

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E SEU IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: UMA ABORDAGEM SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLOGIAS DE BAIXO CARBONO

AUTORES:

Jorge Amaro Bastos Alves^{1*}, Manuela Pozza Ellwanger², Maurício Prätzel Ellwanger³, Marcio Bonatto Guimarães⁴, Wladimir Vieira⁵, Robson de Faria Silva⁶, Josmar Kaschuk⁷, Carlos Roberto Chaves⁸, Isabela Petters Wibbelt⁹, Renato da Costa dos Santos¹⁰

INSTITUIÇÃO:

¹Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR), Campus Canoinhas, Universidade do Contestado (UNC), ²Mestrado em Desenvolvimento Regional (UNC), Campus Canoinhas, Universidade do Contestado (UNC), ³Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Mestrado em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, ⁴DGHP - DP Geração de Usinas Hidrelétricas e PCHS, Companhia Paranaense de Energia (COPEL), ⁵Divisão de Engenharia de Manutenção, Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil (CGT Eletrosul), ⁶Programa de Mestrado Profissional em Administração (PMPA), Campus Mafra, Universidade do Contestado (UNC), ⁷Mestrado em Desenvolvimento Regional (UNC), Campus Canoinhas, Universidade do Contestado (UNC), ⁸Departamento de Engenharia Elétrica, Campus Canoinhas, Universidade do Contestado (UNC), ⁹Acadêmico de Administração, Campus Mafra, Universidade do Contestado (UNC) ¹⁰Programa de Mestrado Profissional em Administração (PMPA), Campus Mafra, Universidade do Contestado (UNC)

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E SEU IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: UMA ABORDAGEM SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLOGIAS DE BAIXO CARBONO

Resumo

Este artigo apresenta uma análise bibliométrica sobre a interseção entre a transição energética e o desenvolvimento regional, com foco específico em eficiência energética e tecnologias de baixo carbono. A transição energética é um tema de crescente importância devido às preocupações com as mudanças climáticas e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Atualmente, o setor energético dominado pelos combustíveis fósseis é responsável por uma significativa parcela das emissões de gases de efeito estufa, que precisam ser reduzidas drasticamente até 2030 para evitar adversidades climáticas severas. Compreender como essa transição afeta o desenvolvimento regional é fundamental para orientar políticas públicas e estratégias de investimento. Utilizando métodos bibliométricos, analisou-se um conjunto de artigos científicos para identificar tendências, lacunas de pesquisa e áreas de interesse emergentes. Os resultados analisados fornecem sugestões e tendências significativas para a formulação de políticas públicas, bem como para a condução de futuras pesquisas interdisciplinares. Destaca-se a necessidade de políticas equitativas na transição para energia limpa, considerando seus diferentes impactos em diversas comunidades. Este estudo contribui para a compreensão da transição energética e seu impacto no desenvolvimento regional, oferecendo um panorama abrangente dos desafios e oportunidades. Espera-se que os achados dessa pesquisa auxiliem o debate científico sobre a interseção entre energia e desenvolvimento regional, fornecendo uma base sólida para futuras investigações e ações políticas que promovam uma transição energética justa e eficaz.

Palavras-chave: Transição Energética; Desenvolvimento Regional; Eficiência Energética; Tecnologias de Baixo Carbono; Análise Bibliométrica.

Abstract

This article presents a bibliometric analysis of the intersection between energy transition and regional development, with a specific focus on energy efficiency and low-carbon technologies. The energy transition is a topic of growing importance due to concerns about climate change and the need to reduce greenhouse gas emissions. Currently, the energy sector dominated by fossil fuels is responsible for a significant portion of greenhouse gas emissions, which need to be drastically reduced by 2030 to avoid severe climate adversities. Understanding how this transition affects regional development is essential to guide public policies and investment strategies. Using bibliometric methods, a set of scientific articles was analyzed to identify trends, research gaps and emerging areas of interest. The analyzed results provide significant suggestions and trends for the formulation of public policies, as well as for conducting future interdisciplinary research. The need for equitable policies in the transition to clean energy is highlighted, considering its different impacts on different communities. This study contributes to the understanding of the energy transition and its impact on regional development, offering a comprehensive overview of the challenges and opportunities. It is hoped that the findings of

this research will assist the scientific debate on the intersection between energy and regional development, providing a solid basis for future investigations and political actions that promote a fair and effective energy transition.

Keywords: Energy Transition; Regional development; Energy Efficiency; Low Carbon Technologies; Bibliometric Analysis.

Introdução

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças globais do século XXI, afetando ecossistemas, economia e a saúde humana. Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, inundações e secas severas, têm se tornado mais frequentes e intensos, causando impactos devastadores em todo o mundo. Nesse contexto, a transição energética surge como uma resposta necessária e urgente para mitigar esses efeitos. O setor energético, dominado por combustíveis fósseis, é o maior contribuinte para as emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo responsável por uma parcela significativa das emissões globais. Para evitar um aumento significativo das adversidades climáticas, é essencial reduzir essas emissões pela metade até 2030.

A transição energética está entrando em uma nova fase com características únicas, exigindo pesquisa e políticas para abordar interações complexas de múltiplas tecnologias, declínio de modelos de negócios estabelecidos e desafios para o setor elétrico (Markard, 2018). Em muitos lugares, o setor elétrico está em transição para uma maior participação de tecnologias de energia renovável. Na fase inicial da transição, uma preocupação primária para pesquisa e política era estabelecer as energias renováveis como opções técnica e economicamente viáveis. Hoje, a situação é diferente: as energias renováveis estão se difundindo rapidamente em muitas redes elétricas, gerando assim grandes mudanças para tecnologias, organizações e infraestruturas existentes.

Este estudo fornece um ponto de partida para compreender a interseção entre transição energética e desenvolvimento regional, por intermédio de métodos bibliométricos para mapear e analisar a produção científica nesses domínios. Eles ressaltam a importância de tecnologias avançadas e políticas direcionadas para promover a eficiência energética e a transição para uma economia de baixo carbono, contribuindo para a formulação de políticas públicas e estratégias de investimento sustentável.

Metodologia

Este estudo compreende uma análise bibliométrica da literatura sobre a interseção entre economia, desenvolvimento regional e energia. Foi realizada uma busca por artigos na base de dados bibliográficos nas plataformas Scopus e Web of Science em 10 de julho de 2024. Os critérios básicos de filtros aplicados na base de dados consultada são descritos no quadro 1.

Após a aplicação dos critérios delineados no quadro 1, procedeu-se à execução de buscas nas plataformas de dados. O total de artigos gerados para análise bibliométrica foi considerado sem nenhuma exclusão preliminar. Foram analisados diversos elementos de artigos sobre transição energética, incluindo títulos, palavras-chave, resumos e referências completas. As informações de citação apreciadas incluem autores, título do documento, ano, título da fonte, contagem de citações e documento, estágio de publicação, DOI, acesso aberto, informações bibliográficas, afiliações, identificadores seriais (como ISSN), editores, idioma do documento original, endereço de correspondência, título abreviado da fonte, resumo e palavras-chave. Além disso, foram avaliadas as palavras-chave dos autores, palavras-chave indexadas e outras informações relevantes.

Quadro 1: Critérios para realização de busca por trabalhos na Scopus e Web of Science

Critério	Descrição
Palavras-Chaves	<i>Energy Transition; Regional development; Energy Efficiency; Wind Energy; Solar Energy; Geothermal Energy; Nuclear Energy; Low Carbon Technologies</i>
Inserção de palavra-chave	<i>Title-Abstract-Keywords</i>
Delimitação temporal	<i>Allyears < julho de 2024 (período da consulta)</i>
Delimitação por categoria de estudos	<i>Journal articles</i>

Fonte: Os autores, 2024

Os principais dados examinados incluíram a distribuição temporal dos artigos, os autores mais prolíficos, os países de afiliação dos autores e as fontes de publicação. A extração de dados envolveu a análise de tipos de documentos, idiomas, principais fontes, publicações globalmente citadas e tendências ao longo do tempo, com a visualização em rede das palavras-chave dos autores.

A análise foi realizada utilizando o pacote Bibliometrix no software Rstudio, permitindo uma compreensão detalhada das dinâmicas e tendências na interseção entre economia, energia e desenvolvimento regional ao longo do período estudado. Ao todo foram selecionados 2410 artigos da base de dados da Web of Science, 3509 artigos da base de dados Scopus, foram excluídos 1564 artigos por serem duplicados.

Resultados e Discussão

A análise bibliométrica realizada sobre a transição energética e seu impacto no desenvolvimento regional abrangeu um conjunto de dados coletados de fontes como Web of Science e Scopus. O período de estudo se estende de 1971 até 2024, abrangendo 4355 de publicações, o que demonstra o crescente interesse acadêmico no tema. As publicações foram analisadas seguindo alguns parâmetros, incluindo o número de citações, palavras-chave mais frequentes, e redes de coautoria.

A transição energética refere-se à mudança de um sistema de produção e consumo de energia baseado em combustíveis fósseis para um sistema que prioriza fontes de energia renováveis e sustentáveis. Este processo é essencial para mitigar os impactos das mudanças climáticas e promover

um desenvolvimento sustentável. Além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, a transição energética tem o potencial de impulsionar o desenvolvimento regional ao criar novas oportunidades econômicas e melhorar a segurança energética.

Nos últimos anos, a expansão das energias renováveis, como a energia solar e eólica, tem se mostrado uma estratégia eficaz para o desenvolvimento regional. Estudos indicam que a transição energética pode gerar benefícios significativos para as comunidades locais. De acordo com Pereira, “a transição energética possibilite impactos positivos no desenvolvimento regional, especialmente através da expansão das energias renováveis como a energia eólica, que tem se mostrado uma estratégia eficaz para o desenvolvimento regional e local” (Pereira, 2022, p. 5).

Quadro 2: Visão Geral dos dados obtidos na pesquisa aplicados no software Bibliometrix

Intervalo de tempo 1971:2024	Fontes 1494
Autores 11876	Autores de documentos de autoria única 544
Palavras-chave do autor (DE) 10148	Referências 125973
Documentos 4355	Taxa de crescimento anual 11,34%
Coautoria Internacional 19,33%	Coautores por Doc 3,71
Idade média do documento 3.05	Média de citações por documento 15.21

Fonte: Os autores, 2024

Os dados indicam uma forte interconexão entre a inovação tecnológica e políticas públicas voltadas para a sustentabilidade, refletindo a complexidade e a multidisciplinaridade envolvidas na promoção de um desenvolvimento regional sustentável através da transição energética, conforme a seguir.

Dessa forma, a transição energética não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também promove a criação de empregos, o desenvolvimento tecnológico e a inclusão social. A implementação de políticas públicas que incentivem a adoção de energias renováveis é crucial para maximizar esses benefícios e garantir uma transição justa e equitativa para todas as regiões. Além disso, foram identificados as revistas científicas mais influentes e os principais pesquisadores que contribuem significativamente para o campo, fornecendo uma visão detalhada das tendências de pesquisa e das principais áreas de foco dentro do tema da transição energética.

Documentos mais citados globalmente

A transição energética para fontes mais sustentáveis e limpas é um dos tópicos mais vitais na pesquisa contemporânea, como evidenciado pelo alto volume de citações que certos documentos recebem. Essas publicações têm influenciado decisivamente as políticas, tecnologias e estratégias no setor energético. O quadro 4 apresenta uma tabela dos documentos mais citados globalmente, destacando sua importância e impacto no campo da energia renovável e sustentabilidade.

Quadro 4: Documentos mais citados globalmente, com link de acesso e total de citações

Documento	DOI	Total Citações	Total de Citações por ano
GIELEN D, 2019, ENERGY STRATEG REV	10.1016/j.esr.2019.01.006	2151	358,50
OSGOOD H, 2016, NANO TODAY	10.1016/j.nantod.2016.09.001	728	80,89
KIVIMAA P, 2016, RES POLICY	10.1016/j.respol.2015.09.008	603	67,00
CHARLES DISMUKES G, 2009, ACC CHEM RES	10.1021/ar900249x	498	31,13
FAN L, 2020, SCI ADV	10.1126/sciadv.aay3111	481	96,20
CARLEY S, 2020, NAT ENERGY	10.1038/s41560-020-0641-6	470	94,00
DISMUKES GC, 2009, ACCOUNTS CHEM RES	10.1021/ar900249x	469	29,31
MOTLAGH NH, 2020, ENERGIES	10.3390/en13020494	461	92,20
CHILD M, 2019, RENEW ENERGY	10.1016/j.renene.2019.02.077	376	62,67
PARRA D, 2019, RENEW SUST ENERG REV	10.1016/j.rser.2018.11.010	357	59,50

Fonte: Os autores, 2024

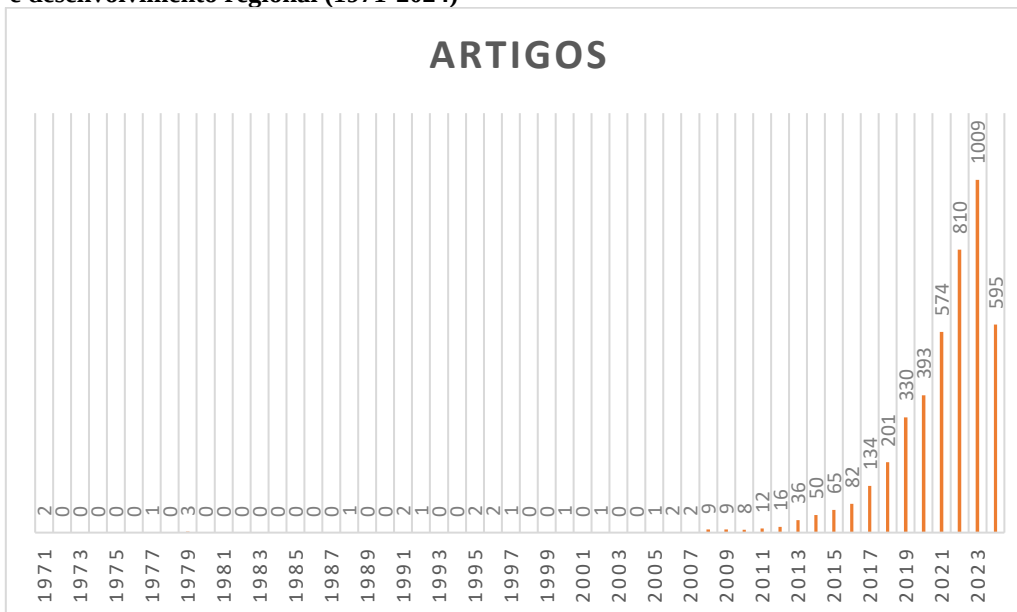
Os documentos listados acima refletem uma vasta gama de áreas focadas na promoção de tecnologias e políticas que suportam o uso eficiente e renovável de energia. Eles abrangem desde estratégias de energia, nanotecnologia aplicada e políticas de inovação até avanços químicos e científicos que fundamentam o desenvolvimento de novas tecnologias de energia.

O impacto desses estudos estende-se além dos círculos acadêmicos, influenciando decisões de políticas e práticas industriais em todo o mundo, o que demonstra a importância crucial de continuar explorando e discutindo esses temas. A constante evolução dessas pesquisas é fundamental para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados às mudanças climáticas e à necessidade de sistemas energéticos mais sustentáveis.

Produção científica anual

A análise bibliométrica da produção científica anual evidencia a relevância crescente da pesquisa sobre transição energética. Esse aumento na produção acadêmica pode ser interpretado como uma resposta direta às urgências impostas pelas mudanças climáticas e à necessidade de transição para sistemas energéticos mais sustentáveis e resilientes, como podemos ver na figura a seguir:

Figura 1: Número de artigos publicados anualmente relacionados à transição energética e desenvolvimento regional (1971-2024)



Fonte: Os autores, 2024

Em 2017, observou-se um aumento significativo no interesse científico pela transição energética, refletido no crescimento exponencial da produção acadêmica na área. Esse fenômeno pode ser compreendido no contexto das mudanças globais em demanda e oferta de energia destacadas pelo relatório “World Energy Outlook 2017” da Agência Internacional de Energia (AIE). O relatório sublinhou várias transformações de grande escala, como a rápida implantação e a redução drástica dos custos das principais tecnologias de energia renovável, o crescente papel da eletricidade no consumo de energia mundial, e as mudanças substanciais na economia e política energética da China, que passou a se afastar do consumo de carvão. Além disso, o relatório enfatizou a contínua expansão da produção de gás de xisto e óleo de xisto nos Estados Unidos.

Essas mudanças fornecem o pano de fundo para as projeções de demanda e oferta de energia para 2040, baseadas em diferentes cenários. O relatório também aborda os impactos dessas projeções nas indústrias de energia e investimentos, bem como as implicações para a segurança energética e o meio ambiente. Um dos focos do relatório é a China, cujas escolhas energéticas têm o potencial de remodelar a perspectiva global para todos os combustíveis e tecnologias. Outro foco importante é o gás natural,

especialmente como o gás de xisto e o GNL estão transformando o mercado global de gás e as oportunidades e riscos associados na transição para um sistema de energia mais limpo. (AIE, 2017).

A importância e a urgência dessas transformações energéticas destacadas no relatório impulsionaram a comunidade científica a intensificar suas pesquisas sobre transição energética, contribuindo para o aumento substancial na produção científica observada a partir de 2017.

Além disso, o Acordo de Paris, adotado em 2015 e que entrou em vigor em 2016, estabeleceu metas ambiciosas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e limitar o aumento da temperatura global. Em 2017, muitos países começaram a implementar políticas e estratégias para cumprir seus compromissos climáticos, gerando maior foco e investimentos em tecnologias de energia limpa e eficiência energética.

A produção científica relacionada à transição energética e seu impacto no desenvolvimento regional apresentou um crescimento significativo ao longo dos anos. Conforme ilustrado na Figura 1, a quantidade de artigos publicados na área se manteve relativamente estável e baixa desde 1971 até o início dos anos 2000, com uma média de menos de 10 artigos por ano. A partir de 2011, observa-se um aumento gradual na quantidade de publicações, refletindo o crescente interesse e a importância da transição energética na agenda científica global.

Em 2023, o número de publicações ultrapassou pela primeira vez a marca de mil artigos anuais, registrando 1009 publicações. Este crescimento pode ser atribuído a várias iniciativas globais e regionais focadas em energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de baixo carbono, além de avanços tecnológicos e aumento nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área.

Conclusões

A análise bibliométrica identificou que as áreas de eficiência energética e tecnologias de baixo carbono são particularmente proeminentes, refletindo a urgência e relevância desses temas diante das mudanças climáticas globais. Além disso, o estudo destacou a importância de políticas públicas equitativas e a necessidade de considerar os impactos diversos da transição energética em diferentes comunidades.

Este estudo contribui para a literatura ao fornecer uma visão abrangente das tendências e lacunas de pesquisa na interseção entre transição energética e desenvolvimento regional. As descobertas oferecem direções valiosas para a formulação de políticas públicas e estratégias de investimento que promovam o desenvolvimento sustentável. A ênfase na convergência entre energia limpa e desenvolvimento regional sugere que abordagens integradas e interdisciplinares são essenciais para enfrentar os desafios das mudanças climáticas de forma eficaz.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World Energy Outlook 2017**. 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>. Acesso em: 11 jul. 2024. DOI: 10.1787/WEO-2017-EN.

CARLEY, S. Will we make it to the finish line? The transition to renewable energy. **Nature Energy**, v. 5, p. 745-753, 2020. DOI: 10.1038/s41560-020-0641-6.

CHILD, M. Transitioning to renewable energy: challenges and opportunities. **Renewable Energy**, v. 141, p. 278-289, 2019. DOI: 10.1016/j.renene.2019.02.077.

DISMUKES, G. C. Bioinspired artificial photosynthesis by combining inorganic materials and biological catalysts. **Accounts of Chemical Research**, v. 42, n. 12, p. 1935-1943, 2009. DOI: 10.1021/ar900249x.

FAN, L. Recent advances in emerging solar cells: characteristics, performance, and efficiency. **Science Advances**, v. 6, n. 20, 2020. DOI: 10.1126/sciadv.aay3111.

GIELEN, D. The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, v. 24, p. 38-50, 2019. DOI: 10.1016/j.esr.2019.01.006.

KIVIMAA, P. Creating transformative innovation policy: rationales and dynamics. **Research Policy**, v. 45, n. 9, p. 1410-1425, 2016. DOI: 10.1016/j.respol.2015.09.008.

MARKARD, J. The next phase of the energy transition and its implications for research and policy. **Nature Energy**, v. 3, p. 628-633, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/S41560-018-0171-7>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MOTLAGH, N. H. Smart energy systems: a critical review on energy management, grid integration, and future directions. **Energies**, v. 13, n. 2, 2020. DOI: 10.3390/en13020494.

OSGOOD, H. Nanotechnology in the marketplace: how nano can stay competitive. **Nano Today**, v. 11, n. 1, p. 27-33, 2016. DOI: 10.1016/j.nantod.2016.09.001.

PARRA, D. Energy storage for renewable energy integration: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 101, p. 231-245, 2019. DOI: 10.1016/j.rser.2018.11.010.

PEREIRA, A. M. Olhares sobre a expansão das energias renováveis no Rio Grande do Sul. **Geographia UEL**, 2022. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/download/49704/50327/271330>.