centralidade da Presidência da República, com destaque para a Casa Civil da Presidência da República, responsável pela coordenação estratégica e pela articulação interministerial. No núcleo setorial, sobressai o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), em interação direta com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), responsável pela produção científica e pelos sistemas de monitoramento climático, e com o Ministério das Relações Exteriores (MRE), que conduz a atuação do país nas negociações internacionais.

A estrutura contempla ainda instâncias colegiadas, como o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), que integra diferentes áreas governamentais, além da participação de órgãos econômicos e de planejamento, como o Ministério da Fazenda (MF), o Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO) e o

Banco Central do Brasil (BCB), no âmbito do financiamento climático e dos instrumentos econômicos. Complementam esse arranjo instituições técnicas e operacionais, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que atuam na produção de dados, fiscalização ambiental e implementação de políticas, configurando um sistema decisório complexo, intersetorial e dependente de coordenação institucional.



FIGURA 9 - Estrutura decisória da governança climática federal brasileira
FONTE: elaboração do autor (2026).

No âmbito da estrutura decisória da governança climática brasileira, a definição de diretrizes estratégicas está diretamente associada aos núcleos centrais de coordenação do Poder Executivo federal, com destaque para a Casa Civil da Presidência da República. Esse órgão exerce função de articulação interministerial, sendo responsável por integrar políticas públicas, harmonizar agendas setoriais e garantir a coerência das decisões estratégicas no âmbito do governo federal. No campo ambiental e climático, sua atuação se ancora em marcos normativos que estruturam a ação estatal, incluindo a Política Nacional sobre Mudança do Clima e compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como o Acordo de Paris. Assim, a Casa Civil consolida-se como instância central de coordenação política e estratégica, responsável por transformar diretrizes em ação governamental integrada.

Nesse contexto, destaca-se o papel da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), instituída pela Lei nº 9.883, de 7 de dezembro de 1999, como órgão da Casa

Civil, com papel central no Sistema Brasileiro de Inteligência (Sisbin). A ABIN tem por finalidade assessorar diretamente o Presidente da República por meio da produção de conhecimentos estratégicos voltados à defesa do Estado e à tomada de decisão em temas sensíveis, incluindo riscos ambientais e climáticos. Sua atuação abrange a coleta, análise e disseminação de informações que subsidiam o processo decisório em diferentes áreas de governo. Dessa forma, a atividade de inteligência configura-se como elemento estruturante na antecipação de cenários e na redução de incertezas em contextos complexos.

A importância do assessoramento exercido pela ABIN é reforçada pelo arcabouço normativo recente, especialmente pelo Decreto nº 11.693/2023, que organiza e regula o funcionamento do Sisbin, e pelo Decreto nº 11.816/2023, que atualiza diretrizes da atividade de inteligência no âmbito federal. Esses instrumentos normativos ampliam a integração entre órgãos produtores de conhecimento estratégico, fortalecendo a capacidade do Estado de antecipar riscos e apoiar decisões de alto nível. A literatura especializada, incluindo estudos publicados na Revista Brasileira de Inteligência (RBI), destaca que a inteligência de Estado desempenha papel fundamental na formulação de políticas públicas em cenários de incerteza, como aqueles associados às mudanças climáticas. Assim, a incorporação da inteligência estratégica à governança ambiental representa um avanço na capacidade de resposta do Estado brasileiro.

Diante desse arranjo institucional, observa-se que a governança climática brasileira depende não apenas da atuação setorial dos órgãos executores, mas da existência de uma estrutura decisória capaz de integrar informação, coordenação e estratégia (CEPIK, 2003; BRANDÃO, 2010). A articulação entre instâncias como a Casa Civil, Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, Ministério da Defesa, Ministério da Justiça e Segurança Pública, Ministério das Relações Exteriores e os órgãos de inteligência permite reduzir assimetrias informacionais e ampliar a qualidade das decisões públicas em contextos de elevada complexidade, especialmente em temas marcados por incerteza e risco sistêmico (CEPIK, 2003). Esse modelo reforça a necessidade de uma governança baseada em evidências, na qual o conhecimento científico e a inteligência estratégica atuam de forma complementar na formulação e implementação de políticas públicas (BRANDÃO, 2010; REVISTA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA, 2021). Em síntese, a efetividade das políticas climáticas no Brasil está diretamente condicionada à capacidade do Estado de integrar coordenação institucional, produção qualificada de conhecimento e assessoramento estratégico contínuo.

2.2.5 Quem executa

Se a decisão é compartilhada, a execução da política climática é ainda mais espalhada. A literatura internacional mostra que políticas climáticas dependem de uma rede de instituições capazes de transformar metas e diretrizes em ações concretas nos setores econômico, urbano, ambiental e energético (HEIDRICH et al., 2016). No Brasil, esse diagnóstico conversa com análises que mostram que a implementação da agenda climática exige articulação entre políticas urbanas e climáticas, já que os impactos e as respostas ao clima atravessam áreas diversas da ação pública (CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015). Isso significa que executar a política climática não é função de um único órgão: é uma tarefa distribuída entre ministérios, bancos públicos, secretarias estaduais, prefeituras e agências técnicas.

No plano federal, a execução ocorre por meio de funções complementares. Em vários países, inclusive na China, a literatura mostra que a ação climática depende da combinação entre coordenação política, aparato técnico e instrumentos de implementação capazes de chegar aos setores e territórios (LIU; LO, 2021; TENG; WANG, 2021). No Brasil, essa lógica aparece de forma clara quando se observa que a agenda climática depende, ao mesmo tempo, de ministérios setoriais, sistemas de mensuração, fundos públicos, planejamento e monitoramento. A literatura nacional reforça esse ponto ao mostrar que a execução climática exige capacidade estatal e integração intersetorial, sem o que a política tende a permanecer mais forte no plano normativo do que no cotidiano administrativo (HOCHSTETLER, 2021).

A execução também é fortemente setorial, e isso muda bastante a forma de entender a agenda climática. A literatura europeia sobre adaptação mostra que a implementação efetiva depende de inserir a variável climática em setores concretos, como transporte, água, energia, habitação e infraestrutura urbana (AGUIAR et al., 2018). No Brasil, estudos mostram que problemas ligados à água, ao risco e à vulnerabilidade metropolitana já exigem respostas públicas integradas à luz das mudanças climáticas (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). Em outras palavras, executar a política climática não é apenas criar um programa ambiental, mas fazer com que vários setores do Estado incorporem o clima como parte de suas decisões rotineiras.

É no nível local, porém, que a execução se torna mais visível. Pesquisas sobre clima e cidades mostram que a implementação ganha concretude nas ações sobre mobilidade, drenagem, ocupação do solo, resposta a desastres e adaptação urbana (BULKELEY; BETSILL, 2003). No Brasil, os instrumentos urbanísticos ainda incorporam a agenda climática de forma desigual, o que ajuda a explicar por que

muitas cidades permanecem vulneráveis mesmo diante do aumento de eventos extremos (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Essa constatação é importante porque revela uma espécie de verdade pouco glamourosa, mas decisiva: a política climática só existe de fato quando consegue aparecer na rua, no bairro, na infraestrutura e no território.

A execução, no entanto, não depende apenas de atribuição formal, mas de capacidade institucional. No caso da China, mesmo sistemas com forte coordenação nacional encontram limites quando a ação concreta depende de governos locais com recursos, incentivos e capacidades muito diferentes (TENG; WANG, 2021; LIU; LO, 2021). No Brasil, pontua-se que adaptação climática em cidades brasileiras encontra obstáculos ligados à baixa integração institucional, à insuficiência de planejamento e às dificuldades de transformar diagnóstico em ação continuada (TEIXEIRA; PESSOA, 2021).

Outro ponto importante é que a execução climática no Brasil depende de continuidade administrativa. A literatura internacional sugere que políticas complexas e de longo prazo tendem a fracassar quando perdem sustentação institucional e financeira ao longo do tempo (JORDAN et al., 2015). No caso brasileiro, análises mostram que a trajetória da política climática foi marcada por ciclos de fortalecimento e desmonte institucional, o que afetou diretamente a capacidade de execução (HOCHSTETLER, 2021). Assim, executar a política climática exige mais do que programas pontuais: exige burocracia qualificada, financiamento, instrumentos estáveis e apoio federativo contínuo. O executor, no fundo, não é uma pessoa nem um órgão isolado, mas um arranjo estatal que precisa continuar funcionando quando a espuma política baixa.

O Plano Clima 2024–2035 estrutura-se em três fases complementares, que orientam a operacionalização da política climática no país. A primeira fase refere-se ao diagnóstico e planejamento estratégico, envolvendo a consolidação de dados, a definição de metas nacionais de mitigação e adaptação e a articulação interministerial para alinhamento das diretrizes climáticas. A segunda fase compreende a implementação das ações, com a integração da variável climática às políticas setoriais, o desenvolvimento de instrumentos regulatórios e econômicos e a execução de programas voltados à redução de emissões e à adaptação territorial. A terceira fase concentra-se no monitoramento, avaliação e revisão contínua, por meio de sistemas de acompanhamento de emissões, indicadores de desempenho e mecanismos de transparência, permitindo ajustes dinâmicos e o aprimoramento das políticas públicas ao longo do tempo.

A engrenagem de execução da governança climática no Brasil, em suma, envolve os campos federal, setorial, estadual e municipal, dependendo da transversalidade na Administração Pública e de fatores condicionantes (Quadro 8 e Figura 10).

Quadro 8. Engrenagem de execução da governança climática no Brasil

Plano de execução	Atores principais	Função predominante	Exemplos de execução
Federal	MMA, MCTI, BNDES/Fundo Clima, ministérios setoriais	Indução, coordenação, produção de dados, financiamento e apoio à implementação	Plano Clima, estimativas de emissões, financiamento climático, articulação interministerial
Setorial	Órgãos de agricultura, energia, transportes, infraestrutura, habitação, água	Inserção da variável climática nas políticas públicas setoriais	Adaptação na agropecuária, planejamento energético, mobilidade, saneamento, gestão hídrica
Estadual	Governos estaduais e órgãos regionais	Articulação regional, apoio técnico e execução territorial intermediária	Políticas estaduais de clima, coordenação hídrica, defesa civil, apoio a municípios
Municipal / local	Prefeituras, secretarias locais, defesa civil municipal	Implementação concreta no território	Drenagem, uso do solo, mobilidade urbana, adaptação local, resposta a desastres
Transversal	Sistemas técnicos, burocracias públicas, redes institucionais	Sustentação da execução	Monitoramento, planejamento, integração intersetorial, continuidade administrativa
Fatores condicionantes	Capacidade estatal, financiamento, coordenação federativa	Definem a qualidade da execução	Recursos técnicos, estabilidade institucional, apoio federativo, continuidade de políticas

Fonte: elaboração do autor com base em Heidrich et al. (2016), Aguiar et al. (2018), Campos, Philippi Jr. e Santana (2015), Jacobi, Buckeridge e Ribeiro (2021), Espíndola e Ribeiro (2020), Teixeira e Pessoa (2021) e Hochstetler (2021).



FIGURA 10 - Engrenagem da governança climática federal brasileira
FONTE: elaboração do autor (2026).

A partir da estrutura decisória delineada no item anterior, observa-se que a efetividade da governança climática brasileira depende da capacidade de transformar diretrizes estratégicas em fluxos operacionais integrados entre diferentes níveis de governo. Nesse contexto, a articulação entre a Casa Civil da Presidência da República e os órgãos de inteligência, especialmente a ABIN, estabelece as bases para a produção de conhecimento estratégico orientado à ação estatal. A evolução recente do Sisbin, regulamentado pelo Decreto nº 11.693/2023, reforça essa dinâmica ao ampliar a coordenação e o compartilhamento de informações entre instituições federais e subnacionais. Assim, a inteligência de Estado passa a atuar não apenas na formulação, mas também na viabilização da execução das políticas públicas em ambientes complexos.

A expansão do Sisbin, com a adesão progressiva de unidades da federação, evidencia um movimento de fortalecimento da cooperação federativa no campo da inteligência aplicada à gestão pública. Iniciativas recentes demonstram que estados brasileiros têm buscado integrar suas estruturas ao sistema, ampliando a capacidade de antecipação de riscos e de coordenação interinstitucional em temas sensíveis, como mudanças climáticas e eventos extremos. A literatura especializada aponta que sistemas de inteligência integrados contribuem para reduzir assimetrias informacionais e aumentar a eficiência das políticas públicas em contextos de alta incerteza (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017). Dessa forma, o Sisbin consolida-se como instrumento estratégico para qualificar a execução da agenda climática no Brasil.

No plano local, observa-se uma tendência crescente de institucionalização da atividade de inteligência em nível municipal, impulsionada por acordos de cooperação

técnica e pela ampliação da capilaridade do sistema. Parcerias entre a ABIN e órgãos subnacionais, incluindo estruturas municipais, indicam a emergência de um modelo mais distribuído de produção de conhecimento estratégico. Esse movimento está alinhado à literatura internacional sobre governança multinível, que destaca a importância da coordenação entre diferentes esferas de governo para enfrentar desafios complexos, como a crise climática (OECD, 2020; SETZER; VANHALA, 2023). Assim, a incorporação da inteligência no nível local fortalece a capacidade de resposta territorial e aproxima a tomada de decisão das realidades concretas.

Em síntese, a execução da política climática brasileira é multissetorial, multinível e territorializada. Em termos práticos, ela opera como uma cadeia de implementação na qual o nível federal orienta, mede, financia e coordena parte do sistema; os setores incorporam a variável climática às políticas públicas; os estados articulam e territorializam as diretrizes; e os municípios convertem essa agenda em ação concreta no espaço urbano e regional. A literatura internacional mostra que esse arranjo é característico da governança climática contemporânea (HEIDRICH et al., 2016; AGUIAR et al., 2018), enquanto a literatura brasileira evidencia que sua efetividade depende da capacidade de integrar clima, planejamento urbano, gestão de riscos e políticas setoriais em bases institucionais contínuas (CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021).

Nesse contexto, a incorporação da Atividade de Inteligência de Estado, por meio do Sistema Brasileiro de Inteligência (Sisbin), adiciona uma camada estratégica relevante à governança climática, ao ampliar a integração informacional, a capacidade de antecipação de riscos e a coordenação interinstitucional. Essa dimensão contribui para qualificar os processos de implementação, especialmente em ambientes marcados por elevada complexidade e incerteza. Ao reduzir assimetrias informacionais e fortalecer a circulação de dados estratégicos entre órgãos e níveis de governo, o Sisbin tende a potencializar a efetividade da ação pública. Em síntese, a execução da política climática não se define pelo número de instituições envolvidas, mas pela qualidade da articulação entre elas, pela solidez das capacidades estatais e pela capacidade de converter diretrizes gerais em respostas territorialmente consistentes.

2.2.6 Como coordena

A coordenação é, talvez, o maior desafio da governança climática. Em sistemas climáticos multiníveis, o problema não está apenas em decidir ou executar, mas em fazer com que essas duas pontas conversem de forma consistente. A literatura internacional mostra que a fragmentação institucional, as disputas de poder e as

diferenças de prioridade entre atores podem comprometer a integração das políticas climáticas (DI GREGORIO et al., 2019; KERN, 2019). No Brasil, estudos mostram que a integração entre políticas urbanas e climáticas ainda é limitada, o que ajuda a explicar por que, mesmo quando há diretrizes, a ação concreta muitas vezes chega ao território de forma descoordenada (CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021).

Em termos comparativos, a coordenação pode assumir formatos diferentes. A literatura chinesa mostra que a governança climática combina forte direção nacional com transmissão institucional para escalas subnacionais, ainda que isso não elimine desigualdades na implementação (TENG; WANG, 2021; LIU; LO, 2021). No Brasil, o cenário é distinto: como o federalismo distribui competências e capacidades de forma desigual, coordenar significa muito menos “dar ordens lineares” e muito mais “costurar instituições, setores e escalas” que operam com tempos e prioridades diferentes. Esse ponto já foi destacado por estudos que mostram que a estrutura institucional brasileira convive com descompassos e dificuldades de articulação que afetam diretamente a efetividade da agenda climática (BARROS-PLATIAU; SILVA; CARVALHO, 2012; HOCHSTETLER, 2021).

A experiência europeia sugere que a coordenação melhora quando existe uma combinação entre direção estratégica, apoio aos governos locais e redes de cooperação (KERN, 2019; HEIDRICH et al., 2016). No Brasil, estudos mostram que problemas complexos ligados à água, ao risco climático e à governança metropolitana exigem justamente articulação entre instituições, produção de conhecimento e ação coordenada entre escalas (JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021; ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020). Essa leitura é especialmente útil porque mostra que coordenação não é apenas uma atribuição formal de algum comitê ou ministério; ela depende também de informação compartilhada, financiamento, capacidade técnica e mecanismos de cooperação contínua.

A coordenação também passa por instrumentos e fluxos de informação. Em vários contextos internacionais, a literatura destaca que sistemas de monitoramento, aprendizagem institucional e circulação de dados são fundamentais para alinhar prioridades e ajustar políticas ao longo do tempo (JORDAN et al., 2015; DI GREGORIO et al., 2019). No caso brasileiro, estudos chamam atenção para a necessidade de pensar a governança local do clima como processo contínuo, e não como simples reação pontual a eventos extremos (MARTINS; FERREIRA, 2011; TEIXEIRA; PESSOA, 2021). Isso ajuda a entender por que coordenação e informação andam juntas: sem dados, sem monitoramento e sem aprendizagem institucional, a

política climática tende a se fragmentar em iniciativas paralelas.

Outra dimensão essencial é a coordenação federativa. A literatura internacional mostra que governos locais podem ser espaços importantes de inovação e implementação, mas dependem de apoio e integração com escalas superiores para manter consistência e continuidade (BULKELEY; BETSILL, 2003; KERN, 2019). No Brasil, estudos mostram que muitos municípios ainda têm dificuldade de integrar a mudança do clima ao planejamento urbano, o que revela um hiato entre diretrizes gerais e capacidade local de resposta (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020; CAMPOS; PHILIPPI JR.; SANTANA, 2015). Assim, coordenar a política climática brasileira exige muito mais do que distribuir competências; exige criar condições para que estados e municípios consigam operar essa agenda de forma minimamente estável.

A coordenação também precisa lidar com a fragmentação setorial. A literatura internacional insiste que políticas climáticas fracassam quando ficam confinadas ao setor ambiental e não conseguem dialogar com energia, mobilidade, habitação, infraestrutura e desenvolvimento (AGUIAR et al., 2018; HEIDRICH et al., 2016). No Brasil, estudos mostram que a adaptação urbana ainda enfrenta esse tipo de fragmentação, o que reduz a capacidade de resposta de grandes cidades (TEIXEIRA; PESSOA, 2021; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). Isso significa que coordenar não é apenas reunir atores, mas integrar agendas que tradicionalmente foram pensadas separadamente.

Aclarando a complexidade da coordenação climática no Brasil, organiza-se (Quadro 9 e Figura 11) suas principais dimensões, distinguindo os planos vertical, horizontal, informacional, federativo, setorial e institucional. Essa sistematização, que se pode denominar arquitetura de governança climática, ajuda a mostrar que coordenar tal política não significa apenas distribuir competências, mas também articular escalas, integrar setores, sustentar fluxos de informação e garantir capacidade administrativa contínua.

Quadro 9. Dimensões da coordenação da política climática no Brasil

Dimensão da coordenação	O que envolve	Principais desafios no Brasil	Exemplos de mecanismos ou necessidades
Coordenação vertical	Articulação entre União, estados e municípios	Desigualdade de capacidades institucionais, distância entre diretrizes nacionais e implementação local	Apoio federativo, assistência técnica, indução nacional, territorialização das políticas climáticas

Dimensão da coordenação	O que envolve	Principais desafios no Brasil	Exemplos de mecanismos ou necessidades
Coordenação horizontal	Integração entre ministérios, secretarias, órgãos setoriais e agendas governamentais	Fragmentação institucional, sobreposição de competências, baixa integração entre áreas como clima, água, energia, mobilidade e habitação	Comitês interinstitucionais, planejamento integrado, alinhamento entre políticas públicas setoriais
Coordenação informacional	Produção, circulação e uso de dados para orientar decisões e ajustar políticas	Baixa integração de informações, descontinuidade de monitoramento, pouca aprendizagem institucional	Sistemas de monitoramento, indicadores compartilhados, avaliação contínua, fluxo de dados entre escalas
Coordenação federativa	Cooperação entre escalas de governo para viabilizar a execução da agenda climática	Capacidade desigual dos entes subnacionais, baixa capilaridade territorial, dificuldade de continuidade	Pactuação interfederativa, programas de apoio a estados e municípios, financiamento e cooperação técnica
Coordenação setorial	Inserção da variável climática em diferentes áreas da ação pública	Isolamento da agenda climática, pouca integração com infraestrutura, saneamento, defesa civil e desenvolvimento urbano	Integração entre clima, transporte, uso do solo, energia, recursos hídricos e gestão de riscos
Coordenação institucional	Estabilidade dos arranjos públicos, definição clara de funções e continuidade administrativa	Oscilações políticas, desmonte institucional, fragilidade burocrática, perda de memória institucional	Estruturas permanentes, clareza de atribuições, estabilidade normativa, burocracia qualificada

Fonte: elaboração do autor com base em Di Gregorio et al. (2019), Kern (2019), Heidrich et al. (2016), Jordan et al. (2015), Barros-Platiau, Silva e Carvalho (2012), Jacobi, Buckeridge e Ribeiro (2021), Espíndola e Ribeiro (2020) e Teixeira e Pessoa (2021).



FIGURA 11 - Dimensões da coordenação da política climática no Brasil
FONTE: elaboração do autor (2026).

Portanto, coordenar a política climática no Brasil significa fazer instituições, instrumentos, setores, escalas de governo, fluxos de informação e territórios operarem de forma coerente em um ambiente marcado por desigualdades e sobreposições. A literatura internacional mostra que esse é um problema típico da governança climática multinível (DI GREGORIO et al., 2019; KERN, 2019), enquanto a literatura brasileira evidencia que a fragmentação institucional e a baixa integração entre escalas ainda limitam a capacidade de resposta do país (BARROS-PLATIAU; SILVA; CARVALHO, 2012; JACOBI; BUCKERIDGE; RIBEIRO, 2021). Por isso, o maior desafio brasileiro talvez não seja criar novas regras, mas fazer com que regras, dados, recursos e governos deixem de atuar como partes dispersas de um mesmo sistema e passem a produzir direção comum, continuidade administrativa e capilaridade territorial. Sem coordenação, a política climática corre o risco de permanecer promissora na retórica e irregular na prática; com coordenação, ela ganha densidade institucional, consistência federativa e capacidade real de transformar diretrizes em resposta pública efetiva.

A coordenação da governança climática brasileira, à luz do arranjo decisório anteriormente examinado, exige não apenas diretrizes normativas e setoriais, mas também capacidade estatal de integração informacional em bases contínuas. Nesse sentido, o Sisbin, coordenado pela ABIN, pode ser compreendido como uma infraestrutura institucional voltada à produção e circulação de conhecimento estratégico para apoio à decisão governamental. A literatura de inteligência de Estado indica que sistemas dessa natureza são essenciais para reduzir incertezas, organizar fluxos informacionais e qualificar decisões em ambientes complexos (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017). Assim, a integração entre inteligência e governança ambiental amplia a capacidade do Estado de responder a desafios climáticos em contextos de elevada complexidade.

2.2.7 Atividade de Inteligência de Estado: um caminho promissor para a governança climática brasileira

A Atividade de Inteligência de Estado é compreendida, no plano internacional, como o conjunto de processos voltados à coleta, análise e disseminação de informações estratégicas para subsidiar decisões governamentais em contextos de incerteza (LOWENTHAL, 2017; JOHNSON, 2010). Essa abordagem enfatiza que a inteligência não se limita à produção de dados, mas envolve a transformação de informação em conhecimento útil ao processo decisório (HULNICK, 2006; BETTS, 2007). Em cenários contemporâneos, marcados por riscos complexos e interdependentes, a

inteligência amplia seu escopo para abarcar dimensões econômicas, ambientais e tecnológicas (LOWENTHAL, 2017; JOHNSON, 2010). Assim, a inteligência estratégica consolida-se como elemento central da capacidade estatal moderna.

A utilidade da inteligência está diretamente associada à sua capacidade de reduzir incertezas e antecipar cenários em ambientes dinâmicos (BETTS, 2007; HULNICK, 2006). Em contextos como a crise climática, essa função torna-se ainda mais relevante, dado o caráter sistêmico e multiescalar dos riscos envolvidos (OECD, 2020; PETERS; PIERRE, 2016). Estudos indicam que a integração entre inteligência e políticas públicas permite maior coerência na formulação e implementação de estratégias governamentais (HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017; OECD, 2020). Dessa forma, a inteligência emerge como mecanismo estruturante da governança em contextos de elevada complexidade.

Além disso, sistemas de inteligência eficazes são aqueles capazes de articular diferentes níveis institucionais e integrar múltiplas fontes de informação (PETERS; PIERRE, 2016; OECD, 2020). Essa característica é essencial em arranjos de governança multinível, nos quais a coordenação entre atores e escalas é determinante para a efetividade das políticas públicas (SETZER; VANHALA, 2023; HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017). No campo ambiental, essa integração torna-se condição indispensável para lidar com desafios globais e territorialmente diferenciados (OECD, 2020; SETZER; VANHALA, 2023). Assim, a inteligência consolida-se como instrumento-chave de articulação estatal.

No contexto brasileiro, a Atividade de Inteligência de Estado está diretamente vinculada ao assessoramento do processo decisório da Presidência da República, conforme previsto na Lei nº 9.883/1999 (BRASIL, 1999). A literatura nacional destaca que a inteligência deve produzir conhecimento oportuno e relevante para apoiar decisões estratégicas em níveis elevados de governo (CEPIK, 2003; REVISTA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA, 2021). Essa função torna-se particularmente relevante em cenários de incerteza e complexidade, como aqueles associados às mudanças climáticas (CEPIK, 2003; BRANDÃO, 2010). Dessa forma, a inteligência configura-se como instrumento essencial da capacidade estatal.

Autores brasileiros enfatizam que a efetividade da inteligência depende da sua capacidade de integrar informações e reduzir assimetrias informacionais no interior do Estado (CEPIK, 2003; BRANDÃO, 2010). Além disso, a literatura ressalta a importância de marcos legais e institucionais que garantam legitimidade, controle e eficiência à atividade de inteligência (BRASIL, 1999; REVISTA BRASILEIRA DE

INTELIGÊNCIA, 2021). No campo das políticas públicas, essa capacidade de integração torna-se ainda mais relevante diante da complexidade e transversalidade da agenda climática (CEPIK, 2003; BRANDÃO, 2010). Assim, a inteligência de Estado assume papel estratégico na formulação de políticas baseadas em evidências.

A produção acadêmica da Revista Brasileira de Inteligência também destaca a necessidade de coordenação interinstitucional no âmbito do Sisbin (REVISTA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA, 2021; ABIN, 2024). Estudos indicam que a fragmentação informacional constitui um dos principais desafios para a efetividade da inteligência no Brasil (ABIN, 2024; CEPIK, 2003). Nesse contexto, a ampliação da cooperação entre órgãos e níveis de governo torna-se essencial para o fortalecimento da atividade (REVISTA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA, 2021; ABIN, 2024). Em arremate, a inteligência de Estado contribui diretamente para elevar a qualidade das decisões públicas.

No plano institucional, a ABIN exerce a função de órgão central do Sisbin, sendo responsável pela coordenação das atividades de inteligência no âmbito federal (BRASIL, 1999; ABIN, 2024). O Decreto nº 11.693/2023 reforça essa função ao estabelecer mecanismos mais estruturados de integração entre órgãos e entes federativos (BRASIL, 2023; ABIN, 2024). Essa reconfiguração institucional amplia a capacidade do Estado de produzir e compartilhar conhecimento estratégico (BRASIL, 2023; CEPIK, 2003). Assim, o Sisbin consolida-se como infraestrutura essencial de suporte à governança estatal.

Conforme ilustrado na Figura 12, a estrutura Sisbin evidencia a integração entre diferentes níveis institucionais no âmbito da administração pública federal (ABIN, 2024). Até junho de 2024, o sistema era composto por 48 órgãos federais, incluindo um órgão central (ABIN), 11 órgãos permanentes, 9 dedicados e 27 associados. Observa-se, ainda, o processo de ampliação federativa do sistema, com a adesão gradual dos estados, o que indica um movimento de fortalecimento da coordenação interinstitucional. Nesse contexto, projeta-se a expansão futura do Sisbin para entes subnacionais mais amplos, incluindo municípios, o que poderá ampliar significativamente sua capilaridade e sua contribuição para a governança pública.

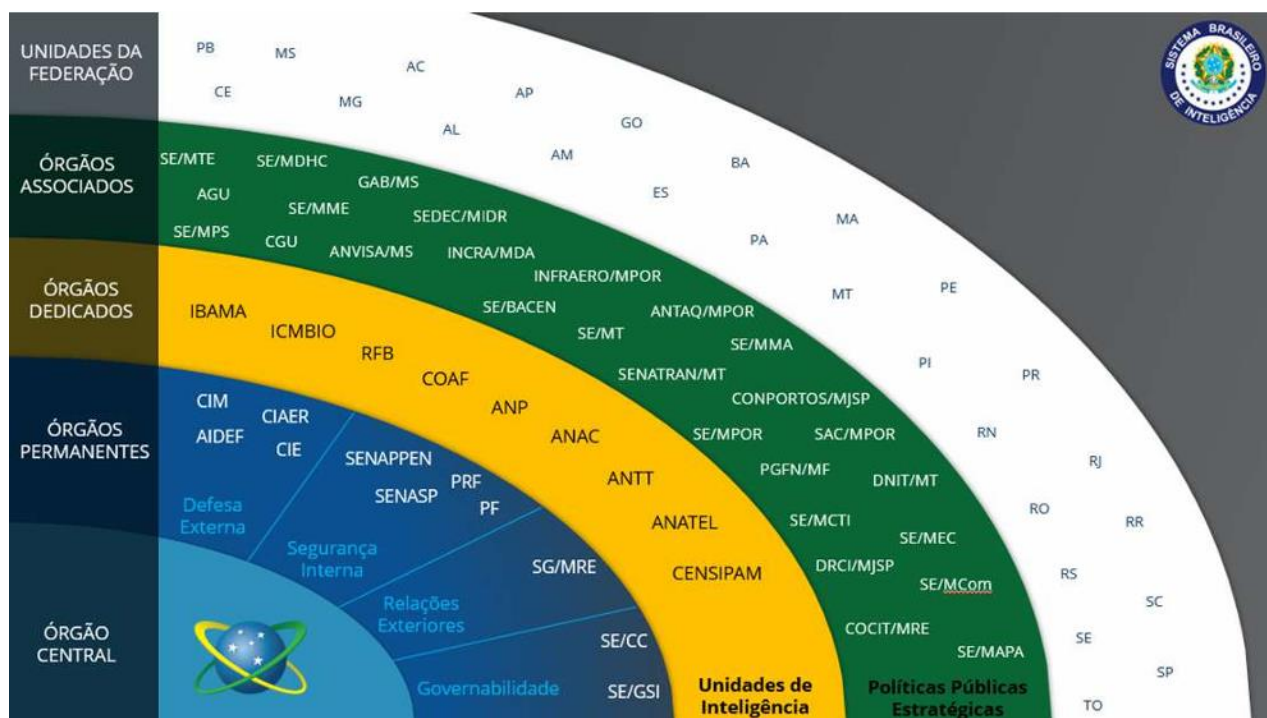


FIGURA 12 - Ilustração da composição do Sisbin em junho de 2024.

FONTE: ABIN (2024), adaptado de “O novo SISBIN”.

A expansão recente do Sisbin, com a adesão de unidades da federação, evidencia um movimento de descentralização coordenada da inteligência (ABIN, 2024; BRASIL, 2023). Esse processo amplia a capilaridade do sistema e aproxima a produção de conhecimento das realidades territoriais (OECD, 2020; CEPIK, 2003). A literatura aponta que sistemas integrados de inteligência são fundamentais para lidar com problemas complexos e interdependentes (LOWENTHAL, 2017; OECD, 2020). Dessa forma, a integração promovida pelo Sisbin fortalece a governança ambiental em múltiplas escalas.

No nível subnacional, observa-se a crescente institucionalização da atividade de inteligência em estados e municípios, especialmente em áreas relacionadas à gestão de riscos e planejamento territorial (ABIN, 2024; OECD, 2020). Esse movimento está alinhado à lógica da governança multinível, na qual diferentes esferas de governo atuam de forma coordenada (SETZER; VANHALA, 2023; PETERS; PIERRE, 2016). A incorporação da inteligência nesses níveis amplia a capacidade de antecipação de riscos ambientais (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017). Assim, a integração entre ABIN, Sisbin e entes subnacionais configura-se como elemento-chave da governança contemporânea.

A análise desenvolvida evidencia que a Atividade de Inteligência de Estado possui elevado potencial para contribuir com o aprimoramento da governança climática no Brasil (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017). Ao integrar informações e reduzir assimetrias informacionais, a inteligência qualifica o processo decisório em contextos

complexos (OECD, 2020; PETERS; PIERRE, 2016). Essa capacidade é particularmente relevante na agenda climática, marcada por riscos sistêmicos e elevada incerteza (SETZER; VANHALA, 2023; HOWLETT; RAMESH; PERL, 2017). Dessa forma, a inteligência estratégica emerge como instrumento essencial da governança ambiental baseada em evidências.

Entre os diversos temas e problemas associados à atuação dos componentes do Sisbin (Figura 13), destacam-se aqueles com interface direta ou indireta com a governança ambiental no Brasil (ABIN, 2024). Observa-se que questões como crime organizado e finanças ilegais, mudanças climáticas e segurança humana, riscos decorrentes de crises internacionais e crimes ambientais evidenciam o caráter transversal e sistêmico dos desafios ambientais contemporâneos. Ademais, temas como análise de riscos e vulnerabilidades, segurança de infraestruturas críticas e negociações internacionais que afetam o Brasil demonstram a necessidade de integração entre inteligência estratégica e políticas públicas ambientais. Nesse contexto, a atuação do Sisbin revela-se potencialmente relevante para o fortalecimento da governança ambiental, ao permitir a articulação entre diferentes dimensões de risco e a antecipação de cenários complexos.



FIGURA 13 - Temas e problemas afeitos ao trabalho dos componentes do Sisbin.
FONTE: ABIN (2024), adaptado de “O novo SISBIN”.

Além disso, o fortalecimento institucional da ABIN e do Sisbin, aliado à sua expansão federativa, aponta para a construção de um modelo de governança mais integrado e responsivo (BRASIL, 2023; ABIN, 2024). A incorporação da inteligência ao ciclo de políticas públicas permite antecipar riscos e orientar decisões estratégicas (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017). Esse movimento contribui para reduzir o hiato entre conhecimento e ação estatal identificado ao longo desta dissertação (OECD, 2020; SETZER; VANHALA, 2023). Em última análise, a consolidação da Atividade de Inteligência de Estado representa um caminho promissor para fortalecer a governança climática no Brasil.

2.2.8 Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo analisar a governança climática brasileira a partir dos eixos “quem decide”, “quem executa” e “como coordena”, buscando compreender como se estrutura, na prática, a capacidade do Estado de formular, implementar e articular políticas públicas voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas. A hipótese que orientou o estudo sustentou que os principais desafios da governança climática no Brasil não decorrem da ausência de instrumentos normativos, mas da dificuldade de articular, de forma estável e coerente, instituições, políticas, setores e territórios. Os resultados confirmaram essa hipótese ao evidenciar que as fragilidades se concentram na conexão entre os níveis decisório, executivo e coordenativo. Nesse sentido, a governança climática brasileira revela-se menos limitada por lacunas regulatórias e mais por entraves de natureza institucional, organizacional e relacional.

A análise demonstrou que a formulação estratégica permanece fortemente concentrada na esfera federal, especialmente na definição de diretrizes e na condução de compromissos internacionais. Por outro lado, a implementação dessas diretrizes ocorre predominantemente nos níveis estadual e municipal, o que introduz desafios adicionais de coerência e continuidade. Essa dissociação entre formulação e execução tende a gerar descompassos na ação pública, sobretudo em contextos territoriais mais vulneráveis. Assim, a efetividade da governança passa a depender da capacidade de traduzir decisões estratégicas em respostas territorialmente aderentes.

No plano da implementação, evidenciou-se o papel central dos municípios na operacionalização das políticas climáticas, especialmente nas agendas de adaptação, planejamento urbano e gestão de riscos. Contudo, limitações estruturais, como restrições técnicas, dificuldades de acesso a dados e descontinuidade administrativa, comprometem a consistência dessas ações ao longo do tempo. Tais fragilidades indicam

que a execução territorial não depende apenas de diretrizes bem formuladas, mas da consolidação de capacidades institucionais locais. Dessa forma, o nível municipal configura-se como o principal ponto de inflexão entre planejamento e resultados concretos.

Mais do que uma questão de distribuição de competências, os achados indicam que o principal desafio reside na capacidade de articulação entre diferentes níveis de governo e setores de políticas públicas. Apesar da existência de instrumentos formais de integração, persistem fragmentações institucionais que dificultam a construção de respostas coordenadas e contínuas. A literatura de governança demonstra que políticas complexas exigem arranjos interorganizacionais robustos e mecanismos permanentes de coordenação (JORDAN et al., 2015; PETERS; PIERRE, 2016; BULKELEY et al., 2014). Nesse contexto, a limitação central da governança climática brasileira reside na dificuldade de produzir integração efetiva e sustentada.

A incorporação da Atividade de Inteligência de Estado, conforme discutido no item anterior, introduz uma dimensão estratégica relevante para enfrentar esse desafio. Ao ampliar a capacidade de produção, integração e análise de conhecimento, estruturas como o Sisbin e a ABIN contribuem para reduzir assimetrias informacionais e qualificar a tomada de decisão em ambientes complexos (CEPIK, 2003; LOWENTHAL, 2017; GILL; PHISTER, 2012). A literatura internacional reforça que a inteligência, quando integrada ao ciclo de políticas públicas, atua como elemento de suporte à governança e à coordenação estatal (SCOTT; JACKSON, 2004). Assim, a inteligência estratégica passa a operar como componente estruturante da capacidade estatal em contextos de elevada complexidade.

No contexto pós-COP30, essa necessidade de articulação torna-se ainda mais evidente, à medida que o Brasil amplia seu protagonismo internacional na agenda climática. Esse protagonismo exige coerência entre compromissos globais e capacidade interna de implementação, reforçando a centralidade da governança como variável estratégica do desenvolvimento nacional. A agenda climática deixa, portanto, de ocupar posição periférica e passa a integrar o núcleo da capacidade estatal contemporânea. Nesse sentido, a efetividade das políticas públicas torna-se o principal parâmetro de avaliação da ação governamental.

Por fim, conclui-se que o avanço da governança climática no Brasil depende menos da criação de novos instrumentos formais e mais do fortalecimento da capacidade de articulação entre escalas de governo, políticas públicas e estruturas institucionais. A integração entre decisão, execução e coordenação constitui o eixo central dessa

capacidade, exigindo mecanismos capazes de conectar informação, estratégia e ação de forma contínua. Nesse contexto, o fortalecimento da Atividade de Inteligência de Estado tende a contribuir de forma significativa para o aprimoramento da governança climática, ao antecipar riscos, qualificar decisões e promover maior integração institucional, em linha com abordagens contemporâneas de governança multinível e inteligência aplicada ao Estado (BULKELEY et al., 2014; GILL; PHISTER, 2012; SCOTT; JACKSON, 2004). Em última análise, a efetividade da ação climática dependerá da capacidade do Estado de transformar conhecimento em coordenação consistente e em respostas territorialmente aderentes às dinâmicas ambientais.

2.2.9 Referências bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL. 85% das cidades ainda não têm plano de adaptação a mudanças climáticas. Radioagência Nacional, 22 out. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2025-10/85-das-cidades-ainda-nao-tem-plano-de-adaptacao-mudancas-climaticas>. Acesso em: 26 nov. 2025.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA (ABIN). O novo SISBIN: cartilha explicativa. Brasília: ABIN, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/abin/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/o-novo-sisbin/o-novo-sisbin-abin-2024-cartilha.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2026.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA (ABIN). Sistema Brasileiro de Inteligência – SISBIN. Disponível em: <https://www.gov.br/abin/pt-br/institucional/sisbin>. Acesso em: 04 abr. 2026.

AGÊNCIA PÚBLICA. Capitais não têm plano de enfrentamento às mudanças climáticas. Agência Pública, 19 jun. 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/06/maioria-das-capitais-brasileiras-nao-tem-plano-de-enfrentamento-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

AGUIAR, F. C. *et al.* Adaptation to climate change at local level in Europe: An overview. *Environmental Science & Policy*, v. 86, p. 38-63, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.04.010>. Acesso em: 12 fev. 2026.

ALBUQUERQUE, G.; FAGUNDEZ, G. T.; FABRE, R. Emergência climática e direitos humanos: o caso do Fundo Clima no Brasil e as obrigações de Direito Internacional. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 19, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5102/rdi.v19i1.7931>. Acesso em: 06 jul. 2025.

ANDREA, M. C. da S. *et al.* Assessment of climate change impact on double-cropping systems. *SN Applied Sciences*, [S. l.], v. 2, n. 4, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2325-z>. Acesso em: 06 jul. 2025.

ARRUDA FILHO, M. T. de *et al.* Brazil and its disarranged climate policy towards COP 27. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoceditorialvu2022l3edeng>. Acesso em: 06 jul. 2025.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: a construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 74, n. 4, p. 1–14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5935/2317-6660.20220067>. Acesso em: 06 jul. 2025.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e clima. *Estudos Avançados*, v. 34, n. 100, p. 53–66, 2020.

ASSUNÇÃO, J. *et al.* The role of law enforcement in the success of REDD+ in the Brazilian Amazon. *Nature Climate Change*, London, v. 7, n. 4, p. 248–251, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate3272>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BARROS-PLATIAU, A. F. O Brasil na Governança das Grandes Questões Ambientais Contemporâneas. Texto para Discussão IPEA, Brasília, n. 1591, maio 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/8fee27d8-1285-4948-83df-2821de40256c/download>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BARROS-PLATIAU, A. F.; SILVA, C. H. R. T.; CARVALHO, F. V. de. A dissonância do quadro institucional brasileiro e os desafios para a Rio+20. *Revista de Direito Internacional*, v. 9, n. 3, 2012.

BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S. l.], v. 65, p. 1–24, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.11.005>. Acesso em: 06 jul. 2025.

BATISTA, E. *et al.* Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. *Environmental Research Letters*, [S. l.], v. 14, n. 12, p. 125009, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5139>. Acesso em: 06 jul. 2025.

BETSILL, M.; BULKELEY, H. Beyond the garden city: urban politics and the climate change agenda. *Global Environmental Politics*, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 1–20, 2018. DOI: https://doi.org/10.1162/glep_a_00473. Acesso em: 26 nov. 2025.

BETTS, R. K. Analysis, war, and decision: why intelligence failures are inevitable. *World Politics*, v. 31, n. 1, p. 61–89, 2007.

BIUDES, M. S. *et al.* Evapotranspiration seasonality over tropical ecosystems in Mato Grosso, Brazil. *Remote Sensing*, Basel, v. 14, n. 10, p. 2482, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14102482>. Acesso em: 06 jul. 2025.

BNDES. Fundo Clima. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, [2025].

BRANDÃO, P. C. Inteligência de Estado e assessoramento governamental no Brasil. *Revista Brasileira de Inteligência*, Brasília, v. 6, n. 8, p. 45–60, 2010.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 11.550, de 05 de junho de 2023. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. Brasília, DF: Planalto, 2023. Acesso em: 5 fev. 2026.

BRASIL. Decreto nº 11.693, de 5 de setembro de 2023. Dispõe sobre o Sistema Brasileiro de Inteligência (Sisbin). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 6 set. 2023.

BRASIL. Decreto nº 11.816, de 6 de dezembro de 2023. Altera disposições sobre a atividade de inteligência no âmbito da administração pública federal. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 7 dez. 2023.

BRASIL. Decreto nº 12.254, de 2 de fevereiro de 2024. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024a.

BRASIL. Lei nº 9.883, de 7 de dezembro de 1999. Institui o Sistema Brasileiro de Inteligência e cria a Agência Brasileira de Inteligência (ABIN). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 dez. 1999.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2009. Acesso em: 29 jan. 2026.

BRASIL. Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). Brasília, DF: Diário Oficial da União, ed. extra, 11 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC+). 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-mais>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa. Brasília, DF: MCTI, [s. d.]. Disponível em: portal GOV.BR/MCTI, sistema SIRENE. Acesso em: 18 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/1012>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Brasil lança iniciativa para estruturar 100 ações climáticas de alto impacto nos municípios. Brasília: MMA, 2 abr. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/brasil-lanca-iniciativa-para-estruturar-100-acoes-climaticas-de-alto-impacto-nos-municipios>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Plano Clima 2024-2035: sumário executivo. Brasília, DF: MMA, 2026.

BRASIL. Projeto de Lei nº 3.614/2024. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024b.

BRASIL. Resolução nº 3, de 2024. Conselho da Federação. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024c.

BREGMAN, T. P. *et al.* Species interactions regulate the collapse of biodiversity and ecosystem function in tropical forest fragments. *Ecology*, [S. l.], v. 96, n. 10, p. 2692–2704, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1890/14-1731.1>. Acesso em: 06 jul. 2025.

BROWN, A. J. Climate governance and federalism: comparative perspectives. In: BROWN, A. J.; GUMMER, J. (ed.). *Federalism and climate policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. p. 45-67.

BULKELEY, H. *et al.* *Transnational climate governance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

BULKELEY, H.; BETSILL, M. M. *Cities and climate change: urban sustainability and global environmental governance*. London: Routledge, 2003. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203219256>. Acesso em: 24 jan. 2026.

BUZBEE, W. W. Climate federalism, regulatory redundancy, and competing short-term economic interests. *Environmental Law*, v. 45, n. 2, p. 325-389, 2015.

CÂMARA MUNICIPAL DE CUIABÁ. Lei Complementar nº 515, de 14 de julho de 2022. Dispõe sobre o IPTU Sustentável. Cuiabá, MT, 14 jul. 2022. Disponível em: <https://legislativo.camaracuiaba.mt.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C5152022.html>. Acesso em: 26 nov. 2025.

CAMINADE, C. *et al.* Global risk model for vector-borne transmission of Zika virus reveals the role of El Niño 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, v. 114, n. 1, p. 119–124, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1614303114>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CAMPOS, P. P. de S.; PHILIPPI JR., A.; SANTANA, P. Gestão integrada de políticas climáticas e urbanas: uma proposta de avaliação legislativa em municípios da Região Metropolitana de São Paulo. *Sustentabilidade em Debate*, v. 6, n. 1, p. 119-137, 2015.

CARAUTA, M. *et al.* No more double cropping in Mato Grosso, Brazil? Evaluating the potential impact of climate change on the profitability of farm systems. *Agricultural Systems*, [S. l.], v. 190, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103104>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CARVALHO, A.; FERRAZ, S. *Adaptação ou Participação Social*. [S. l.: s. n.], 2023.

CARVALHO, M. B. S. *et al.* Governança adaptativa: desafio para regiões metropolitanas brasileiras. *Cadernos Metrópole*, v. 25, n. 58, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5802>.

CASTAGNA, D. *et al.* Evapotranspiration assessment by remote sensing in Brazil with focus on Amazon biome: scientometric analysis and perspectives for applications in agro-environmental studies. *Hydrology*, Basel, v. 11, n. 3, p. 39, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/hydrology11030039>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CEPIK, M. *Sistemas de inteligência: teoria e prática*. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

CEREZINI, M. T. *Mudanças climáticas: desafios para a gestão pública*. Brasília: IPEA, 2022.

CEREZINI, M. T.; CASTRO, C. N. de. Texto para Discussão 2993. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2024. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/54eea093-bb85-46fb-81a8-905a37aa94a9/content>. Acesso em: 01 ago. 2025.

CLIMATE GOVERNANCE AND FEDERALISM IN BRAZIL. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

COHN, A. S. *et al.* Patterns and processes of pasture to crop conversion in Brazil: Evidence from Mato Grosso State. *Land Use Policy*, [S. l.], v. 55, p. 108–120, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.005>. Acesso em: 06 jul. 2025.

COOK, J. *et al.* Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, [S. l.], v. 8, n. 2, 024024, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>.

CORRÊA DO LAGO, A. COP30 and the Worsening Climate Crisis – Pathways to Build a Sustainable Society. Brasília: Ministry of Foreign Affairs, Brazil, 2025. Disponível em: <https://cop30.br/en/news-about-cop30/>.

COSENZA, C. *et al.* CRFM: An application of the fuzzy logic in apell programme. *International Journal of Safety and Security Engineering*, Southampton, v. 6, n. 1, p. 63–72, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2495/safe-v6-n1-63-72>. Acesso em: 06 jul. 2025.

COSTA, I. T. *et al.* Extreme weather conditions and cardiovascular hospitalizations in southern Brazil. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 21, p. 12194, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112194>. Acesso em: 06 jul. 2025.

COUTINHO, R. Q.; LUCENA, R.; HENRIQUE, H. M. Disaster risk governance: institutional vulnerability assessment with emphasis on non-structural measures in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco (PE), Brazil. *Disaster Prevention and Management*, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 711–729, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/dpm-04-2020-0128>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CRABB, L. A. H. Debating the success of carbon-offsetting projects at sports mega-events: A case from the 2014 FIFA World Cup. *Journal of Sustainable Forestry*, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 178–196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1364652>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CURITIBA. Plano de Adaptação e Mitigação das Mudanças Climáticas de Curitiba (PLAMC). Curitiba, PR: Prefeitura Municipal, 2016. Acesso em: 26 nov. 2025.

DA SILVA ALVES DE LIMA, M. V.; SILVA, J. M. da. Ambiente ecologicamente equilibrado: notas sobre arborização urbana nas legislações ambientais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 17, n. 4, p. 3052–3066, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p3052-3066>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DA SILVA, C. J.; ALBERNAZ-SILVEIRA, R.; NOGUEIRA, P. S. Perceptions on climate change of the traditional community Cuiabá Mirim, Pantanal Wetland, Mato Grosso, Brazil. *Climatic Change*, Dordrecht, v. 127, n. 1, p. 83–92, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1150-z>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DE LIMA, R. R. F. *et al.* Socio-environmental overview of the main sugarcane producing municipalities in Sergipe between the years of 2001 and 2022. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, v. 18, n. 3, e04787, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-070>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DE OLIVEIRA JUNIOR, J. C. *et al.* Origin of mounds in the Pantanal wetlands: An integrated approach between geomorphology, pedogenesis, ecology and soil

micromorphology. PLoS ONE, San Francisco, v. 12, n. 7, e0179197, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179197>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DE OLIVEIRA, R. G. *et al.* Temporal trend changes in reference evapotranspiration contrasting different land uses in southern Amazon basin. Agricultural Water Management, [S. l.], v. 250, 106815, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106815>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DECKER, S. R. da R. *et al.* Temporal trends in respiratory pathogens following the COVID-19 pandemic and climate variables: A unicentric retrospective evaluation of 24 pathogens in a temperate subtropical region. Journal of Medical Virology, Hoboken, v. 96, n. 7, e29797, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.29797>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DEFRIES, R. *et al.* Export-oriented deforestation in Mato Grosso: harbinger or exception for other tropical forests? Philosophical Transactions of the Royal Society B, Londres, v. 368, n. 1619, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0173>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DI GIULIO, G. M. *et al.* Relatório Governança Climática Estadual: Análise e Desafios (São Paulo, Santa Catarina e Espírito Santo). São Paulo: USP, 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

DI GREGORIO, M. *et al.* Multi-level governance and power in climate change policy networks. Global Environmental Change, v. 54, p. 64-77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.10.003>. Acesso em: 8 fev. 2026.

ENAP. Revista Brasileira de Inteligência (coleção). Brasília: ENAP. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4538>. Acesso em: 04 abr. 2026.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. Cadernos Metrópole, v. 22, n. 48, p. 365-395, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4802>. Acesso em: 3 fev. 2026.

FAO. Climate change. [S. l.]: FAO, [2024]. Disponível em: <https://www.fao.org/climate-change/en>. Acesso em: 11 maio 2025.

FARIAS, T. Cidades brasileiras no contexto da emergência climática e políticas públicas de adaptação. Veredas do Direito, v. 20, e202313, 2023. Acesso em: 26 nov. 2025.

FEARNSIDE, P. M.; FILHO, W. L. COP 30: Brazilian policies must change. Science, New York, v. 387, n. 6740, p. 1237, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adu9113>.

FGV ENERGIA. O mercado de carbono no Brasil: desafios para a harmonização com mecanismos setoriais – RenovaBio. Rio de Janeiro: FGV Energia, 13 jan. 2024. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/opinioao_mercado_de_carbono_13-01-2024.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

FILHO, W. L. *et al.* The central role of climate action in achieving the United Nations' Sustainable Development Goals. Scientific Reports, [S. l.], v. 13, n. 1, 20582, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47746-w>.

FLEURY, L. C. Mudanças climáticas, ciência e sociedade. Sociologias, v. 21, n. 51, p. 18-42, 2019. Acesso em: 14 fev. 2026.

GAIO, A. O licenciamento ambiental como instrumento da política climática brasileira. *Revista de Direito Público*, [S. l.], 2023.

GARCIA, G.; VIOLA, E. Federalismo e Governança Climática: o papel dos governos subnacionais no Brasil. *Revista Brasileira de Política Internacional*, Brasília, v. 66, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7329202300108>. Acesso em: 26 nov. 2025.

GILL, P.; PHISTER, T. (org.). *Intelligence theory: key questions and debates*. London: Routledge, 2012.

GIULIANI, A. *et al.* Desafios e oportunidades para a ação climática municipal no Brasil. *Revista de Administração Pública*, v. 57, n. 3, 2023. Acesso em: 26 nov. 2025.

GOV.BR. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM). Portal Gov.br, 2025.

GUAJAJARA, S. B.; ALARCON, D. F.; PONTES, A. L. de M. Interview with Sonia Guajajara: the Indigenous movement in the face of the COVID-19 pandemic. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, p. 4125–4130, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320222711.22212021en>. Acesso em: 06 jul. 2025.

HANSEN, C. A.; STAPLES, J. E.; BARRETT, A. D. T. Fractional dosing of yellow fever live attenuated 17D vaccine: A perspective. *Infection and Drug Resistance*, [S. l.], v. 16, p. 7141–7154, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2147/IDR.S370013>. Acesso em: 06 jul. 2025.

HE, Q.; SILLIMAN, B. R. Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, [S. l.], v. 29, n. 19, p. R1021–R1035, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.042>.

HEIDRICH, O. *et al.* National climate policies across Europe and their impacts on cities strategies. *Journal of Environmental Management*, v. 168, p. 36-45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.043>. Acesso em: 10 fev. 2026.

HOCHSTETLER, K. Climate institutions in Brazil: three decades of building and dismantling climate capacity. *Environmental Politics*, v. 30, supl. 1, p. 49-70, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1957614>. Acesso em: 6 fev. 2026.

HOCHSTETLER, K.; VIOLA, E. Brazil and the politics of climate change: beyond the global commons. *Environmental Politics*, v. 21, n. 5, p. 753–771, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2012.698884>.

HOLANDA, G. O.; SILVA, M. R. F.; COSTA, I. A legislação ambiental brasileira frente às mudanças climáticas: avanços, desafios e perspectivas. [S. l.: s. n.], 2025.

HOOGHE, L.; MARKS, G. *Multi-level governance and European integration*. Lanham: Rowman & Littlefield, 2001.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. *Studying public policy: policy cycles and policy subsystems*. 4. ed. Oxford: Oxford University Press, 2017.

HULNICK, A. S. What's wrong with the intelligence cycle. *Intelligence and National Security*, v. 21, n. 6, p. 959–979, 2006.

ICLEI. Quatro capitais brasileiras concluem seus Planos de Ação Climática. ICLEI América do Sul, 18 dez. 2020. Disponível em: <https://americadosul.iclei.org/quatro-capitais-brasileiras-concluem-seus-plano-de-acao-climatica/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

IPEA. Estudos de Políticas de Bioeconomia e Clima no Pará. Brasília: IPEA, 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 28 nov. 2025.

IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report. Genebra: IPCC, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>. Acesso em: 11 maio 2025.

JACOBI, P. R.; BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. Governança da água na Região Metropolitana de São Paulo: desafios à luz das mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, v. 35, n. 102, p. 209-226, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2021.35102.013>. Acesso em: 4 fev. 2026.

JACOBI, P. R.; SULAIMAN, S. N. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. *Revista USP*, n. 109, p. 133-142, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i109p133-142>.

JAMROZIK, E.; SELGELID, M. J. Ethics, health policy, and Zika: From emergency to global epidemic? *Journal of Medical Ethics*, Londres, v. 44, n. 5, p. 343-348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104389>. Acesso em: 06 jul. 2025.

JOHNSON, L. K. National security intelligence. Cambridge: Polity Press, 2010.

JORDAN, A. J. *et al.* Emergence of polycentric climate governance and its future prospects. *Nature Climate Change*, v. 5, p. 977-982, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate2725>. Acesso em: 7 fev. 2026.

JORDAN, A. J. *et al.* Understanding the paradoxes of multilevel governing: climate change policy in the European Union. *Global Environmental Politics*, v. 12, n. 2, p. 43-66, 2012.

JORGENSEN, A. K. *et al.* Social science perspectives on drivers of and responses to global climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, [S. l.], v. 10, n. 1, e554, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.554>.

KERN, K. Cities as leaders in EU multilevel climate governance: embedded upscaling of local experiments in Europe. *Environmental Politics*, v. 28, n. 1, p. 125-145, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1521979>. Acesso em: 11 fev. 2026.

LACERDA, G. B. M. *et al.* Methodological proposal for assessment and adaptation in oil industry plants in Brazil's coastland. In: *Flood Recovery, Innovation and Response III*. Southampton: WIT Press, 2012. p. 125-136.

LAURANCE, W. F. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Environmental Monitoring and Assessment*, Dordrecht, v. 61, n. 1, p. 113-122, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/a:1006374320085>. Acesso em: 06 jul. 2025.

LEDERER, A. M. *et al.* REDD+ in the Brazilian Amazon: governance complexity and jurisdictional approaches. *Nature Climate Change*, v. 15, n. 2, p. 150-160, 2025.

LIMA, R. R. F. de; SOUSA, I. F. de; TEIXEIRA, A. H. de C. Diagnóstico socioambiental do estado de Sergipe no período entre os anos de 1991 e 2020. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, v. 18, n. 3, e05074, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-095>. Acesso em: 06 jul. 2025.

LIU, M.; LO, K. A comparative review of urban climate governance in Chinese and Western contexts. *Urban Governance*, v. 1, n. 1, p. 35-43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ugj.2021.11.003>. Acesso em: 13 fev. 2026.

LOWENTHAL, M. M. *Intelligence: from secrets to policy*. 7. ed. Washington, DC: CQ Press, 2017.

MACEDO, M. K.; JACOBI, P. R. Governança climática multinível no Brasil: os desafios da articulação federativa. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1-22, 2017. Acesso em: 26 nov. 2025.

MACHADO, A. P.; SILVA, C. F. Accountability e transparência no MRV do Brasil. *Revista de Administração Pública*, [S. l.], 2023.

MACHADO, T. *et al.* Justiça e adaptação climática no Nordeste: vulnerabilidade e políticas públicas. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 15, n. 2, 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

MACIEL, A. M. *et al.* Identifying land use change trajectories in Brazil's agricultural frontier. *Land*, Basel, v. 9, n. 12, p. 506, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/land9120506>. Acesso em: 06 jul. 2025.

MARENGO, J. A. *et al.* Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. *Weather and Climate Extremes*, [S. l.], v. 39, p. 100545, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>. Acesso em: 06 jul. 2025.

MARTINS, R. D'A.; FERREIRA, L. C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local? *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 3, p. 611-641, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000300004>. Acesso em: 27 jan. 2026.

MCCALLISTER, M. *et al.* Forest protection and permanence of reduced emissions. *Frontiers in Forests and Global Change*, [S. l.], v. 5, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.928518>. Acesso em: 06 jul. 2025.

MENDES, C. F. O. *et al.* Temporal relation between human mobility, climate, and COVID-19 disease. *Chaos, Woodbury*, v. 33, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0138469>. Acesso em: 06 jul. 2025.

MERIDA, L. O Marco Regulatório dos Municípios na Política Nacional de Mudança do Clima. *Revista Observatorio da Economia Latinoamericana*, [S. l.], 2025.

MILIKAN, B. REDD+ and climate justice in the Brazilian Amazon. *Global Environmental Politics*, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 65-85, 2014. DOI: https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00216. Acesso em: 26 nov. 2025.

MORATO LEITE, J. R. *et al.* A case study on urban land use and disaster risks in Brazil. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres – REDER*, v. 6, n. 1, p. 156, 2022. DOI: <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.92>. Acesso em: 06 jul. 2025.

MOREIRA, Danielle de Andrade. The awakening of climate litigation in Brazil: strategies based on environmental law. *Revista de Direito da Cidade*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 1602-1628, 2021.

OBERMAIER, F. Climate governance in Brazil: challenges and opportunities for climate change mitigation. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de Hamburgo, Hamburgo, 2013.

ODNI. Annual Threat Assessment of the U.S. Intelligence Community. Washington, D.C.: ODNI, 2024. Disponível em: <https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/ATA-2024-Unclassified-Report.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

OECD. Multi-level governance for climate action. Paris: OECD Publishing, 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org>. Acesso em: 04 abr. 2026.

OSTROM, E. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, v. 20, n. 4, p. 550-557, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004>.

PACTO GLOBAL DE PREFEITOS. Pacto Global de Prefeitos Reconhece 16 cidades Brasileiras por Avanços Climáticos. Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia, 8 nov. 2023. Disponível em: <https://pactodealcaldes-la.org/language/pt/entrega-premios-encontroabm/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

PASQUINI, L.; COWLING, R. M.; ZIERVOGEL, G. Facing the heat: barriers to mainstreaming climate change adaptation in local government in the Western Cape Province, South Africa. *Habitat International*, v. 40, p. 225-232, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.05.003>.

PAULINO, V. D. *et al.* Plano de Ação Climática de Minas Gerais: Análise e Projeções (2025). [S. l.: s. n.], 2025. Acesso em: 26 nov. 2025.

PEEL, Jacqueline; LIN, Jolene. Transnational climate litigation and the global south. *American Journal of International Law*, Cambridge, v. 113, n. 4, p. 679-726, 2019.

PEEL, Jacqueline; OSOFSKY, Hari M. Climate change litigation: regulatory pathways to cleaner energy. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

PEREIRA JR., A. O. *et al.* Allocative efficiency towards energy transition: The cases of natural gas and electricity markets. *Energies*, Basel, v. 16, n. 2, p. 796, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16020796>. Acesso em: 06 jul. 2025.

PEREIRA, J. C. Estabilidade Institucional e Políticas de Estado no Federalismo Climático Brasileiro. [S. l.: s. n.], 2020.

PEREIRA, J. C. O Brasil e a governança climática global (2020–2024). *Carta Internacional*, [S. l.], 2013.

PEREZ, L. P.; SALES, A. L. P.; SILVEIRA, J. A. R. da. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 11, n. 2, p. 304–340, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v11n2.2020.32330>. Acesso em: 06 jul. 2025.

PETERS, B. G.; PIERRE, J. *Comparative governance: rediscovering the public*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

PINTO, T. P. *et al.* Financiamento climático: realidades e desafios. São Paulo: FGV-EESP, 2023. Disponível em: https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-07/eesp_relatorio_financiamento-climatico-ap1.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

POZZATTI, S. S. O federalismo e a implementação da política nacional sobre mudança do clima. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. COP 30 no Brasil. Brasília: Presidência da República, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/agenda-internacional/missoes-internacionais/cop28/cop-30-no-brasil>. Acesso em: 11 maio 2025.

RAMPINELLI, C. G.; SMITH, T. J.; ARAÚJO, P. V. N. Addressing uncertainty in flood hazard mapping under a Bayesian approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, [S. l.], v. 29, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1061/jhyeff.heeng-6121>. Acesso em: 06 jul. 2025.

RAO, V. B. *et al.* Future increase in extreme El Niño events under greenhouse warming increases Zika virus incidence in South America. *npj Climate and Atmospheric Science*, Londres, v. 2, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0061-0>. Acesso em: 06 jul. 2025.

REDE CLIMA; MCTI. *Mudança do Clima no Brasil: Relatório*. [S. l.: s. n.], 2025.

REDEPT. *Somente oito estados brasileiros têm plano de adaptação às mudanças climáticas*. [S. l.: s. n.], 2025.

RELATÓRIO TALANOIA. *Governança climática por inteiro*. Instituto Talanoa, 2025.

REVISTA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA. Brasília: ABIN, edições recentes (2021). Disponível em: <https://www.gov.br/abin/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/revista-brasileira-de-inteligencia>. Acesso em: 04 abr. 2026.

REVISTA FAPESP. *Mais de 85% dos municípios do Brasil não têm planos de adaptação para as mudanças climáticas*. *Revista Fapesp*, out. 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/mais-de-85-dos-municipios-do-brasil-nao-tem-plano-de-adaptacao-para-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

ROCHA, E.; BARRETO, M.; SILVA, J. *Governança climática e políticas efetivas de adaptação climática em municípios brasileiros: os casos de Campinas e Recife*. ResearchGate, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/392658052>. Acesso em: 26 nov. 2025.

ROGELJ, J. *et al.* Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*, [S. l.], v. 534, n. 7609, p. 631–639, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature18307>.

ROSSI, F. S. *et al.* Implications of CO₂ emissions on the main land and forest uses in the Brazilian Amazon. *Environmental Research*, [S. l.], v. 227, p. 115729, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115729>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SAMPAIO, M. de M. A. Transformações microclimáticas e legislação: o caso de Cuiabá-MT. 2015. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SANTANA, M.; BATISTA, J. A. do N. Spatiotemporal variability of precipitations and relationship with large-scale atmospheric indices in the Urubupungá Hydroelectric Cascade catchment area, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S. l.], v. 122, p. 104174, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104174>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SANTOS, C.; NOGUEIRA, S. Energia renovável e governança climática em estados do Nordeste e Norte. *Revista de Energia*, v. 20, n. 3, 2023. Acesso em: 26 nov. 2025.

SANTOS, E. S.; CARVALHO, F. A.; PEREIRA, R. M. (org.). Governança territorial e climática para o desenvolvimento rural sustentável: estudo de caso no semiárido sergipano. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, [S. l.], n. 32, p. 171-180, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/26207b03-b5ae-4943-a534-8d3ac22f28f0/download>. Acesso em: 26 nov. 2025.

SANTOS, F. M. de M. Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. *Revista Monografias Ambientais*, v. 12, n. 12, p. 2749-2763, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/223613089160>.

SANTOS-PINTO, C. B. *et al.* The role of primary care pharmacists in the response to the Zika epidemic. *Pharmacy Practice*, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 2290, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2021.2.2290>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. O direito fundamental ao clima estável e a proteção constitucional contra a mudança climática no Brasil. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, v. 27, n. 105, p. 17-42, 2022.

SCHÄFER, M. *et al.* Imitation, adaptation, or local emergency? – A cross-country comparison of social innovations for sustainable consumption in Brazil, Germany, and Iran. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 284, p. 124740, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124740>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SCHMIDHUBER, J.; TUBIELLO, F. N. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, [S. l.], v. 104, n. 50, p. 19703–19708, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>.

SCOTT, L.; JACKSON, P. The study of intelligence in theory and practice. *Intelligence and National Security*, v. 19, n. 2, p. 139–169, 2004.

SEIGERMAN, C. K. *et al.* At the extremes: Assessing interrelations among the impacts of and responses to extreme hydroclimatic events in Ceará, Northeast Brazil. *Journal of Hydrology*, [S. l.], v. 632, p. 130850, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.130850>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SELMİ, R. *et al.* “There is no vaccine for climate change” – How well Governments’ COVID-19 green stimulus announcements contribute to business sustainability?

International Economics, [S. l.], v. 171, p. 1–17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.05.002>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SETZER, J.; VANHALA, L. Climate litigation and governance. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 48, p. 1–24, 2023. Disponível em: <https://www.annualreviews.org>. Acesso em: 04 abr. 2026.

SETZER, Joana; BORGES, Caio; LEAL, Guilherme. Climate litigation in Brazil: legal strategies and the role of public institutions. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, Oxford, v. 29, n. 3, p. 349–361, 2020.

SETZER, Joana; HIGHAM, Catherine. *Global trends in climate change litigation: 2022 snapshot*. London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science, 2022.

SHTJEFNI, D. *et al.* Governing climate neutrality transitions at the urban level. *Cities*, v. 148, p. 104883, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104883>.

SHIMABUKURO, Y. E. *et al.* Mapping burned areas of Mato Grosso State Brazilian Amazon using multisensor datasets. *Remote Sensing*, Basel, v. 12, n. 22, p. 3827, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12223827>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SILVA, D. R. *et al.* Respiratory viral infections and effects of meteorological parameters and air pollution in adults with respiratory symptoms admitted to the emergency room. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, Oxford, v. 8, n. 1, p. 42–52, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/irv.12158>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SILVA, I. da *et al.* Effects of environmental and socioeconomic inequalities on health outcomes: A multi-region time-series study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Basel, v. 19, n. 24, p. 16521, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192416521>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SILVA, L. G. *et al.* Epidemiological and clinical aspects of ophidian bothropic accidents in dogs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 11, p. 2146–2149, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5889>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SILVA, M. R. O. *et al.* Empowering fisherwomen leaders helped reduce the effects of the COVID-19 pandemic on fishing communities: Insights from Brazil. *Marine Policy*, [S. l.], v. 135, p. 104842, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104842>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SILVA, R. F. da *et al.* Disaster risk reduction, the Sustainable Goals agenda and the principles of the SUS, in the context of the COVID-19 pandemic. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 6, p. 1777–1788, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023286.11272022en>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SOTTO, D. *et al.* Resilient cities and the role of municipal legislation in Brazil. *Energies*, [S. l.], v. 12, n. 21, 2019.

SOUSA, L. R. M. de *et al.* Food security status in times of financial and political crisis in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 7, e00084118, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084118>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SPERA, S. A. *et al.* Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Global Change Biology*, Hoboken, v. 22, n. 10, p. 3405–3413, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13298>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SUSTENTABILIDADE BRASIL. Ranking de Cidades Sustentáveis 2024. [S. l.: s. n.], 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

SYRKIS, H. *et al.* Fundo Climático de Santa Catarina: Regras de Aplicação e Governança. [S. l.: s. n.], 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

TAMBOSI, L. R.; DIAS, M. A. Desperdício de alimentos: agendas globais e articulação com movimentos locais. *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, Cajazeiras, v. 10, n. 2, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/767>. Acesso em: 13 nov. 2025.

TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S. Planejamento urbano e adaptação climática: entre possibilidades e desafios em duas grandes cidades brasileiras. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 38, e0158, 2021. Acesso em: 16 fev. 2026.

TENG, F.; WANG, P. The evolution of climate governance in China: drivers, features, and effectiveness. *Environmental Politics*, v. 30, supl. 1, p. 141-161, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1985221>. Acesso em: 9 fev. 2026.

TOLMASQUIM, M.; PEREIRA, E. A regionalização da política climática no Brasil: desafios e oportunidades setoriais. *Revista Brasileira de Energia*, v. 30, n. 1, 2024. Acesso em: 26 nov. 2025.

UNFCCC. The Paris Agreement. [S. l.]: UNFCCC, [2015]. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 11 maio 2025.

UNISDR. Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030. Genebra: UNISDR, 2015. Disponível em: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/pt/metadata/publications/sendai-framework-for-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 26 nov. 2025.

UNITED NATIONS. Goal 13 – Climate Action. United Nations Sustainable Development Goals. [S. l.]: UN, [2024]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal13>. Acesso em: 02 nov. 2025.

UNITED NATIONS. What is climate change?. [S. l.]: UN, [2024]. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>. Acesso em: 12 out. 2025.

VALENÇA, L. M.; RESTIVO, P. C. N.; NUNES, M. S. Variação sazonal nos atendimentos de emergência por asma em Gama, Distrito Federal. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 284–289, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-37132006000400005>. Acesso em: 11 nov. 2025.

VIEIRA, C. J. da S. P. *et al.* Ecological aspects of potential arbovirus vectors (Diptera: Culicidae) in an urban landscape of Southern Amazon, Brazil. *Acta Tropica*, Amsterdam, v. 202, p. 105276, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105276>. Acesso em: 06 nov. 2025.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na governança global do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. *Contexto Internacional*, v. 35, n. 1, p. 43-76, 2013. Acesso em: 26 jan. 2026.

WEDY, Gabriel. Litigância climática e governança ambiental no Supremo Tribunal Federal. *Revista da AJURIS*, Porto Alegre, v. 51, n. 164, p. 85-110, 2024.

ZIERVOGEL, G. *et al.* Building transformative capacity for adaptation planning and implementation that works for the urban poor: insights from South Africa. *Ambio*, v. 48, p. 494-506, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1141-9>.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo analisar a relação entre a produção científica sobre mudanças climáticas no Brasil e a capacidade estatal de resposta, com ênfase nas assimetrias regionais e nos desafios da governança climática. A partir da articulação entre análise cientométrica e investigação institucional, evidenciou-se um descompasso estrutural entre a geração de conhecimento e sua incorporação na formulação e implementação de políticas públicas. Os resultados confirmam a hipótese de que os principais entraves à efetividade da ação climática no país não decorrem da ausência de instrumentos normativos, mas da dificuldade de articular, de forma estável e coerente, ciência, instituições e realidades locais. Nesse sentido, a governança climática brasileira revela-se condicionada tanto por limitações na base empírica disponível quanto por fragilidades nas capacidades estatais de coordenação e implementação.

No campo científico, a análise demonstrou que a produção nacional sobre mudanças e emergências climáticas apresenta crescimento consistente e diversificação temática, com destaque para os eixos relacionados à justiça climática, ao papel das cidades e aos impactos na saúde pública. Observou-se, contudo, uma concentração significativa das redes de pesquisa e da produção científica nas regiões Sul e Sudeste, em contraste com a menor densidade de estudos no Centro-Oeste. Essa distribuição desigual compromete a capacidade de produzir diagnósticos aderentes às especificidades regionais, especialmente em áreas estratégicas para a segurança hídrica, energética e alimentar do país. Dessa forma, as assimetrias na produção do conhecimento configuram um dos principais limites à construção de políticas públicas eficazes e contextualizadas.

No plano institucional, verificou-se que a governança climática no Brasil se estrutura a partir de um arranjo multinível, no qual a formulação estratégica permanece concentrada na esfera federal, enquanto a execução das políticas recai predominantemente sobre estados e, sobretudo, municípios. Essa configuração amplia

os desafios de coordenação e evidencia a existência de um hiato entre planejamento e implementação, especialmente em contextos marcados por limitações técnicas, administrativas e informacionais. Observou-se que, embora o país disponha de marcos normativos e instrumentos relevantes, como a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Clima, a efetividade das ações depende da capacidade de integração entre setores, escalas de governo e instrumentos de gestão. Assim, a governança climática brasileira apresenta-se menos limitada por lacunas regulatórias e mais por entraves de natureza institucional e organizacional.

A análise integrada dos dois artigos permite afirmar que o principal desafio da governança climática no Brasil reside na dificuldade de transformar conhecimento científico em ação pública efetiva, especialmente em nível subnacional. A ausência de dados regionais consistentes, aliada à fragmentação institucional e à baixa capacidade técnica de muitos municípios, limita a incorporação da variável climática em instrumentos de planejamento urbano, gestão de riscos e políticas setoriais. Nesse contexto, a desigualdade na distribuição da informação científica e a insuficiência de mecanismos de integração entre conhecimento e decisão tornam-se fatores críticos para a compreensão dos limites da ação estatal. Dessa forma, a capacidade de resposta institucional do país está diretamente relacionada à sua aptidão para reduzir essas assimetrias e fortalecer suas bases informacionais.

Diante desse cenário, destaca-se o potencial das Ciências Ambientais e da Física Ambiental para contribuir de forma decisiva na superação dessas limitações, especialmente por meio do desenvolvimento de modelos preditivos baseados em Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo. Essas abordagens permitem ampliar a capacidade de geração e processamento de informações em regiões com baixa densidade de dados, contribuindo para a estimação de variáveis físicas complexas e para o aprimoramento do monitoramento ambiental. Ao possibilitar a construção de cenários mais precisos e ajustados às dinâmicas locais, essas ferramentas fortalecem a interface entre ciência e gestão pública. Nesse sentido, a ciência passa a operar como infraestrutura cognitiva da ação estatal diante dos desafios impostos pela mudança climática.

Ademais, a incorporação da pauta climática à Atividade de Inteligência de Estado configura-se como um caminho promissor para o fortalecimento da governança ambiental no Brasil. Ao ampliar a capacidade de integração informacional, antecipação de riscos e coordenação interinstitucional, estruturas como a ABIN, na condição de órgão central do Sisbin, podem contribuir para reduzir assimetrias informacionais e qualificar o processo decisório. Nesse arranjo, a produção científica fornece a base

técnico-analítica necessária, enquanto a inteligência de Estado potencializa sua circulação estratégica e sua incorporação nas decisões governamentais. Assim, estabelece-se uma complementaridade entre ciência, tecnologia e inteligência, capaz de ampliar a efetividade da resposta institucional em contextos de elevada complexidade.

No contexto pós-COP30, essa articulação torna-se ainda mais relevante, à medida que o Brasil amplia seu protagonismo na agenda climática internacional e assume maiores responsabilidades internas de implementação. A consolidação de uma governança climática eficaz exige não apenas compromissos formais, mas capacidade concreta de traduzir diretrizes em ações coerentes com as realidades regionais. Nesse sentido, o fortalecimento das capacidades estatais, especialmente nos níveis subnacionais, emerge como condição indispensável para o avanço da agenda climática. A integração entre produção científica, inovação tecnológica e mecanismos institucionais de coordenação torna-se, portanto, elemento central para o aprimoramento da ação pública.

À luz dos resultados obtidos, observa-se que a dissertação dialoga diretamente com a Agenda 2030 das Nações Unidas, especialmente por meio de três dimensões complementares. A primeira refere-se à produção e qualificação do conhecimento científico, com aderência ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e ao ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ao evidenciar o papel da ciência, da inovação e das tecnologias de modelagem no enfrentamento das mudanças climáticas. A segunda dimensão relaciona-se à governança e à capacidade institucional, com conexão ao ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes) e ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ao destacar a centralidade das instituições públicas e dos entes subnacionais na implementação de políticas climáticas e na gestão de riscos. Por fim, a terceira dimensão refere-se à redução de desigualdades territoriais e informacionais, com aderência ao ODS 10 (Redução das Desigualdades) e ao próprio ODS 13, ao evidenciar a necessidade de ampliar a base empírica e fortalecer a capacidade de resposta em regiões menos assistidas. Em conjunto, essas dimensões indicam que o avanço da governança climática no Brasil está diretamente associado à integração entre ciência, instituições e equidade regional, em consonância com os princípios estruturantes da Agenda 2030.

Em última análise, a efetividade da resposta institucional brasileira à mudança climática dependerá da capacidade de reduzir assimetrias regionais, ampliar a base empírica disponível e fortalecer as capacidades estatais de coordenação e implementação. A integração entre decisão, execução e coordenação, sustentada por fluxos qualificados de informação e por uma governança baseada em evidências,

constitui o eixo estruturante dessa transformação. Ao articular ciência, inteligência e ação pública, o Estado brasileiro poderá avançar na construção de políticas climáticas mais integradas, preditivas e aderentes às realidades locais. Dessa forma, será possível converter o conhecimento produzido em respostas concretas, capazes de assegurar a resiliência das populações e dos territórios diante das mudanças climáticas do século XXI.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. R. *et al.* Framing and context. In: IPCC. Global warming of 1.5°C. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.
- ARAUJO, R. F.; LEYDESDORFF, L. The geographical diversity of Twitter networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 68, n. 11, p. 2648–2657, 2017.
- ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, v. 34, n. 100, p. 53–66, 2020.
- ARTAXO, P. Oportunidades e vulnerabilidades do Brasil nas questões climáticas. *Revista USP*, São Paulo, n. 135, p. 119-136, out./dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.i135p119-136>. Acesso em: 10 mar. 2026.
- BIUDES, M. S. *et al.* Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 202, p. 259–272, 2015.
- BORNMANN, L.; MUTZ, R. Growth rates of modern science: a bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Hoboken, v. 66, n. 11, p. 2215-2222, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/asi.23329>. Acesso em: 8 mar. 2026.
- BRASIL. [Lei nº 9.883, de 7 de dezembro de 1999]. Institui o Sistema Brasileiro de Inteligência, cria a Agência Brasileira de Inteligência – ABIN, e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 8 dez. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19883.htm. Acesso em: 5 mar. 2026.
- CALLAGHAN, M. W. *et al.* Machine-learning-based evidence mapping of global climate change literature. *Nature Climate Change*, v. 10, p. 1037–1044, 2020.
- CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; LAVILLE, F. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research. *Scientometrics*, v. 22, n. 1, p. 155–205, 1986.
- COUMOU, D.; RAHMSTORF, S. A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*, v. 2, p. 491–496, 2012.
- DI GREGORIO, M. *et al.* Multi-level governance and power in climate change policy networks. *Global Environmental Change*, Amsterdam, v. 54, p. 64-77, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.003>. Acesso em: 7 mar. 2026.
- DIFFENBAUGH, N. S.; BURKE, M. Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 116, n. 20, p. 9808–9813, 2019.
- GLÄNZEL, W. *Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators*. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, 2003.
- GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Analysing scientific networks through co-authorship. In: *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. [S. l.: s. n.], 2004. p. 257–276.

HAINES, A.; EBI, K. L. The imperative for climate action to protect health. *New England Journal of Medicine*, v. 380, p. 263–273, 2019.

HAWKINS, E. *et al.* Estimating changes in global temperature since the preindustrial period. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 98, n. 9, p. 1841–1856, 2017.

HICKS, D. *et al.* Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, v. 520, p. 429–431, 2015.

HOCHSTETLER, K. Climate institutions in Brazil: three decades of building and dismantling climate capacity. *Environmental Politics*, London, v. 30, n. 1-2, p. 49-70, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1957614>. Acesso em: 6 mar. 2026.

IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Bonn: IPBES, 2019.

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

IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

JACOBI, P. R.; BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. Governança da água na Região Metropolitana de São Paulo: desafios à luz das mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 35, n. 102, p. 209-226, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2021.35102.013>. Acesso em: 4 mar. 2026.

JORDAN, A. *et al.* The emergence of polycentric climate governance and its future prospects. *Nature Climate Change*, London, v. 5, p. 977-982, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate2725>. Acesso em: 3 mar. 2026.

KERN, K. Cities as leaders in EU multilevel climate governance: embedded upscaling of local experiments in Europe. *Environmental Politics*, London, v. 28, n. 1, p. 125-145, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1521979>. Acesso em: 2 mar. 2026.

LENTON, T. M. *et al.* Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 105, n. 6, p. 1786–1793, 2008.

LENTON, T. M. *et al.* Climate tipping points — too risky to bet against. *Nature*, v. 575, p. 592–595, 2019.

LEYDESDORFF, L. *et al.* The measurement of scientific impact. *Journal of Informetrics*, v. 10, n. 2, p. 365–391, 2016.

MACHADO, N. G. *et al.* Environmental monitoring and ecosystem dynamics in the Pantanal biome. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 191, n. 6, 2019.

MARENGO, J. A. *et al.* Climate change in Brazil: projections and impacts. *Climatic Change*, v. 126, p. 1–14, 2014.

MARENGO, J. A. *et al.* Extreme weather and climate events in Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 40, p. 1–20, 2020.

MASLIN, M.; LEWIS, S. Anthropocene: Earth system, geological, philosophical and political paradigm shifts. *The Anthropocene Review*, v. 2, n. 2, p. 108–116, 2015.

MINGERS, J.; LEYDESDORFF, L. A review of theory and practice in scientometrics. *European Journal of Operational Research*, v. 246, n. 1, p. 1–19, 2015.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES. Science and decisions: advancing risk assessment. Washington, DC: National Academies Press, 2019.

NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016.

OTTO, F. E. L. *et al.* Attribution of extreme weather events. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 43, p. 627–651, 2018.

PCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

RAFOLS, I. *et al.* How journal rankings can suppress interdisciplinary research. *Research Policy*, v. 41, n. 7, p. 1262–1282, 2012.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472–475, 2009.

ROGELJ, J. *et al.* Paris Agreement climate proposals need a boost. *Nature*, v. 534, p. 631–639, 2016.

SACHS, J. D.; SCHMIDT-TRAUB, G.; KROLL, C. Sustainable Development Report 2019: Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. New York: Bertelsmann Stiftung; Sustainable Development Solutions Network, 2019. Disponível em: <https://www.sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SOTTO, D. *et al.* Aligning urban policy with climate action in the Global South: are Brazilian cities considering climate emergency in local planning practice? *Energies*, Basel, v. 12, n. 18, art. 3418, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en12183418>. Acesso em: 1 mar. 2026.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, 2015.

STEFFEN, W. *et al.* Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n. 33, p. 8252–8259, 2018.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again). Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.

UNITED NATIONS (UN). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 10 mar. 2025.

VAN RAAN, A. F. J. Measuring science: basic principles and application of advanced bibliometrics. *Journal of Informetrics*, v. 13, n. 1, p. 263–276, 2019.

WAGNER, C. S. *et al.* Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research. *Research Policy*, v. 44, n. 5, p. 989–1000, 2015.

WALTENBERGER, M. *et al.* The impact of bibliometrics on research evaluation. *Scientometrics*, v. 115, n. 2, p. 1–18, 2018.

WATTS, N. *et al.* The 2021 report of The Lancet Countdown on health and climate change. *The Lancet*, v. 398, p. 1619–1662, 2021.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na governança global do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. *Contexto Internacional*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 43-76, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-85292013000100002>. Acesso em: 1 jan. 2026.

APÊNDICE A

Script usado na ferramenta R, no trabalho de Cientometria, das Bases Scopus, Web of Science e Scielo:

```
# =====
# 1. INSTALAÇÃO E CARGA DE PACOTES
# =====

if (!require("pacman")) install.packages("pacman")

library(pacman)

pacman::p_load(
  bibliometrix,
  dplyr,
  stringr,
  writexl,
  readxl,
  xlsx
)

# =====
# 2. DIRETÓRIO DE TRABALHO
# =====

setwd("C:/Cientometria")

# =====
# 3. IMPORTAÇÃO DOS ARQUIVOS
# =====

scopus <- convert2df(
  file = "C:/Cientometria/scopus.bib",
  dbsource = "scopus",
  format = "bibtex"
)
```

```

wos <- convert2df(
  file = "C:/Cientometria/wos.bib",
  dbsource = "wos",
  format = "bibtex"
)

scielo <- convert2df(
  file = "C:/Cientometria/scielo.bib",
  dbsource = "scielo",
  format = "bibtex"
)

# =====
# 4. UNIÃO DAS BASES
# =====

base_unificada <- mergeDbSources(
  list(scopus, wos, scielo),
  remove.duplicated = FALSE
)

# =====
# 5. PADRONIZAÇÃO DE CAMPOS
# =====

base_unificada <- base_unificada %>%
  mutate(
    DI = str_trim(as.character(DI)),
    TI = str_squish(as.character(TI)),
    LA = str_to_upper(str_trim(as.character(LA))),
    DT = str_to_upper(str_trim(as.character(DT)))
  )

base_unificada <- base_unificada %>%
  mutate(
    DI = ifelse(DI == "" | DI == "NA", NA, DI),
    TI = ifelse(TI == "" | TI == "NA", NA, TI),
    LA = ifelse(LA == "" | LA == "NA", NA, LA),
    DT = ifelse(DT == "" | DT == "NA", NA, DT)
  )

# =====
# 6. REMOÇÃO DE DUPLICIDADES
# =====

base_sem_duplicatas <- base_unificada %>%
  mutate(
    chave_dup = ifelse(!is.na(DI), paste0("DOI_", DI), paste0("TITLE_", TI))
  ) %>%
  distinct(chave_dup, .keep_all = TRUE) %>%
  select(-chave_dup)

```

```

# =====
# 7. FILTROS METODOLÓGICOS
# =====

base_filtrada <- base_sem_duplicatas %>%
  filter(str_detect(DT, "ARTICLE"))

# =====
# 8. VERIFICAÇÕES
# =====

cat("Número de registros Scopus:", nrow(scopus), "\n")
cat("Número de registros Web of Science:", nrow(wos), "\n")
cat("Número de registros SciELO:", nrow(scielo), "\n")
cat("Número total após união:", nrow(base_unificada), "\n")
cat("Número após remoção de duplicatas:", nrow(base_sem_duplicatas), "\n")
cat("Número final após filtros:", nrow(base_filtrada), "\n")

# =====
# 9. EXPORTAÇÃO
# =====

write_xlsx(
  base_filtrada,
  path = "C:/Cientometria/Base_Final_Cientometria.xlsx"
)

write.xlsx(
  base_filtrada,
  file = "C:/Cientometria/Base_Final_Cientometria_formatada.xlsx"
)

# =====
# 10. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA
# =====

resultado_biblio <- biblioAnalysis(base_filtrada)

summary(resultado_biblio)

# =====
# 11. BIBLIOSHINY
# =====

biblioshiny()

```

APÊNDICE B

Artigos consultados (61) para análise cientométrica nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo.

ALBUQUERQUE, L.; FAGUNDEZ, G. T.; FABRE, R. Climate emergency and human rights: the case of climate fund in brazil and international law enforcement. *Brazilian Journal of International Law*, v. 19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5102/rdi.v19i1.7931>. Acesso em: 4 jan. 2025.

ANGELO, M. *et al.* Dengue surveillance system in brazil: a qualitative study in the federal district. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17062062>. Acesso em: 7 out. 2025.

ARAUJO, R. R. *et al.* Climate emergency and urban housing precariousness: guidelines for climate adaptation in the sao jose neighborhood, joao pessoa, pb. *Development and Environment*, v. 63, p. 412-435, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v63i0.87786>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CAMINADE, C. *et al.* Global risk model for vector-borne transmission of zika virus reveals the role of el nino 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 114, n. 1, p. 119-124, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1614303114>. Acesso em: 13 set. 2025.

CAMPOS, J. N. B. Paradigms and public policies on drought in northeast brazil: a historical perspective. *Environmental Management*, v. 55, n. 5, p. 1052-1063, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0444-x>. Acesso em: 10 set. 2025.

CERVELLINI; ADAMS, K. *et al.* Citizens' assemblies in brazil: an analysis of the role of mini-publics on building democratic participatory climate public policies. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, v. 37, n. 3, p. 739-753, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/13511610.2024.2369907>. Acesso em: 2 ago. 2025.

CONNELLY, E. B.; LAMBERT, J. H.; THEKDI, A. S. Robust investments in humanitarian logistics and supply chains for disaster resilience and sustainable communities. *Natural Hazards Review*, v. 17, n. 1, 2016. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000187](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000187). Acesso em: 28 ago. 2025.

COOPERMAN, A. (un)natural disasters: electoral cycles in disaster relief. *Comparative Political Studies*, v. 55, n. 7, p. 1158-1197, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1177/00104140211047410>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CORVETTO, J. F. *et al.* Private vs. public emergency visits for mental health due to heat: an indirect socioeconomic assessment of heat vulnerability and healthcare access, in curitiba, brazil. *Science of the Total Environment*, v. 934, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173312>. Acesso em: 05 maio 2025.

COSENZA, C. *et al.* Crfm: an application of the fuzzy logic in apell programme. *International Journal of Safety and Security Engineering*, v. 6, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2495/SAFE-V6-N1-63-72>. Acesso em: 16 maio 2025.

COSTA, I. T. *et al.* Extreme weather conditions and cardiovascular hospitalizations in southern brazil. *Sustainability*, v. 13, n. 21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132112194>. Acesso em: 22 abr. 2025.

COUTINHO, R. Q.; LUCENA, R.; HENRIQUE, H. M. Disaster risk governance: institutional vulnerability assessment with emphasis on non-structural measures in the municipality of jaboatao dos guararapes, pernambuco (pe), brazil. *Disaster Prevention and Management*, v. 29, n. 5, p. 711-729, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/DPM-04-2020-0128>. Acesso em: 22 abr. 2025.

DA SILVA, I. *et al.* Effects of environmental and socioeconomic inequalities on health outcomes: a multi-region time-series study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 24, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192416521>. Acesso em: 3 abr. 2025.

DA SILVA, L. G. *et al.* Epidemiological and clinical aspects of ophidian bothropic accidents in dogs. *Brazilian Journal of Veterinary Research*, v. 38, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5889>. Acesso em: 2 abr. 2025.

DA SILVA, R. F. *et al.* Disaster risk reduction, the sustainable goals agenda and the principles of the sus, in the context of the covid-19 pandemic. *Journal of Science and Public Health*, v. 28, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023286.11272022EN>. Acesso em: 5 abr. 2025.

DE LIMA, M. V. S. A.; DA SILVA, J. M. Ecologically balanced environment: notes on urban afforestation in environmental legislation. *Brazilian Journal of Physical Geography*, v. 17, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p3052-3066>. Acesso em: 8 abr. 2025.

DE LIMA, R. R. F.; DE SOUSA, I. F.; TEIXEIRA, A. H. C. Socio-environmental diagnosis of the state of sergipe between 1991 and 2020. *Social and Environmental Management Journal*, v. 18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-095>. Acesso em: 17 maio 2025.

DE LIMA, R. R. F. *et al.* Socio-environmental overview of the main sugarcane producing municipalities in sergipe between the years of 2001 and 2022. *Social and Environmental Management Journal*, v. 18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-070>. Acesso em: 2 abr. 2025.

DE SOUZA, L. R. M. *et al.* Food security status in times of financial and political crisis in brazil. *Reports in Public Health*, v. 35, n. 7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084118>. Acesso em: 10 jul. 2025.

DECKER, S. R. D. *et al.* Temporal trends in respiratory pathogens following the covid-19 pandemic and climate variables: a unicentric retrospective evaluation of 24 pathogens in a temperate subtropical region. *Journal of Medical Virology*, v. 96, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.29797>. Acesso em: 11 abr. 2025.

DO LAGO, M. C. *et al.* Tikuna perceptions of extreme weather events: a case study on an indigenous lands in the upper solimões river, brazil. *Ethnobiology and Conservation*, v. 13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15451/ec2024-01-13.07-1-19>. Acesso em: 13 abr. 2025.

FILHO, M. T. A. *et al.* Brazil and its disarranged climate policy towards cop 27. *Environment and Society*, v. 25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOCEDITORIALVU2022L3EDENG>. Acesso em: 4 fev. 2026.

FONTES-FILHO, J. R. *et al.* Governance of interorganizational health emergency networks: facing the zika pandemic. *Annals of Public and Cooperative Economics*, v. 92,

n. 2, p. 333-354, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/apce.12299>. Acesso em: 18 abr. 2025.

GRACIE, R.; XAVIER, D. R.; MEDRONHO, R. Floods and leptospirosis in brazilian municipalities from 2003 to 2013: use of data mining techniques. *Reports in Public Health*, v. 37, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00100119>. Acesso em: 12 abr. 2025.

GUAJAJARA, S. B.; ALARCON, D. F.; PONTES, A. L. M. Interview with sonia guajajara: the indigenous movement in the face of the covid-19 pandemic. *Journal of Science and Public Health*, v. 27, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320222711.22212021EN>. Acesso em: 23 jul. 2026.

HANSEN, C. A.; STAPLES, J. E.; BARRETT, A. D. T. Fractional dosing of yellow fever live attenuated 17d vaccine: a perspective. *Infection and Drug Resistance*, v. 16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2147/IDR.S370013>. Acesso em: 22 jul. 2025.

HORTA, P. *et al.* Brazil fosters fossil fuel exploitation despite climate crises and the environmental vulnerabilities. *Marine Policy*, v. 148, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105423>. Acesso em: 12 abr. 2025.

JACOBI, P. R.; FILHO, M. T. A.; PIERRO, B. Environment and society in times of climate emergency: from historical recovery to the current moment. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i3.P35-46>. Acesso em: 14 abr. 2025.

JAMROZIK, E.; SELGEID, M. J. Ethics, health policy, and zika: from emergency to global epidemic?. *Journal of Medical Ethics*, v. 44, n. 5, p. 343-348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104389>. Acesso em: 5 jul. 2025.

JUNIOR, J. C. O. *et al.* Origin of mounds in the pantanal wetlands: an integrated approach between geomorphology, pedogenesis, ecology and soil micromorphology. *Plos One*, v. 12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179197>. Acesso em: 26 abr. 2025.

KATAOKA, AM; PEDROSO, DS; MOSER, AS. Training in environmental education and climate emergency: theoretical-methodological contributions. *Ibero-american Journal of Studies in Education*, v. 19, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v19iesp.1.18425>. Acesso em: 12 ago. 2025.

LACERDA, G. B. M. *et al.* Methodological proposal for assessment and adaptation in oil industry plants in brazil's coastland. *Wit Transactions on Ecology and the Environment*, v. 159, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2495/FRIAR120071>. Acesso em: 11 fev. 2025.

LEITE, J. G. D. B.; FEDERIZZI, L. C.; BERGAMASCHI, H. Potential impacts of climate change towards agricultural systems in south brazil. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, v. 7, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i3a1239>. Acesso em: 12 set. 2025.

LEITE, J. R. M. *et al.* A case study on urban land use and disaster risks in brazil. *Journal of Latin American Studies on Disaster Risk Reduction Reder*, v. 6, 2022. DOI: <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.92>. Acesso em: 11 maio 2025.

LEWIS, B. Children's human rights-based climate litigation at the frontiers of environmental and children's rights. *Nordic Journal of Human Rights*, v. 39, n. 2, p. 180-

203, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/18918131.2021.1996002>. Acesso em: 2 set. 2025.

LOPES, A. C. C. G.; ALBUQUERQUE, A. A. Climate financing institutional effectiveness of the national fund on climate change. *Revista de Administração Pública*, v. 57, n. 3, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220220318x>. Acesso em: 2 maio. 2025.

MARCHEZINI, V. *et al.* Perceptions about climate change in the brazilian civil defense sector. *Internacional Journal of Disaster Risk Science*, v. 13, n. 5, p. 664-674, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13753-022-00444-z>. Acesso em: 4 abr. 2025.

MARENGO, J. A. *et al.* Flash floods and landslides in the city of recife, northeast brazil after heavy rain on may 25-28, 2022: causes, impacts, and disaster preparedness. *Weather and Climate Extremes*, v. 39, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>. Acesso em: 22 maio 2025.

MENDES, C. F. O. *et al.* Temporal relation between human mobility, climate, and covid-19 disease. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, v. 33, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0138469>. Acesso em: 8 abr. 2026.

MILANEZ, F.; MENTON, M.; SOUZA, J. M. A. Epistemological justice: decoloniality, climate change, and ecological conditions for future generations. *Institute of Development Studies Bulletin*, v. 53, n. 4, p. 85-100, 2022. DOI: <https://doi.org/10.19088/1968-2022.140>. Acesso em: 27 fev. 2025.

PEREIRA, A. O. JR.; MORAIS, R. C.; CUNHA, B. S. L. Allocative efficiency towards energy transition: the cases of natural gas and electricity markets. *Energies*, v. 16, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16020796>. Acesso em: 3 set. 2025.

PEREZ, L. P.; SALES, A. L. P.; DA SILVEIRA, J. A. R. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of joao pessoa, pb, brazil. *Sustainability in Debate*, v. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.32330>. Acesso em: 4 maio 2025.

RAMPINELLI, C. G.; SMITH, T. J.; ARAUJO, P. V. N. Addressing uncertainty in flood hazard mapping under a bayesian approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 29, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1061/JHYEFF.HEENG-6121>. Acesso em: 8 abr. 2025.

RAO, V. B. *et al.* Future increase in extreme el nino events under greenhouse warming increases zika virus incidence in south america. *Npj Climate and Atmospheric Science*, v. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0061-0>. Acesso em: 23 ago. 2025.

ROCHA, A. A.; NACHEZ, J. L. The school space: between climate emergency and thermal comfort. *Contemporary Journal of Education*, v. 18, n. 43, p. 156-180, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20500/rce.v18i43.62196>. Acesso em: 21 jun. 2025.

ROCHA, A. A. C. N.; NACHEZ, J. L. School space and sustainability in the tropics: the case of thermal comfort in brazil. *Sustainability*, v. 15, n. 18, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151813596>. Acesso em: 12 ago. 2025.

RODRIGUES, J. V. *et al.* Historical land use changes lead to massive loss of soil carbon stocks in a recovering, semiarid mangrove. *Marine Pollution Bulletin*, v. 208, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116980>. Acesso em: 4 out. 2025.

ROSA, P. B. Z. *et al.* Climate catastrophe in rio grande do sul, brazil: impact of strategic actions in response to flooding. *Bmc Research Notes*, v. 18, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-025-07094-6>. Acesso em: 9 maio 2025.

SANTANA, M.; BATISTA, J. A. N. Spatiotemporal variability of precipitations and relationship with large-scale atmospheric indices in the urubupunga hydroelectric cascade catchment area, brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 122, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104174>. Acesso em: 3 set. 2025.

SANTOS-PINTO, C. B. *et al.* The role of primary care pharmacists in the response to the zika epidemic. *Pharmacy Practice*, v. 19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2021.2.2290>. Acesso em: 12 nov. 2025.

SCHÄFER, M. *et al.* Imitation, adaptation, or local emergency? - a cross-country comparison of social innovations for sustainable consumption in brazil, germany, and iran. *Journal of Cleaner Production*, v. 284, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124740>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SEIGERMAN, C. K. *et al.* At the extremes: assessing interrelations among the impacts of and responses to extreme hydroclimatic events in ceara, northeast brazil. *Journal of Hydrology*, v. 632, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.130850>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SELMÍ, R. *et al.* “There is no vaccine for climate change” - how well governments' covid-19 green stimulus announcements contribute to business sustainability?. *International Economics*, v. 171, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.05.002>. Acesso em: 23 maio 2025.

SILVA, D. R. *et al.* Respiratory viral infections and effects of meteorological parameters and air pollution in adults with respiratory symptoms admitted to the emergency room. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, v. 8, n. 1, p. 42-52, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/irv.12158>. Acesso em: 3 abr. 2025.

SILVA, M. R. O. *et al.* Empowering fisherwomen leaders helped reduce the effects of the covid-19 pandemic on fishing communities: insights from brazil. *Marine Policy*, v. 135, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104842>. Acesso em: 6 set. 2025.

SILVA, S. S. *et al.* Amazon climate extremes: increasing droughts and floods in brazil's state of acre. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 21, n. 4, p. 311-317, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.10.006>. Acesso em: 10 out. 2025.

SOTERRONI, A. C. *et al.* Nature-based solutions are critical for putting brazil on track towards net-zero emissions by 2050. *Global Change Biology*, v. 29, n. 24, p. 7085-7101, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.16984>. Acesso em: 23 out. 2025.

SOTTO, D. *et al.* Aligning urban policy with climate action in the global south: are brazilian cities considering climate emergency in local planning practice?. *Energies*, v. 12, n. 18, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/en12183418>. Acesso em: 24 fev. 2025.

TAMBOSI, L. R.; DIAS, A. H. Food waste: global agenda and articulation with local movements. *Journal of Administration, Accounting and Sustainability*, v. 10, n. 2, p. 1-11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18696/reunir.v10i2.767>. Acesso em: 27 maio 2025.

TORRES, P. H. C. *et al.* Vulnerability of the sao paulo macro metropolis to droughts and natural disasters: local to regional climate risk assessments and policy responses.

Sustainability, v. 13, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010114>. Acesso em: 16 mar. 2025.

VALENCA, L. M.; RESTIVO, P. C. N.; NUNES, M. S. Seasonal variations in emergency room visits for asthma attacks in gama, brazil. Brazilian Journal of Pulmonology, v. 32, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-37132006000400005>. Acesso em: 19 mar. 2025.