



JOURNAL OF ECOINNOVATION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - online (2965-9515)

***PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INDICADORES DE
SUSTENTABILIDADE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA***

***SCIENTIFIC PRODUCTION ON SUSTAINABILITY INDICATORS:
A BIBLIOMETRIC ANALYSIS***

Michael Douglas Sousa Leite

<https://orcid.org/0000-0002-9356-1872>

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

michael@fcst.edu.br

Ariadne Pereira Pedroza

<https://orcid.org/0000-0002-5778-7436>

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

ariadne.pedroza@gmail.com

Thiago Barros de Almeida Brandão

<https://orcid.org/0000-0001-8931-3609>

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

hiegobrandao@hotmail.com

Carla Rocha Pordeus

<https://orcid.org/0000-0001-9468-7584>

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

carlapordeus@gmail.com

Ana Paula de Araújo Alves

<https://orcid.org/0000-0002-8540-2142>



RESUMO

O objetivo deste artigo foi analisar a evolução da produção científica sobre indicadores de sustentabilidade por meio de uma análise bibliométrica abrangente. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliométrica na base Scopus, consultada em março de 2025, utilizando o termo “Sustainability Indicators”, sem recorte temporal. Foram identificados 5.121 documentos, analisados por meio do software VOSviewer (versão 1.6.20) para a construção de mapas de coautoria, coocorrência de palavras-chave, cocitação e acoplamento bibliográfico. Os resultados indicam que as publicações iniciaram-se em 1988 e apresentaram crescimento expressivo após 2016, impulsionadas pela Agenda 2030 e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os Estados Unidos lideram em volume de publicações, seguidos por Brasil, Reino Unido e Espanha. Entre os autores mais influentes destacam-se Azapagic, Gasparatos, Singh, Moldan, Bell e Morse, além de referências clássicas como o Relatório Brundtland (1987). A análise temática revelou quatro grandes clusters, envolvendo planejamento urbano, energia, agricultura, governança e avaliação do ciclo de vida. As evidências demonstram que o campo possui caráter interdisciplinar e crescente sofisticação metodológica. Conclui-se que os indicadores de sustentabilidade constituem um instrumento essencial para a avaliação de sistemas socioambientais, subsidiando políticas públicas, modelos de gestão e estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Indicadores de Sustentabilidade; Análise Bibliométrica; Produção Científica; Políticas Ambientais

ABSTRACT

The objective of this article was to analyze the evolution of scientific production on sustainability indicators through a comprehensive bibliometric review. The methodology was based on a bibliometric analysis conducted in the Scopus database, consulted in March 2025, using the term “Sustainability Indicators” without temporal restriction. A total of 5,121 documents were identified and analyzed using the VOSviewer software (version 1.6.20) to generate co-authorship, keyword co-occurrence, co-citation, and bibliographic coupling maps. The results indicate that publications began in 1988 and showed significant growth after 2016, driven by the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals (SDGs). The United States leads in publication volume, followed by Brazil, the United Kingdom, and Spain. Among the most influential authors are Azapagic, Gasparatos, Singh, Moldan, Bell, and Morse, in addition to classical references such as the Brundtland Report (1987). The thematic analysis revealed four main clusters involving urban planning, energy, agriculture, governance, and life cycle assessment. The findings demonstrate that the field has an interdisciplinary nature and increasing methodological sophistication. It is concluded that sustainability indicators constitute an essential instrument for assessing socio-environmental systems, supporting public policies, management models, and strategies aimed at sustainable development. policies that improve mobility, safety, infrastructure, and territorial planning, allowing ecological value to translate into economic value for the city.

Keywords: Environmental economics; Hedonic pricing; Real estate market; Protected areas; Spatial regression.



1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional global, estimado em 8,06 bilhões de pessoas em 2024 e projetado para atingir 9,9 bilhões até 2054 (World Bank, 2024; United Nations, 2024), configura-se como um dos maiores desafios contemporâneos para o desenvolvimento sustentável. A taxa média de fertilidade, de 2,27 nascimentos por mulher (World Bank, 2024), associada à intensificação da urbanização, amplia a pressão sobre os recursos naturais e intensifica os impactos ambientais. Esse processo resulta no aumento da geração de resíduos sólidos, no uso intensivo de energia e água e na degradação dos ecossistemas, fenômenos intrinsecamente vinculados ao atual modelo de produção e consumo (Cetrulo et al., 2020).

Desde o Relatório Brundtland (1987), que introduziu a concepção moderna de desenvolvimento sustentável, observa-se um esforço crescente da comunidade científica e de organismos internacionais na formulação de indicadores e índices de sustentabilidade. Tais instrumentos permitem traduzir a complexidade do fenômeno em medidas objetivas, facilitando o monitoramento de metas e a formulação de políticas públicas (Reid; Rout, 2020; Gonçalves; Mikosz, 2023).

Como destacam Reid e Rout (2020), avaliar o grau de sustentabilidade de um sistema, seja ele ambiental, social, econômico ou institucional, exige o uso de indicadores específicos, que traduzem essa complexidade em dados objetivos e comparáveis. Ao longo das últimas décadas, diferentes instituições globais têm contribuído com propostas metodológicas e conjuntos de indicadores para orientar a formulação de políticas públicas e o monitoramento de metas relacionadas à sustentabilidade (Reid; Rout, 2020; Gonçalves; Mikosz, 2023).

Nesse contexto, a justificativa deste estudo decorre da necessidade de compreender a evolução da produção científica sobre indicadores de sustentabilidade, considerando o crescimento exponencial das publicações nas últimas décadas.

Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma análise bibliométrica da literatura, de suas origens até os estudos mais recentes publicações, a fim de oferecer uma visão abrangente e integrada do estado da arte nesse campo de investigação.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma análise bibliométrica para mapear a produção científica internacional sobre indicadores de sustentabilidade. A bibliometria aplica métodos estatísticos à literatura científica, permitindo identificar tendências, redes de colaboração e áreas emergentes (Stefanuto et al., 2022). A base de dados utilizada foi a Scopus (Elsevier), consultada em março de 2025, com o termo-chave “Sustainability Indicators”, sem delimitação temporal. A busca resultou em 5.121 documentos. Para o tratamento dos dados, empregou-se o software VOSviewer (versão 1.6.20), por meio do qual foram gerados mapas, possibilitando a identificação das principais temáticas, autores e a evolução das pesquisas na área.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro registro ocorreu em 1988, com o artigo Global sustainability: Toward measurement de Liverman et al. (1988). Até o final da década de 1990, a produção manteve-se baixa, com menos de 30 documentos por ano. A partir de 2000 houve crescimento gradual, intensificado a partir de 2016 com a Agenda 2030 da ONU e os ODS. O pico foi registrado em 2024, com 500 publicações, o maior número do período.

Os Estados Unidos lideram em volume de estudos, com 580 documentos, seguidos por Brasil (406), Reino Unido (389), Espanha (355), Itália (326) e Alemanha (316). Entre os autores mais produtivos, destacam-se Murat Kucukvar e Stephen Morse (18 publicações cada), Tomás Barros Ramos (14) e Nuri Cihat Onat (13).

Quanto às áreas de conhecimento, Ciências Ambientais concentram 22,4% (2.517 publicações), seguidas de Ciências Sociais (14,9%), Engenharia (12,2%), Energia (11,0%) e Ciências Agrícolas e Biológicas (7,3%).



No que diz respeito a análise das redes de coautoria, foram evidenciados dois núcleos colaborativos principais. O primeiro, liderado por Virginia H. Dale (Universidade do Tennessee), apresenta forte interação com Keith L. Kline e Rebecca A. Efroymson, configurando um grupo coeso e consolidado. O segundo, centralizado em Raymond L. Smith, conecta diferentes subgrupos, incluindo Michael A. Gonzalez e Gerardo J. Ruiz-Mercado, desempenhando papel estratégico na integração de distintas áreas do conhecimento.

A análise de coocorrência de palavras-chave evidenciou o termo “sustainable development” como o mais central, conectado a diversos subtemas que demonstram a amplitude do campo. Identificaram-se quatro grandes agrupamentos: o vermelho, relacionado ao planejamento urbano, indicadores de sustentabilidade, qualidade de vida e governança; o azul, voltado para infraestrutura, transporte urbano e triple bottom line; o verde, com ênfase em eficiência energética, gases de efeito estufa, bioenergia e ciclo de vida; e o roxo, associado à agricultura, manejo da água, solo e práticas agroecológicas. Outros termos, como climate change, policy, education e health, reforçam o caráter interdisciplinar do tema.

A análise das citações evidenciou um núcleo restrito de autores com forte influência na produção científica sobre indicadores de sustentabilidade. Destaca-se Evans. Strezov e Evans (2009), amplamente citado em temas como avaliação de desempenho sustentável e sistemas de gestão ambiental, além de autores como Azapagic (2003, 2004), Veleva e Ellenbecker (2001), Gasparatos; El-Haram e Horner (2008) voltados à mensuração e aplicação de indicadores em contextos produtivos. Moldan, Janouskova e Hak (2012); Meadows (2012) e Purvis; Mao e Robinson (2019) aparecem como referência teórica e epistemológica.

A análise de cocitação destacou a obra Sustainability Indicators, de Bell e Morse (1999), como um dos documentos mais influentes, atuando como elo entre diferentes vertentes temáticas e consolidando critérios para a construção de indicadores de sustentabilidade. Também se destaca o relatório “Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development” das Nações



Unidas (2015), referência normativa central no contexto dos ODS, conectado ao Relatório Brundtland (1987) e a contribuições clássicas de Elkington (Triple Bottom Line) e Freeman (1984) (Gestão Estratégica e Stakeholders). Os agrupamentos mostram ainda a relevância de autores como Wackernagel, Rees e Odum, voltados para a pegada ecológica e ecologia de sistemas, além de Moldan, Janouskova e Hak (2012), que discutem metodologias de mensuração, e Finkbeiner et al. (2010), com ênfase na avaliação do ciclo de vida. Esses resultados evidenciam três vertentes principais que estruturam o campo: a biofísica e ecológica, a dos modelos de avaliação e construção de indicadores e a das referências normativas e estratégicas.

O mapeamento de acoplamento bibliográfico mostra a formação de clusters interligados que agrupam escolas de pensamento. O autor Singh et al. (2009) com seu artigo “An overview of sustainability assessment methodologies” ocupa posição central, conectado a nomes como Moldan; Janouskova e Hak (2012) e Gan (2017), compondo uma linha quantitativa e integrada de avaliação da sustentabilidade. Outro grupo reúne autores como Shen et al. (2011) e Fraser (2006), voltados a políticas públicas e governança ambiental. Linhas mais recentes são lideradas por Saidani (2019), com foco em economia circular e cadeias produtivas.



JOURNAL OF ECOINNOVATION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - online (2965-9515)

4. CONCLUSÃO

A análise bibliométrica evidenciou a evolução da produção científica sobre indicadores de sustentabilidade, com destaque para o crescimento após 2016, impulsionado pela Agenda 2030 e pelos ODS. Os resultados confirmam a consolidação do tema como campo estratégico de pesquisa, sustentado por referências clássicas, como o Relatório Brundtland (1987) e a obra Sustainability Indicators de Bell e Morse. Autores como Azapagic, Gasparatos, Singh e Moldan se destacam pela contribuição metodológica e aplicada, enquanto pesquisas recentes ampliam o debate em áreas como economia circular e gestão produtiva sustentável.

A diversidade temática e disciplinar da produção, concentrada em Ciências Ambientais, Ciências Sociais, Engenharia, Energia e Agricultura, confirma o caráter interdisciplinar do campo. As palavras-chave mais recorrentes foram: “sustainable development”, “life cycle assessment”, “Governance”, “climate change” e “urban planning” reforçam a relevância dos indicadores como instrumentos de avaliação e apoio à formulação de políticas públicas.

Conclui-se que a literatura analisada oferece uma base sólida para compreender a trajetória histórica, os enfoques metodológicos e as perspectivas futuras, apontando uma integração entre dimensões ambientais, sociais, econômicas e institucionais.



JOURNAL OF ECOINNOVATION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - online (2965-9515)

REFERÊNCIAS

AZAPAGIC, Adisa. Systems approach to corporate sustainability: a general management framework. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 81, n. 5, p. 303–316, 2003.

AZAPAGIC, Adisa. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 12, n. 6, p. 639–662, 2004.

BELL, Simon; MORSE, Stephen. *Sustainability indicators: measuring the immeasurable?* London: Earthscan, 1999.

CETRULO, Natália Molina.; et al. Indicadores de resíduos sólidos em sistemas de avaliação de sustentabilidade local: uma revisão da literatura. *Ambiente & Sociedade*, v. 23, p. 1-33, 2020.

ELKINGTON, John. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*; John Wiley and Sons: London, UK, 1987.

EVANS, Annette; STREZOV, Vladimir; EVANS, Tim. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 13, n. 5, p. 1082–1088, 2009.

FINKBEINER, Matthias.; et al. Towards life cycle sustainability assessment. *Sustainability*, v. 2, n. 10, p. 3309-3322, 2010.

FRASER, Evan D. G.; et al. Bottom up and top down: analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management*, v. 78, n. 2, p. 114-127, 2006.

FREEMAN, Richard Edward. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman, 1984.

GAN, Xiaoyu.; et al. When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators. *Ecological Indicators*, v. 81, p. 491–502, 2017.

GASPARATOS, Alexandros; EL-HARAM, Mohamed; HORNER, Malcolm. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 28, n. 4-5, p. 286-311, 2008.



GONÇALVES, Anderson Tiago Peixoto; MIKOSZ, Karina da Silva Carvalho.. Sistemas de indicadores de sustentabilidade: análise bibliométrica da produção científica. Reunir: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 13, n. 2, p. 129–143, 2023.

LIVERMAN, Diana.; et al. Global sustainability: Toward measurement. Environmental Management, v. 12, p. 133-143, 1988.

MEADOWS, Donella. Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A Report to the Balaton Group. The Sustainability Institute, 1998.

MOLDAN, Bedřich; JANOUŠKOVÁ, Svatava; HÁK, Tomáš. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. Ecological Indicators, v. 17, p. 4-13, 2012.

REID, John; ROUT, Matthew. Developing sustainability indicators: the need for radical transparency. Ecological Indicators, v. 110, p. 105941, 2020.

SAIDANI, Michael.; et al. A taxonomy of circular economy indicators. Journal of Cleaner Production, v. 207, p. 542-559, 2019.

SINGH, Rajesh Kumar.; et al. An overview of sustainability assessment methodologies. Ecological Indicators, v. 9, n. 2, p. 189–212, 2009.

SHEN, Li-Yin.; et al. The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices. Habitat International, v. 35, n. 1, p. 17-29, 2011.

STEFANUTO, Vanderlei Antonio.; et al. Análise bibliométrica como ferramenta metodológica. In: SILVA, Cláudio Nei Nascimento da.; et al. A Metodologia da Pesquisa em Educação Profissional e Tecnológica. 1. ed. Brasília, DF: Grupo Nova Paideia, 2022.

UNITED NATIONS. População mundial chegará a 9,9 bilhões em 2054. ONU News: Perspectiva Global Reportagens Humanas, 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/04/1830966>. Acesso em: 30 ago. 2025.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 26 set. 2025.

VELEVA, Vesela; ELLENBECKER, Michael. Indicators of sustainable production: framework and methodology. Journal of Cleaner Production, v. 9, n. 6, p. 519-549, 2001.



JOURNAL OF ECOINNOVATION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - online (2965-9515)

WCED. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987. WORLD BANK. World Development Indicators. World Bank Group, 2024. Disponível em: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>. Acesso em: 30 ago. 2025.