

CONEXÕES SUSTENTÁVEIS: EVIDÊNCIAS DA RELAÇÃO INOVAÇÃO VERDE E CRESCIMENTO VERDE A PARTIR DA LITERATURA CIENTÍFICA

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas comprometem não só o meio ambiente, mas ameaçam o crescimento econômico e afetam o bem-estar social (Banco Central do Brasil, 2024). Diante dos desafios impostos por essas mudanças, há uma crescente demanda por investigar estratégias que conciliem desenvolvimento econômico e preservação ambiental. As organizações e nações necessitam refletir sobre uma abordagem sistêmica que abranja não só questões econômicas, mas também aspectos sociais e ambientais, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reconhecendo a sustentabilidade um eixo estratégico de desenvolvimento.

Nesse contexto, a inovação verde se revela estratégica na promoção do crescimento econômico alinhado a uma perspectiva de desenvolvimento mais sustentável, mostrando ser necessária a discussão sobre crescimento verde, que junto da governança institucional consiste em importante propulsor para a concretização dos ODS (Yikun et al., 2023).

Assim, esta pesquisa pretende responder a seguinte questão: **Quais as principais abordagens teóricas, tendências e lacunas na literatura científica que tratam da relação entre inovação verde e crescimento verde?** Assim, o objetivo é identificar as principais abordagens teóricas, tendências e lacunas na literatura científica que tratam da relação entre inovação verde e crescimento verde.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir de uma visão multidimensional do desenvolvimento sustentável proposta por Sachs (1995), que coloca o social no centro, o ecológico como limite e o econômico como meio, a inovação verde e crescimento verde ganham relevância na resposta aos desafios ambientais, sociais e econômicos contemporâneos. Tal inovação se refere a práticas e tecnologias que visam reduzir os impactos ambientais, ao mesmo tempo que geram valor econômico e atendem às demandas por sustentabilidade (Albort-Morant et al., 2017), tornando-se estratégica ao promover melhorias simultâneas nas esferas ambiental, social e financeira (Dangelico; Pujari, 2010; Liu; Wang; Fang, 2024).

A inovação verde promove a sustentabilidade ambiental e contribui para o crescimento econômico, embora eventos climáticos adversos possam comprometer seus efeitos, impactando negativamente o desenvolvimento e agravando desigualdades (Wen et al., 2023). Nesse cenário, o crescimento verde busca conciliar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental, promovendo o progresso sem comprometer a capacidade dos recursos naturais de sustentar o bem-estar das gerações atuais e futuras (OCDE, 2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo, de natureza qualitativa e descritiva, buscou compreender a relação entre inovação verde e crescimento verde por meio de uma análise bibliométrica e posterior revisão da literatura. As pesquisas foram realizadas em setembro de 2024, exclusivamente com artigos das bases Scopus e Web of Science (WoS), selecionadas por sua abrangência, reconhecimento internacional e adequação a análises bibliométricas, conforme Aria e Cuccurullo (2017).

Foi realizada uma busca iterativa em tais bases, delimitada aos resumos. Foram utilizados os termos: "*green innovation*" OR "inovação verde" OR "*sustainable innovation*" OR "inovação sustentável" OR "*eco-innovation*" OR "eco-inovação" OR "*ecoinnovation*" OR "ecoinovação" OR "*environmental innovation*" OR "inovação ambiental"; e "*green growth*" OR "crescimento verde" OR "*sustainable growth*" OR "crescimento sustentável", com o conectivo *AND* entre as expressões que designavam a inovação verde e as expressões pertencentes ao crescimento verde.

Esta pesquisa retornou 141 estudos pela WoS e 175 pela Scopus. A análise bibliométrica ocorreu por meio do pacote Bibliometrix da linguagem R e inicialmente artigos duplicados foram excluídos, totalizando 185 artigos. Aria e Cuccurullo (2017) afirmam que a bibliometria tem se expandido para várias áreas do conhecimento e que o mapeamento científico ganha importância à medida que as pesquisas se tornam mais complexas e numerosas.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise revelou que os 185 artigos utilizados nesta bibliometria foram publicados entre 2010 e 2024, com um aumento significativo a partir de 2021, evidenciando a atualidade e intensificação do debate sobre inovação verde e crescimento verde. Esses artigos estão distribuídos em 101 periódicos, sendo que apenas dez concentram 44% das publicações. Destaca-se que, segundo a classificação Qualis Capes (2017–2020) para a área “Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo”, os cinco periódicos mais recorrentes pertencem aos estratos mais altos, A1 ou A2, e possuem alto impacto segundo o *Journal Citation Reports* (JCR), o que reforça a relevância científica dos estudos analisados.

Quanto à distribuição da produção entre os países, a China lidera a produção científica sobre o tema. Esse resultado, embora esperado devido à posição da China como segunda maior economia global e uma das nações mais industrializadas, destaca um contraponto significativo, já que o país é o maior emissor de gases de efeito estufa do mundo, sendo responsável por 26% das emissões globais, segundo o SEEG (2024), com base em dados de 2021. Essa liderança na produção científica surge em meio ao desafio de conciliar sua posição como principal poluidor global com seus esforços declarados de promover crescimento sustentável e inovação verde, como demonstrado em seus Planos Quinquenais.

Em uma análise quanto aos países com trabalhos mais citados, a China confirma sua representatividade, enquanto há também a influência acadêmica de diferentes países com base na quantidade de citações que suas publicações recebem. Destaca-se o Brasil como um dos dez países com maiores citações. Consideram-se publicações onde pelo menos um dos autores está vinculado a uma instituição de pesquisa ou universidade no Brasil.

A análise de uma nuvem de 30 palavras gerada pelo Bibliometrix revelou os principais temas associados à discussão entre inovação verde e crescimento verde, destacando fortemente os termos “inovação verde” e, em menor escala, “crescimento verde”, ambos ligados ao “desenvolvimento sustentável”, como era esperado. A recorrência da palavra “China” confirma seu protagonismo nas pesquisas ambientais, enquanto termos como “energia renovável” e “regulamentação ambiental” indicam áreas de interesse consolidado. A presença de expressões como “eco-inovação”, “desempenho ambiental” e “urbanização” aponta para discussões relacionadas aos impactos das inovações ambientais e aos desafios do planejamento urbano sustentável.

Outros termos relevantes, como “ESG”, “finanças verdes”, “*greenwashing*” e “capital humano”, sugerem uma ampliação do debate para temas corporativos, sociais e econômicos, refletindo preocupações com responsabilidade social, políticas públicas e qualificação da força de trabalho na transição para uma economia verde. A menção à “OCDE” reforça o papel das diretrizes internacionais na promoção do crescimento sustentável. Com base em 185 artigos analisados, a nuvem de palavras oferece uma visão geral dos conceitos mais recorrentes na área, revelando tendências de pesquisa e contribuindo para o mapeamento dos temas prioritários e emergentes no campo da inovação e do crescimento verde.

A análise bibliométrica também apresentou artigos mais citados quando se trata da relação inovação verde e crescimento verde, sendo os dez primeiros todos com mais de cem citações. O mais citado é “*Green innovation and firm performance: Evidence from listed companies in China*”, com o total de 372 citações naquele momento pelo Bibliometrix, mas com mais de 700 citações atualmente a partir de uma breve pesquisa no Google. Neste trabalho,

Zhang, Rong e Ji (2019) analisaram empresas de manufatura na China (2000–2010) e identificaram relação positiva entre patenteamento verde e desempenho empresarial. Apesar disso, ressaltam que os efeitos da inovação verde ainda são inconclusivos.

A análise do Mapa Temático gerado pelo Bibliometrix revelou a organização dos temas relacionados à inovação verde e crescimento verde em quatro quadrantes, conforme sua relevância e estágio de desenvolvimento. O quadrante “*Basic Themes*” inclui tópicos fundamentais como inovação verde, crescimento sustentável e tecnologias verdes, amplamente utilizados, mas que podem não estar totalmente desenvolvidos e, portanto, demonstra a necessidade do aprofundamento e mais pesquisas sobre essas temáticas. Já o quadrante “*Motor Themes*” reúne temas motrizes, isto é, bem desenvolvidos e integrados ao campo de pesquisa, como crescimento verde, crescimento econômico e desenvolvimento sustentável, sendo considerados centrais e amplamente discutidos pela comunidade científica.

No quadrante “*Emerging or Declining Themes*” estão temas emergentes, que requerem maiores pesquisas por estarem em fase inicial de desenvolvimento ou pode representar um desinteresse dos pesquisadores nessa área, como os aspectos ambiental e social relacionados ao mundo corporativo. Por fim, o quadrante “*Niche Themes*” representa áreas de nicho, de interesse mais restrito ou emergente, sem muita influência direta sobre outros tópicos da área. Nesse caso, verifica-se que são os temas como inovação sustentável, que é um termo não tão recorrente nos estudos como ocorre com a expressão inovação verde, além de temas associados à metodologia das pesquisas, que é o caso da Modelagem de Equações Estruturais (MEE) e, por ser relacionado ao método, foge ao tema da sustentabilidade em si.

Após essa bibliometria, foi realizada a leitura dos resumos destes 185 artigos a fim de verificar se o estudo apresentava, sugeria ou confirmava, de algum modo, uma associação entre a inovação verde e o crescimento verde ou sustentável, foco do presente estudo. Após esta análise, foram identificados 92 artigos. A partir de então, foi realizada uma categorização destes estudos considerando suas características gerais para desenvolver a análise qualitativa.

Dentre os 93 artigos não selecionados para a análise, muitos abordavam os impulsionadores da inovação verde e sua relevância para o crescimento sustentável, enquanto outros focavam em temas como finanças digitais, transformação digital, reorganização do sistema financeiro e políticas fiscais como estímulos à inovação e ao desenvolvimento sustentável. Alguns exploravam a redução da pegada ecológica por meio de inovações ambientais e tecnologias verdes, e uma parcela menor tratava de temas periféricos, como urbanização e habitação. Apesar de mencionarem inovação verde ou crescimento sustentável, o foco principal desses estudos não era o impacto direto da inovação no crescimento.

A análise qualitativa desses 92 artigos revela que a relação inovação verde e crescimento verde, ainda que abordada sob distintas terminologias e contextos, é amplamente associada à melhoria ambiental e, conseqüentemente, o alcance do crescimento sustentável, com destaque para o papel da eco-inovação, outro termo bastante utilizado, como meio para a qualidade ambiental. No entanto, estudos recentes contradizem essas evidências: Duran et al. (2024) identificaram que o aumento nos indicadores de inovação e crescimento verdes elevou a pegada ecológica, reduzindo a sustentabilidade ambiental; Uche et al. (2024) identificaram efeitos positivos das inovações, impostos e energias verdes na África do Sul, mas também constataram que o país enfrenta ainda desafios quanto a diferenças no efeito dessas variáveis.

O número de trabalhos publicados tem apresentado um crescimento significativo, evidenciando o interesse pela temática. A partir de 2020, os trabalhos representam mais de 80% do total analisado. Em relação à abordagem adotada para coletar, analisar e interpretar os dados, há trabalhos empíricos e teóricos, sendo que os de abordagem quantitativa totalizaram 82 artigos, constituindo quase 90% do total de estudos analisados. Dentre esses artigos, pode ser observado um massivo uso de modelos econométricos ou, ainda, o uso da Modelagem de

Equações Estruturais a fim de demonstrar relações entre determinadas variáveis. Somente um artigo deixou claro o uso de uma abordagem mista.

Os artigos de metodologia qualitativa, que totalizaram nove, discutem diferentes aspectos da relação inovação verde e crescimento verde. Estes estudos buscaram, a partir da literatura ou estudos de caso, apresentar meios para uma efetiva mudança para uma economia verde, como as transições energéticas, o financiamento verde, a necessidade de melhores estratégias políticas e alinhamento com capacidades internas. Alguns ainda propuseram modelos de abordagem integrada entre sociedade, ecossistemas empresariais, políticas urbanas e governança, ou ainda, a integração de inovação tecnológica, social, institucional e organizacional. Ma et al. (2020) e Loewen (2022) enfatizaram a importância de se considerar e reconhecer influências de contextos regionais nos aspectos das relações e impactos do crescimento verde. Velazquez-Castro et al. (2023) realizaram uma análise setorial, abordando a relação turismo e crescimento verde, tendo as inovações ambientais como meio para tal.

A análise dos artigos permitiu identificar também que a temática das tecnologias tem se destacado como um dos assuntos mais abordados nos estudos, evidenciando sua relevância no contexto atual. Conquanto os termos utilizados variem, a essência permanece a mesma, destacando o papel crucial das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e outras inovações tecnológicas na promoção de práticas mais sustentáveis. Os artigos indicam a crescente importância do uso das TIC e tecnologias emergentes como essenciais para alcançar o crescimento sustentável, demonstrando sua relevância em estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas e na busca por soluções mais eficientes e ecológicas.

Outra discussão bastante presente nos artigos verificados consiste na análise das emissões de CO₂, como uma das principais motivações para a transição energética, entendida como o processo de substituição gradual das fontes não renováveis por fontes renováveis e mais limpas. Apesar da diversidade de termos utilizados, os estudos convergem ao destacar a importância de uma matriz energética mais sustentável e da adoção de tecnologias que promovam maior eficiência no uso da energia. Essa transição é apresentada como essencial para o alcance das metas climáticas globais e a promoção de um futuro mais sustentável, refletindo a urgência dessa mudança no contexto do crescimento sustentável.

Dentre os diferentes contextos que os autores trataram para abordar a inovação verde e o crescimento sustentável, uma parte relevante abordou tal crescimento sob uma perspectiva micro, focando no contexto corporativo, empresarial ou industrial, e não em comparações entre nações ou cidades. Nessa abordagem, a eco-inovação é frequentemente apresentada como fator mediador ou facilitador do crescimento sustentável nas empresas, gerando impactos positivos tanto no desempenho ambiental quanto financeiro, além de contribuir para uma gestão ambiental mais eficiente. Alguns artigos também ressaltam a interconexão entre digitalização dos negócios, investimentos verdes e inovação verde, indicando que esses elementos atuam como catalisadores do crescimento sustentável corporativo.

Constatou-se, ainda, a ausência de estudos focados em investigar o impacto da adoção da inovação verde pelas empresas na região onde estão localizadas, o que indica uma área ainda a ser explorada. Por fim, verificou-se também que, dentre os artigos que apresentam uma teoria que fundamenta o estudo, há uma grande heterogeneidade, tendo dois estudos que trabalharam com teoria/modelo aplicados e práticos: Negny et al. (2012) se embasaram na Teoria de Resolução Inventiva de Problemas e Li (2023) que utilizou o Modelo STIRPAT (*Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology*).

Alguns estudos se apoiaram na Teoria da Visão Baseada em Recursos, enquanto Woo et al. (2014) ampliaram essa compreensão ao utilizar tal teoria associada aos Recursos Naturais, onde incorpora-se a sustentabilidade ambiental no desenvolvimento das competências estratégicas. Destaca-se, ainda, que dentre as teorias e abordagens utilizadas, as de maior recorrência são a Teoria do Crescimento Endógeno e a Hipótese da Curva de Kuznets

Ambiental. Em linhas gerais, considerando a Teoria do Crescimento Endógeno, os estudos têm como base que o crescimento econômico de longo prazo é impulsionado por fatores internos ao sistema econômico, como inovação, capital humano e qualidade institucional. Já a abordagem da Hipótese da Curva de Kuznets Ambiental mostra uma relação em forma de "U" invertido entre o nível de renda per capita e a degradação ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao buscar identificar as principais abordagens teóricas, tendências e lacunas na literatura científica que tratam da relação entre inovação verde e crescimento verde, este estudo identificou que ainda há espaço para aprofundar a pesquisa na área. A revisão da literatura dos 92 artigos revelou uma diversidade de abordagens e terminologias, muitas vezes intercambiáveis, como inovação verde, eco-inovação e inovação ambiental.

Embora prevaleça o consenso sobre o impacto positivo da inovação verde no crescimento verde, alguns estudos apresentam resultados contraditórios, evidenciando a necessidade de pesquisas adicionais com diferentes amostras, contextos e abordagens. Além disso, apesar do reconhecido papel econômico das empresas, ainda é limitada a compreensão sobre como a inovação verde empresarial afeta o crescimento regional sustentável, indicando a importância de incorporar novas perspectivas teóricas e considerar especificidades regionais para aprofundar a análise dessa relação.

Como limitação deste estudo, tem-se a pesquisa em apenas duas bases científicas. Sugere-se para estudos futuros pesquisas que atualizem e ampliem a busca nas bases, além de considerarem outros termos para serem associados à inovação verde e crescimento verde, como o caso de teorias específicas ou, ainda, aspectos regionais.

REFERÊNCIAS

- ALBORT-MORANT, G.; HENSELER, J.; LEAL-MILLÁN, A.; CEPEDA-CARRIÓN, G. Mapping the field: A bibliometric analysis of green innovation. *Sustainability*, v. 9, n. 1011, p. 1–15, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9061011>.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Elsevier.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de riscos e oportunidades sociais, ambientais e climáticos**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2024. v. 4. <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/>.
- DANGELICO, R. M.; PUJARI, D. Mainstreaming green product innovation: why and how companies integrate environmental sustainability. *Journal of Business Ethics*, v. 95, p. 471–486, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0434-0>.
- DURAN, M. S.; BOZKAYA, Ş.; REHMAN, M. Z.; HOSSAIN, M. E. Are green innovation, green energy and green manufacturing successful in promoting ecological development? Evidence from G-20 countries. *Environment, Development and Sustainability*, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05367-x>.
- LI, L. The Impact of Eco-innovation and Clean Energy on Sustainable Development: Evidence from USA. *Engineering Economics*, v. 34, n. 1, p. 4–16, 2023. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.34.1.32158>.

- LIU, F.; WANG, R.; FANG, M. Mapping green innovation with machine learning: Evidence from China. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 200, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123107>.
- LOEWEN, B. Coal, green growth and crises: Exploring three European Union policy responses to regional energy transitions. **Energy Research & Social Science**, v. 93, art. 102849, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102849>.
- MA, Y.; THORNTON, T. F.; MANGALAGIU, D.; LAN, J.; HESTAD, D.; CAPPELLO, E. A.; VAN DER LEEUW, S. Co-creation, co-evolution and co-governance: understanding green businesses and urban transformations. **Climatic Change**, v. 160, n. 4, p. 621–636, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02541-3>.
- NEGNY, S.; BELAUD, J. P.; CORTES ROBLES, G.; ROLDAN REYES, E.; FERRER, J. B. Toward an eco-innovative method based on a better use of resources: Application to chemical process preliminary design. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, p. 101–113, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.023>.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. **Towards green growth**. Paris: OECD Publishing, 2011. <https://doi.org/10.1787/9789264111318-en>.
- SACHS, I. Em busca de novas estratégias de desenvolvimento. **Estudos Avançados**, v. 9, n. 25, p. 9–25, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0103-40141995000300004>
- UCHE, E.; DAS, N.; NGEPAH, N. Green environments reimaged through the lens of green finance, green innovations, green taxation, and green energies: Wavelet quantile correlation and rolling window-based quantile causality perspective. **Renewable Energy**, v. 228, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120650>.
- VELÁZQUEZ-CASTRO, J. A.; CRUZ-CORIA, E.; JUÁREZ, A. B. Innovation and Green Growth, a Review of Tourism Perspective. **Turismo y Sociedad**, v. 33, p. 213–230, 2023. <https://doi.org/10.18601/01207555.n33.09>.
- WEN, J.; ZHAO, X.-X.; FU, Q.; CHANG, C.-P. The impact of extreme weather events on green innovation: Which ones bring the most harm? *Technological Forecasting and Social Change*, v. 188, 2023. Art. 122322. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122322>.
- WOO, C.; CHUNG, Y.; CHUN, D.; SEO, H. Exploring the impact of complementary assets on the environmental performance in manufacturing SMEs. **Sustainability (Switzerland)**, v. 6, n. 10, p. 7412–7432, 2014. <https://doi.org/10.3390/su6107412>.
- YIKUN, Z.; WOON LEONG, L.; CONG, P. T.; ABU-RUMMAN, A.; AL SHRAAH, A.; HISHAN, S. S. *Green growth, governance, and green technology innovation: how effective towards SDGs in G7 countries?* *Economic Research – Ekonomska Istraživanja*, v. 36, n. 2, 2023. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2145984>.
- ZHANG, D.; RONG, Z.; JI, Q. Green innovation and firm performance: Evidence from listed companies in China. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 144, p. 48–55, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.023>.