

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE EVENTOS DE SECA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: PANORAMA, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS

BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON DROUGHT EVENTS IN THE BRAZILIAN AMAZON: OVERVIEW, TRENDS AND PERSPECTIVES

Jadelene Ramos de Souza 1
Ana Cristina Cavalcante Selfe 2
Matheus Cavalcante Silva 3
Junior Hiroyuki Ishihara 4

Resumo: A Amazônia Legal exerce um papel central na regulação climática, impactando todo o território sul-americano. As mudanças climáticas na região, com secas mais intensas e frequentes, têm gerado preocupação recente. O estudo visa realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre secas na Amazônia. Foi conduzida uma busca na base de dados Scopus, usando descritores pré-definidos abrangendo os anos de 2000 a 2023. Os resultados indicam um crescimento nas publicações sobre secas a partir de 2009, com um pico em 2022. Instituições regionais, como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Universidade Federal do Pará (UFPA), desempenham um papel crucial nas pesquisas sobre o tema. Além disso, agências de financiamento, nacionais e internacionais, são reconhecidas por seu apoio à pesquisa na região. O mapeamento da produção científica sobre esse tema é essencial para orientar futuras pesquisas e ações de conservação na região.

Palavras-chave: Amazônia legal. Mudanças Climáticas. Scopus. Bibliometria.

Abstract: The Legal Amazon plays a central role in climate regulation, impacting the entire South American territory. Climate change in the region, with more intense and frequent droughts, has generated recent concern. The study aims to carry out a bibliometric analysis of scientific production on droughts in the Amazon. A search was conducted in the Scopus database, using pre-defined descriptors covering the years 2000 to 2023. The results indicate an increase in publications on droughts from 2009 onwards, with a peak in 2022. Regional institutions, such as the National Institute for Amazon Research (INPA) and the Federal University of Pará (UFPA) play a crucial role in research on the topic. Additionally, national and international funding agencies are recognized for their support of research in the region. Mapping scientific production on this topic is essential to guide future research and conservation actions in the region.

Keywords: Legal Amazon. Climate Changes. Scopus. Bibliometrics.

1 - Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, UFPA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0422213339814639>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7153-0984>. E-mail: jadelene.souza@tucurui.ufpa.br

2 - Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, UFPA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1214058547708741>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4543-5888>. E-mail: ana.selfe@tucurui.ufpa.br

3 - Especialista em Geologia, FACULDADE ÚNICA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9931584436765466>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6139-3624>, E-mail: matheuscavalcante_s@hotmail.com

4 - Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, UFPA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3498874642887006>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0081-7913>. E-mail: jhi@ufpa.br

Introdução

A Amazônia Legal brasileira possui uma superfície aproximada de 5.015.067,74 km², correspondente a cerca de 58,9% do território nacional, e abrange nove estados em três distintas regiões, sendo Pará, Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia e Roraima, Tocantins (Norte), Maranhão (Nordeste), e Mato Grosso (Centro-Oeste) (Paolino et al., 2021). Por se tratar da maior floresta tropical do mundo, dispendo vasta diversidade de ecossistemas, constituídos por diferentes tipos de vegetação, clima e solo, desempenhando um papel crítico no equilíbrio ecológico do planeta, a Amazônia ocupa um lugar de destaque na arena política internacional (Amin, 2015; Barroso e Mello, 2020; Portella et al., 2022).

A presença da Amazônia no continente sul-americano representa um mecanismo de regulação de variáveis climáticas como a precipitação e a umidade, as quais resultam em altos índices de pluviométricos na região e possibilitam a distribuição de umidade para as demais áreas do território, como o Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país (Malvestio e Nery, 2012). Estes mecanismos decorrem principalmente por meio do transporte de umidade para estas regiões através de sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e os Jatos de Baixos Níveis (JBN) associados às altas taxas de evapotranspiração da floresta (Carvalho et al., 2010; Limberger e Silva, 2016).

As mudanças climáticas na região amazônica têm sido frequentemente discutidas em diversas pesquisas. De acordo com Copertino et al. (2019), a Amazônia já entrou em um novo regime de clima mais quente e altamente variável, com estações secas mais prolongadas e intensas. Historicamente, as secas na Amazônia estão constantemente relacionadas a mudanças climáticas e fenômenos, tais como El Niño-Oscilação Sul (ENSO) e anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) (Marengo et al., 2008; Marengo e Espinoza, 2016; Jimenez et al., 2019; Giovannettoni et al., 2020).

Por outro lado, estudos mais recentes têm enfatizado a influência antrópica no território amazônico, demonstrando que as secas mais recentes podem estar relacionadas a ações como o desmatamento e as queimadas (Silverio et al., 2019), corroboradas principalmente por atividades agropecuárias, comércio ilegal de madeira e pela mineração (Santos et al., 2017; Rezende e Vartuli, 2021; Portella et al., 2022). A Floresta Amazônica brasileira dispunha de pouca influência antrópica até o início do ano de 1960 (Barroso e Mello, 2020). Contudo, o incentivo à ocupação desordenada da região Norte do Brasil promoveu o incremento nas taxas de desmatamento e de mudanças no uso da terra e alterou drasticamente o regime de fogo na Amazônia (Copertino et al., 2019).

Em razão disso, a Amazônia tem recebido enfoque entre gestores de recursos hídricos, agricultores, especialistas em desenvolvimento, pesquisadores e políticos, a fim de avaliar o atual panorama das secas e facilitar tomadas de decisão (Marengo et al., 2013). Nesse sentido, a análise bibliométrica tem sido efetivada como uma importante ferramenta para a identificação de lacunas de conhecimento e direcionar futuras pesquisas científicas, contribuindo para o avanço da ciência e para a solução de problemas relevantes da sociedade (Cunha, Correa e Beuren, 2010).

Nesse contexto, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de realizar um levantamento da produção científica acerca dos eventos de seca na Amazônia. Por isso, este estudo objetivou o mapeamento dos trabalhos sobre a temática, visando contribuir para o melhor entendimento do estado da arte, identificar tendências e comportamentos da literatura e identificar lacunas de conhecimento em uma região de extrema relevância para o clima.

Fundamentação teórica

As secas representam fenômenos de origem natural, sendo passíveis de ocorrência em praticamente todas as zonas climáticas, sem que haja uma constatação precisa acerca do seu início. Os períodos de seca possuem relação direta com a redução da quantidade de precipitação recebida durante um espaço de tempo, ocasionando grandes impactos socioambientais e econômicos (Mishra e Singh, 2010). Por exemplo, historicamente os extremos climáticos propiciaram o desaparecimento de civilizações por todo o planeta, tal como o declínio da Dinastia Maia, a qual pode ter sucumbido

devido a uma sucessão de secas severas (Hunt e Elliott, 2002).

A classificação das secas permite agrupamento em quatro distintas categorias, que correspondem ao tipo de impacto ocasionado, a saber: meteorológicas, agrícolas, hidrológicas e socioeconômicas (Gonçalves et al., 2021). A seca meteorológica está atrelada à redução da precipitação e aumento da evapotranspiração, impactando o sistema hidrológico e a utilização de recursos hídricos (Pessini, 2017; Pontes Filho et al., 2019). A seca agrícola provém do déficit de precipitação e água no solo, afetando a agricultura (Mishra e Singh, 2010). A seca hidrológica reflete um período com redução significativa dos níveis médios dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ocasionando racionamento e colapso em sistemas de abastecimento ou de irrigação (Van Loo, 2015; Pessini, 2017). Já a seca socioeconômica refere-se à combinação das secas anteriores e desencadeia problemas na oferta de recursos dependentes do clima, como alimentos e energia (Ferreira et al., 2015; Pessini, 2017).

A compreensão das características de um evento de seca, tais como frequência, intensidade, duração e extensão de área, requer séries temporais longas e homogêneas das condições meteorológicas e hidrológicas de uma determinada região, capazes de registrar ocorrência de eventos extremos (Pontes Filho et al., 2019; Gonçalves et al., 2021). De modo geral, os estudos observacionais sobre os extremos climáticos apresentam limitações devido às dificuldades para a obtenção de séries densas e, embora existam séries temporais relativamente longas em muitas partes do globo, os conjuntos de dados disponíveis para a região amazônica normalmente são escassos e limitados (Alves, Marengo e Cavalcanti, 2013).

Em detrimento disso, evidências paleoecológicas foram consideradas como importantes ferramentas para a validação do histórico de secas no passado, sobretudo na região amazônica. Nesse sentido, há evidências de extremos climáticos na Amazônia ao longo dos dois últimos milênios, conforme verificou Meggers (1994). De acordo com este autor, as evidências refletem impactos de eventos de Mega-El Niño (El Niño de longa duração) aproximadamente 1500, 1000 e 700 anos atrás, sendo substancialmente mais severos do que eventos rigorosos recentes, tais como os ocorridos em 1925-26, 1982-83 e 1997-98.

Registros de camadas enriquecidas em carvão vegetal na bacia do rio Negro indicam a ocorrência de um grande número de incêndios florestais em 1100 AC, sugerindo uma seca prolongada nesta parte da Amazônia (Bryant, 2005). Um cenário similar foi evidenciado em 1912, apresentando alta correlação com um forte evento de El Niño Oscilação Sul (ENOS), enquanto as secas ocorridas em 1925-26, 1982-83 e 1997-98 foram associadas à ocorrência de episódios El Niño intensos, e as secas ocorridas em 1964 e 1980 não estiveram associadas ao El Niño (Marengo, 1992; Marengo et al., 2008; Marengo et al., 2011).

Mais recentemente, em 2005, a Amazônia experimentou uma das mais intensas secas do século, o que levou coletivamente países sul-americanos, a exemplo do Peru, Colômbia, Bolívia e Brasil, a declararem estado de calamidade pública (Tomasella et al., 2010). Esta seca teve como causas a variabilidade natural do clima e as contribuições antrópicas (Alves, Marengo e Cavalcanti, 2013). As projeções realizadas por Cox et al. (2008) sugerem que secas como a de 2005, cujo tempo de retorno da ordem de 1 a cada 20 anos, poderão aumentar para 1 a cada 2 anos no ano de 2025, e para 9 a cada 10 anos em 2060.

Historicamente, mudanças na precipitação na Amazônia frequentemente relacionadas ao El Niño-Oscilação Sul (ENSO) no Pacífico tropical (Marengo e Espinoza, 2016; Giovannettoni et al., 2020), anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico tropical (Marengo et al., 2008; Jimenez et al., 2019), ou a uma interação de entre mudanças e fenômenos climáticos em diferentes escalas de tempo (Jiménez-Muñoz et al., 2016; Nobre, Marengo e Soares, 2019). Em suma, as secas ocasionaram fortes impactos sociais, econômicos e ambientais na Amazônia, tendo sido intensificados por fatores antropogênicos, sobretudo por mudanças no uso da terra associadas aos sectores agrícola e florestal, com impactos mais notáveis a partir de 1970 (Marengo e Espinoza, 2016; Copertino et al., 2022).

Nas últimas décadas, vários estudos revelaram um atraso recorrente no início da estação chuvosa e nas condições de seca em diferentes regiões amazônicas (Barbosa, Kumar e Silva, 2015; Paca et al., 2020). Concomitantemente, as projeções sobre alterações climáticas apresentadas pelo Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5-IPCC) demonstram

uma intensificação dos períodos de seca e das secas no século XXI (Alves et al., 2020). Por isso, a Amazônia tem recebido enfoque entre gestores de recursos hídricos, agricultores, especialistas em desenvolvimento, investigadores e decisores políticos (Marengo et al., 2013), principalmente em virtude de implicações negativas para a biodiversidade, transporte, agricultura e povos nativos (Paredes-Trejo et al., 2021).

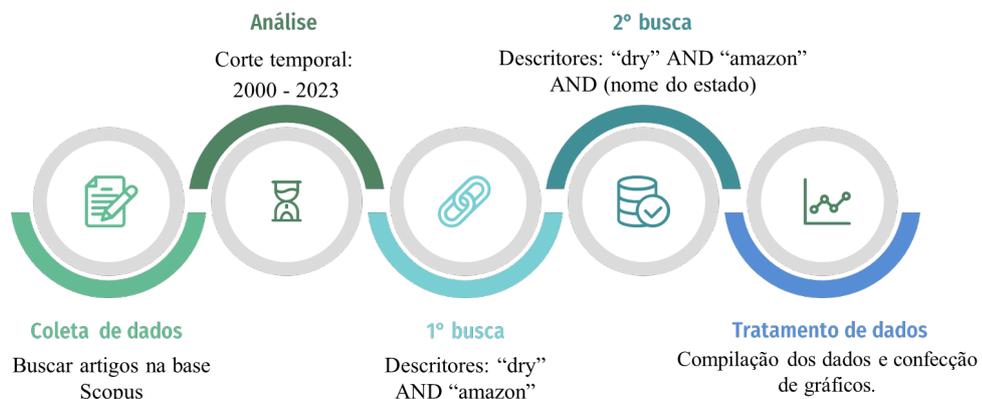
Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido através de uma análise bibliométrica da literatura revisada. A análise bibliométrica se utiliza de métodos estatísticos matemáticos com o intuito de facilitar a exploração de estudos publicados, podendo ser conduzida de forma avaliativa ou descritiva, como por exemplo, através da determinação de áreas de publicação ou fatores de impacto (Biegging e Busarello, 2014).

Para realizar a listagem dos artigos científicos, utilizou-se a base de dados Scopus, e por se tratar de uma fonte de dados internacional, os termos escolhidos foram utilizados em inglês. Dessarte, utilizou-se como descritores as seguintes palavras: “dry” e “amazon”, aplicando o operador booleano “AND” para a pesquisa entre títulos de artigos, resumos e palavras-chave. O alcance da busca foi definido para o período de janeiro de 2000 a outubro de 2023, permitindo a análise do corte temporal dos últimos 24 anos.

Para definir os estudos realizados sobre os estados que compõe a Amazonia Legal os descritores utilizados foram “dry”, “amazon” e o nome do estado correspondente, também utilizando o “AND” como operador e aplicando os critérios de pesquisa previamente mencionados. A figura 1 apresenta a descrição da metodologia.

Figura 1. Resumo das etapas metodológicas



Fonte: Autores (2023).

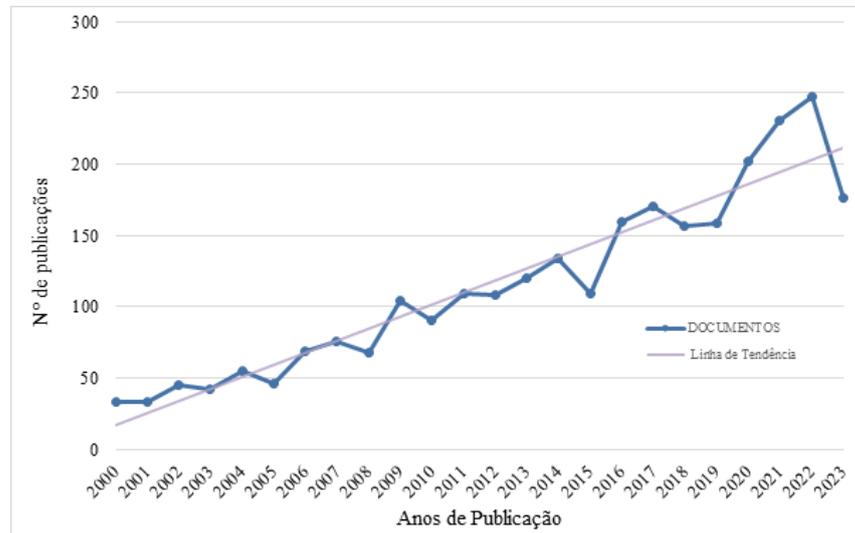
Após a coleta, os dados foram analisados, compilados em planilhas digitais e demonstrados através de gráficos. Os critérios utilizados para realizar a análise proposta por este estudo foram: principais autores, instituições, revistas e países que publicaram sobre o tema, números de publicações por ano dentro do corte temporal analisado e estados da região Amazônica contemplados por estes artigos. Os resultados foram representados utilizando gráficos de barra, gráficos de linha, tabelas, sunburst e mapas.

Resultados e discussão

No levantamento de dados utilizando os descritores “dry” AND “Amazon”, foram identificados um total de 2.744 títulos de artigos. A Figura 2 demonstra que há uma tendência de crescimento ao longo dos anos. É possível observar que a partir do ano de 2009, houve um crescimento nas publicações e pesquisas relacionadas ao tema apesar da ocorrência de

decrecimentos pontuais, principalmente no ano de 2015, 2018 e 2019, atingindo o pico de publicações em 2022, com um total de 247 documentos acerca do assunto.

Figura 2. Número de documentos publicados no intervalo de 24 anos e linha de tendência das publicações

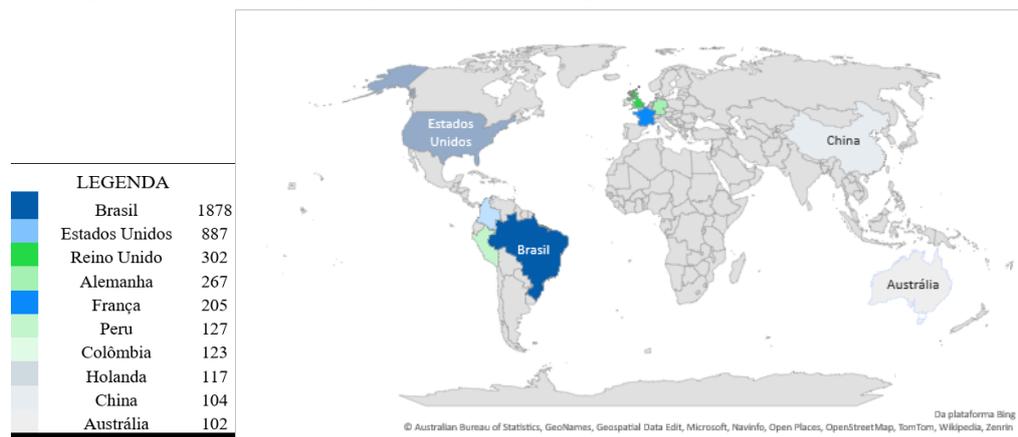


Fonte: Autores (2023).

No ano de 2023 pode-se observar que o número de publicações está em decréscimo, isso pode ser justificado pois o ano ainda não está concluído. A linha de tendência evidencia esse crescimento no número de estudos desenvolvidos com o passar dos anos.

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os mapas desenvolvidos para a identificação das áreas geográficas de maior concentração de publicações. O Mapa-Múndi (Figura 3), representa uma visão global da origem de quem produziu mais pesquisas.

Figura 3. Concentração de publicações no Mapa Múndi



Fonte: Autores (2023).

O estudo evidenciou que no território sul-americano, os demais países apresentam uma produção de publicações relativamente inferior em comparação ao Brasil, sobretudo em países que constituem a Amazônia Legal, em particular, Peru e Colômbia ocupam a 6ª e 7ª posições, respectivamente, no ranking de publicações, estando atrás do Brasil, dos Estados Unidos e de alguns países do continente Europeu, a exemplo do Reino Unido, Alemanha e França. Isso sugere que o Brasil e algumas nações estrangeiras têm desempenhado um papel de destaque na pesquisa e na divulgação de informações relacionadas à temática em questão.

Por outro lado, o Mapa do Brasil (Figura 4), oferece um enfoque mais específico no

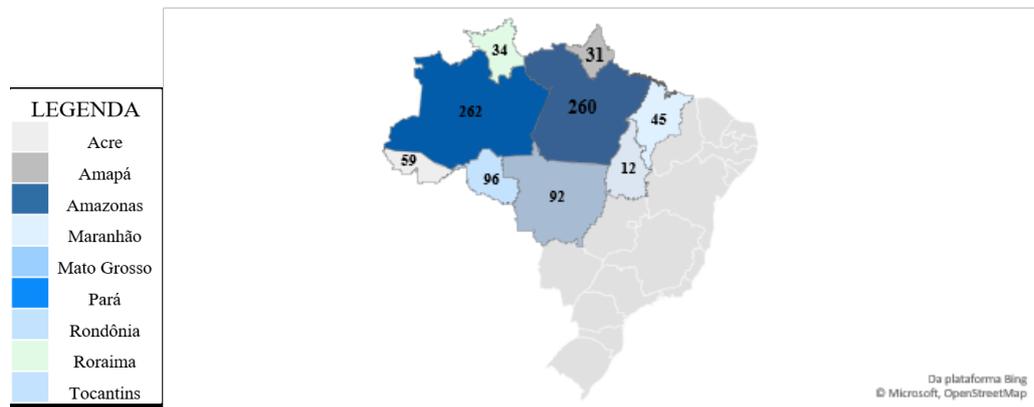
contexto nacional. Essas representações cartográficas permitem visualizar de forma clara as regiões onde as publicações se concentram.

No mapa do Brasil, fica evidente que as áreas com maior número de publicações se encontram na região Norte, especialmente no Amazonas e no estado do Pará, e parte do Centro Oeste. Curiosamente, essas localidades correspondem às áreas em que estão localizadas as universidades que lideram as publicações no cenário global, como indicado no mapa-múndi.

Além disso, podemos observar que as regiões do Mato Grosso e de Rondônia também seguem o ranking com um volume considerável de publicações no país. Isso pode se dar pois, no contexto atual, o estado do Mato Grosso destaca-se como o principal produtor de soja no Brasil, sendo importante ressaltar que este estado figura entre aqueles que registram os maiores índices de desmatamento florestal no país (Jorge, 2021).

Entretanto, é crucial compreender que essa problemática não se restringe unicamente a Mato Grosso, pois suas ramificações e impactos estendem-se aos estados do Maranhão, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre. Esta interconexão dá origem ao que é conhecido como o “arco do desmatamento”, uma região caracterizada pelos mais elevados índices de desmatamento na Amazônia (Oviedo, Lima, Augusto, 2019). Neste contexto, o desenvolvimento de estudos sobre os impactos gerados pelas ações antrópicas no tocante à temática deste estudo, apresenta-se em crescimento em função da notoriedade que o tema vem alcançando.

Figura 4. Concentração de publicações no Mapa do Brasil



Fonte: Autores (2023).

Para analisar as fontes de publicações dos artigos, o estudo deu enfoque para as 10 revistas que registraram o maior número de publicações acerca do tema, contidas no banco de dados da Scopus. A Tabela 1 apresenta essa distribuição, na qual a revista “*Atmospheric Chemistry and Physics*” se destaca como a principal fonte, contribuindo com um total de 99 publicações.

Tabela 1. Ranking dos periódicos com maior número de publicações sobre a temática

Periódico	Total de Artigos Publicados
Atmospheric Chemistry and physics	99
Journal of Geophysical Research Atmospheres	58
Acta Amazonia	47
Global Change Biology	36
Geophysical Research Letters	35
Journal of Coastal Research	35
Remote Sensing	34
Internacional Journal of Climatology	33
Climate Dymanics	32

Science of the total Environment	32
----------------------------------	----

Fonte: Autores (2023).

Além de identificar os principais periódicos, foi possível analisar as principais instituições que mais contribuíram com publicações no período compreendido entre 2000 e 2023, a identificação das principais instituições publicadoras pode variar dependendo do domínio de pesquisa e do período de análise. Geralmente, essas instituições são reconhecidas pelo impacto de suas contribuições e pela qualidade de suas pesquisas dentro de um campo específico.

Na Tabela 2, é notável que das 10 principais instituições, 8 delas são de origem brasileira. As duas exceções são o Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS), da França, ocupando o 7º lugar, e a Max Planck Institute For Chemistry, da Alemanha, em 9º lugar.

Tabela 2. Ranking instituições contribuintes para publicações

Colocação	Nome da Instituição	Quant.
1º	Universidade de São Paulo	343
2º	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	319
3º	Universidade Federal do Pará	306
4º	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	236
5º	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	159
6º	Universidade Federal do Amazonas	113
7º	Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS	101
8º	Universidade Federal de Mato Grosso	91
9º	Max Planck Institute for Chemistry	89
10º	Museu Paraense Emilio Goeldi	89

Fonte: Autores (2023).

O Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) ostenta uma notável posição, figurando como a segunda instituição com o maior número de publicações. Logo em seguida, a Universidade Federal do Pará (UFPA) se destaca como a terceira instituição mais produtiva, contribuindo com aproximadamente 306 publicações na área em questão. Essa alta produção científica destas instituições demonstra a importância que as instituições locais/regionais exercem nas pesquisas nesta região

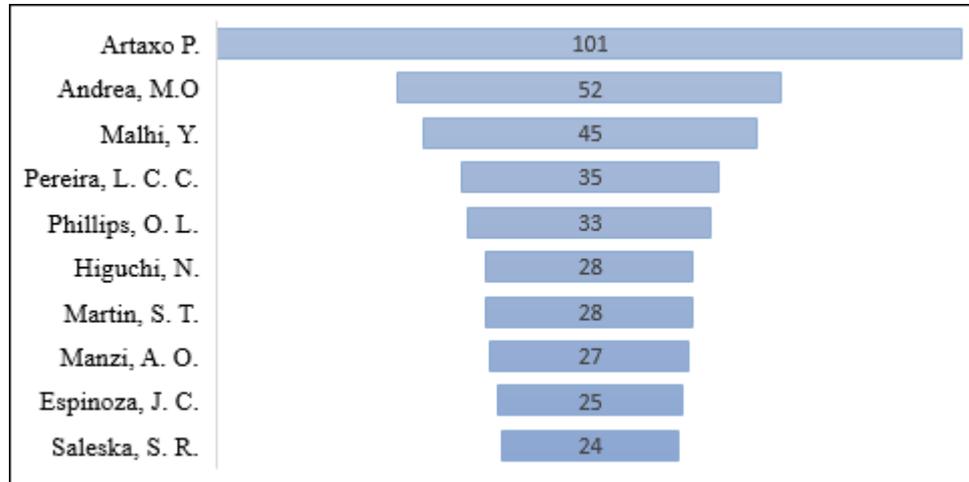
Chama a atenção também a presença significativa de instituições como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que desempenha um papel importante na região por meio de uma rede de pesquisa integrada, contribuindo para o desenvolvimento de soluções nos setores florestal, agropecuário e agroindustrial. Além disso, a EMBRAPA contribui para a formulação de políticas públicas com o intuito de reduzir a pobreza, melhorar o bem-estar humano e combater o desmatamento e a degradação ambiental (Embrapa, 2020).

Os pesquisadores mais proeminentes nesse campo são apresentados na Figura 6, e, como pode ser observado, em sua maioria originários do Brasil. Um exemplo notável é o autor classificado em primeiro lugar no ranking, com 101 publicações durante o período analisado: Artaxo, P., pesquisadora da Universidade de São Paulo (USP). Além disso, outros pesquisadores brasileiros de destaque incluem Pereira, L. C. C., da Universidade Federal do Pará (UFPA); Higuchi, N., do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA); e Manzi, A. O., vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Complementando o ranking, encontramos pesquisadores internacionais, incluindo um da Alemanha (Andrea, M.O), um da França (Andrea, M.O), dois do Reino Unido (Malhi, Y., e Phillips, O.L), e dois dos Estados Unidos (Martin, S. T., e Saleska, S. R).

Esse ranking reforça ainda mais a constatação de que os principais autores estão associados às cinco principais instituições que lideram as publicações, conforme ilustrado

na Figura 2. Essa relação entre os pesquisadores de destaque e as instituições líderes destaca a relevância das colaborações e pesquisas realizadas nessas organizações para o avanço do conhecimento na área de estudo em questão.

Figura 5. Ranking Autores entre 2000 - 2023

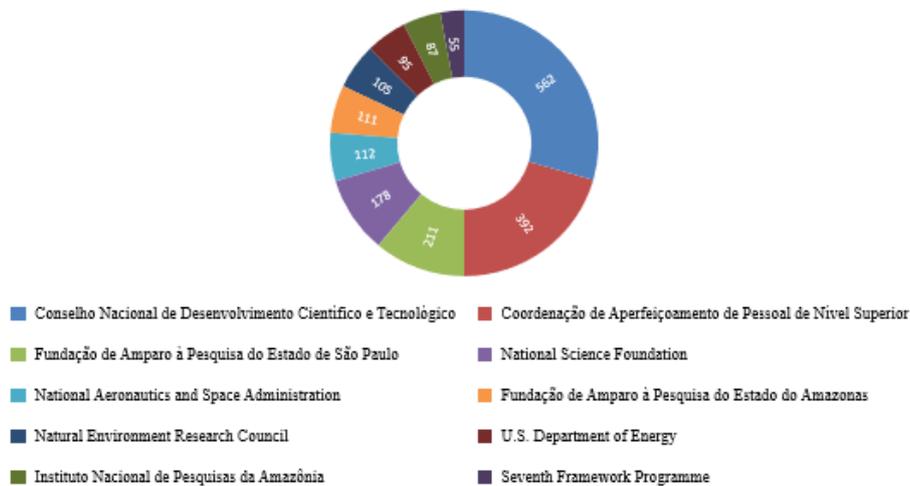


Fonte: Autores (2023).

A condução desses estudos envolve custos substanciais, que abrangem despesas como bolsas para pesquisadores, aquisição de insumos, equipamentos e outros recursos. Mais uma vez, as agências de fomento à ciência brasileiras desempenham um papel crucial nesse contexto. Entre os dez principais financiadores de pesquisas na região da Amazônia, no período compreendido entre 2000 e 2023, notamos que metade deles são órgãos nacionais (Figura 7). Em particular, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), vinculados ao Governo Federal, ocupam o primeiro e o segundo lugar, respectivamente. Agências estaduais também desempenham um papel relevante no financiamento, destacando-se a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), em terceiro lugar, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), em sexto lugar. O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) também figura no ranking, ocupando a nona posição.

Além das instituições nacionais, observamos a contribuição de instituições estrangeiras que financiam parte dessas pesquisas. Entre elas, destacam-se a National Science Foundation (NSF) em quarto lugar, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) em quinto lugar, o Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) em oitavo lugar, sendo as três dos Estados Unidos. O Reino Unido também aparece no ranking em sétimo lugar com o Natural Environment Research Council (Nerc), e o Seventh Framework Programme (FP7) da Europa, em décimo lugar. Essa diversidade de fontes de financiamento ilustra a colaboração internacional e a relevância atribuída a essas pesquisas na região amazônica.

Figura 6. Principais financiadores das publicações feitas entre 2000 e 2023



Fonte: Autores (2023).

Conclusões

O presente estudo empreendeu uma análise bibliométrica abrangendo 2.744 títulos de artigos, com o propósito de examinar as tendências de estudos sobre secas na Amazônia no período compreendido entre os anos 2000 e 2023. Utilizando a base de dados Scopus, foram analisados parâmetros como produção científica, instituições, periódicos, países e autores preponderantes nesse campo de pesquisa. O artigo atinge seu objetivo de mapear a produção científica relacionada às secas na Amazônia, fornecendo informações valiosas sobre o crescimento e os principais protagonistas dessa pesquisa, proporcionando uma compreensão da produção científica referente às secas na Amazônia, ao passo que fornece informações substanciais acerca do crescimento e dos protagonistas primordiais nessa área de estudo.

Além disso, o estudo destaca as instituições brasileiras que lideram em publicações sobre o tema, evidenciando seu importante papel nesse campo de pesquisa. Por assim sendo, é importante que se tenham ainda mais investimentos neste campo do conhecimento para que novas descobertas possam subsidiar os planejamentos e tomadas de decisões acerca das secas na Amazônia.

Uma possível extensão do estudo poderia envolver uma análise mais aprofundada das descobertas e tendências da pesquisa, bem como uma avaliação da eficácia das políticas e medidas implementadas para lidar com as secas na Amazônia. No entanto, há espaço para futuras pesquisas que explorem mais a fundo os motivos por trás dessas tendências, a qualidade dos estudos realizados e o impacto das políticas e medidas implementadas para enfrentar as secas na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará – UFPA, ao Núcleo de Desenvolvimento da Amazônia em Engenharia – NDAE e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragens e Gestão Ambiental – PEBGA, que possibilitaram a realização da presente pesquisa. Agradecem ainda ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação PIBIC - PROPESP/PIBIC, pela oportunidade de bolsa na categoria: PIBIC/UFPA – INTERIOR (edital nº 13/2023 – PROPESP) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP), em parceria com a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA), pela concessão de bolsa na categoria Bolsas de Mestrado para

Cursos Profissionais (edital nº 20/2023 – PROPEP/edital nº 005/2023 - FAPESPA).

Referências

Alves, L. M., Marengo, J. A., & Cavalcanti, I. D. A. (2013). Histórico de secas na Amazônia. BORMA, L de S.; NOBRE, CA Secas na Amazônia: causas e consequências. São Paulo: Oficina de Textos, 21-27.

Alves, L.M.; Chadwick, R.; Moise, A.; Brown, J.; Marengo, J.A. (2020). Assessment of rainfall variability and future change in Brazil across multiple timescales. *Int. J. Climatol.*, 41, E1875–E1888.

Amin, Mario Miguel. (2015). A Amazônia na geopolítica mundial dos recursos estratégicos do Século XXI. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, Coimbra, n. 107, p. 107-138.

Barbosa, H.A.; Lakshmi Kumar, T.V.; Silva, L.R.M. (2015). Recent trends in vegetation dynamics in the South America and their relationship to rainfall. *Nat. Hazards*, 77, 883–899.

Barroso Roberto, L.; Mello Campos, P. P. (2020). Como salvar a Amazônia: Por que a floresta de pé vale mais do que derrubada. *Revista de Direito da Cidade*, 12, 1262-1307.

Bryant, E. (2005). *Natural Hazards*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Carvalho, L. M. V. et al. (2010). Moisture transport and intraseasonal variability in the South America monsoon system. *Climate Dynamics*, v. 34, p. 1-20.

Copertino, M., Piedade, M. T. F., Vieira, I. C. G., & Bustamante, M. (2019). Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. *Ciência e Cultura*, 71(4), 04-05.

Cox, P. M. et al. (2008). Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aero-sol pollution. *Nature*, v. 453, n. 7192, p. 212-215.

Cunha, P. R.; Correa, D. C., & Beuren, I. M. (2010). Assuntos de auditoria publicados nos periódicos nacionais e internacionais de contabilidade listados no Qualis CAPES. *Revista de Informação Contábil*, v. 4, n. 1.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2020). *Portfólio Amazônia: integrar inovação e sustentabilidade no maior bioma brasileiro*. Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>.

Ferreira, L.K.R.; Ferreira, F.E.F.R.; Coelho, T.L.S.; Pinheiro, A.I.; Ferreira, A.L.R. et al. Aplicação de índices de quantificação de secas no Brasil: Revisão exploratória. XII Congresso Nacional De Meio Ambiente de Poços de Caldas, Poços de Caldas, 2015.

Giovannettone, J.; Paredes-Trejo, F.; Barbosa, H.; Santos, C.A.C.; Kumar, T.V.L. (2020). Characterization of links between hydro-climate indices and long-term precipitation in Brazil using correlation analysis. *Int. J. Climatol.*, 40, 5527–5541.

Gonçalves, S. T. N., Vasconcelos Junior, F. D. C., Sakamoto, M. S., Silveira, C. D. S., & Martins, E. S. P. R. (2021). Índices e metodologias de monitoramento de secas: uma revisão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36, 495-511.

Hunt, B. G.; Elliot, T. I. (2002). Mexican megadrought. *Climate Dynamics*, v. 20, p. 1-12.

Jimenez, J.C.; Marengo, J.A.; Alves, L.M.; Sulca, J.C.; Takahashi, K.; Ferrett, S.; Collins, M. (2019). The role of ENSO flavours and TNA on recent droughts over Amazon forests and the Northeast Brazil region. *Int. J. Climatol.*

Jiménez-Muñoz, J.C.; Mattar, C.; Barichivich, J.; Santamaría-Artigas, A.; Takahashi, K.; Malhi, Y.; Sobrino, J.A.; Van Der Schrier, G. (2016). Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Sci. Rep.*, 6, 33130.

Jorge, M. A. (2021). Avanço do plantio da soja no Mato grosso prejudica acordo bem-sucedido que combinou produção agrícola e conservação na Amazônia. *Jornal da Unesp*. Disponível em: << <https://jornal.unesp.br/2021/12/06>>>

Limberger, L., & Silva, M. E. S. (2016). Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma re-visão. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, 20(3), 657-675.

Malvestio, L. M.; Teixeira Nery, J. (2012) A Importância da Amazônia para o regime pluviométrico da região sudeste do Brasil. *Revista Geonorte*, 3, N. 8.

Marengo, J. A. (1992). Interannual variability of surface climate in the Amazon Basin. *Int.J.Climatol.*, v. 12, p. 8, 853-863.

Marengo, J. A. et al. (2008). The drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, v. 21, n. 3, p. 495-516.

Marengo, J. A. et al. (2011). The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, v. 38, p. 1-5.

Marengo, J.A.; Borma, L.S.; Rodriguez, D.A.; Pinho, P.; Soares, W.R.; Alves, L.M. (2013). Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation. *Am. J. Clim. Chang.*, 2, 87–96.

Marengo, J.A.; Espinoza, J.C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts. *Int. J. Climatol.*, 36, 1033–1050.

Megggers, B. J. (1994). Archeological evidence for the impact of Mega- -Nino events on Amazonia during the past two millennia. *Climate Change*, v. 28, n. 4, p. 321-328.

Mishra, A.K.; Singh, V.P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, v. 391, n. 1-2, p. 202-216.

Nobre, C.A.; Marengo, J.A.; Soares, W.R. *Climate Change Risks in Brazil*; Nobre, C.A., Marengo, J.A., Soares, W.R. (2019). Eds.; Springer International Publishing: Cham, Germany.

Oviedo, A., Lima, W. P., & Augusto, C. (2019). O arco do desmatamento e suas flechas. Instituto Socioambiental, São Paulo.

Paca, V.H.M.; Espinoza-Dávalos, G.; Moreira, D.; Comair, G. (2020). Variability of Trends in Precipitation across the Amazon River Basin Determined from the CHIRPS Precipitation Product and from Station Records. *Water*, 12, 1244.

Paolino, C. C., Amaral, F. G., & Cruz, C. B. M. (2021). Análise espaço-temporal das áreas protegidas da Amazônia Legal e sua relação a política ambiental. *Meio Ambiente (Brasil)*, 3(5).

Paredes-Trejo, F., Barbosa, H. A., Giovannettone, J., Lakshmi Kumar, T. V., Thakur, M. K., & de Oliveira Buriti, C. (2021). Longterm spatiotemporal variation of droughts in the Amazon River basin. *Water*, 13(3), 351.

Pessini, P.B. (2017). Estudo dos Eventos de Seca Meteorológica na Região Sul do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 87 p.

Pontes Filho, J.D.; Portela, M.M.; Studart, T.M. de C.; Souza Filho, F. de A. (2019). A continuous drought probability monitoring system, CDPMS, based on copulas. *Water*, v. 11, n. 9, p. 1925.

Portella, D. A. P. C., de Souza Blanco, L., de Mello Filho, M. E. T., & dos Santos, J. L. A. (2022). A importância da Amazônia na dinâmica climática do centro-sul brasileiro: Influência nas dinâmicas ambientais e socioeconômicas. *Ensaio de Geografia*, 9(19), 66-86.

Rezende, E. N., & Vartuli, V. (2021). Os rios voadores e as mudanças climáticas ocasionadas pelo desmatamento da Floresta Amazônica: uma perspectiva a partir do constitucionalismo latino-americano. *Revista Brasileira de Direito Animal*, 16(3), 96-113.

Santos, T. O. et al. (2017). Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. *Revista Geográfica Acadêmica*, 11(2), 157-181.

Silverio, D., Silva, S., Alencar, A., & Moutinho, P. (2019). Amazônia em chamas. *Nota técnica do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM*.

Tomasella, J. et al. (2010). The droughts of 1996-1997 and 2004 - 2005 in Amazonia: hydrological response in the river main-stem. *Hydrological Process*, v. 25, n. 8, p. 1228-1242.

Van Loon, A.F. (2015). Hydrological drought explained. *Wiley Interdisciplinary Re-views: Water*. Birmingham, UK, v. 2, n. 4, p. 359- 392. jul./ago.

Recebido em 15 de dezembro de 2023.

Aceito em 6 de junho de 2024.