

Sustentabilidade rural: uma análise bibliométrica da produção científica a partir das metodologias de avaliação, utilizando a ferramenta bibliometrix R

Rural sustainability: a bibliometric analysis of scientific production using assessment methodologies, utilizing the bibliometrix R tool

Milena Monteiro Feitosa*

Louize Nascimento**

José de Jesus Sousa Lemos***

Adilson Matheus Borges Machado****

Resumo: A sustentabilidade rural é um tema de crescente importância global, abrangendo aspectos ambientais, econômicos e sociais do desenvolvimento agrícola. Este estudo teve como objetivo analisar o desenvolvimento da produção científica mundial sobre metodologias de avaliação da sustentabilidade para o setor agrário entre 1991 e 2024. Realizou-se uma análise bibliométrica utilizando o bibliometrix R, a partir da base Web of Science. Foram identificados 725 documentos sobre “Desenvolvimento Rural Sustentável” e 724 sobre ferramentas de avaliação de sustentabilidade. Os principais resultados revelaram um crescimento anual médio de 13,43% na produção, com destaque para os periódicos *Journal of Rural Studies* e *Journal of Clean Production*. China, Espanha e Brasil lideram em publicações, enquanto instituições europeias dominam o desenvolvimento de ferramentas. A contribuição do estudo reside no mapeamento sistemático da literatura e na

* Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Mestre em Economia Rural e Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: milenamonteirofeitosa@gmail.com.

** Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestra em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Licenciada em Geografia pela Claretiano - Centro Universitário e Bacharela em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). E-mail: louizenscmt@gmail.com.

*** Doutor em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Pós-Doctor em Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente pela Universidade da Califórnia, Riverside. Professor Efetivo do Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e do Programa de Mestrado e Doutorado em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: lemos@ufc.br.

**** Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará. Oceanógrafo e Mestre em Oceanografia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Professor Adjunto A da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: adilson.borges@ufma.br.



This content is licensed under a Creative Commons attribution-type BY

identificação de lacunas, como a invisibilidade do Sul Global nas discussões sobre metodologias de avaliação.

Palavras-chave: Análise bibliométrica. Sustentabilidade. Ferramentas de avaliação.

Abstract: Rural sustainability is a topic of growing global importance, encompassing environmental, economic, and social aspects of agricultural development. This study aimed to analyze the development of global scientific production on sustainability assessment methodologies for the agricultural sector between 1991 and 2024. A bibliometric analysis was conducted using bibliometrix R based on the Web of Science database. A total of 725 documents on “Sustainable Rural Development” and 724 documents on sustainability assessment tools were identified. The main results revealed an average annual growth rate of 13.43% in scientific production, with emphasis on the journals *Journal of Rural Studies* and *Journal of Cleaner Production*. China, Spain, and Brazil lead in publications, while European institutions dominate tool development. The study’s contribution lies in the systematic mapping of the literature and the identification of gaps, such as the invisibility of the Global South in discussions on assessment methodologies.

Keywords: Bibliometric analysis. Sustainability. Assessment tools.

Recebido em 06/07/2025. Aceito em 17/06/2026.

INTRODUÇÃO

Os processos de degradação do meio ambiente correspondem a uma série de fatores inter-relacionados; dentre eles estão os fatores climáticos, sociais, econômicos e políticos. As intervenções antrópicas inadequadas, que não apresentam a devida preocupação com o ambiente, impactam as economias e a qualidade de vida em níveis regionais e globais (Pearce; Warford, 1993; Mink, 1993; Khayyam; Tariq, 2022).

Diversos agentes contribuem para a degradação ambiental, incluindo a incessante busca por crescimento econômico, o aumento das emissões de dióxido de carbono, o uso intensificado de recursos naturais, sobretudo em ambientes rurais, levando-se em consideração as práticas antrópicas predatórias, os modelos de produção utilizados e a transformação da vegetação nativa, provocando impacto em vários serviços ecossistêmicos (Jones *et al.*, 2018; Gamarra *et al.*, 2022; Cheng *et al.*, 2023).

Alertas iniciais sobre a vulnerabilidade ambiental na discussão envolvendo a temática da sustentabilidade podem ser identificados no relatório do Clube de Roma sobre “Os Limites do Crescimento” e na Conferência das Nações Unidas de 1972 (Meadows *et al.*, 1972; Turner, 2008; Estenssoro, 2020). Sendo observados avanços em relação ao assunto, em 1987, com a definição de desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades”

(WCED, 1987), por meio do relatório Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório de *Brundtland*, da Organização das Nações Unidas (Hajian; Kashani, 2021).

O conceito de desenvolvimento sustentável é multidisciplinar, constituindo objetivos centralizados na sustentabilidade econômica, ambiental e social (Kashani; Hajian, 2021; Bonnedahl *et al.*, 2022). Dessa forma, as Nações Unidas, em 2015, definiram 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas associadas aos objetivos, como um plano de ação global integrado à Agenda 2030 para o alcance da sustentabilidade. Tal movimento resultou no desenvolvimento de indicadores e métricas de monitoramento do avanço em direção aos ODS (Van Cauwenbergh *et al.*, 2007; Allen *et al.*, 2016; Salvia *et al.*, 2019; Yin *et al.*, 2023).

Para introduzir o desenvolvimento sustentável, é necessário planejar e monitorar projetos e ações. Sendo desenvolvidas metodologias de avaliação baseadas em indicadores de sustentabilidade e fornecendo informações para a tomada de decisões, possibilitando a transformação de bases teóricas em realizações concretas nas dimensões econômica, social e ambiental (Tanzil; Beloff, 2006; Costa, 2010; Solecki; Rosenzweig, 2020; Viganó *et al.*, 2020; Goonesekera & Olazabal, 2022).

O setor agrário representa um dos grandes desafios para a sustentabilidade. Embora essencial para a produção de alimentos, geração de emprego e renda, e fundamental para os três pilares da sustentabilidade, sua intensificação produtiva tem demonstrado impactos econômicos positivos, mas também severos impactos ambientais, tornando-o um grande fator de desmatamento e perda de biodiversidade (Zhang *et al.*, 2021; Ghauri *et al.*, 2022).

Nessa perspectiva, torna-se necessário o uso de metodologias de avaliação da sustentabilidade no setor agrário para avaliar e melhorar o desempenho das práticas agrícolas. Diversos métodos surgiram para atender os ambientes rurais, como: SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment*); RISE (*Response-Inducing Sustainability Evaluation model*); IDEA (*Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles*); SAFA (*Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems*); SEAMLESS (*Integrated assessment of agricultural*); MESMIS (*Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de sustentabilidade*); e FESLM (*Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management*) (Binder *et al.*, 2010; Costa, 2010; Talukder *et al.*, 2020).

Diante do exposto, o objetivo deste artigo consistiu em analisar o desenvolvimento da produção científica mundial em torno das metodologias de avaliação da sustentabilidade para o setor agrário nos anos de 1991 a 2024. O trabalho foi estruturado da seguinte forma: além desta seção introdutória, a segunda seção apresenta a metodologia utilizada; na terceira, são apresentados e discutidos os resultados; e, finalmente, a quarta seção traz as considerações finais.

METODOLOGIA

O trabalho possui características de natureza exploratória e descritiva, com uso de técnicas de análise bibliométrica para a identificação das produções científicas voltadas para a temática. Conforme Pritchard (1969), a bibliometria é definida como “estudos que tentam quantificar processos de comunicação escrita”, utilizando métodos quantitativos para a avaliação da produção científica (Pao, 1989). Os procedimentos metodológicos adotados estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Procedimentos metodológicos da pesquisa

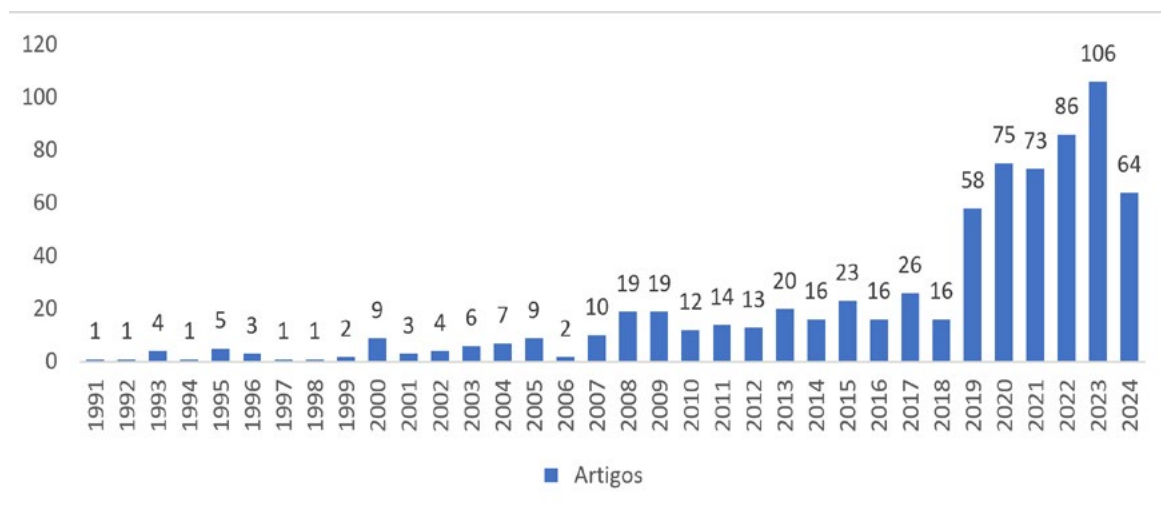
Item	Descrição
Base de dados	Web of Science, acessada em 15 de março de 2024
Campos de busca	Título, Resumo e Palavras-chave
Idioma	Documentos em inglês, português e espanhol
Período	1991 a 2024
Tipos de documentos	Artigos, artigos de revisão e acesso antecipado
Estratégia de busca	Primeira busca: “Sustainable rural development”; Segunda busca: “Sustainability assessment tools in agricultural farm” OR “RISE sustainability assessment tools” OR “IDEA sustainability assessment tools” OR “MESMIS sustainability assessment tools” OR “SEAMLESS sustainability assessment tools” OR “SAFE sustainability assessment tools”
Crerérios de exclusão	Documentos duplicados, editoriais, cartas ao editor, resenhas de livros e anais de conferências
Ferramentas de análise	bibliometrix R-Tool (Aria & Cuccurullo, 2017) e VOSviewer para análise de cocitações

Fonte: Elaboração própria (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento Rural Sustentável

A produção científica que envolve o desenvolvimento sustentável é crescente e transdisciplinar, possui uma abordagem de integração das contribuições de diversas áreas do conhecimento, proporcionando uma direção a um propósito comum (Mauser *et al.*, 2013; Lazzarini & Pérez-Foguet, 2018). Aplicando inicialmente o termo “Sustainable rural development” a fim de realizar o levantamento da produção geral da temática no âmbito rural, foram encontrados 725 documentos na base de dados *Web of Science*, compreendendo artigos, artigos de revisão, acesso antecipado. No Gráfico 1, observa-se o número crescente de documentos por ano envolvendo o tema.

Gráfico 1 - Número de documentos relacionados à temática de Desenvolvimento Rural Sustentável entre 1991 e 2024.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tal crescimento pelo tema deve-se à Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), que ocorreu em 1972, deixando a sustentabilidade pela primeira vez na lista das tendências, proporcionando a percepção de futuro a longo prazo, promovendo ações com valores éticos, compreendendo objetivos sociais, econômicos e ambientais (Koubi, 2019; Jung & Kim, 2023).

A Tabela 2 apresenta um panorama da produção científica sobre Desenvolvimento Rural Sustentável no período de 1991 a 2024. Os dados indicam um crescimento médio anual da produção científica de 13,43%. Além disso, demonstra uma alta média de citações por documento (16,38), sugerindo que as pesquisas nessa área são relevantes e têm grande impacto na comunidade científica.

Tabela 2 - Principais informações sobre a temática de Desenvolvimento Rural Sustentável.

Tópicos	Período de 1991-2024
Fontes (revistas, livros, etc.)	341
Documentos	725
Taxa de crescimento anual %	13,43
Média de citações por documento	16,38
Palavras-chave adicionais (ID)	1398
Palavras-chave do autor (DE)	2460
Autores	2335
Documentos de autoria única	105
Coautores por documento	3,63
Coautorias internacionais %	26,21

Fonte: Elaboração própria (2025).

Além disso, foram selecionadas análises de cocitações e fontes citadas. O número mínimo de citações das fontes foi ajustado para 20, e o número de fontes a serem selecionadas foi automaticamente exibido como 182. A Figura 1 apresenta destaque para a revista *Journal of Rural Studies*. Com um total de 924 cocitações, a revista se posiciona como a principal referência na área de estudos sobre Desenvolvimento Rural Sustentável. Tal dominância pode ser explicada pela abrangência da revista, que aborda diversos aspectos da sustentabilidade, desde questões ambientais até socioeconômicas. Possui também um alto fator de impacto, o que a torna um periódico de prestígio na comunidade científica.

As demais revistas, *Land Use Policy*, *Sustainability* e *World Development*, também contribuem para o debate. Indicando a relevância de estudos que combinam aspectos socioeconômicos e ambientais da sustentabilidade, bem como a importância de questões relacionadas ao uso da terra e planejamento territorial para a promoção da sustentabilidade. Apresentando um campo multidisciplinar, como economia, sociologia, engenharia e ciências ambientais.

[illegible]

relevantes sobre a produção científica relacionada à sustentabilidade. A China lidera com 505 documentos, evidenciando

forte investimento estatal em sustentabilidade rural como parte de suas políticas de segurança alimentar e combate à pobreza. Espanha (191) e Brasil (138) também se destacam, refletindo a relevância do tema em países com forte tradição agrícola e pressões ambientais significativas.

Em relação às instituições, a Universidade Politécnica de Madrid e a Universidade de Santiago de Compostela se destacam como centros de pesquisa importantes na área. A presença da Universidade Islâmica Azad entre as instituições com maior número de documentos sugere a relevância do tema em países em desenvolvimento.

Tabela 3 - Documentos por país/território, afiliação e palavras-chave entre 1991 e 2024

País/Território	Documentos	Afiliação	Documentos
China	505	Instituto de Ciências Geográficas e Pesquisa de Recursos Naturais (China)	23
Espanha	191	Universidade Politécnica de Madrid (Espanha)	21
Brasil	138	Universidade de Belgrado (Sérvia)	19
Itália	108	Universidade de Santiago de Compostela (Espanha)	19
EUA	108	Universidade Islâmica Azad (Irã)	17
Palavras-chave		Documentos	
Desenvolvimento rural sustentável		180	
Desenvolvimento rural		111	
Desenvolvimento sustentável		79	
Sustentabilidade		68	
Política		53	

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Nota: Cinco principais referências.

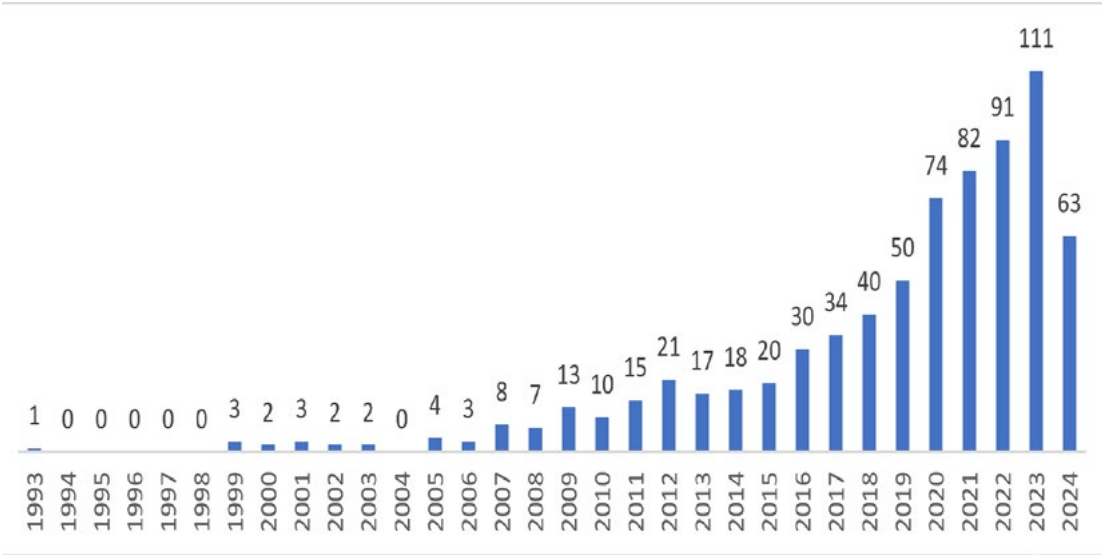
A análise das palavras-chave revela a centralidade do conceito de “desenvolvimento rural sustentável” e a associação com “política”, indicando que as pesquisas têm se voltado para a análise de políticas públicas capazes de promover a sustentabilidade no setor rural.

Ferramentas de avaliação de sustentabilidade no meio rural

De modo a obter informações sobre os indicadores como método de mensuração da sustentabilidade no meio rural, foi utilizada uma variedade de termos relacionados às ferramentas de avaliação da sustentabilidade (IDEA, SAFE, RISE, SEAMLESS, MESMIS), revelando um total de 724 documentos na base de dados WoS, entre os anos de 1993 a 2024.

O Gráfico 2 apresenta a evolução da produção científica sobre os métodos de avaliação da sustentabilidade em áreas rurais no período de 1993 a 2024. A análise dos dados revela um crescimento ao longo dos anos, evidenciando um interesse da comunidade científica por essa temática.

Gráfico 2 - Número de documentos relacionados aos métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais, entre 1993 e 2024.



Fonte: Elaboração própria (2025).

É possível observar que, a partir dos anos 2000, houve um aumento significativo e contínuo no número de publicações. Essa tendência ascendente sugere uma conscientização sobre a importância de avaliar a sustentabilidade em sistemas agrícolas e a necessidade de desenvolver metodologias mais robustas e eficazes. A análise temporal revela que, nos últimos cinco anos (2020-2024), há um crescimento acentuado de estudos que integram múltiplas ferramentas e que buscam adaptar indicadores aos contextos locais, indicando uma evolução metodológica em direção à maior flexibilidade e contextualização.

A Tabela 4 apresenta um panorama da produção científica sobre métodos de avaliação da sustentabilidade em áreas rurais no período de 1993 a 2024. Os dados revelam um crescimento da pesquisa na área, evidenciado pela taxa de crescimento anual de 14,3%. Além disso, a média de citações por documento, de 28,43, indica que as pesquisas realizadas são relevantes e têm um impacto considerável na comunidade científica.

Tabela 4 - Principais informações sobre os métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais.

Tópicos	Período de 1993-2024
Fontes (revistas, livros, etc.)	339
Documentos	724
Taxa de crescimento anual %	14,3
Média de citações por documento	28,43
Palavras-chave adicionais (ID)	1992
Palavras-chave do autor (DE)	2887
Autores	3692
Documentos de autoria única	40

Continua

Conclusão

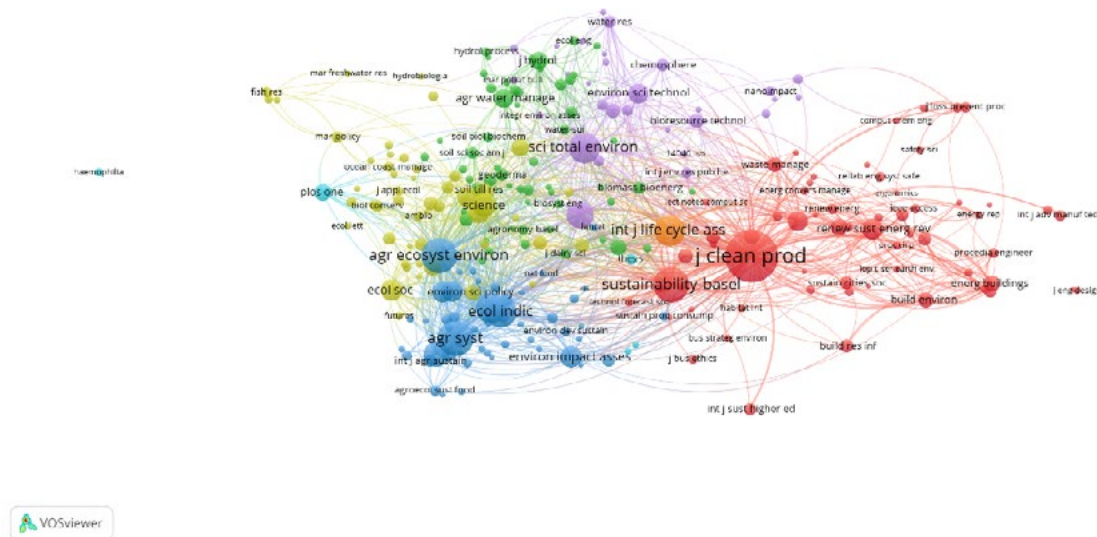
Tópicos	Período de 1993-2024
Coautores por documento	5,59
Coautorias internacionais %	38,54

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A diversidade de autores e o elevado número de coautorias internacionais, de 38,54%, demonstram a natureza colaborativa e global da pesquisa sobre a temática. A presença de um grande número de palavras-chave indica a multidisciplinaridade do tema.

Também foram realizadas análises de citações e fontes citadas. O número mínimo de citações das fontes foi ajustado para 20, e o número de fontes a serem selecionadas foi automaticamente exibido como 261. A Figura 2 apresenta a análise de cocitação entre os periódicos mais relevantes sobre os métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais. Tem-se o periódico *Journal of Clean Production* (1571 citações), ocupando uma posição central, com um número elevado de conexões, indicando referência na área e frequentemente citado em conjunto com outras publicações. A presença também de periódicos como *Agricultural Systems* (709 citações) e *Sustainability* (707 citações) corrobora para a importância de temas como sistemas agrícolas sustentáveis e desenvolvimento sustentável.

Figura 2 - Os periódicos mais citados (análise de cocitações).



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os três artigos mais citados, publicados pela “*Agricultural Systems*”, “*Agriculture, Ecosystems & Environment*” e “*Ecological Indicators*”, respectivamente. Indicando um panorama das pesquisas mais relevantes e influentes (Tabela 5). Tais resultados indicam que metodologias para avaliação da sustentabilidade agrícola, especialmente aquelas com uma abordagem abrangente ou hierárquica (como SEAMLESS e SAFE), têm sido particularmente influentes na literatura. Estabelecendo fundamentos importantes para pesquisas posteriores na área de sustentabilidade agrícola e avaliação de sistemas.

Tabela 5 - Artigos mais citados relacionados aos métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais entre 1993 e 2024

Título	Autores/Ano	Citações	Objetivo	Ferramenta(s)
Integrated assessment of agricultural systems - A component-based framework for the European Union (SEAMLESS)	Martin K. Van Ittersum, et al., 2008	398	Apresentação do design e da funcionalidade do Quadro Integrado SEAMLESS para uma avaliação ex-ante e integrada das políticas agroambientais e inovações agrotecnológicas na UE.	SEAMLESS
SAFE - A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems	N. Van Cauwenbergh et al., 2007	324	Proposta de uma estrutura consistente e abrangente de princípios, critérios e indicadores para avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas, conhecida como estrutura de Avaliação de Sustentabilidade da Agricultura e do Meio Ambiente (SAFE).	SAFE
Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice	Evelien M. de Olde et al., 2016	185	Comparação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores para obter informações sobre requisitos práticos, procedimentos e complexidade envolvidos na aplicação de ferramentas de avaliação de sustentabilidade.	RISE, SAFA, PG e IDEA

Fonte: Dados da Pesquisa (2025).

O primeiro artigo envolve a aplicação da ferramenta SEAMLESS, que fornece uma estrutura consistente e abrangente de princípios, critérios e indicadores para a avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas. Obtendo conclusões que destacam a eficácia do SEAMLESS em fornecer uma avaliação detalhada e integrada, essencial para a formulação de políticas e inovações sustentáveis no setor agrícola.

O segundo artigo baseia-se na aplicação da estrutura SAFE, que oferece uma abordagem sistemática para avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas. Apresentando conclusões que indicam que a estrutura SAFE é eficaz em fornecer uma avaliação detalhada e hierárquica, permitindo uma compreensão profunda dos diferentes níveis de sustentabilidade dentro dos sistemas agrícolas.

Por fim, tem-se o terceiro artigo, que envolve uma análise comparativa das ferramentas (RISE, SAFA, PG e IDEA) para obter informações sobre os requisitos, procedimentos e complexidade envolvidos na sua aplicação. As conclusões principais identificam desafios e lições aprendidas na aplicação prática dessas ferramentas ao nível de fazenda, destacando a importância de escolher a ferramenta adequada para obter uma avaliação precisa e prática da sustentabilidade agrícola.

Observa-se um domínio europeu no desenvolvimento e aplicação das principais ferramentas de avaliação (SEAMLESS, SAFE, RISE, IDEA), com instituições da França, Países Baixos e Suíça liderando. Isso levanta questões sobre a adequação dessas ferramentas aos contextos socioeconômicos e ambientais do Sul Global, especialmente na América Latina, África e Ásia continental, onde as realidades agrícolas diferem significativamente.

A Tabela 6 mostra os autores mais influentes. Os três primeiros autores com maior número de citações foram Christian Bockstaller (citações = 104, publicações = 12), Laurence Guichard (citações = 73, publicações = 6) e Eddie A. M. Bokkers (citações = 68, publicações = 4).

Tabela 6 - Principais autores classificados por número de publicações.

Autor	Países/Áreas	Publicações	Total de Citações
Christian Bockstaller	França	12	104
Laurence Guichard	França	6	73
Eddie A. M. Bokkers	Países Baixos	4	68

Fonte: Dados da Pesquisa (2025).

A concentração de autores europeus (França e Países Baixos) reforça a percepção de que a produção científica sobre ferramentas de avaliação é ainda fortemente centrada na Europa, evidenciando uma lacuna geográfica importante.

Os dados apresentados na Tabela 7 mostram a distribuição de documentos por país, afiliação e palavras-chave relacionadas aos métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais entre os anos de 1993 e 2024. Revelando que os Estados Unidos, França e Itália são os principais contribuintes em termos de produção de documentos. Entre as afiliações, a Universidade e Pesquisa de Wageningen (Países Baixos) lidera com 58 documentos, seguida pela Universidade de Aarhus (Dinamarca) e pela Universidade de Montpellier (França), ambas com 20 documentos.

Tabela 7 - Número de documentos por país/território, afiliação e palavras-chave entre 1993 e 2024

País/Território	Documentos	Afiliação	Documentos
EUA	315	Universidade e Pesquisa de Wageningen (Países Baixos)	58
França	294	Universidade de Aarhus (Dinamarca)	20
Itália	277	Universidade de Montpellier (França)	20
Alemanha	170	Universidade Aristóteles de Salónica (Grécia)	19
Reino Unido	169	Universidade Sueca de Ciências Agrícolas (Suécia)	18
Palavras-chave		Documentos	
Sustentabilidade		235	
Gerenciamento		126	
Indicadores		95	

Continua

Conclusão

Palavras-chave	Documentos
Estrutura	87
Sistemas	83

Fonte: Dados da pesquisa (2025).
Nota: Cinco principais referências.

Em termos de palavras-chave, “Sustentabilidade” é a mais frequente, aparecendo em 235 documentos, seguida por “Gerenciamento”, com 126 documentos. Destacando a importância dos métodos de avaliação de sustentabilidade para as áreas rurais na produção científica ao longo dos anos. Além disso, a predominância de instituições europeias sugere uma forte contribuição da Europa em pesquisas relacionadas a esses temas.

Os Estados Unidos lideram em número de documentos (315), seguidos por França (294) e Itália (277). Países do Sul Global, como Brasil (Tabela 3), não figuram entre os líderes quando o recorte são as ferramentas específicas de avaliação. Isso sugere que, embora o Brasil produza sobre desenvolvimento rural sustentável, sua contribuição no desenvolvimento metodológico de ferramentas de avaliação é ainda limitada, o que pode representar uma dependência tecnológica e conceitual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo atingiu seu objetivo de analisar o desenvolvimento da produção científica mundial sobre metodologias de avaliação da sustentabilidade para o setor agrário entre 1991 e 2024. Os resultados evidenciam crescimento da produção, com taxas anuais de 13,43% (tema geral) e 14,3% (ferramentas), alta colaboração internacional (26,21% e 38,54%, respectivamente) e impacto expressivo (média de 16,38 e 28,43 citações por documento).

Como principais contribuições, o estudo realizou o mapeamento sistemático da literatura sobre sustentabilidade rural e ferramentas de avaliação; identificou a concentração geográfica da produção, em que a China lidera em volume geral, mas a Europa domina o desenvolvimento metodológico; e trouxe evidências de uma lacuna importante: o Sul Global (América Latina, África, Ásia continental) é pouco representado no desenvolvimento de ferramentas de avaliação, o que pode comprometer a adequação desses instrumentos a realidades locais.

Entre as limitações do estudo, destacam-se o uso exclusivo da base *Web of Science*, que pode sub-representar publicações de países periféricos e periódicos regionais; a busca restrita aos termos nos idiomas inglês, português e espanhol, o que pode excluir produção relevante em outros idiomas, como francês, alemão ou chinês.

Como agendas futuras de pesquisa, sugerem-se o desenvolvimento de ferramentas de avaliação contextualizadas para realidades do Sul Global; estudos comparativos sobre a aplicação de ferramentas europeias em contextos latino-americanos, africanos e asiáticos; análises qualitativas que complementem os achados bibliométricos, investigando o conteúdo das publicações; e pesquisas sobre a efetividade das ferramentas na promoção de mudanças práticas nas propriedades rurais.

Conclui-se que, embora a produção científica sobre sustentabilidade rural e suas ferramentas de avaliação tenha crescido e se consolidado, persistem desafios importantes relacionados à adequação contextual e à diversidade geográfica da produção. A continuidade dos avanços

metodológicos e a ampliação da participação de países do Sul Global são fundamentais para que as avaliações de sustentabilidade reflitam efetivamente as diferentes realidades agrícolas mundiais.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, Cameron; METTERNICHT, Graciela; WIEDMANN, Thomas. National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools. **Environmental Science & Policy**, [s. l.], v. 66, p. 199-207, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.008>. Acesso em: 23 maio 2025.
- ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- BINDER, Claudia R.; FEOLA, Giuseppe; STEINBERGER, Julia K. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 71-81, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.06.002>. Acesso em: 15 maio 2025.
- BONNEDAHN, Karl Johan; HEIKKURINEN, Pasi; PAAVOLA, Jouni. Strongly sustainable development goals: Overcoming distances constraining responsible action. **Environmental Science & Policy**, [s. l.], v. 129, p. 150-158, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.004>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- CHENG, Hanting *et al.* Natural vegetation regeneration facilitated soil organic carbon sequestration and microbial community stability in the degraded karst ecosystem. **CATENA**, [s. l.], v. 222, 106856, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106856>. Acesso em: 12 maio 2025.
- COSTA, Ana Alexandra Vilela Marta Rio. Agricultura sustentável II: Avaliação. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 75-89, 2010.
- ESTENSSORO, Fernando. Historia de américa latina en la política ambiental mundial. De estocolmo 1972 a río de janeiro 2012. **Revista Direito em Debate**, [S. l.], v. 29, n. 54, p. 6-20, 2020.
- GAMARRA, Ana Rosa *et al.* Assessing dependence and governance as value chain risks: Natural Gas versus Concentrated Solar power plants in Mexico. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 93, 106708, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106708>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- GHAURI, Shahid *et al.* Agricultural co-operatives for managing natural capital to achieve UN Sustainable Development Goals 12-15: A conceptual framework. **Journal of Co-operative Organization and Management**, [s. l.], v. 10, n. 2, 100188, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2022.100188>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- GOONESEKERA, Sascha M.; OLAZABAL, Marta. Climate adaptation indicators and metrics: State of local policy practice. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 145, 109657, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109657>. Acesso em: 15 maio 2025.
- HAJIAN, Mohammadhadi; KASHANI, Somayeh Jangchi. Evolution of the concept of sustainability: From Brundtland Report to sustainable development goals. In: HUSSAIN, Chaudhery Mustansar; VELASCO-MUÑOZ, Juan F. (ed.). **Sustainable Resource Management**. [S. l.]: Elsevier, 2021. p. 1-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824342-8.00018-3>. Acesso em: 15 maio 2025.

JONES, Kendall R. *et al.* One-third of global protected land is under intense human pressure. **Science**, Washington, v. 360, n. 6390, p. 788-791, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aap9565>. Acesso em: 10 maio 2025.

JUNG, Yeo Jin; KIM, Youngmin. Research trends of sustainability and marketing research, 2010–2020: Topic modeling analysis. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 3, e14208, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14208>. Acesso em: 23 jun. 2025.

KASHANI, Somayeh Jangchi; HAJIAN, Mohammadhadi. Indicators of sustainability. In: HUSSAIN, Chaudhery Mustansar; VELASCO-MUÑOZ, Juan F. (ed.). **Sustainable Resource Management**. [S. l.]: Elsevier, 2021. p. 317-334. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824342-8.00009-2>. Acesso em: 20 jun. 2025.

KHAYYAM, Umer; TARIQ, Iman. Environmental Degradation and Global Warming. In: BAIKADY, Rajendra *et al.* (ed.). **The Palgrave Handbook of Global Social Problems**. Cham: Palgrave Macmillan, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68127-2_80-1. Acesso em: 23 jul. 2025.

KOUBI, Vally. **Sustainable development impacts of climate change and natural disaster**. [S. l.]: ETH Zurich/University of Bern, [2019]. 55 p. Background paper.

LAZZARINI, Boris; PÉREZ-FOGUET, Agustí. Profiling research of the engineering academics who successfully promote education in Sustainable Human Development. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 172, p. 4239–4253, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.234>. Acesso em: 10 maio 2025.

MAUSER, Wolfram *et al.* Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [s. l.], v. 5, n. 3-4, p. 420-431, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001>. Acesso em: 20 jun. 2025.

MEADOWS, Donella H. *et al.* **The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. Universe Books, New York, 1972.

MINK, Stephen Dorrance. **Poverty, population, and the environment**. Washington, DC: World Bank Discussion Papers, 1993.

MORAL-MUÑOZ, José A. *et al.* Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. **Profesional de la información**, [s. l.], v. 29, n. 1, 2020.

PAO, Miranda Lee. **Concepts of information retrieval**. Englewood: Libraries Unlimited, 1989. 285 p.

PEARCE, David W; WARFORD, Jeremy J. **World without end economics, environment, and sustainable development**. Oxford University Press, New York, 1993.

PRITCHARD, Alan. Statistical bibliography or bibliometrics. **Journal of Documentation**, London, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

SALVIA, Amanda Lange *et al.* Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: local and global issues. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 208, p. 841-849, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SOLECKI, William; ROSENZWEIG, Cynthia. Indicators and monitoring systems for urban climate resiliency. **Climatic Change**, [s. l.], v. 163, p. 1815–1837, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02947-4>. Acesso em: 15 maio 2025.

TALUKDER, Byomkesh *et al.* Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns. **Environmental and Sustainability Indicators**, [s. l.], v. 6, 100038, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038>. Acesso em: 23 maio 2025.

TANZIL, Dicksen; BELOFF, Beth R. Assessing Impacts: Overview on Sustainability Indicators and Metrics. **Environmental Quality Management**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 41-56, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tqem.20101>. Acesso em: 12 abr. 2025.

TURNER, Graham M. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 397-411, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.05.001>. Acesso em: 10 maio 2025.

VAN CAUWENBERGH, N. *et al.* SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s. l.], v. 120, n. 2-4, p. 229-242, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>. Acesso em: 11 maio 2025.

VIGANÓ, Caroline; GAZOLLA, Márcio; GODOY, Cristiane Tonetto. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas: um estudo bibliométrico das principais publicações. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 13, n. 9, e189, 2023.

WCED. WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future**: Report of the World Commission on Environment and Development. [S. l.]: UN, 4 Aug. 1987. 374 p. Nota do Secretário-Geral. Documento A/42/427. Disponível em: <https://undocs.org/A/42/427>. Acesso em: 23 maio 2025.

YIN, Caichun *et al.* Ecosystem carbon sequestration service supports the Sustainable Development Goals progress. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 330, 117155, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117155>. Acesso em: 16 maio 2025.

ZHANG, Xin *et al.* Quantitative assessment of agricultural sustainability reveals divergent priorities among nations. **One Earth**, [s. l.], v. 4, n. 9, p. 1262-1277, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.015>. Acesso em: 18 maio 2025.