



A CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PARA A PESQUISA GEOGRÁFICA E CLIMÁTICA: TENDÊNCIAS, LACUNAS E POSSIBILIDADES.

Guilherme Martins ¹

Eduarda Regina Agnolin ²

Pedro Germano dos Santos Murara ³

RESUMO

Este artigo apresenta um mapeamento científico da produção internacional sobre a relação entre precipitações extremas e mudanças climáticas, por meio de uma análise bibliométrica baseada em dados da base Scopus. Foram aplicadas ferramentas como o Biblioshiny e o VOSviewer para examinar indicadores de desempenho científico, redes de coautoria, coocorrência de palavras e co-citação de fontes. Os resultados evidenciam crescimento acelerado da produção ao longo das últimas duas décadas, com concentração em países do Norte Global e predominância de publicações em periódicos de alto impacto. Identificaram-se lacunas relativas à baixa participação de países do Sul Global e à necessidade de maior articulação entre pesquisadores e instituições da América Latina. Conclui-se que a bibliometria constitui um instrumento estratégico para compreender a estrutura e as dinâmicas do campo, possibilitando a formulação de agendas científicas mais integradas e contextualizadas.

Palavras-chave: Produção científica; Cooperação internacional; Geografia do clima.

ABSTRACT

This article presents a scientific mapping of the international production on the relationship between extreme precipitation and climate change, through a bibliometric analysis based on data from the Scopus database. Tools such as Biblioshiny and VOSviewer were applied to examine scientific performance indicators, co-authorship networks, keyword co-occurrence, and source co-citation. The results show a rapid growth in publications over the past two decades, concentrated in Global North countries and mostly published in high-impact journals. The study identified gaps regarding the low participation of Global South countries and the need for greater collaboration among researchers and institutions in Latin America. It is concluded that bibliometrics constitutes a strategic tool to understand the structure and dynamics of the field, enabling the formulation of more integrated and context-based scientific agendas.

Keywords: Scientific production; International cooperation; Climate geography.

INTRODUÇÃO

A intensificação dos eventos climáticos extremos, como precipitações intensas, secas severas e enchentes, tem demandado novas abordagens para a investigação e compreensão dos

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, guisoline@gmail.com;

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, eduardagnolin@gmail.com;

³ Docente Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, pinho.ra@gmail.com;



processos atmosféricos. A geografia, especialmente por meio da climatologia, ocupa papel central nesse esforço, ao articular variáveis naturais e humanas na análise das dinâmicas climáticas e seus impactos socioespaciais.

Nas últimas décadas, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) tem evidenciado o aumento da frequência e intensidade desses eventos, com efeitos diretos sobre os sistemas ambientais e socioeconômicos (IPCC, 2023). No contexto brasileiro, os episódios de chuvas extremas, ondas de calor e estiagens severas têm provocado perdas humanas e materiais expressivas, ressaltando a urgência de estudos que possam oferecer subsídios à adaptação climática e ao planejamento territorial (Herrmann, 2014). Nesse cenário, torna-se necessário compreender como o conhecimento científico sobre eventos extremos de precipitação vem sendo produzido e organizado globalmente.

A análise bibliométrica desponta como uma ferramenta metodológica capaz de sistematizar o conhecimento acumulado, revelando tendências, lacunas e possibilidades de investigação. Mais do que mensurar impacto, a análise bibliométrica permite compreender as redes cognitivas e institucionais que estruturam a ciência contemporânea (Bornmann; Leydesdorff, 2014). Ao identificar os fluxos, redes e centros de produção do conhecimento, a bibliometria contribui para uma cartografia cognitiva da ciência, auxiliando pesquisadores a se localizarem e planejarem suas investigações em campos em expansão, como a climatologia geográfica.

Este artigo objetiva apresentar uma aplicação da análise bibliométrica sobre eventos extremos de precipitação associados às mudanças climáticas, utilizando dados da base Scopus e ferramentas como o Bibliometrix e o VOSviewer. Busca-se demonstrar como essa abordagem pode servir como instrumento epistemológico para compreender a estrutura de um campo científico em desenvolvimento e auxiliar na consolidação da pesquisa climática na geografia.

METODOLOGIA

A pesquisa adotou um delineamento bibliométrico baseado em dados obtidos na base Scopus, por ser uma das maiores bases multidisciplinares e apresentar ampla cobertura internacional e atualizações frequentes, especialmente em relação às ciências ambientais (Harzing; Alakangas, 2016). Foram filtrados apenas artigos científicos revisados por pares, totalizando 3.551 documentos, a partir da string de busca: "extreme events" AND "precipitation" AND "climate change", no período de 1993 a 2023.

Os dados foram processados utilizando software R com o pacote Bibliometrix (interface Biblioshiny) e o software VOSviewer. No Bibliometrix, realizaram-se análises de crescimento



temporal, fontes mais relevantes, palavras-chave frequentes, autores e países com maior produção científica. Também foi avaliada a rede de coautoria internacional. No software VOSviewer, foram construídas redes de co-ocorrência de palavras, de colaboração entre autores e de co-citação de fontes. Aplicou-se um thesaurus para unificar termos repetidos e corrigir inconsistências, garantindo maior precisão às análises.

Trata-se, portanto, de um estudo metodológico-exploratório, cujo objetivo não é exaurir a literatura, mas testar a utilidade da análise bibliométrica como instrumento epistemológico aplicado à climatologia geográfica, revelando a estrutura e a dinâmica de um campo emergente da ciência contemporânea.

REFERENCIAL TEÓRICO

A bibliometria é uma metodologia que aplica técnicas quantitativas sobre dados bibliográficos (publicações, citações, palavras-chave, autores, instituições), com o objetivo de analisar padrões, identificar redes de colaboração e mapear a estrutura intelectual de um campo do conhecimento (Donthu et al., 2022). Seu desenvolvimento remonta à segunda metade do século XX, com os trabalhos de Pritchard (1969) e Broadus (1987), que estabeleceram as bases para a mensuração da produção científica.

Segundo Aria e Cuccurullo (2017), a análise bibliométrica pode ser estruturada em cinco etapas principais: (i) desenho do estudo, (ii) coleta de dados, (iii) análise, (iv) visualização e (v) interpretação. Essa abordagem sistemática garante a reprodutibilidade e a transparência das análises, sendo especialmente útil em campos com grande volume de publicações, como é o caso das ciências ambientais e climáticas.

Diversas técnicas podem ser aplicadas no escopo bibliométrico: a análise de co-citação, que revela a base intelectual de um campo por meio de documentos frequentemente citados em conjunto; o acoplamento bibliográfico, que conecta documentos com referências em comum; a análise de coautoria, que evidencia redes de colaboração entre pesquisadores e instituições; e a análise de co-ocorrência de palavras, que permite mapear os temas e conceitos mais recorrentes em determinado conjunto de estudos (Aria; Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2022).

Apesar de suas potencialidades, a bibliometria também apresenta limitações que precisam ser consideradas. Como destacam Bornmann e Leydesdorff (2014), há vieses relacionados à cobertura desigual das bases de dados (que privilegiam países e idiomas específicos), à defasagem temporal das citações (que demoram a se acumular) e à necessidade de conhecimento especializado para a correta interpretação dos resultados. Ainda assim, quando

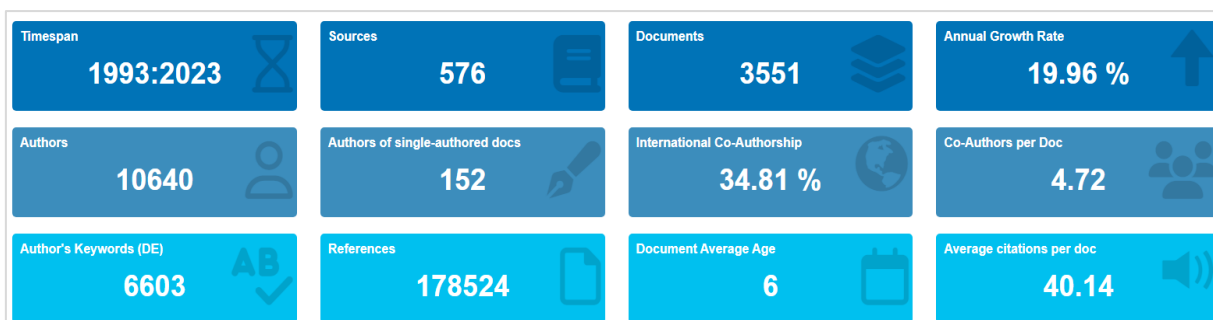
aplicada de forma crítica e contextualizada, essa metodologia oferece uma visão abrangente e estruturada da produção científica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados no Biblioshiny revelou que, entre 1993 e 2023, foram publicados 3.551 artigos sobre eventos extremos de precipitação e mudanças climáticas em aproximadamente 576 periódicos. Observou-se um crescimento anual médio de 19,96% na produção científica sobre o tema, com aceleração significativa a partir de 2014 e pico em 2023 (470 artigos).

A Figura 1 apresenta um panorama geral dos dados coletados, evidenciando o volume de publicações, o número total de autores envolvidos e a média de autores por artigo. Esses números revelam a crescente complexidade e caráter colaborativo da produção científica sobre eventos extremos de precipitação, o que é coerente com o avanço das agendas climáticas globais apontadas pelo IPCC (2023).

Figura 1: Informações principais dos dados importados para o *Biblioshiny*.

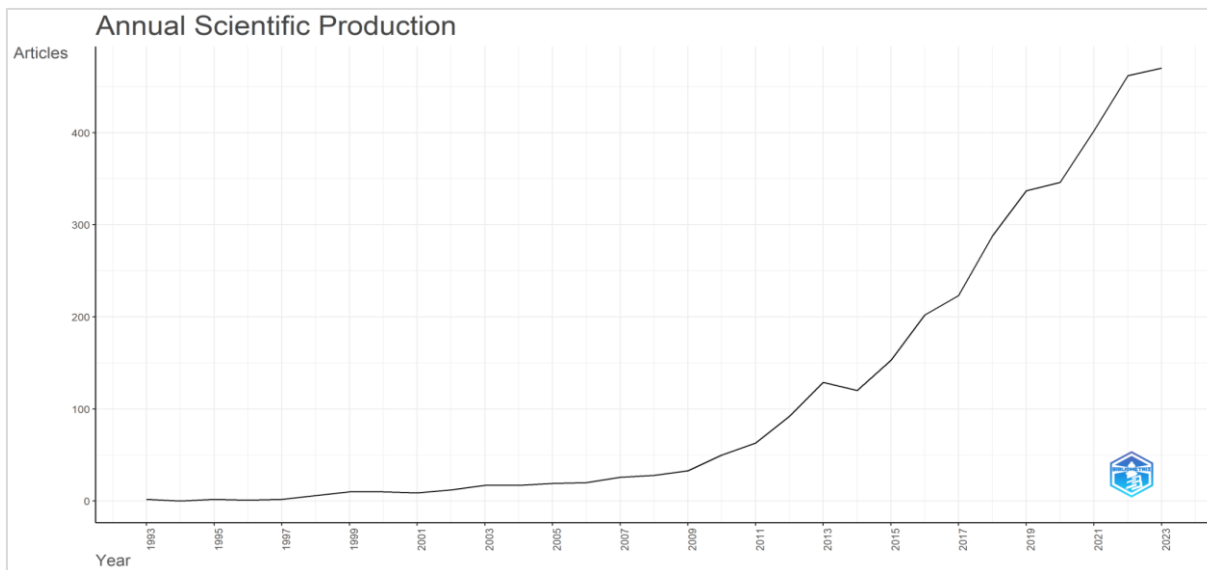


Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Biblioshiny (2024).

A produção científica sobre o tema passou a crescer de forma significativa a partir dos anos 2000, apresentando um avanço exponencial após 2014. O ano de 2023 destacou-se como o de maior número de publicações, com um total de 470 artigos. Embora esses resultados indiquem um aumento no interesse acadêmico e científico pelo tema, é importante considerar também a possível intensificação da ocorrência de eventos extremos (IPCC, 2023).

A Figura 2 ilustra a evolução temporal dessa produção, evidenciando um crescimento progressivo desde os anos 2000 e uma aceleração marcante a partir de 2014. Esse comportamento acompanha a consolidação do debate científico sobre as mudanças climáticas e sua intensificação no AR6 do IPCC. O pico registrado em 2023 reforça a atualidade e o caráter emergente do tema na agenda científica e global.

Figura 2: Gráfico da produção científica anual (*Biblioshiny*)

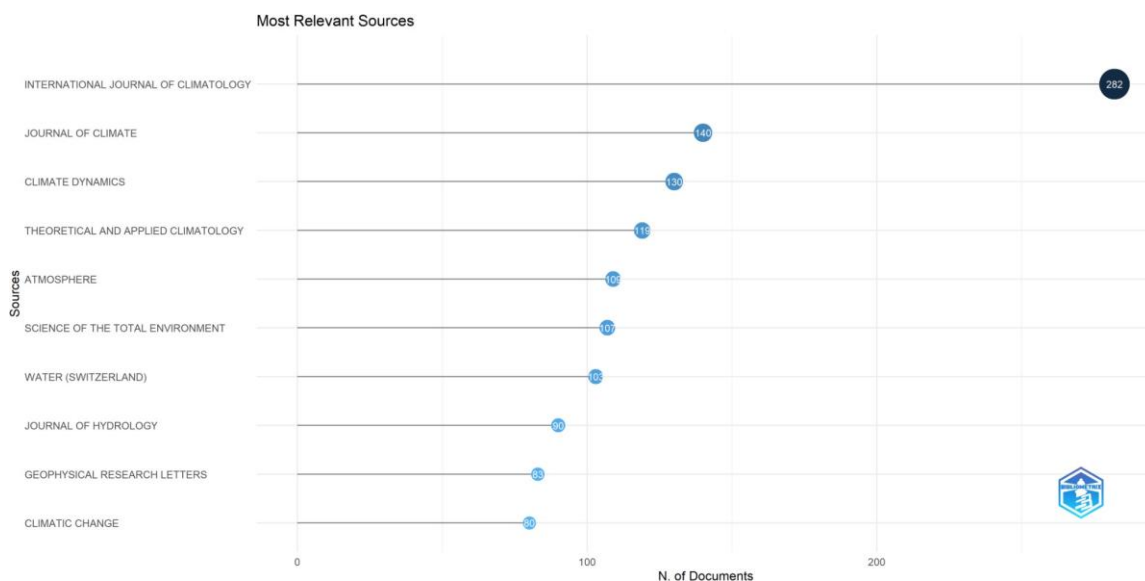


Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Biblioshiny (2024).

As fontes de maior relevância identificadas nas publicações foram, em primeiro lugar, o *International Journal of Climatology*, revista científica britânica publicada pela Wiley-Blackwell, com 282 artigos; em seguida, o *Journal of Climate*, revista científica norte-americana publicada pela American Meteorological Society (AMS), com 140 artigos; e, em terceiro lugar, o *Climate Dynamics*, revista científica internacional publicada pela Springer, com 130 artigos, além de outras fontes de menor volume.

A Figura 3 mostra que esses periódicos concentram grande parte da produção científica sobre o tema e são revistas de alto impacto que publicam estudos empíricos e modelagens climáticas, o que confirma que os debates sobre eventos extremos estão ancorados em periódicos especializados da climatologia.

Figura 3: Fontes de maior relevância (*Biblioshiny*)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.



Esse tipo de interpretação dos dados pode auxiliar na delimitação das fontes a serem consultadas, bem como no número de artigos a serem consultados, visto que a quantidade total dos artigos dificulta, ou quase impossibilita a leitura de toda base exportada do Scopus.

Ao analisar a produção científica realizada por países ao redor do mundo, observa-se que China, Estados Unidos e Alemanha se destacam como líderes, com 3.912, 2.865 e 812 documentos relacionados ao tema, respectivamente. Além disso, esses dados podem ser visualizados de forma espacializada, permitindo compreender melhor a distribuição global da pesquisa.

A Tabela 1 e a Figura 4 evidenciam essa concentração geográfica da produção, com destaque para China, Estados Unidos e Alemanha. O Brasil aparece com 497 publicações, ocupando uma posição intermediária. Embora relevante, essa participação ainda é relativamente modesta, o que sugere a necessidade de ampliar a inserção internacional e fortalecer a cooperação científica do país.

Tabela 1: Produção Científica dos Países
(Biblioshiny)

Country	Nº of Documents
CHINA	3912
USA	2865
GERMANY	812
UK	765
CANADA	601
INDIA	573
ITALY	528
BRAZIL	497

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

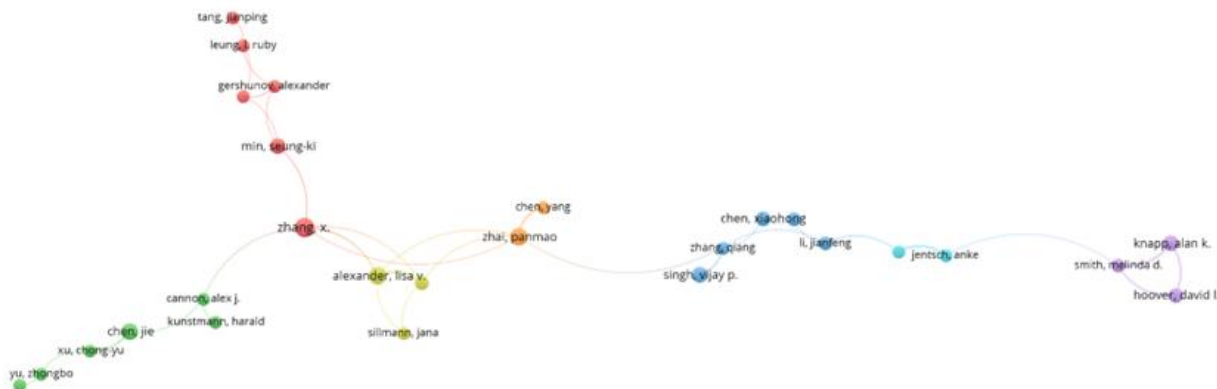
No avanço da análise bibliométrica, os dados foram importados para o software VOSviewer. A figura 5 ilustra a rede de palavras chave relacionadas, realizou-se aqui um thesaurus para combinar palavras e termos repetidos, bem como uma filtragem de palavras que ocorreram pelo menos 150 vezes, obtendo cerca de 40 resultados. Destacam-se palavras como climate change, extreme precipitation, trend analysis e climate models, refletindo uma forte ênfase em abordagens quantitativas, modelagem e análise de tendências.

[illegible]



Com relação a colaboração entre autores, filtrou-se um total de 8 trabalhos por autor e foi feito também um thessaurus para os autores com nomes duplicados ou com diferentes abreviações, obtendo-se 47 resultados. A Figura 6 revela clusters bem definidos de coautoria, principalmente na Ásia, Europa Ocidental e América do Norte. A estrutura densa dessas redes indica a existência de grupos de pesquisa consolidados e integrados internacionalmente.

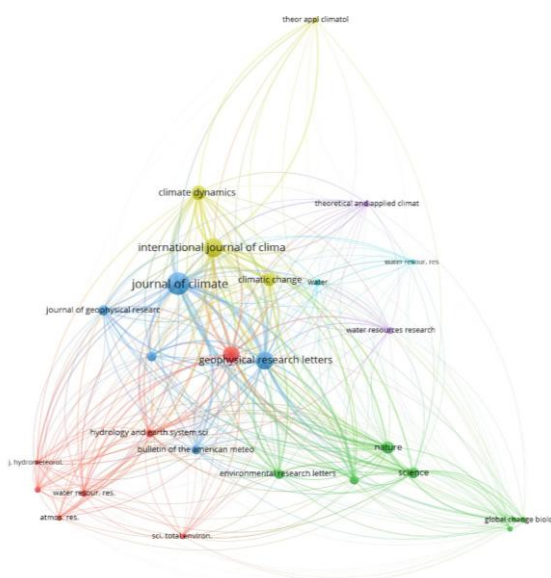
Figura 6: Colaboração entre os autores (VOSViewer)



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do VOSviewer (2024).

Por último foi gerado uma rede de co-citação de fontes, onde os artigos foram limitados a 500 citações por fonte, em seguida realizou-se um thessaurus para combinação dos nomes duplicados ou abreviados, obteve-se 27 resultados. A Figura 7 evidencia os periódicos mais co-citados, considerados referências centrais no debate climático. Essa rede de co-citação revela o núcleo intelectual que sustenta o campo, mostrando a interconexão entre pesquisas sobre eventos extremos e os debates mais amplos sobre mudanças climáticas globais.

Figura 7: Co-citação de fontes (VOSViewer)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica representa uma contribuição significativa para a pesquisa em climatologia geográfica, ao possibilitar a visualização das redes, fluxos e tendências da produção científica. Os resultados evidenciam um campo em crescimento acelerado, com ênfase nas mudanças climáticas e em seus impactos hidrometeorológicos, além de revelar uma estrutura de colaboração internacional cada vez mais consolidada.

Para a Geografia, essa abordagem oferece subsídios valiosos para a realização de revisões sistemáticas, a identificação de lacunas temáticas e o fortalecimento da base teórico-metodológica dos estudos climáticos. Torna-se fundamental que pesquisadores brasileiros ampliem sua inserção nas redes internacionais e explorem temas ainda pouco abordados, como vulnerabilidade socioespacial, adaptação urbana e justiça climática.

Conclui-se que a bibliometria pode atuar como um instrumento epistemológico na climatologia geográfica, apoiando decisões científicas, educacionais e de gestão de riscos climáticos. Seu uso crítico e contextualizado tem o potencial de fortalecer a produção científica nacional e ampliar sua relevância no debate global sobre as mudanças climáticas, promovendo maior reconhecimento e impacto internacional.

Além disso, ressalta-se que a aplicação da análise bibliométrica pode contribuir para o fortalecimento da pesquisa climatológica brasileira no contexto latino-americano, ao evidenciar as assimetrias de produção e apontar caminhos para a construção de redes científicas regionais. A integração em colaborações Sul-Sul permitiria ampliar a visibilidade da produção nacional, promover o intercâmbio de metodologias e incorporar perspectivas contextualizadas às especificidades socioambientais da América Latina.

Ao fomentar maior articulação entre pesquisadores, instituições e agências de fomento da região, a bibliometria pode auxiliar na consolidação de uma agenda científica latino-americana sobre mudanças climáticas e eventos extremos. Tal avanço contribuiria para reduzir a dependência epistemológica das redes do Norte Global e para posicionar a climatologia geográfica brasileira como um ator estratégico e propositivo no enfrentamento dos desafios climáticos contemporâneos.

Em síntese, compreender os caminhos já percorridos pela ciência é condição essencial para construir os caminhos que ainda precisamos trilhar.

REFERÊNCIAS



ARIA, M.; CUCCURULLO, C. **Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis**. Journal of Informetrics, v. 11, p. 959–975, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007.

BORNMANN, L.; LEYDESDORFF, L. **Scientometrics in a changing research landscape**. EMBO Reports, v. 15, n. 12, p. 1228–1232, 2014. DOI: 10.15252/embr.201439608.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. **How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines**. Journal of Business Research, v. 133, p. 285–296, 2022. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.

HARZING, A.-W.; ALAKANGAS, S. **Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison**. Scientometrics, v. 106, p. 787–804, 2016. DOI: 10.1007/s11192-015-1798-9.

HERRMANN, M. L. B. **Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina: 1980 a 2010**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2014. 88 p.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** / [Core Writing Team, H. Lee; J. Romero (eds.)]. Geneva: IPCC, 2023. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 17 set. 2024