

Mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos: um estudo bibliométrico

Climate change, family farming, and food production: a bibliometric study

Leticia Andrea Chechi

Universidade Federal do Rio Grande (FURG). São Lourenço do Sul (RS), Brasil

Mariele Boscardin

Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá (PR), Brasil

Júlia Menin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre (RS), Brasil

Maria Laura Victória Marques

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro (RJ), Brasil

GT4. Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas

Resumo: As mudanças climáticas têm gerado impactos expressivos em escala global, comprometendo a segurança hídrica e alimentar e afetando de forma desigual diferentes regiões e sistemas produtivos, com destaque para grupos mais vulneráveis, como a agricultura familiar. Nesse contexto, este artigo propõe uma análise bibliométrica da literatura sobre mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos. A pesquisa foi realizada na base de dados Web of Science. Os dados coletados foram analisados utilizando os softwares VOSViewer e CiteSpace. Os resultados indicam a intensificação recente da produção científica na temática, marcada por uma distribuição geográfica heterogênea e pela presença de redes de colaboração entre países, instituições e autores, ainda que com caráter relativamente descentralizado. Destacam-se temas como adaptação, segurança alimentar e vulnerabilidade, evidenciando as principais preocupações e enfoques da literatura. Nesse sentido, o estudo contribui para sistematizar o campo e subsidiar a formulação de políticas públicas.

Palavras-chave: segurança alimentar, adaptação, vulnerabilidade, cooperativismo.

Abstract: Climate change has generated significant impacts on a global scale, compromising water and food security and unevenly affecting different regions and production systems, with particular emphasis on more vulnerable groups such as family farming. In this context, this article proposes a bibliometric analysis of the literature on climate change, family farming, and food production. The research was conducted using the Web of Science database. The collected data were analyzed using the VOSviewer and CiteSpace software. The results indicate a recent intensification of scientific production on the topic, marked by a heterogeneous geographic distribution and the presence of collaboration networks among countries, institutions, and authors, albeit with a relatively decentralized character. Key themes include adaptation, food security, and vulnerability, highlighting the main concerns and approaches in the literature. In this sense, the study contributes to systematizing the field and supporting the formulation of public policies.

Keywords: food security, adaptation, vulnerability, cooperativism.

1. Introdução

As mudanças climáticas têm se colocado mundialmente como um dos principais desafios do século XXI, comprometendo a segurança alimentar e a segurança hídrica, além de dificultar o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (IPCC, 2023). Mesmo se tratando de uma problemática global, as mudanças climáticas impactam principalmente territórios e grupos vulnerabilizados (Kefalás *et al.*, 2026), como é o caso da agricultura familiar. Estudos indicam que eventos climáticos extremos podem provocar perdas significativas na produção agropecuária, comprometendo os meios de subsistência das famílias

agricultoras, o abastecimento alimentar da população, além de influenciar na renda, a segurança alimentar, a saúde e condições de moradia desta categoria social (Machado Filho et al., 2016).

Um estudo recente realizado por Severo, Grisa e Marques (2025), apontou que as mudanças climáticas têm provocado impactos significativos nos sistemas de produção agropecuária, incluindo a redução da resiliência das plantas e da produtividade das culturas, o aumento da incidência de pragas e doenças, a perda de aptidão de determinadas áreas para o cultivo e a intensificação do risco de desastres climáticos, que podem resultar em perdas de colheitas e, em casos mais extremos, na extinção de algumas espécies. Do ponto de vista socioeconômico, esses efeitos tendem a atingir de forma mais intensa as populações mais vulneráveis, especialmente as famílias de menor renda, contribuindo para o aumento das desigualdades sociais e possíveis reduções no Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Ademais, os impactos sobre a produção podem comprometer a disponibilidade de alimentos e pressionar os preços, ampliando os riscos de insegurança alimentar.

Diante desse cenário, a adoção de estratégias de adaptação às mudanças climáticas tem se tornado cada vez mais relevante para a sustentabilidade dos sistemas produtivos agrícolas e a garantia da segurança alimentar. A literatura aponta que os agricultores adotam diferentes estratégias para enfrentar as mudanças climáticas, incluindo alterações no calendário de plantio, diversificação de culturas, adoção de sistemas agroflorestais, integração lavoura-pecuária e uso de variedades mais resistentes às condições climáticas adversas (Aryal *et al.*, 2020; Musafiri *et al.*, 2022). Além disso, fatores socioeconômicos e institucionais, como acesso à informação, participação em cooperativas, serviços de extensão rural e nível de escolaridade, podem influenciar significativamente a capacidade adaptativa dos agricultores (Uddin *et al.*, 2014; Mahmood *et al.*, 2021).

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos, com o intuito de identificar os principais pesquisadores, instituições e regiões do mundo em que essa discussão tem sido mais recorrente, considerando a relevância do tema para a segurança alimentar e a formulação de políticas públicas frente às mudanças climáticas. O trabalho está organizado em quatro seções, além desta introdução. Inicialmente são apresentados elementos bibliográficos relacionados às mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos. Na sequência é detalhada a metodologia utilizada para o desenvolvimento da bibliometria. A seção seguinte detalha os resultados encontrados, seguido pelas considerações finais.

2. Mudanças climáticas e agricultura familiar: impactos e vulnerabilidades

Os impactos das mudanças climáticas na América Latina e Caribe são significativos e heterogêneos, principalmente na atividade agropecuária e para públicos mais vulneráveis, como a agricultura familiar. De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), lançado em março de 2023, as mudanças climáticas reduziram a segurança alimentar e afetaram a segurança hídrica mundialmente, dificultando os esforços para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. O relatório aborda que, embora a produtividade agrícola geral tenha aumentado, houve um desaceleramento deste crescimento nos últimos 50 anos, provocado pelas mudanças climáticas (IPCC, 2023).

O relatório prevê o aumento da insegurança alimentar e a instabilidade do abastecimento com o crescimento do aquecimento global, interagindo com fatores climáticos e não climáticos, como os conflitos de terras, expansão urbana e pandemias. Ademais, destaca-se que os impactos são, e continuarão sendo, desiguais entre sistemas, regiões e setores da economia. A agricultura, pesca, energia e turismo, por sua elevada exposição ao clima, sofrem os maiores danos econômicos. Pontua-se os impactos sobre os meios de subsistência individuais, como destruição de casas, perda de renda, saúde, segurança alimentar, além de efeitos adversos sobre gênero e equidade social (IPCC, 2023).

Considerando estes cenários, estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas são discutidas anualmente na Conferência das Partes (COPs), que ocorre desde 1995, mas que ganha força a partir da construção do Protocolo de Quioto (COP 3), e recentemente, do Acordo de Paris (COP 21). Os acordos climáticos tiveram influência no contexto brasileiro, na construção e implementação de políticas públicas, contudo, mesmo sendo país signatário, houve um distanciamento dos compromissos assumidos nos últimos anos (Chechi, 2019). De acordo com Bursttyn (2015), o desafio em relação às mudanças climáticas no Brasil expõe uma vulnerabilidade persistente das políticas públicas em geral, sobre como passar da ação setorial para convergência em torno de questões suprasectorais, e assegurar que esse processo leve à integração. Os desafios também colocam em discussão a vulnerabilidade de algumas categorias, como a agricultura familiar, e por outro lado, a demanda crescente de energia, alimentos e água, devido ao processo de urbanização da sociedade brasileira (Rodrigues Filho *et al.*, 2016).

No caso da agricultura, apesar do impacto da mudança do clima ser no conjunto do setor, a agricultura familiar é mais vulnerável e necessita de maior suporte para se adaptar. As perdas causadas por eventos referentes ao clima no contexto da agricultura familiar, impactarão não

somente na segurança alimentar dos agricultores(as) familiares que necessitam diretamente dessa atividade, mas os consumidores dependentes indiretamente dos produtos cultivados por essa categoria social (Machado Filho *et al.*, 2016).

Um estudo realizado pela Embrapa aponta uma série de impactos das mudanças climáticas ao setor agropecuário brasileiro, a saber: redução de terra agricultável; regiões semiáridas do Nordeste mais secas, levando ao desaparecimento da cultura da mandioca; redução significativa da produção de milho no agreste do Nordeste e aumento da incidência de pragas e doenças (Assad *et al.*, 2008). O Relatório do IPCC (2022) aponta que, se não houver ações de mitigação e adaptação, a produção de milho deve reduzir em até 70% até o final do século; a produção de ovos e leite deve diminuir; e projetam-se prejuízos na pesca e aquicultura de até 36% considerando o cenário até 2050. Diante desse cenário de crescente vulnerabilidade, torna-se fundamental compreender como agricultores percebem os riscos climáticos e quais estratégias vêm sendo adotadas para adaptação, visando a garantia da produção de alimentos.

2.1 Estratégias de adaptação e percepção de risco sobre as mudanças climáticas

As mudanças climáticas configuram-se como um obstáculo significativo para a produção agropecuária em escala global (Musafiri *et al.*, 2022). A ocorrência de ciclones, chuvas excessivas e inundações são os principais riscos climáticos apontados pelos agricultores no estudo de Aryal *et al.* (2020). Além desses eventos extremos, o aumento da incidência de doenças e pragas nas lavouras, bem como de enfermidades no rebanho, é percebido como um risco indireto decorrente da variabilidade climática (Aryal *et al.*, 2020). Esses efeitos indiretos já haviam sido observados por Wolfe *et al.* (2008), em estudo realizado nos Estados Unidos, no qual os autores constataram que o excesso de chuvas, além de ocasionar perdas de produtividade e intensificar a pressão de plantas daninhas, insetos e doenças invasoras, provocou impactos negativos substanciais na produção de leite. No Brasil, estudos realizados por Assad *et al.* (2008) e pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) também indicam que a variabilidade climática intensifica riscos produtivos e sanitários no contexto agropecuário, especialmente em regiões mais vulneráveis.

No que se refere às percepções dos agricultores acerca das mudanças climáticas, o estudo de Mahmood *et al.* (2021) demonstrou que aqueles com percepções mais precisas do risco climático apresentam maior propensão a adotar estratégias de adaptação, visando à minimização dos riscos associados às mudanças climáticas. Em contrapartida, agricultores que subestimam esses riscos tendem a ser menos inclinados a implementar medidas adaptativas.

No que se refere às estratégias de enfrentamento aos eventos climáticos extremos e à mitigação dos danos às propriedades rurais, Elahi *et al.* (2022) destacam a importância do desenvolvimento de tecnologias e estratégias de gestão capazes de reduzir a vulnerabilidade dos sistemas produtivos. Kahane *et al.* (2013) corroboram com essa perspectiva ao afirmarem que, até 2050, a agricultura deverá suprir as necessidades alimentares e nutricionais de cerca de 9 bilhões de pessoas. Além do crescimento expressivo da demanda por alimentos, será imprescindível a adoção de sistemas de produção ambientalmente mais sustentáveis. Resultados semelhantes foram observados no contexto brasileiro por Cunha, Coelho e Ferreira (2014), que identificaram relação positiva entre acesso à informação e adoção de tecnologias agropecuárias voltadas à adaptação climática.

Nesse contexto, Sekaran *et al.* (2021) argumentam que os sistemas integrados de produção agrícola e pecuária apresentam maior potencial para serem produtivos, sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas quando comparados a sistemas especializados e intensivos. De forma complementar, Luedeling *et al.* (2019) destacam que os sistemas agroflorestais têm atraído atenção crescente nos últimos anos devido ao seu potencial para reduzir a pobreza, melhorar a segurança alimentar, diminuir a degradação dos solos e mitigar as mudanças climáticas. Outra estratégia relevante para a redução da pegada de carbono, e consequentemente dos riscos climáticos, refere-se à transição da produção convencional para a produção orgânica, a qual, conforme Cerutti *et al.* (2016), pode resultar em uma redução de 15 a 20% nas emissões de carbono.

Além dessas estratégias, Aryal *et al.* (2020) observaram que os agricultores adotam múltiplas formas de adaptação, incluindo mudanças no manejo da propriedade, utilização de economias próprias, empréstimos de familiares e vizinhos, bem como a redução periódica do consumo alimentar das famílias. Entre agricultores familiares brasileiros, pesquisas de Schneider e Gazolla (2011) indicam que a diversificação das fontes de renda e o ajuste no manejo produtivo também figuram como respostas recorrentes frente à instabilidade climática e econômica.

Nesse sentido, Musafiri *et al.* (2022) apresentam o conceito de “práticas agrícolas climaticamente inteligentes” (*climate-smart agricultural practices* (CSAPs)), que incluem o uso de esterco animal, a conservação da água e do solo, o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, a diversificação de culturas e a integração lavoura-pecuária. Os autores argumentam que a adoção dessas práticas é influenciada por fatores como localização geográfica, perfil demográfico dos agricultores, características institucionais, condições

biofísicas e especificidades de cada prática. Os resultados indicam ainda que as mulheres apresentam maior propensão à adoção de sistemas agroflorestais em comparação aos homens, e que agricultores alfabetizados possuem maiores chances de utilizar esterco animal em suas propriedades do que agricultores analfabetos (Musafiri *et al.*, 2022).

Ainda nessa perspectiva, Elahi *et al.* (2022) avaliaram a eficácia de estratégias físicas, não físicas e inovadoras de gestão para reduzir os danos às culturas de trigo no Paquistão frente às mudanças climáticas. Os resultados demonstraram que a adoção de medidas como a disponibilidade e manutenção de cursos d'água, a existência de canais e drenos, o plantio de variedades de trigo com caule rígido, a implantação de quebra-ventos e o ajuste no cronograma de irrigação reduziram significativamente as perdas na produção. Ademais, fatores como nível de escolaridade, experiência agrícola e acesso a informações meteorológicas influenciaram de forma significativa a adoção de estratégias inovadoras de manejo. Dessa forma, observa-se uma associação positiva entre experiência agrícola e capacidade de adaptação, indicando que agricultores mais experientes estão mais preparados para ajustar seus métodos frente às variações climáticas (Elahi *et al.*, 2022).

O estudo de Uddin *et al.* (2014) evidenciou que o acesso aos serviços de extensão rural não apresentou relação estatisticamente significativa com as medidas de adaptação. Segundo os autores, esse resultado pode estar associado às limitações estruturais dos serviços de extensão rural no Paquistão, caracterizados pelo número reduzido de extensionistas e pela baixa mobilidade decorrente da falta de transporte para a realização de visitas de campo, o que dificulta o atendimento a todos os agricultores (Elahi *et al.*, 2022).

Resultados distintos foram observados por Musafiri *et al.* (2022) no Quênia. Nesse estudo, os autores identificaram uma influência positiva e significativa do contato com agentes de extensão rural na conservação da água no solo e na diversificação de culturas, evidenciando que a extensão rural desempenha papel fundamental na disseminação de conhecimentos sobre a implementação de tecnologias agrícolas entre pequenos agricultores.

Além da extensão rural, o estudo de Uddin *et al.* (2014), que analisou os fatores que influenciam as estratégias de adaptação dos agricultores frente à degradação ambiental e aos impactos das mudanças climáticas, evidenciou que a participação em cooperativas exerce um efeito positivo. Nesse contexto, os agricultores se sentem mais motivados a adotar estratégias adaptativas. Ademais, aqueles envolvidos em cooperativas têm maiores oportunidades de compartilhar conhecimentos e ideias inovadoras, discutir problemas e desafios comuns e participar de processos de tomada de decisão de forma colaborativa. Estudos sobre

desenvolvimento rural no Brasil reforçam que o cooperativismo e as redes sociais locais fortalecem a capacidade adaptativa dos agricultores familiares (Schneider; Gazolla, 2011).

Resultados semelhantes foram identificados por Mahmood *et al.* (2021), que demonstraram que a participação dos agricultores em reuniões de cooperativas exerce um impacto positivo e significativo tanto no planejamento quanto na implementação de estratégias de adaptação. Esse resultado indica que o envolvimento dos agricultores nessas reuniões aumenta a probabilidade de que planejem e adotem medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Além disso, os serviços de extensão e comunicação na agricultura digital, representados pelo uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs), em especial a comunicação móvel, foram apontados por Mahmood *et al.* (2021) como uma alternativa para ampliar o acesso dos agricultores a informações relevantes. Esse acesso facilitado a informações climáticas precisas contribui para a adoção de práticas agrícolas climaticamente inteligentes, permitindo que os agricultores ajustem seus cronogramas de semeadura, as práticas diárias de manejo do campo, os períodos de aplicação de insumos e as épocas de colheita com base em leituras e previsões meteorológicas diárias.

No que diz respeito às mudanças climáticas e à agricultura familiar, Wolfe *et al.* (2008) ressaltam que grande parte das pesquisas realizadas nos Estados Unidos concentra-se em culturas alimentares de importância global, como trigo e milho. Embora essas culturas sejam relevantes sob uma perspectiva nacional e internacional, os autores enfatizam a necessidade de ampliar as análises para regiões caracterizadas por outras dinâmicas produtivas, como o nordeste dos EUA, onde predominam a produção leiteira e culturas de alto valor agregado, como maçãs, uvas, milho doce e repolho, entre outras. Da mesma forma, no contexto brasileiro, estudos têm destacado a importância de considerar as especificidades regionais e produtivas da agricultura familiar na formulação de estratégias de adaptação climática (PBMC, 2014).

De forma semelhante, Bedeke *et al.* (2020), ao analisarem a vulnerabilidade às mudanças climáticas entre pequenos produtores de milho em três distritos da Etiópia, constataram que, mesmo entre agricultores com sistemas de produção semelhantes, existem diferentes níveis de vulnerabilidade. Essa variação é explicada por fatores socioeconômicos, como o nível de escolaridade das famílias, o acesso a variedades de culturas resistentes à seca e a intensidade dos vínculos familiares com grupos sociais e organizações locais. Além disso, aspectos relacionados à qualidade do abastecimento de água rural, à infraestrutura de saúde e a

fatores biofísicos - como tamanho da propriedade e fertilidade do solo - exercem influência significativa sobre a vulnerabilidade climática (Bedeke *et al.*, 2020).

Diante desses resultados, os autores destacam que formuladores de políticas públicas e organizações de apoio ao desenvolvimento rural devem priorizar o fortalecimento das capacidades humanas e institucionais por meio da ampliação do acesso à educação e da oferta de treinamentos contínuos sobre os impactos das mudanças climáticas. Ademais, recomendam a promoção de estratégias de intensificação produtiva eficiente e sustentável, como rotação de culturas, uso adequado de fertilizantes, captação de água da chuva e diversificação agrícola, visando ao aumento da produtividade, à recuperação da saúde do solo e ao fortalecimento dos agroecossistemas (Bedeke *et al.*, 2020).

3. Metodologia

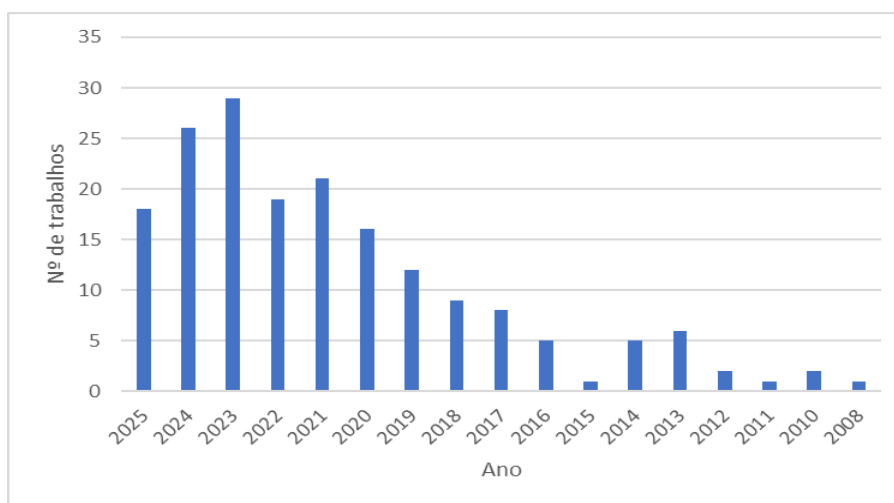
Nesta seção, descreveremos os principais procedimentos para a realização da bibliometria, iniciando com a compilação da literatura e a caracterização qualitativa e quantitativa dos dados extraídos. Em seguida, são apresentados os principais detalhes dos métodos de clusterização utilizados pelos softwares de análise bibliométricos VOSviewer.

3.1 Compilação da literatura

Esse artigo propõe a utilização de uma bibliometria sobre o nexo entre mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos para traçar a dinâmica da literatura. Trata-se de um trabalho inicial vinculado ao projeto “Mudanças climáticas e produção de alimentos: análise das estratégias de enfrentamento e adaptação da agricultura familiar no território zona Sul do Rio Grande do Sul”. A amostra deste estudo foi coletada a partir da base indexadora *Web of Science*. Utilizando-a, estamos compilando estudos ligados a influentes periódicos que fornecem, por sua vez, importantes resultados para este campo de pesquisa (Hu *et al.*, 2022). As publicações foram obtidas através das palavras-chaves [(“climate change”) AND (“family farming”) AND (“food production”)] de modo que deviam constar no título, resumo ou palavras-chaves dos artigos.

Assim, um total de 181 documentos foram coletados, cobrindo o período de 2008 a 2025, sendo 2008 o ano de publicação dos primeiros estudos identificados na base de dados utilizada, considerando que não foi aplicado recorte temporal prévio na estratégia de busca. Observa-se na Figura 1 que o número de publicações aumentou ao longo dos anos, com destaque para 2023, com 29 publicações.

Figura 1. Número de publicações por ano.

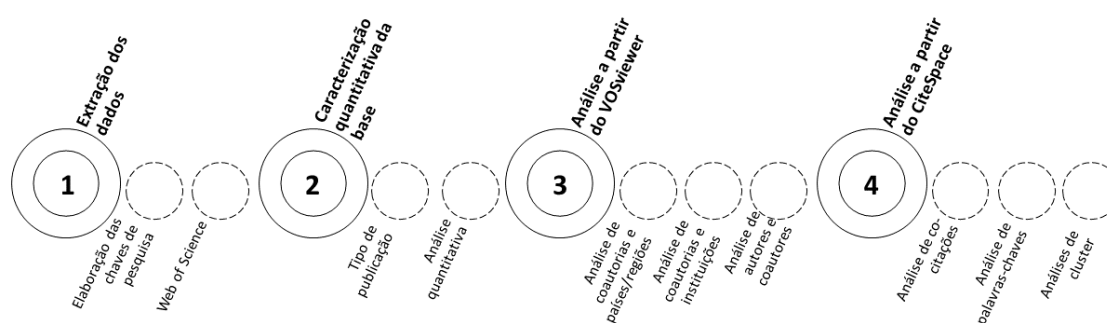


Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

3.2 Bibliometria

O método bibliométrico consiste em uma abordagem científica interdisciplinar com o objetivo de quantificar a produção acadêmica de pessoas e instituições a respeito de determinado tema. Em um segundo momento, traçar conclusões qualitativas a partir de seus resultados gráficos e estatísticos (Ball, 2018). De modo geral, os *softwares* utilizados para performar estimacões estatísticas e ferramentas de visualização são VOSviewer, CiteSpace, Histcity e Bibexcel (Hu *et al.*, 2022). A abordagem utilizada será a de Hu *et al.* (2022), utilizando CiteSpace e VOSviewer. VOSviewer e CiteSpace são *softwares* de análise bibliométrica baseados em visualização de informação elaborado em linguagem Java. A partir de seus resultados, é possível traçar o desenvolvimento da literatura bem como as tendências e fronteiras de pesquisa (Chen *et al.*, 2009). Assim, o processo bibliométrico foi dividido em quatro etapas, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da aplicação bibliométrica.



Fonte: Adaptado de Hu *et al.* (2022).

Na primeira etapa, foram selecionadas as palavras-chaves para extrair os artigos relevantes ao nosso estudo. Na segunda etapa, analisou-se quantitativamente a amostra recolhida bem como a proporção dos tipos de publicação incluídos. Na terceira etapa, foi utilizado o software *VOSviewer* para realizar a análise de cocitação, coautorias, regiões/países e co-ocorrência de palavras chaves. A Inteligência Artificial foi utilizada para revisão e aprimoramento de texto.

4. Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos no processo de bibliometria. Inicialmente é apresentada a análise de coautoria, seguida pela análise de citações e de palavras-chaves.

4.1 Análise de coautoria

A análise de coautoria permite-nos verificar o grau de colaboração entre pesquisadores, instituições e países existentes em um ramo científico. Uma vez que a aproximação de autores promove economia de tempo e recursos no desenvolvimento de pesquisas, um tema em que exista uma rede entre autores torna-se promissora e consistente em termos de resultados e avanços.

A análise de países contempla os resultados relacionados ao grau de inserção dos locais na literatura e cooperação com outros países e regiões. Essa análise é baseada na informação de endereço dos autores listados nas publicações e nos permite observar o poder acadêmico e de pesquisas científicas dos países, bem como traçar regiões prioritárias para quem busca minar estudos. A Tabela 1 apresenta os 10 países mais produtivos, com um total de 131 documentos. É necessário salientar que um documento pode contribuir para a contagem de mais de um país. Isso ocorre porque o processo de contabilização considera o país de cada autor, levando a uma possível dupla contagem.

A análise dos países mais relevantes na produção científica evidencia uma distribuição geográfica heterogênea, com destaque tanto para países do Norte Global quanto do Sul Global. A França lidera em número de citações totais (CT), mesmo não sendo o país com maior volume de documentos, o que sugere elevada influência e impacto de suas publicações, concentrando aproximadamente 11% dos documentos analisados e cerca de 15% das citações entre os países do ranking, enquanto os Estados Unidos, apesar de apresentarem maior volume de publicações

(25 documentos), indicando forte capacidade produtiva na temática, possuem menor participação relativa em citações (aproximadamente 13,5%). Em termos de volume de publicações, os Estados Unidos lideram, seguidos pela França (20) e pela Etiópia (17), sendo que os três países com maior número de citações concentram cerca de 40,7% do total, indicando relevante concentração da influência científica.

Tabela 1 – Top 10 países/região mais relevantes na literatura pesquisada.

Rank	País/Região	Documentos	CT
1	França	20	706
2	EUA	25	632
3	Austrália	16	569
4	Quênia	10	508
5	Etiópia	17	486
6	Índia	16	413
7	China	7	412
8	Itália	12	353
9	Malásia	4	330
10	Paquistão	4	279

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

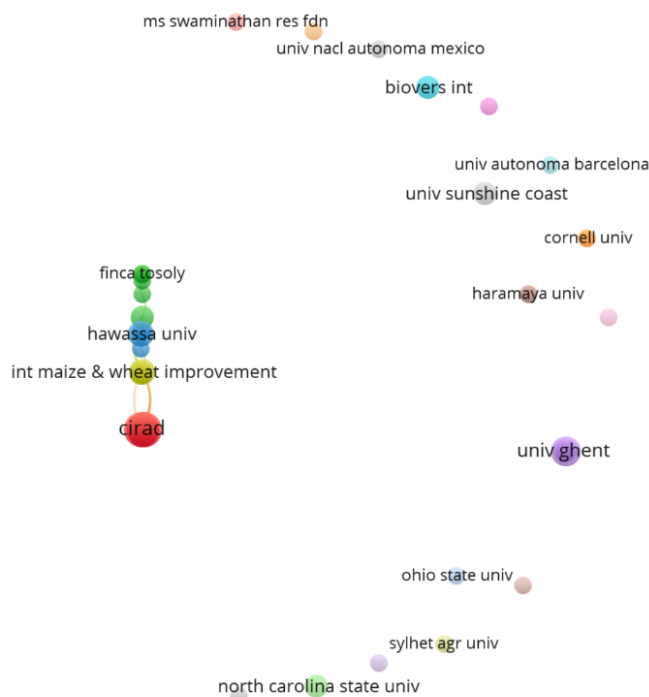
Observa-se também a presença significativa de países localizados no continente africano, como Quênia e Etiópia, cujas pesquisas apresentam alto número de citações em relação ao volume de publicações, evidenciando sua relevância no campo científico. Países asiáticos, como Índia, China, Malásia e Paquistão, também figuram no ranking, indicando a diversidade de contextos e abordagens presentes na literatura. De modo geral, os resultados apontam para uma produção científica plural, que envolve diferentes regiões do mundo e reflete múltiplas perspectivas e experiências relacionadas às dinâmicas entre mudanças climáticas, agricultura familiar e produção de alimentos.

A análise de cooperação institucional provê informações a respeito de grupos e organizações com alta produtividade a respeito de um determinado tema de pesquisa. Assim, a informação permite melhor alinhamento e colaboração entre atores no futuro (HU et al., 2022).

O VOSviewer gerou uma visualização a respeito das redes de cooperação institucionais na literatura pesquisada (Figura 3). O tamanho do nó representa o número de documentos por instituição. A largura das conexões indica o grau de cooperação entre organizações. Isto é, quanto mais larga a conexão, maior a colaboração existente entre ambas as instituições. O

conjunto de nós de mesma cor representa um *cluster*, organizações que possuem forte grau de colaboração umas com as outras.

Figura 3 – Redes de cooperação institucionais de pesquisa na literatura pesquisada.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

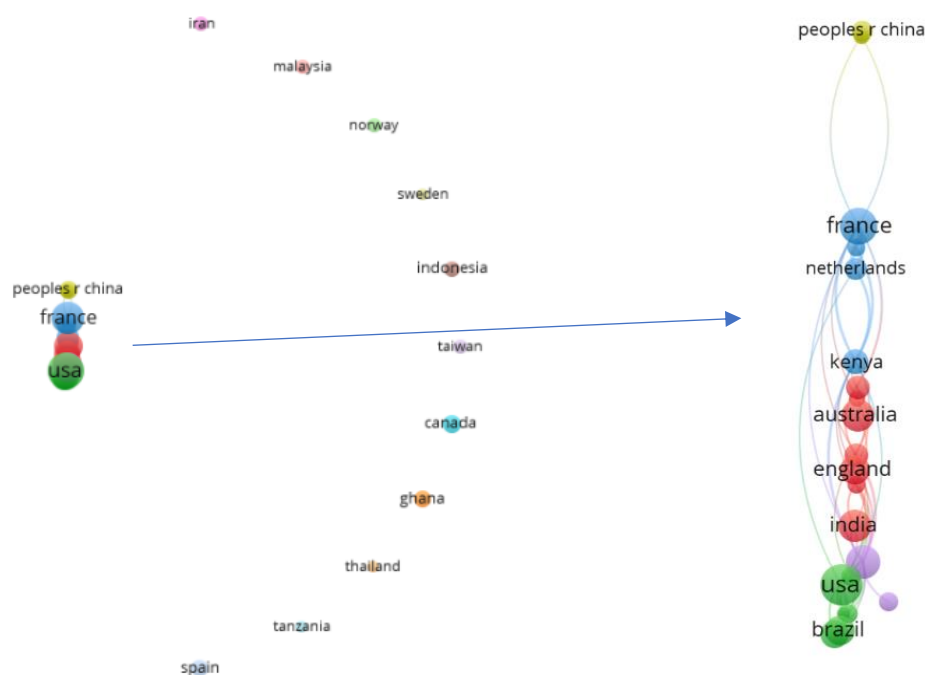
Observa-se que as organizações francesas se destacam nas pesquisas referente às mudanças climáticas, produção de alimentos e agricultura familiar. O Centro Francês de Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento Internacional (CIRAD) é a instituição de maior impacto, reunindo elevado número de trabalhos e citações. Em seguida, a Universidade de Montpellier apresenta também expressiva produção e reconhecimento acadêmico, ainda que com menor número de citações. A Universidade de Wageningen e a Universidade de Ghent também aparecem nesta lista, indicando relevância de suas publicações.

Muitas organizações que aparecem na figura apresentam apenas um trabalho publicado. Esse padrão indica uma produção científica institucionalmente dispersa, sem a predominância de centros específicos de pesquisa. Além disso, observa-se a diversidade geográfica das instituições, que abrange diferentes regiões do mundo, incluindo América Latina, Europa, Ásia e África, sugerindo a participação de múltiplos contextos institucionais na construção do conhecimento sobre o tema. De modo geral, os resultados apontam para uma rede institucional pouco concentrada, possivelmente caracterizada por colaborações pontuais e descentralizadas.

4.2 Análise de citações

A análise de citações busca demonstrar o impacto científico dos atores envolvidos em determinado campo de pesquisa, com base na frequência com que seus trabalhos são citados por outros estudos. A Figura 4 apresenta o mapa de cooperação científica entre países/regiões, evidenciando a intensidade das conexões e a evolução temporal das publicações. A França ocupa posição de destaque na rede, atuando como um importante polo articulador entre diferentes grupos de países, seguida por Estados Unidos, Inglaterra e Austrália, que também apresentam elevada relevância em termos de citações.

Figura 4 – Redes de cooperação entre países/regiões pesquisadas, com ampliação à direita.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

A formação de clusters indica a existência de blocos de países com proximidade temática e intelectual, sugerindo padrões de citação compartilhados, como França e Países Baixos, outro grupo formado por Austrália, Inglaterra e Índia, Estados Unidos e Brasil, enquanto a China aparece mais isolada. As linhas indicam que a França e Quênia desempenham um papel na conexão entre esses grupos, enquanto outros, como China e Brasil, aparecem em posições mais periféricas, indicando menor integração na rede de citações.

Esse padrão sugere elevada cooperação científica entre esses países, consolidando-os como polos centrais na produção e circulação do conhecimento sobre a temática. De modo geral, a estrutura da rede revela uma organização concentrada em torno de países com maior produção científica, ao mesmo tempo em que evidencia a existência de conexões internacionais relevantes que contribuem para a difusão do conhecimento no campo.

Em relação ao idioma, há forte predominância do inglês, com 169 documentos, o que representa a quase totalidade da produção analisada. Em seguida, aparecem o espanhol (5), o francês (3) e, com ocorrência residual, idiomas como africâner, estoniano, russo e turco, com um documento cada. Essa concentração indica o papel do inglês como principal língua de disseminação científica na temática, ao mesmo tempo em que revela a baixa diversidade linguística das publicações, sugerindo possíveis barreiras de acesso e visibilidade para produções em outros idiomas.

A Tabela 2 evidencia os dez trabalhos mais citados na literatura pesquisada. Destacam-se autores como Elahi *et al.* (2022), Sekaran *et al.* (2021) e Kahane *et al.* (2013), que apresentam maior número de citações (TC), indicando elevada influência na temática. Os autores mais relevantes apresentam alto número de citações, ainda que com produção distribuída ao longo do tempo, como no caso de Wolfe *et al.* (2008), um dos trabalhos mais antigos e ainda influente.

Tabela 2 – As dez referências mais citadas na literatura pesquisada.

Rank	Referência	TC	Ano	DOI
1	Elahi <i>et al.</i>	247	2022	https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102255
2	Sekaran <i>et al.</i>	181	2021	https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190
3	Kahane <i>et al.</i>	156	2013	https://doi.org/10.1007/s13593-013-0147-8
4	Luedeling <i>et al.</i>	113	2016	https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.005
5	Loboguerrero <i>et al.</i>	100	2019	https://doi.org/10.3390/su11051372
6	Aryal <i>et al.</i>	92	2020	https://doi.org/10.1007/s00267-020-01291-8
7	Wolfe <i>et al.</i>	90	2008	https://doi.org/10.1007/s11027-007-9125-2
8	Cerutti <i>et al.</i>	85	2016	https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.001
9	Bedeke <i>et al.</i>	84	2019	https://doi.org/10.1007/s10668-018-0215-y
10	Musafiri <i>et al.</i>	83	2020	https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08677

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

Os dois trabalhos de maior relevância em número de citações desta lista refletem nos 10 autores mais citados da literatura pesquisada (Tabela 3). O trabalho com 247 citações, intitulado

“*Extreme weather events risk to crop-production and the adaptation of innovative management strategies to mitigate the risk: A retrospective survey of rural Punjab, Pakistan*”, envolve pesquisadores do Paquistão e da China. O trabalho intitulado “*Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review*”, integra pesquisadores dos Estados Unidos, Índia e China.

Tabela 3 – Autores com maior número de citações na literatura pesquisada.

Autor	País	Citações
Ehsan Elahi	Paquistão	247
Zainab Khalid	Paquistão	247
Muhammad Zubair Tauni	Paquistão	247
Lirong Xing	China	247
Hongxia Zhang	China	247
Sharon Clay	Estados Unidos	181
Sandeep Kumar	Índia	181
Liming Lai	China	181
Udayakumar Sekaran	Índia	181
David A. N. Ussiri	Estados Unidos	181

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

A Tabela 4 apresenta os 10 autores mais relevantes da literatura pesquisada, em relação às conexões destes (*Total link strength*). É possível observar que, embora o autor Dil Bahadur Rahut apresenta o maior impacto individual em termos de citações (129), Yuichiro Amekawa e Girma Gezimu Gebre têm maior relevância em conexões com outros autores. Apesar de possuírem menos citações, detêm a maior Força Total de Ligação (31), o que os caracteriza como centrais e com maior capacidade de articulação e coautoria dentro da literatura analisada. Esses autores tendem a se organizar em pequenos agrupamentos, sugerindo proximidade temática e recorrência de citação conjunta.

Tabela 4 – Autores mais relevantes na literatura pesquisada.

Autor	País (Afiliação)	Citações	Total link strength
Yuichiro Amekawa	Japão	45	31
Girma Gezimu Gebre	Alemanha	45	31
Zerhun Ganewo	Etiópia	107	27
Ashenafi Haile	Etiópia	107	27
Adisu Mekonnen	Etiópia	107	27
Ayele Tessema	Etiópia	107	27
Dil Bahadur Rahut	Japão	129	23
Katrien Descheemaeker	Países Baixos	93	21
Ken E. Giller	Países Baixos	93	21
Bouba Traore	Mali	70	21

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados coletados na *Web of Science*.

A ausência de um núcleo altamente concentrado de citações sugere que esse campo de pesquisa possui uma estrutura descentralizada e fragmentada, na qual a influência científica está distribuída entre diferentes grupos de pesquisadores.

4.3 Análise de palavras-chaves

As palavras-chaves são palavras extraídas do texto (título, resumo ou corpo do documento) que buscam sintetizar o conteúdo principal da pesquisa em termos de hipóteses, métodos e/ou evidências. Assim, analisar a co-ocorrência de determinadas palavras-chaves dentre os documentos de um campo de pesquisa pode indicar uma possível abordagem teórica e empírica predominante na literatura bem como possíveis tendências e fronteiras a serem desenvolvidas. O mapa de palavras-chaves pode ser visto na Figura 5, o que nos auxilia a visualizar a tendência da literatura. O tamanho do nó indica a frequência com que a palavra-chave ocorreu dentre os documentos compilados.

Página 17 de 20

como idioma de publicação reforça seu papel como principal meio de difusão científica, ainda que evidencie limitações na diversidade linguística. No que se refere aos autores e instituições, identificou-se uma produção dispersa, com poucos centros altamente concentradores, indicando que o campo é construído por múltiplos atores e redes colaborativas. Nesse sentido, a análise bibliométrica permite compreender como esse campo tem se estruturado ao longo do tempo, identificando padrões de produção, colaboração e difusão do conhecimento. Indicando a importância de aprofundamentos futuros, com a incorporação de novas chaves analíticas que ampliem a compreensão das dinâmicas e lacunas do campo

De forma complementar, os resultados evidenciam que a produção científica se organiza em torno de três eixos temáticos centrais: os impactos das mudanças climáticas, a segurança alimentar e as estratégias de adaptação no contexto da agricultura. A recorrência de termos como adaptação, vulnerabilidade e sustentabilidade reforça a articulação entre dimensões ambientais, produtivas e socioeconômicas, em consonância com estudos que apontam para os efeitos das mudanças climáticas sobre os sistemas agroalimentares e seus impactos sobre populações mais vulneráveis, como os agricultores familiares (Aryal *et al.*, 2020; Musafiri *et al.*, 2022; Mahmood *et al.*, 2021; Machado Filho *et al.*, 2016). Assim, a identificação dessas tendências contribui para evidenciar as principais preocupações e estratégias debatidas na literatura científica.

Por fim, os resultados reforçam que a adaptação às mudanças climáticas constitui elemento central para a sustentabilidade dos sistemas alimentares e para a garantia da segurança alimentar. A literatura evidencia que a adoção de estratégias adaptativas está condicionada a fatores socioeconômicos, institucionais e informacionais, como acesso à assistência técnica, participação em redes e nível de escolaridade (Uddin *et al.*, 2014; Mahmood *et al.*, 2021; Musafiri *et al.*, 2022). Nesse sentido, destaca-se a importância de políticas públicas integradas e sensíveis às especificidades territoriais e produtivas da agricultura familiar, capazes de fortalecer a capacidade adaptativa dos agricultores e promover sistemas produtivos mais resilientes (Bedeke *et al.*, 2020; Schneider; Gazolla, 2011; Mahmood *et al.*, 2021). Dessa forma, a produção científica analisada não apenas amplia a compreensão sobre os desafios impostos pelas mudanças climáticas, mas também fornece subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas mais qualificadas e alinhadas às evidências científicas.

Reconhecimentos

Este trabalho contou com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), através do edital 10/2024 - Auxílio Recém-Doutor ou Recém-Contratado - ARD/ARC.

Referências

ASSAD, E.D., PINTO, H.S., MARTINS, S.C., *et al.* **Impactos das mudanças climáticas no setor agropecuário brasileiro**. Embrapa Informática Agropecuária. Brasília, DF: Embrapa, 2008.

BURSZTYN, M. Políticas de clima como vetor estruturante da integração de políticas setoriais. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 7., 2015, Brasília. **Anais** [...] (on-line). Brasília, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/14567698/Pol%C3%ADticas_de_clima_como_vetor_estruturante_da_integra%C3%A7%C3%A3o_de_pol%C3%ADticas_setoriais. Acesso em: 14 jul. 2024.

CHECHI, L. **Dos acordos globais às ações locais sobre mudanças climáticas**: tradução e implementação do Plano e Programa ABC. Tese de doutorado. Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. UFRGS: Porto Alegre, 2019.

CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FERREIRA, J. B. Agricultural technology adoption and climate change adaptation in Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 3, p. 455-472, 2014.

ELAHI, Ehsan et al. Extreme weather events risk to crop-production and the adaptation of innovative management strategies to mitigate the risk: A retrospective survey of rural Punjab, Pakistan. **Technovation**, v. 117, p. 102255, 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report. Summary for Policymakers**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em: 14 jul. 2024.

KEFALÁS, Leonardo Callori et al. Abrigos Climáticos para o Brasil: construindo visões e imaginários a partir do planejamento colaborativo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 67, p. 01-27, 2026.

SEKARAN, Udayakumar et al. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security—A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100190, 2021.

SEVERO, C.M.; GRISA, C.; MARQUES, I. de P. Mudanças climáticas e produção de alimentos: evidências para a elaboração de políticas públicas. *Revista de Política Agrícola*, v.34, e02063, 2025. DOI: <https://doi.org/10.35977/2317-224X.rpa2025.v34.02063>.

KAHANE, Rémi et al. Agrobiodiversity for food security, health and income. **Agronomy for sustainable development**, v. 33, n. 4, p. 671-693, 2013.

LUEDLING, Eike et al. Field-scale modeling of tree–crop interactions: Challenges and development needs. **Agricultural Systems**, v. 142, p. 51-69, 2016.

ARYAL, Jeetendra Prakash et al. Major climate risks and adaptation strategies of smallholder farmers in coastal Bangladesh. **Environmental Management**, v. 66, n. 1, p. 105-120, 2020.

WOLFE, David W. et al. Projected change in climate thresholds in the Northeastern US: implications for crops, pests, livestock, and farmers. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, v. 13, n. 5, p. 555-575, 2008.

CERUTTI, Alessandro K. et al. Carbon footprint in green public procurement: Policy evaluation from a case study in the food sector. **Food Policy**, v. 58, p. 82-93, 2016.

BEDEKE, Sisay B. et al. Vulnerability to climate change among maize-dependent smallholders in three districts of Ethiopia. **Environment, Development & Sustainability**, v. 22, n. 2, 2020.

MUSAFIRI, Collins M. et al. Adoption of climate-smart agricultural practices among smallholder farmers in Western Kenya: do socioeconomic, institutional, and biophysical factors matter? **Heliyon**, v. 8, n. 1, 2022.

UDDIN, Mohammed Nasir; BOKELMANN, Wolfgang; ENTSMINGER, Jason Scott. Factors affecting farmers' adaptation strategies to environmental degradation and climate change effects: A farm level study in Bangladesh. **Climate**, v. 2, n. 4, p. 223-241, 2014.

MACHADO FILHO. H. *et al.* **Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil**. IPC-IG Working Paper, Brasília, DF, n. 141, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1046425/1/2016007.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2024.

MAHMOOD, Nasir et al. Farmers' perceptions and role of institutional arrangements in climate change adaptation: Insights from rainfed Pakistan. **Climate Risk Management**, v. 32, p. 100288, 2021.

PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, 2014. Disponível em: https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/GT2_sumario_portugues_v2.pdf. Acesso em: 03 fev.. 2026.

RANZI, Thais Cristine; BOSSLE, Marília Bonzanini. A representatividade das mulheres nos espaços de estudo e tomada de decisão sobre meio ambiente e mudanças climáticas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 21, n. 67, p. 28-49, 2026. DOI: [10.3895/rt.v21n67.18486](https://doi.org/10.3895/rt.v21n67.18486)

RODRIGUES-FILHO, S. *et al.* O Clima em Transe: Políticas de mitigação e adaptação no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 19, p. 74-90, 2016. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48874/29382>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. **Os atores do desenvolvimento rural no Brasil: perspectivas recentes**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.