


**SUSTENTABILIDADE EM PERÍMETROS IRRIGADOS: REVISÃO
SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA CIENTÍFICA MUNDIAL**

**SUSTAINABILITY IN IRRIGATED AREAS: A SYSTEMATIC AND
BIBLIOMETRIC REVIEW OF THE WORLD SCIENTIFIC LITERATURE**

**SOSTENIBILIDAD EN ZONAS DE REGADURA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Y BIBLIOMÉTRICA DE LA LITERATURA CIENTÍFICA MUNDIAL**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n3-149>

Data de submissão: 01/03/2026

Data de publicação: 30/03/2026

Ketylen Vieira Santos

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: ketylenvs@gmail.com

Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: rrgomesfilho@gmail.com

Gregório Guirado Faccioli

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: gregorioufs@gmail.com

Alane Regina Rodrigues dos Santos

Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: alane-rs@hotmail.com

Jailton de Jesus Costa

Doutor em Geografia
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: jailton@academico.ufs.br

Carla Tamilys Vasconcelos Araujo

Doutoranda em Recursos Hídricos
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: carlatamilys123@gmail.com

Jaqueline Ribeiro de Jesus

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: jaqueline.ribbeiro@gmail.com

Wolliver Correia Almeida

Graduado em Petroléo e Gás

Instituição: Universidade Tiradentes (UNIT)

E-mail: contato@maisfrioaracaju.com.br

RESUMO

A sustentabilidade em perímetros irrigados tem se tornado um tema estratégico diante das crescentes pressões sobre os recursos hídricos, intensificação de eventos climáticos extremos e demandas por maior eficiência e governança ambiental. Apesar do avanço da literatura, observa-se fragmentação temática e limitada integração entre dimensões técnicas e institucionais. Este estudo realiza uma Revisão Sistemática da Literatura, combinada à análise bibliométrica, para mapear a evolução estrutural, temática e colaborativa da produção científica sobre sustentabilidade em perímetros irrigados entre 1992 e 2025. Foram analisados 30 artigos selecionados nas bases Scopus e Web of Science, aplicando-se técnicas de coocorrência de palavras-chave e de coautoria no VOSviewer. Os resultados indicam consolidação metodológica na utilização de indicadores e modelos quantitativos, porém evidenciam lacunas na incorporação sistemática de variáveis de governança e arranjos institucionais. Conclui-se que o campo apresenta maturidade conceitual crescente, mas ainda carece de integração interdisciplinar que articulem desempenho técnico e governança ambiental. Os achados contribuem para o aprimoramento de estratégias de avaliação e gestão sustentável de infraestruturas coletivas de irrigação.

Palavras-chave: Agricultura Irrigada. Desenvolvimento Sustentável. Gestão Sustentável. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Sustainability in irrigated perimeters has become a strategic issue in light of increasing pressures on water resources, the intensification of extreme climate events, and growing demands for greater efficiency and environmental governance. Despite advances in the literature, thematic fragmentation and limited integration between technical and institutional dimensions are still observed. This study conducts a Systematic Literature Review, combined with bibliometric analysis, to map the structural, thematic, and collaborative evolution of scientific production on sustainability in irrigated perimeters between 1992 and 2025. A total of 30 articles selected from the Scopus and Web of Science databases were analyzed using keyword co-occurrence and co-authorship techniques in VOSviewer. The results indicate methodological consolidation in the use of indicators and quantitative models, but also reveal gaps in the systematic incorporation of governance variables and institutional arrangements. It is concluded that the field shows increasing conceptual maturity, yet still lacks interdisciplinary integration capable of articulating technical performance and environmental governance. The findings contribute to improving strategies for the assessment and sustainable management of collective irrigation infrastructures.

Keywords: Irrigated Agriculture. Sustainable Development. Sustainable Management. Water Resources.

RESUMEN

La sostenibilidad en los perímetros de regadío se ha convertido en un tema estratégico ante la creciente presión sobre los recursos hídricos, la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos y la demanda de mayor eficiencia y gobernanza ambiental. A pesar del avance de la literatura, se observa fragmentación temática y una integración limitada entre las dimensiones técnicas e institucionales. Este estudio realiza una revisión sistemática de la literatura, combinada con un análisis bibliométrico,

para trazar el mapa de la evolución estructural, temática y colaborativa de la producción científica sobre sostenibilidad en perímetros de regadío entre 1992 y 2025. Se analizaron treinta artículos seleccionados de las bases de datos Scopus y Web of Science, aplicando técnicas de coocurrencia de palabras clave y coautoría en VOSviewer. Los resultados indican una consolidación metodológica en el uso de indicadores y modelos cuantitativos, pero resaltan brechas en la incorporación sistemática de variables de gobernanza y arreglos institucionales. Se concluye que el campo muestra una creciente madurez conceptual, pero aún carece de una integración interdisciplinaria que articule el desempeño técnico y la gobernanza ambiental. Los hallazgos contribuyen a la mejora de las estrategias para evaluar y gestionar de forma sostenible las infraestructuras colectivas de riego.

Palabras clave: Agricultura de Regadío. Desarrollo Sostenible. Gestión Sostenible. Recursos Hídricos.

1 INTRODUÇÃO

A expansão e a modernização dos perímetros irrigados têm se consolidado como temática estratégica para a segurança alimentar e hídrica em escala global, sobretudo em um contexto de mudanças climáticas, aumento da demanda por alimentos e intensificação da pressão sobre os recursos naturais. A agricultura irrigada sustenta a produtividade de diferentes territórios e, ao mesmo tempo, responde por parcela expressiva do uso de água doce, de modo que eficiência e governança do recurso hídrico se tornam dimensões-chave para o desenvolvimento sustentável (FAO, 2021; UNESCO, 2024; FAO, 2025).

Apesar da relevância desses sistemas, os perímetros irrigados permanecem associados a desafios socioambientais persistentes, como perdas na distribuição e aplicação, custos energéticos, manutenção insuficiente de infraestrutura, conflitos entre usos da água e impactos cumulativos sobre aquíferos, solos e ecossistemas. A literatura aponta que ganhos produtivos não se convertem automaticamente em sustentabilidade, especialmente quando a eficiência técnica não é acompanhada por gestão adaptativa e capacidade institucional (UNESCO, 2024).

Nesse cenário, a sustentabilidade em perímetros irrigados exige uma abordagem integrada que conecte produtividade agrícola, conservação ambiental e equidade social, em diálogo com a Agenda 2030 e, particularmente, com os ODS 2, 6 e 12. A avaliação do uso eficiente da água e de seus desdobramentos socioeconômicos e ambientais tem sido reforçada como referência para monitoramento e tomada de decisão, incluindo indicadores associados ao ODS 6.4 (ONU, 2015).

Entretanto, embora existam avanços expressivos em estudos empíricos e propostas metodológicas, observa-se que a produção científica internacional sobre sustentabilidade em perímetros irrigados ainda se apresenta fragmentada, com diversidade de abordagens conceituais, métricas, escalas e recortes territoriais. Essa heterogeneidade dificulta comparações e sínteses consistentes, além de limitar a identificação de padrões robustos e lacunas prioritárias de pesquisa, reforçando a necessidade de análises estruturadas do estado da arte.

É nesse ponto que a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) se mostra particularmente adequada. Em contraste com revisões narrativas, a RSL se caracteriza por um processo planejado e explicitamente descrito de busca, seleção e síntese de estudos, com o objetivo de reduzir vieses, elevar a confiabilidade do conhecimento consolidado e permitir maior rastreabilidade das decisões metodológicas. Em termos metodológicos, a contribuição central da RSL está na explicitação do protocolo e do procedimento de revisão, favorecendo transparência e reprodutibilidade (Oliveira et al., 2024).

Além disso, o debate metodológico ressalta que o rigor de uma revisão não deve permanecer implícito: ele precisa ser demonstrado e documentado no próprio texto científico, uma vez que a credibilidade da síntese depende da clareza dos critérios e das etapas que sustentam a seleção e a análise do corpus. Assim, torna-se essencial comunicar de forma objetiva os critérios, as fontes consultadas e o processo de triagem, de modo que o leitor possa compreender e avaliar a robustez do percurso metodológico.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo sistematizar e analisar a produção científica sobre a sustentabilidade em perímetros irrigados, com ênfase no desenvolvimento e aplicação de indicadores e índices de sustentabilidade, combinando revisão sistemática e análise bibliométrica para identificar padrões temáticos, estruturais e colaborativos.

Diferentemente de revisões anteriores, esta pesquisa integra análise estrutural de redes científicas com avaliação crítica das dimensões da sustentabilidade, contribuindo para o avanço de abordagens que articulem desempenho técnico, governança ambiental e gestão adaptativa de sistemas coletivos de irrigação.

Este estudo contribui para a literatura sobre sustentabilidade em perímetros irrigados, indo além do mapeamento bibliométrico descritivo e propondo uma perspectiva analítica integrada que vincula explicitamente indicadores e índices de sustentabilidade à governança institucional e à capacidade de adaptação. Enquanto pesquisas anteriores enfatizaram predominantemente a eficiência técnica e a otimização de recursos, esta revisão demonstra que as avaliações de sustentabilidade permanecem estruturalmente assimétricas, com limitada integração da robustez da governança e da adaptabilidade sistêmica em estruturas baseadas em indicadores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO E PROTOCOLO

Quanto à abordagem metodológica, a pesquisa apresenta caráter misto (qualitativo e quantitativo), uma vez que, para atingir o objetivo geral, os dados coletados foram analisados tanto sob uma perspectiva objetiva quanto interpretativa (Ponce, 2022, p. 86).

No que se refere aos procedimentos técnicos, adotou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), fundamentada no protocolo metodológico proposto por Cronin et al. (2008) e utilizado em pesquisas correlatas (Filippi et al., 2017; Lagioia et al., 2023; Oliveira et al., 2024; Day; Brömdal, 2026). Segundo Cronin et al. (2008), esse protocolo compreende as seguintes etapas:

1ª etapa: Formulação da questão de pesquisa

A primeira etapa para a realização de uma RSL consiste na definição de uma questão investigativa. A formulação do problema não deve ser excessivamente restrita nem demasiadamente abrangente: quando muito ampla, pode dificultar a delimitação da população e do escopo; quando muito limitada, pode levar à exclusão de estudos relevantes (Wright et al., 2007).

Diante disso, este estudo foi orientado pela seguinte questão de pesquisa: Como a literatura científica tem abordado a avaliação da sustentabilidade em perímetros irrigados, particularmente por meio do desenvolvimento e aplicação de indicadores e índices de sustentabilidade, levando em consideração a dimensão técnica, institucional e capacidade adaptativa?

2ª etapa: Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão

Nesta etapa, é fundamental definir de forma clara e objetiva quais estudos serão incluídos ou excluídos da amostra, considerando elementos como a natureza, objetivos da pesquisa, idioma, recorte temporal e estratégia de busca. No presente estudo, adotaram-se os critérios de inclusão descritos na Tabela 01:

Tabela 01. Critérios de inclusão estabelecidos para a RSL

Base de dados empregadas na pesquisa	Scopus e Web of Science (WoS)
Tipo de documento	Artigo
Idioma	Inglês
Recorte temporal empregado na Scopus	1992 a 2025
Recorte temporal empregado na WoS	1997 a 2025
Emprego dos operadores booleanos	“OR” e “AND”
Localização das palavras-chave	Título, palavras-chave e resumo (Scopus) e Topic (WoS)
Palavras-chave	"irrigation project"; "irrigation district*"; "irrigation scheme*"; "irrigation project*"; "irrigation command area*"; "collective irrigation"; "public irrigation"; "sustainability assessment"; "sustainability evaluation"; "environmental sustainab*"; "sustainab* indicator*"; "sustainab* index"; "sustainability indicator" e "sustainability index"

Fonte: Autores.

A Scopus e a Web of Science (WoS) foram selecionadas por se tratar de bases de dados multidisciplinares e reconhecidas como referências globais em indexação bibliográfica, reunindo periódicos de elevado rigor metodológico e submetidos a processos estruturados de revisão por pares, o que assegura qualidade, abrangência temática e confiabilidade das publicações analisadas. Escolheu-se restringir a busca a publicações em inglês por se tratar do idioma predominante na literatura indexada nas bases consultadas, o que amplia a comparabilidade e a rastreabilidade dos resultados. Reconhece-se, contudo, que essa delimitação pode excluir estudos relevantes publicados em outros idiomas.

Destaca-se que o recorte temporal adotado compreendeu todo o período disponível nas bases de dados consultadas, considerando que, na Scopus, os registros mais antigos datavam de 1992, enquanto na WoS iniciaram em 1997, estendendo-se ambas até 2025. Essa delimitação temporal permitiu contemplar a evolução histórica da produção científica sobre sustentabilidade em perímetros irrigados, garantindo abrangência longitudinal à análise.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com o objetivo de assegurar coerência temática e alinhamento com o escopo da pesquisa, centrado na sustentabilidade de perímetros irrigados sob a perspectiva de infraestrutura coletiva e seus desdobramentos institucionais, ambientais e socioeconômicos. Priorizaram-se estudos que abordassem explicitamente avaliação de sustentabilidade, indicadores, desempenho de sistemas de irrigação, governança da água, instrumentos econômicos ou modelagem aplicada em perímetros irrigados.

Foram excluídos trabalhos que tratavam de irrigação apenas em escala de parcela agrícola sem conexão com infraestrutura coletiva, estudos puramente agrônômicos desvinculados de análise sistêmica, e publicações cujo foco principal não estivesse relacionado à sustentabilidade ou à gestão de sistemas irrigados.

A seleção das palavras-chave foi orientada pelo objetivo de abranger os principais termos associadas a sistemas coletivos de irrigação, considerando suas variações institucionais e territoriais. Buscou-se incluir termos que refletissem tanto a dimensão estrutural desses sistemas quanto sua organização pública ou coletiva. Paralelamente, foram incorporadas palavras-chaves voltadas à avaliação da sustentabilidade, priorizando estudos que operacionalizam o conceito por meio de métricas, índices ou processos avaliativos.

Após a definição das palavras-chave, os termos foram combinados por meio dos operadores booleanos OR e AND, estruturando a estratégia de busca nas bases de dados. O operador OR ampliou a abrangência ao incluir variações terminológicas, enquanto o AND restringiu os resultados, assegurando a recuperação de estudos que contemplassem simultaneamente os eixos temáticos definidos.

Desse modo, foi definido a seguinte string de busca: ("irrigation project*" OR "irrigation district*" OR "irrigation scheme*" OR "irrigation command area*" OR "collective irrigation" OR "public irrigation") AND ("sustainability assessment" OR "sustainability evaluation" OR "environmental sustainab*" OR "sustainab* indicator*" OR "sustainab* index" OR "sustainability indicator" OR "sustainability index").

3ª etapa: Seleção e acesso à literatura

Com a aplicação dos filtros previamente estabelecidos e a consolidação dos resultados obtidos nas duas bases de dados, a busca realizada em 04/02/2026 resultou no quantitativo apresentado na Tabela 02, a qual detalha os registros identificados antes e após a aplicação dos critérios de refinamento.

Tabela 02. Artigos identificados antes e após a aplicação dos critérios de refinamento

Base de dados	Artigos encontrados	
	Sem refinamento	Com refinamento
Scopus	77	62
WoS	53	47
Total	130	109

Fonte: Autores.

Com o objetivo de assegurar maior consistência metodológica e reduzir potenciais vieses na etapa de seleção, realizou-se a organização, o gerenciamento bibliográfico dos registros recuperados e remoção de duplicatas, com o auxílio do software Mendeley Reference Manager, o qual é amplamente utilizado para controle e sistematização de referências científicas. Após esse processo de depuração, obteve-se um conjunto de 77 artigos, os quais foram submetidos à etapa subsequente de avaliação integral.

4ª Etapa: Elegibilidade da literatura incluída na revisão

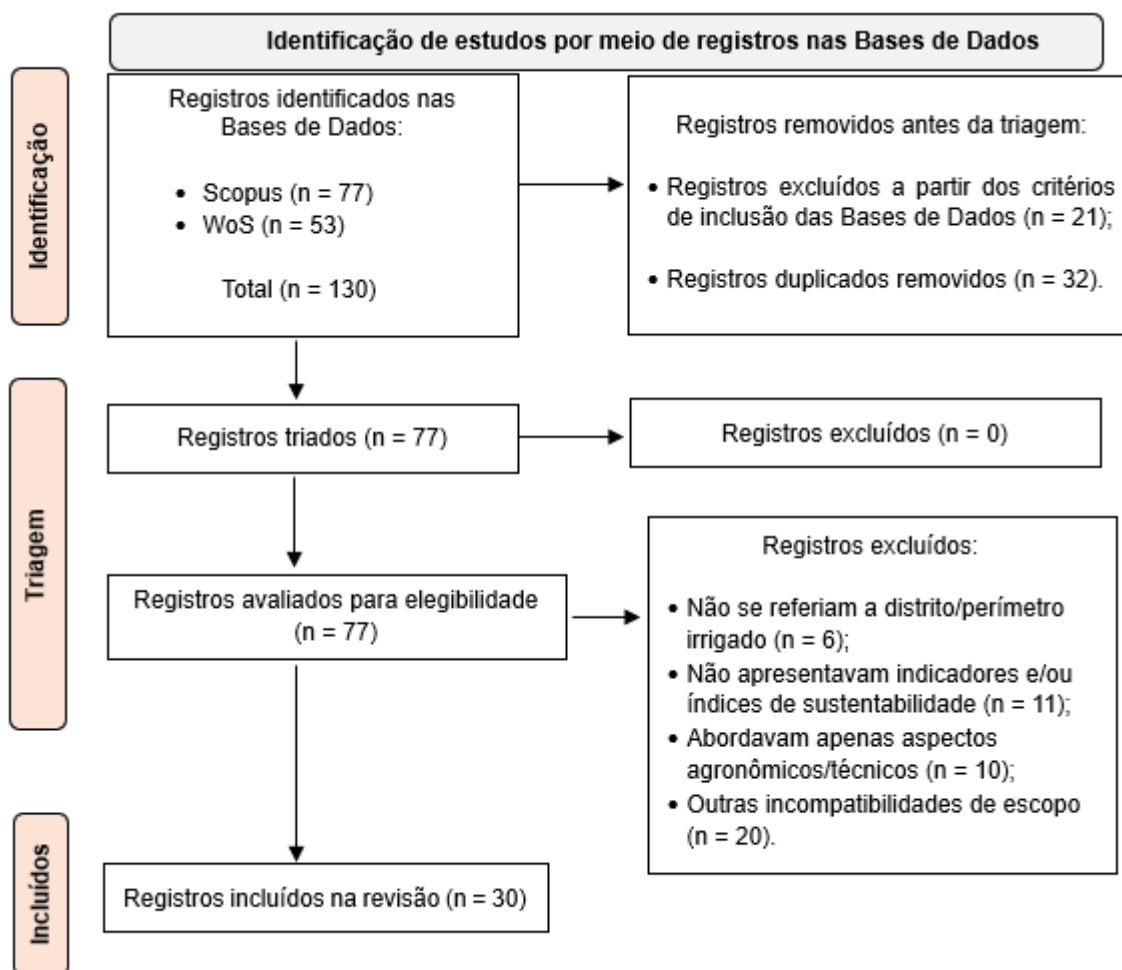
Nesta etapa, procedeu-se à leitura integral dos 77 artigos selecionados anteriormente, com o objetivo de verificar a aderência efetiva ao objeto da pesquisa. Desse conjunto, 47 artigos foram excluídos por abordarem temáticas que não apresentavam relação direta com o escopo do estudo. Ao final da avaliação completa dos textos, 30 artigos atenderam plenamente aos critérios de elegibilidade e compuseram a amostra final desta revisão sistemática.

5ª etapa: Análise, síntese e divulgação dos resultados

Esta etapa compreende a análise criteriosa e a integração das evidências extraídas dos 30 estudos incluídos, possibilitando a organização dos resultados e sua interpretação à luz dos objetivos da pesquisa. Os dados foram sistematizados e examinados com o auxílio de planilha do Excel e do software VOSviewer (versão 1.6.20), ferramenta que possibilita o mapeamento das relações estruturais entre diferentes elementos da produção acadêmica, permitindo identificar padrões de associação e organização temática da literatura analisada (Moraes; Kafure, 2020; Van Eck; Waltman, 2023).

Nele, ocorreu a análise de coautoria, com foco na identificação de padrões de colaboração entre autores; e análise de coocorrência de palavras-chave, com o objetivo de mapear a estrutura temática e os principais eixos conceituais da produção científica investigada (Dos Santos; Quadros, 2024). A Figura 01 retrata o fluxograma das principais etapas da RSL.

Figura 01. Fluxograma das principais etapas da revisão de literatura



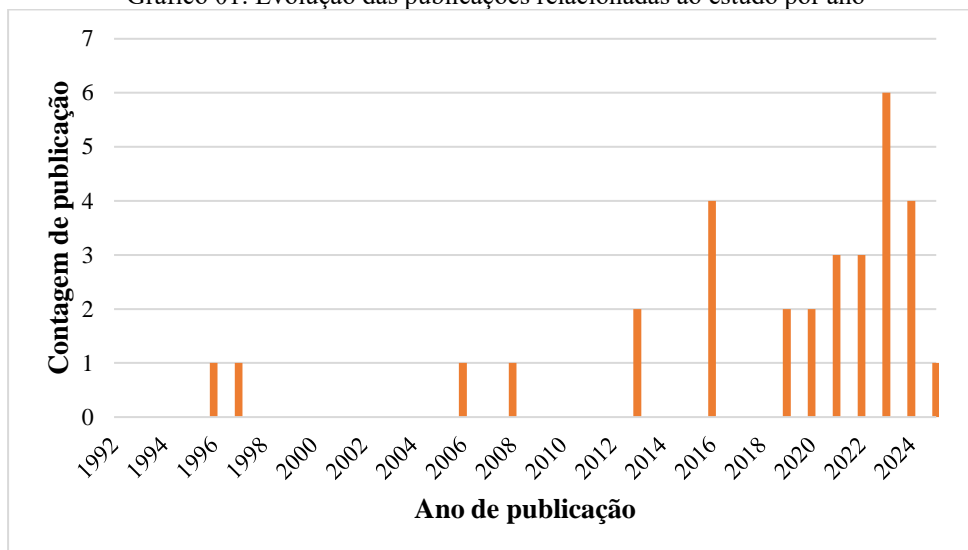
Fonte: Adaptado de Page et al. (2021)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PANORAMA DESCRITIVO

A análise bibliométrica e a síntese temática evidenciam que a pesquisa sobre sustentabilidade em perímetros irrigados, embora presente desde a década de 1990, apresenta concentração de publicações em anos recentes, com aceleração mais clara a partir de 2019, com pico em 2023 (Gráfico 01).

Gráfico 01. Evolução das publicações relacionadas ao estudo por ano



Fonte: Autores.

A evolução temporal evidencia uma transição de estudos mais conceituais e exploratórios para abordagens mais instrumentalizadas por métricas, índices e modelos de decisão, com aumento da formalização metodológica. Esse comportamento sugere a consolidação do tema no contexto de pressões crescentes por eficiência do uso da água, intensificação de eventos extremos, conflitos entre usos e exigências de governança para sistemas de infraestrutura hídrica coletiva (Allan, 1996; Sun et al., 2016; Xue et al., 2019).

A Tabela 03 sistematiza o portfólio dos artigos selecionados para a RSL, apresentando seus objetivos, áreas de aplicação, natureza metodológica, tipo de abordagem e país de realização. A síntese dos estudos demonstra que a sustentabilidade em perímetros irrigados tem sido tratada de forma multidimensional, embora com ênfases metodológicas e conceituais distintas, condicionadas pelo contexto geográfico, pelo grau de desenvolvimento institucional e pelas finalidades analíticas de cada pesquisa.

Tabela 03. Portfólio dos artigos selecionados para a RSL

Referência	Objetivo	Área de pesquisa	Natureza de estudo	Tipo de estudo	País
Berhe et al. (2025)	Avaliar a sustentabilidade de esquemas de irrigação baseados em reservatórios	Sustentabilidade e gestão hídrica	Mista	Teórico-empírico	Etipóia
Cui et al. (2024)	Propor e aplicar um framework integrado para avaliar e melhorar a sustentabilidade da produção agrícola verde.	Sustentabilidade e produtividade verde	Quantitativo	Teórico-empírico	China
Jayasiri et al. (2024)	Avaliar lacunas de sustentabilidade econômica, social e ambiental de um sistema de produção de arroz	Sustentabilidade em agricultura irrigada	Mista	Empírico	Sri Lanka

Wabela et al. (2024)	Avaliar o desempenho “on-farm” de dois esquemas de irrigação, combinando indicadores internos e indicadores externos	Sustentabilidade de infraestrutura hidráulica	Mista	Empírico	Etipóia
Sekyere (2023)	Avaliar o desempenho de dois esquemas de irrigação por meio de indicadores comparativos agrupados em cinco dimensões, identificando também os principais desafios que limitam a eficiência e a sustentabilidade.	Avaliação de desempenho e sustentabilidade de áreas irrigadas	Quantitativa	Empírico	Gana
Cao et al. (2023)	Desenvolver um modelo integrado hidro-agro-econômico de otimização para conciliar receita líquida agrícola, práticas de irrigação e sustentabilidade ambiental e testar cenários de gestão	Otimização e planejamento de irrigação	Quantitativa	Teórico-empírico	China
Hernández-Cruz et al. (2023)	Avaliar, por meio de um modelo de alocação de água, estratégias de gestão sob escassez com base em critérios de desempenho e um índice de sustentabilidade.	avaliação de desempenho de sistemas hídricos	Quantitativa	Teórico-empírico	México
Cánovas-Molina et al. (2023)	Desenvolver e propor um Irrigation Sustainability Index para bacias agrícolas, classificando distritos de irrigação quanto ao nível de sustentabilidade e gerando evidências para orientar políticas.	Avaliação de sustentabilidade em áreas irrigadas	Quantitativa	Teórico-empírico	Espanha
Bashe et al. (2023)	Avaliar o desempenho do esquema irrigação utilizando sensoriamento remoto para estimar o uso de água e comparar oferta vs. demanda hídrica por meio de indicadores de performance, apontando gargalos de manejo e oportunidades para melhorar a sustentabilidade da gestão.	Gestão de irrigação e sustentabilidade	Quantitativa	Teórico-empírico	Etipóia
Mivumbi and Yuan (2023)	Analisar como fatores de produção e condições institucionais e/ou organizacionais associadas ao uso de recursos de irrigação influenciam a eficiência técnica e a eficiência alocativa dos agricultores em esquemas irrigados, discutindo implicações para a sustentabilidade.	Economia ambiental e sustentabilidade de áreas irrigadas	Mista	Empírico	China
Mng’ong’o et al. (2022)	Caracterizar como a rizicultura irrigada influencia a qualidade da água e o risco de eutrofização, avaliando variações ao longo do transecto e identificando potenciais pressões associadas ao manejo agrícola e ao padrão de uso do solo.	Sustentabilidade e impactos ambientais em sistemas irrigados	Quantitativa	Teórico-empírico	Tanzania
Wang (2022)	Propor e estruturar um sistema abrangente de indicadores para pós-avaliação de projetos de irrigação de alta eficiência e economia de água, integrando critérios técnicos, gerenciais e de sustentabilidade, e organizar um modelo de avaliação c.	Sustentabilidade hídrica	Mista	Teórico-empírico	China

Cui et al. (2022)	Mensurar sustentabilidade do nexo WEF (Água–Energia–Alimento) em sistemas bombeados e identificar fatores motores.	Sustentabilidade hídrica	Quantitativa	Teórico-empírico	China
Nicol e Nicol (2021)	Investigar o nível e o perfil de adoção de tecnologias de agricultura de precisão e avaliar como características de produtores e propriedades se relacionam com a adoção, além de examinar implicações para sustentabilidade	Sustentabilidade e inovação das áreas irrigadas	Mista	Empírico	Canadá
Zhang et al. (2021)	Desenvolver e aplicar um modelo espacial de otimização multiobjetivo, baseado em pegada hídrica, para otimizar o arranjo espacial do plantio de culturas, equilibrando benefícios econômicos, uso sustentável da água e segurança hídrica	Gestão sustentável da água na agricultura irrigada.	Quantitativa	Teórico-empírico	China
Li e Singh (2021)	Desenvolver um modelo de otimização para avaliar a sustentabilidade do uso de água e energia na produção de alimentos em agricultura irrigada.	Sustentabilidade de áreas irrigadas	Quantitativa	Teórico-empírico	China
Darzi-Naftchali et al. (2020)	Avaliar a sustentabilidade socioambiental de uma rede de irrigação e drenagem com cerca de 20 anos de operação, comparando efeitos ambientais e sociais associados ao projeto.	Sustentabilidade de áreas irrigadas	Mista	Empírico	Irã
Echchelh et al. (2020)	Identificar esquemas de irrigação agroambientalmente sustentáveis para reutilização de água de campos de gás em um contexto hiperárido e estimar os custos operacionais desses cenários.	Gestão e sustentabilidade de irrigação	Quantitativa	Teórico-empírico	Qatar
Köpke et al. (2019)	Analisar as dinâmicas socioecológicas da agricultura irrigada a partir de uma perspectiva de ecologia política, bem como seus efeitos sobre sustentabilidade e equidade social.	Sustentabilidade socioambiental	Qualitativa	Empírico	Sri Lanka
Xue et al. (2019)	Avaliar a sustentabilidade de medidas de economia de água na agricultura	Sustentabilidade hídrica	Quantitativa	Empírico	China
Ricart et al. (2016)	Avaliar percepções, preocupações e conflitos entre stakeholders em um sistema hídrico multifuncional para qualificar como diferentes grupos entendem e priorizam a sustentabilidade em um contexto de competição por usos da água e controvérsia pública.	Sustentabilidade de áreas irrigadas	Qualitativa	Empírico	Espanha
Kalle e Kasi (2016)	Analisar criticamente os esquemas de irrigação por elevação, avaliando se a adoção dessa tecnologia representa um avanço ou um problema para o desenvolvimento rural e a sustentabilidade.	Sustentabilidade hídrica	Mista	Teórico-empírico	Índia
Hai et al. (2016)	Selecionar indicadores-chave e priorizar soluções para o enfrentamento da desertificação e da	Sustentabilidade ambiental	Mista	Teórico-empírico	Vietnã

	seca por meio de uma abordagem integrada que considere dimensões ambientais, socioeconômicas e institucionais, apoiando o planejamento territorial e a formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade.				
Sun et al. (2016)	Realizar uma avaliação abrangente do uso da água na produção agrícola, integrando múltiplos indicadores de eficiência, produtividade e sustentabilidade, de modo a identificar gargalos no uso hídrico e subsidiar estratégias de gestão mais sustentáveis para sistemas irrigados de grande escala.	Sustentabilidade hídrica	Quantitativa	Empírico	China
Umadevi et al. (2013)	Analisar a sustentabilidade de sistemas de irrigação considerando dimensões técnicas, institucionais, socioeconômicas e ambientais.	Sustentabilidade de áreas irrigadas	Mista	Empírico	Índia
Aregay et al. (2013)	Avaliar em que medida uma política de precificação da água de irrigação pode atuar como instrumento de gestão da demanda hídrica e de gestão ambiental.	Sustentabilidade e gestão ambiental	Quantitativa	Empírico	China
Norton et al. (2008)	Desenvolver e testar um método preditivo para avaliar a sustentabilidade ambiental de esquemas de irrigação ainda na fase de planejamento, permitindo identificar riscos ambientais potenciais antes da implementação dos projetos	Sustentabilidade de áreas irrigadas	Quantitativa	Teórico-empírico	Nova Zelândia
Larson (2006)	Propor e aplicar uma ferramenta baseada em índices para comparar e ranquear alternativas de projetos hídricos quanto aos impactos socioambientais relativos em relação aos benefícios energéticos.	Avaliação de sustentabilidade por índices	Quantitativa	Teórico-empírico	Etiópia
Hu (1997)	Propor uma definição mensurável de sustentabilidade para esquemas de irrigação com efluente, incorporando explicitamente os impactos ambientais em águas superficiais e subterrâneas no processo de projeto/avaliação.	Avaliação de sustentabilidade por índices	Quantitativa	Teórico-empírico	China
Allan (1996)	Discutir como opções de alocação e gestão de recursos hídricos em regiões áridas variam conforme a diversidade da economia e o grau de incorporação da sustentabilidade ambiental nas políticas.	Sustentabilidade ambiental	Qualitativa	Teórico-empírico	Norte da África

Fonte: Autores.

No que se refere à distribuição geográfica dos estudos, observa-se forte concentração na China (11 estudos), seguida pela Etiópia (4 estudos). Os demais países (Sri Lanka, Gana, Espanha, México,

Irã, Índia, Canadá, Vietnã, Qatar, Tanzânia, Nova Zelândia e África Oriental) aparecem com um estudo cada. Essa configuração revela assimetria regional na produção empírica e indica a necessidade de ampliar investigações em contextos ainda pouco explorados, particularmente na América Latina e em regiões com diferentes arranjos institucionais de irrigação coletiva.

Observa-se uma forte predominância de estudos quantitativos, especialmente aqueles baseados em indicadores, índices compostos e modelos de otimização, voltados à avaliação do desempenho hídrico, produtivo e ambiental das áreas irrigadas. Trabalhos como Sun et al. (2016), Xue et al. (2019), Cui et al. (2024) e Cao et al. (2023) exemplificam essa tendência ao empregar sistemas de indicadores para mensurar eficiência do uso da água, produtividade agrícola, consumo energético e impactos ambientais.

Um segundo grupo expressivo de estudos adota modelos de otimização matemática, frequentemente associados ao nexo água–energia–alimento (WEF) ou a extensões mais amplas, para apoiar decisões de alocação de recursos sob restrições físicas e ambientais. Exemplos relevantes incluem, Li e Singh (2021), Zhang et al. (2021) e Cui et al. (2022).

Outro eixo relevante envolve estudos focados na avaliação de desempenho operacional e ambiental de esquemas de irrigação, tanto após a implementação quanto na fase de planejamento. Trabalhos como Norton et al. (2008), Hu (1997) e Larson (2006) demonstram a importância de ferramentas preditivas e índices simplificados para antecipar riscos ambientais, como salinização, degradação do solo, poluição difusa e elevação do lençol freático.

Em contraste com a literatura predominantemente quantitativa, um conjunto de estudos qualitativo enfatiza a governança, os arranjos institucionais e as dinâmicas socioecológicas dos perímetros irrigados. Trabalhos como Allan (1996), Ricart et al. (2016) e Köpke et al. (2019) e o estudo de Umadevi et al. (2013) evidenciam que tecnologia e infraestrutura, isoladamente, não garantem sustentabilidade.

Esses estudos qualitativos mostram que fatores como coordenação entre usuários, participação social, custos energéticos, subsídios públicos, conflitos interinstitucionais e percepções dos stakeholders desempenham papel central no sucesso ou fracasso dos sistemas irrigados. A sustentabilidade emerge, portanto, como um processo político e institucional, e não apenas como um resultado técnico mensurável.

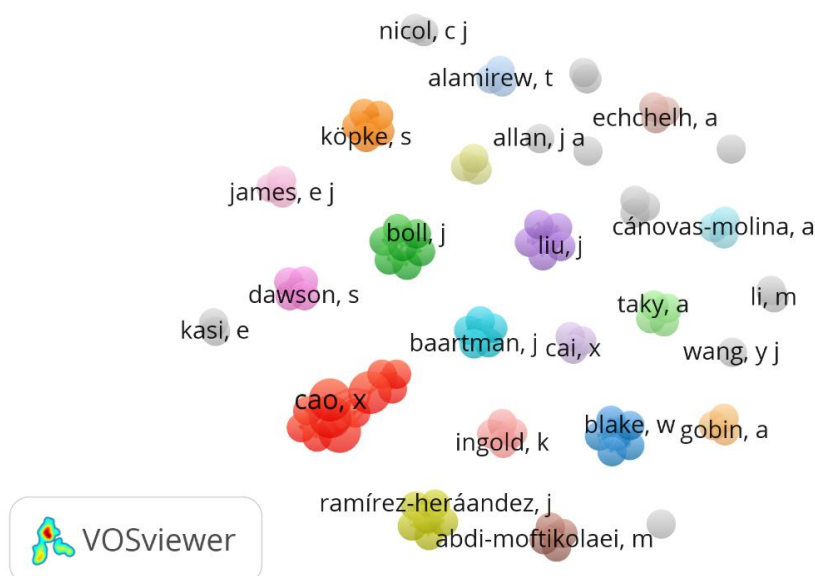
3.2 EVIDÊNCIAS DOS MAPAS BIBLIOMÉTRICOS

3.2.1 Análise de coautoria

Adotou-se o método de contagem *Full Counting*, no qual cada publicação é integralmente atribuída a todos os autores envolvidos, sem ponderação proporcional entre coautores. O critério mínimo estabelecido foi de um documento por autor, o que resultou inicialmente na identificação de 99 autores na base analisada.

A partir desse conjunto, procedeu-se à construção do mapa de coautoria, o qual revelou uma estrutura fragmentada, organizada em múltiplos clusters de colaboração distribuídos em distintos núcleos temáticos, conforme ilustrado na Figura 02.

Figura 02. Rede dos 99 autores dos estudos analisados.



Fonte: Elaborado pelo VOSviewer (2024)

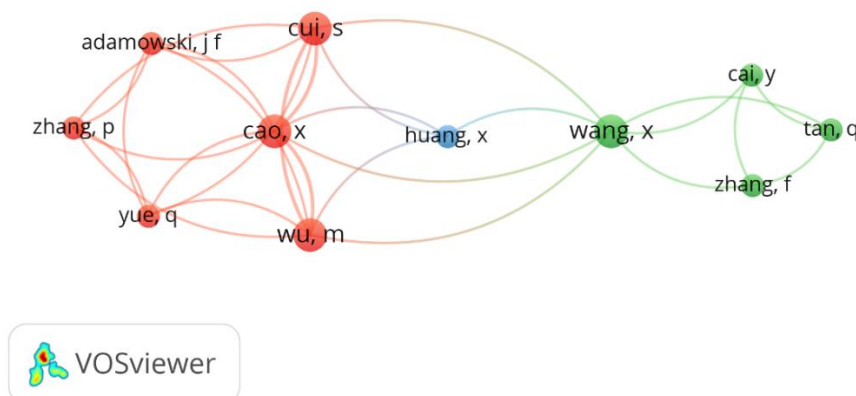
Autores como Cao, X.; Cui, S.; Wu, M. e Wang, X. configuram núcleos colaborativos mais densos, enquanto outros pesquisadores aparecem em posições periféricas ou com conexões limitadas. A ausência de um núcleo altamente centralizado indica que o campo não é dominado por um único polo acadêmico, mas distribuído entre múltiplos centros de produção científica.

Essa combinação de integração temática e fragmentação colaborativa é indicativa de um campo em estágio intermediário de maturidade científica. Do ponto de vista conceitual, observa-se avanço metodológico, consolidação de abordagens avaliativas e crescente sofisticação analítica. Contudo, do ponto de vista estrutural, a dispersão das redes de colaboração sugere que ainda há espaço para maior integração internacional e articulação entre comunidades científicas que atualmente operam de forma relativamente isolada.

Portanto, os resultados bibliométricos indicam que a sustentabilidade em perímetros irrigados constitui um campo em processo de consolidação, com base conceitual consistente, mas ainda em fase de fortalecimento de sua estrutura colaborativa global. A ampliação de redes interinstitucionais e o desenvolvimento de agendas transversais entre clusters podem representar caminhos estratégicos para o amadurecimento científico da área.

Entretanto, ao se observar o recorte estrutural apresentando o núcleo mais denso do mapa de coautoria, torna-se possível identificar um padrão distinto (Figura 03). Nesse subconjunto, emerge um cluster altamente coeso, liderado por autores como Cao, X., Cui, S. e Wu, M., com conexões intensas e recorrentes. Esse núcleo apresenta maior densidade relacional e presença de autores-pontes, como Wang, X. e Huang, X., que desempenham função de articulação entre subgrupos. Diferentemente da estrutura fragmentada observada no panorama geral, essa sub-rede revela consolidação colaborativa e convergência temática.

Figura 03. Recorte estrutural apresentando o núcleo mais denso do mapa de coautoria.



Fonte: Elaborado pelo VOSviewer (2024)

Essa comparação permite inferir que o campo apresenta uma maturidade estrutural heterogênea. Em nível macro, a rede ainda é descentralizada e segmentada, indicando limitada integração entre comunidades científicas. Contudo, em nível micro, observa-se a consolidação de polos colaborativos mais estáveis, particularmente associados a abordagens quantitativas e modelagem aplicada à sustentabilidade da irrigação. Tal configuração sugere que o amadurecimento científico do campo não ocorre de maneira uniforme, mas por meio da consolidação progressiva de núcleos especializados que tendem a estruturar a agenda futura de pesquisa.

Assim, a evolução estrutural identificada indica que a sustentabilidade em perímetros irrigados configura um campo em processo de consolidação colaborativa: embora ainda fragmentado em escala global, apresenta evidências claras de formação de grupos líderes e de fortalecimento de redes

temáticas específicas. A ampliação das conexões intercluster e a internacionalização dessas parcerias poderão representar um avanço decisivo para a consolidação sistêmica do domínio científico.

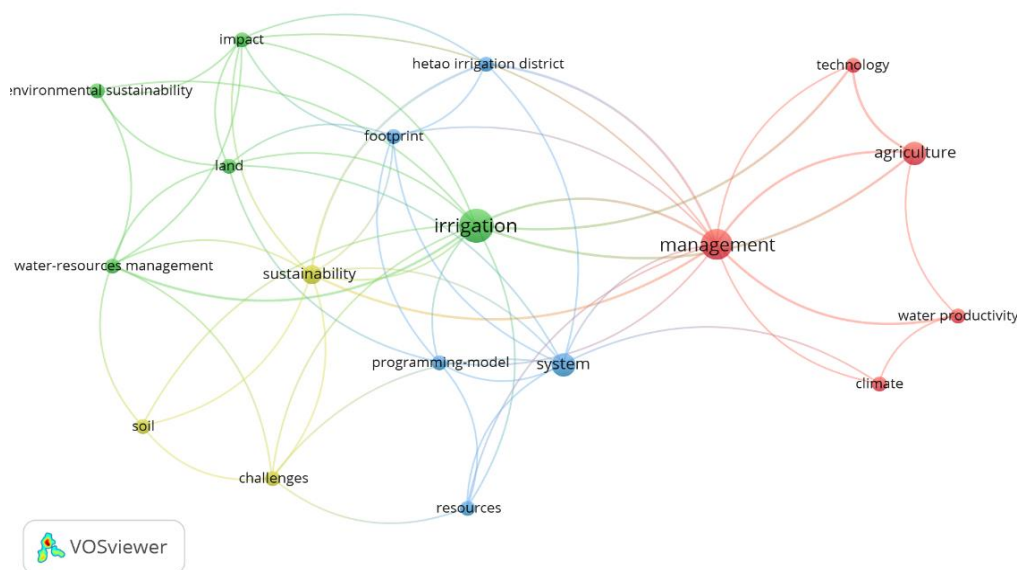
3.2.2 Análise de coocorrência de palavras-chave

Adotou-se o método de contagem *Full Counting*, no qual todas as ocorrências são consideradas com o mesmo peso. Ao todo, o VOSviewer identificou 185 palavras-chave na base analisada. Entretanto, ao estabelecer o critério mínimo de duas ocorrências por termo, apenas 19 palavras-chave atenderam ao limiar definido e foram incluídas na construção da rede bibliométrica.

Para a normalização das conexões, empregou-se o método “*association strength*”, recomendado para análises de coocorrência por reduzir o viés associado à frequência absoluta dos termos. Após a aplicação dos filtros, a rede final foi composta por 18 itens, organizados em 4 clusters temáticos, indicando o grau agregado de interconectividade entre os termos analisados.

A nuvem de termos e os indicadores de frequência evidenciam a centralidade e a recorrência das principais palavras-chave: irrigation (7), management (6), system (4) e sustainability (3), as quais se conectam a distintos conjuntos temáticos (clusters). Essa configuração indica que a sustentabilidade aplicada à perímetro irrigação é abordada por meio de subagendas inter-relacionadas, revelando a natureza multidimensional e integrada do debate (Figura 04).

Figura 04. Rede das 19 palavras-chave com no mínimo 2 ocorrências.



Fonte: Elaborado pelo VOSviewer (2024)

A rede de coocorrência de palavras-chave evidencia que, no portfólio composto por 30 artigos selecionados nas bases de dados analisadas, estruturam-se quatro eixos temáticos predominantes

(clusters) de investigação. Esses clusters foram identificados e diferenciados por cores no VOSviewer, permitindo visualizar a organização interna da rede e a intensidade das conexões entre os termos.

A análise das relações de proximidade e da frequência das palavras-chave demonstra que a produção científica se organiza em subagendas inter-relacionadas, refletindo distintas abordagens conceituais e metodológicas no campo da sustentabilidade aplicada à irrigação. A Tabela 04 sistematiza essa estrutura temática, detalhando as principais características associadas a cada cluster e evidenciando a configuração do campo de pesquisa.

Tabela 04. Estrutura temática dos Clusters

Cluster	Principais palavras-chave	Característica
Verde	Irrigation; land; environmental sustainability; water-resources management; impact	Centra-se na sustentabilidade ambiental, no uso da terra e na gestão dos recursos hídricos, refletindo uma abordagem de avaliação biofísica dos impactos da irrigação
Vermelho	Management; agriculture; water productivity; technology; climate	Gira em torno da gestão, da agricultura, da produtividade da água e da tecnologia, destacando uma perspectiva gerencial e orientada para o desempenho.
Azul	System; programming-model; resources; hetao irrigation district; footprint	Caracteriza-se por modelos sistêmicos e de programação, frequentemente aplicados a distritos de irrigação específicos, indicando uma forte linha de pesquisa quantitativa e orientada para a otimização
Amarelo	Sustainability; soil; challenges	Vincula a sustentabilidade ao solo e aos desafios, funcionando como uma ponte conceitual entre a avaliação ambiental e a modelagem sistêmica.

Fonte: Autores.

Notavelmente, os termos relacionados à governança estão pouco representados na rede, sugerindo que as dimensões institucionais permanecem subintegradas nas estruturas de sustentabilidade dominantes.

3.3 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS E DE GOVERNANÇA

Esta revisão tem implicações importantes para as políticas ambientais e a governança da água em perímetros irrigados. A predominância de indicadores de sustentabilidade com foco técnico sugere que as estruturas de avaliação atuais podem subestimar a influência estrutural da robustez institucional e da qualidade da governança nos resultados ambientais a longo prazo. Melhorias na eficiência do uso da água, por si só, são insuficientes para garantir a sustentabilidade se o financiamento da manutenção, os mecanismos de gestão participativa e a coordenação institucional permanecerem frágeis.

A estrutura integrativa proposta destaca que a sustentabilidade em infraestruturas de irrigação emerge da interação entre o desempenho operacional, os mecanismos de governança e a capacidade de adaptação. Portanto, formuladores de políticas e profissionais da área devem adotar ferramentas de

avaliação multidimensionais que incorporem não apenas métricas hidrológicas e de produtividade, mas também indicadores de desempenho institucional, mecanismos de resolução de conflitos e capacidades de governança adaptativa.

Além disso, no contexto da crescente variabilidade climática e das pressões socioambientais, as avaliações de sustentabilidade devem avançar em direção a modelos de governança adaptativa alinhados aos princípios da gestão integrada de recursos hídricos e ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6. Ao conectar as dimensões técnica e institucional, este estudo contribui para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade sensíveis à governança, capazes de apoiar sistemas de irrigação mais resilientes e ambientalmente sustentáveis.

3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar de suas contribuições, este estudo apresenta algumas limitações. Primeiro, a análise foi restrita a artigos revisados por pares indexados no Scopus e na Web of Science, o que pode excluir pesquisas relevantes publicadas em outras bases de dados ou literatura cinzenta. Segundo a dependência de palavras-chave fornecidas pelos autores pode influenciar a estrutura das redes de coocorrência, potencialmente negligenciando contribuições conceituais não explicitamente refletidas nas palavras-chave.

Terceiro, a abordagem bibliométrica captura padrões estruturais na produção científica, mas não avalia diretamente a eficácia empírica dos indicadores de sustentabilidade na prática. Por fim, a predominância de estudos de caso concentrados em regiões geográficas específicas pode limitar a generalização dos padrões identificados. Pesquisas futuras devem expandir a cobertura das bases de dados, incorporar a validação empírica comparativa das estruturas de indicadores e explorar a dinâmica da governança inter-regional.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada evidencia que o campo da sustentabilidade em perímetros irrigados experimentou avanço significativo nas últimas décadas, com crescente formalização metodológica e consolidação de abordagens baseadas em indicadores e modelos quantitativos. A evolução da literatura reflete a intensificação das pressões ambientais e institucionais sobre os recursos hídricos, bem como a necessidade de instrumentos analíticos capazes de subsidiar decisões em contextos de escassez e incerteza climática.

Entretanto, os resultados também demonstram que a consolidação conceitual não foi acompanhada, na mesma intensidade, pela integração sistemática das dimensões institucionais e de

governança. A predominância de métricas técnicas e produtivas, em detrimento de indicadores relacionados à capacidade institucional, coordenação coletiva e adaptabilidade, revela uma assimetria que pode limitar a eficácia das avaliações de sustentabilidade.

Além disso, a fragmentação estrutural observada nas redes de coautoria indica que o campo ainda se encontra em processo de consolidação colaborativa, com múltiplos núcleos de pesquisa relativamente independentes. Assim, conclui-se que a sustentabilidade em perímetros irrigados demanda abordagens integradas que transcendam a eficiência hidráulica e produtiva, incorporando explicitamente mecanismos de governança, resiliência institucional e gestão adaptativa.

O avanço do campo dependerá da articulação entre diferentes subagendas temáticas e da construção de frameworks que alinhem desempenho técnico, sustentabilidade ambiental e capacidade institucional. Tal integração representa condição essencial para o fortalecimento de estratégias de gestão hídrica sustentável em um cenário global de crescente complexidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

- Allan, J.A. (1996). Water use and development in arid regions: environment, economic development and water resource politics and policy. *Review of European Community & International Environmental Law*, 5(2), pp. 107–115.
- Aregay, F.A., Minjuan, Z. & Bhutta, Z.M. (2013). Irrigation water pricing policy for water demand and environmental management: a case study in the Weihe River basin. *Water Policy*, 15(5), pp. 816–829.
- Bashe, T., Alamirew, T. & Dejen, Z.A. (2023). Evaluating performance of community-based irrigation schemes using remote-sensing technologies to enhance sustainable irrigation water management. *Water Conservation Science and Engineering*, 8(1), 45.
- Berhe, G.T., Grum, B., Baartman, J.E., Veldwisch, G.J. & Ritsema, C.J. (2025). Assessing the sustainability of community-managed irrigation systems using multicriteria analysis and sustainability indicators in Northern Ethiopia: a holistic approach. *Irrigation and Drainage*.
- Cao, Z., Zhu, T. & Cai, X. (2023). Hydro-agro-economic optimization for irrigated farming in an arid region: the Hetao Irrigation District, Inner Mongolia. *Agricultural Water Management*, 277, 108095.
- Cronin, P., Ryan, F. & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1), pp. 38–43.
- Cui, S., Adamowski, J.F., Wu, M., Zhang, P., Yue, Q. & Cao, X. (2024). An integrated framework for improving green agricultural production sustainability in human-natural systems. *Science of The Total Environment*, 945, 174153.
- Cui, S., Wu, M., Huang, X., Wang, X. & Cao, X. (2022). Sustainability and assessment of factors driving the water-energy-food nexus in pumped irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 272, 107846. doi: 10.1016/j.agwat.2022.107846.
- Cánovas-Molina, A., García-Frapolli, E. & Ruggerio, C.A. (2023). A proposal of an Irrigation Sustainability Index for agricultural basins: application in a semi-arid river basin. *Irrigation Science*, 41(1), pp. 173–182.
- Darzi-Naftchali, A., Bagherian-Jelodar, M., Mashhadi-Kholerdi, F. & Abdi-Moftikolaei, M. (2020). Assessing socio-environmental sustainability at the level of irrigation and drainage network. *Science of The Total Environment*, 731, 138927.
- Day, M. & Brömdal, A. (2026). Mental health outcomes of transgender and gender diverse students in schools: a systematic literature review. *International Journal of Transgender Health*, 27(1), pp. 58–78. doi: 10.1080/26895269.2024.2359934.
- Dos Santos, G.V. & Quadros, R. (2024). Capacidades dinâmicas para a transformação digital: uma análise bibliométrica exploratória com VOSviewer. *Revista de Gestão e Secretariado*, 15(7), pp. e3970.

Echchelh, A., Hess, T. & Sakrabani, R. (2020). Agro-environmental sustainability and financial cost of reusing gasfield-produced water for agricultural irrigation. *Agricultural Water Management*, 227, 105860.

FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2021: systems at breaking point*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. doi: 10.4060/cb9910en.

FAO. (2025). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2025: the potential to produce more and better*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. doi: 10.4060/cd7488en.

Filippi, A.C.G., Guarnieri, P. & Farias, J.S. (2017). Logística agroindustrial: uma revisão sistemática nos anais de congresso da SOBER. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 10(4), pp. 1077–1112.

Hai, L.T., Gobin, A. & Hens, L. (2016). Select indicators and prioritize solutions for desertification and drought in Binh Thuan, Vietnam. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 14(2), pp. 123–132.

Hernández-Cruz, A., Sandoval-Solís, S., Mendoza-Espinosa, L.G., Ramírez-Hernández, J., Medellín-Azuara, J. & Daesslé, L.W. (2023). Assessing water management strategies under water scarcity in the Mexican portion of the Colorado River Basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 149(9), 04023042.

Hu, Y. (1997). Sustainability of effluent irrigation schemes: measurable definition. *Agricultural Water Management*, 33(1), pp. 45–56.

Jayasiri, M.M.J.G.C.N., Dayawansa, N.D.K., Ingold, K. & Yadav, S. (2024). Are rice systems sustainable in Sri Lanka? A case of Deduru Oya reservoir irrigation scheme. *Environmental Impact Assessment Review*, 106, 107503.

Kalle, J. & Kasi, E. (2016). Lift Irrigation Schemes in Andhra Pradesh: technology as a boon or a bane? *South Asia Research*, 36(3), pp. 377–396.

Köpke, S., Withanachchi, S.S., Pathiranage, R., Withanachchi, C.R. & Ploeger, A. (2019). Social–ecological dynamics in irrigated agriculture in dry zone Sri Lanka: a political ecology. *Sustainable Water Resources Management*, 5(2), pp. 629–637.

Lagioia, G., Spinelli, M.P. & Amicarelli, V. (2023). Blue and green hydrogen energy to meet European Union decarbonisation objectives: an overview of perspectives and the current state of affairs. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(4), pp. 1304–1322.

Larson, S. (2006). Index-based tool for preliminary ranking of social and environmental impacts of hydropower and storage reservoirs. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4), pp. 317–335.

Li, M. & Singh, V.P. (2021). Sustainability of water and energy use for food production based on optimal allocation of agricultural irrigation water. In: *Global Water Resources*. Routledge, pp. 306–324.

Mivumbi, M. & Yuan, X. (2023). Sustainable environmental economics in farmers' production factors via irrigation resources utilization using technical efficiency and allocative efficiency. *Sustainability*, 15(5), 4101.

Mng'ong'o, M., Munishi, L.K., Blake, W., Comber, S., Hutchinson, T.H. & Ndakidemi, P.A. (2022). Towards sustainability: threat of water quality degradation and eutrophication in Usangu agro-ecosystem Tanzania. *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113909.

Moraes, L.L.D. & Kafure, I. (2020). Bibliometria e ciência de dados: um exemplo de busca e análise de dados da Web of Science (WoS). *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 18, e020016.

Nicol, L.A. & Nicol, C.J. (2021). Adoption of precision agriculture in Alberta irrigation districts with implications for sustainability. *Journal of Rural and Community Development*, 16(1).

Norton, D.J. et al. (2008). Predicting environmental sustainability for proposed irrigation schemes. *Agricultural Systems*, 96(1-3), pp. 92-102.

Oliveira, M.A., Machado, G.A., Pereira, M.S. & Pantoja, M.J. (2024). Inovações na agricultura orgânica: revisão sistemática e bibliométrica de literatura. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(2), e269069. doi: 10.1590/1806-9479.2022.269069.

Organização das Nações Unidas (ONU). (2015). Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Available at: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf> (Accessed: 21 February 2026).

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

Ponce, H. (2022). Metodologia Científica nas Ciências Sociais Aplicadas: uma discussão sobre pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa. *Revista Científica do Sertão Baiano*, 5(III), pp. 79-91.

Ricart, S., Ribas, A. & Pavón, D. (2016). Qualifying irrigation system sustainability by means of stakeholder perceptions and concerns: lessons from the Segarra-Garrigues Canal, Spain. *Sustainability*, 8(11), pp. 1-20.

Sekyere, F.O. (2023). The Performance evaluation of Irrigation Schemes: a case study of Akumadan and Kaniago irrigation schemes in the transition agro-ecological zone of Ghana. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 25(4).

Sun, S. et al. (2016). Comprehensive evaluation of water use in agricultural production: a case study in Hetao Irrigation District, China. *Agricultural Water Management*, 179, pp. 157-169.

Umadevi, P.P., Padikkal, S. & James, E.J. (2013). Sustainability considerations of irrigation systems: a case study of inter-state systems in the Aliyar sub-basin, India. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 19(3), pp. 154-163.

UNESCO. (2024). The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace. Paris: UNESCO (UN-WATER).

Van Eck, N.J. & Waltman, L. (2023). VOSviewer manual (version 1.6.20). Leiden University. Available at: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf (Accessed: 6 February 2026).

VOSviewer. (2024). VOSviewer (version 1.6.20) [Computer software]. Leiden University. Available at: <http://www.vosviewer.com/> (Accessed: 6 February 2026).

Wabela, K., Hammani, A., Taky, A. & Tekleab, S. (2024). On-farm performance evaluation of small-scale irrigation schemes in the Ethiopian Rift Valley: internal and external performance process approach. *Irrigation and Drainage*, 73(4), pp. 1579–1591.

Wang, Y. (2022). Construction of comprehensive evaluation index system of water-saving irrigation project integrating penman Monteith equation. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 8. doi: 10.2478/amns.2022.2.0154.

Wright, R.W., Brand, R.A., Dunn, W. & Spindler, K.P. (2007). How to write a systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 455, pp. 23–29.

Xue, J., Huo, Z., Huang, Q., Wang, F., Boll, J., Huang, G. & Qu, Z. (2019). Assessing sustainability of agricultural water saving in an arid area with shallow groundwater. *Irrigation and Drainage*, 68(2), pp. 205–217.

Zhang, F., Cai, Y., Tan, Q. & Wang, X. (2021). Spatial water footprint optimization of crop planting: a fuzzy multiobjective optimal approach based on MOD16 evapotranspiration products. *Agricultural Water Management*, 256, 107096. doi: 10.1016/j.agwat.2021.107096.