

## **SUSTENTABILIDADE E PARQUES EÓLICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA COM APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES SOCIAIS**

**TATIANE DE SOUSA SERAFIM**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

Agradecimento à órgão de fomento:

Agradeço à CAPES pelo apoio essencial, fornecendo a bolsa científica e o incentivo necessário. Minha gratidão também a todos que de alguma forma colaboraram, incentivando e tirando minhas dúvidas. E, por fim, ao meu estimado Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria.

# SUSTENTABILIDADE E PARQUES EÓLICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA COM APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES SOCIAIS

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a principal fonte de energia elétrica ainda provém de fontes fósseis e não renováveis, como petróleo, carvão mineral e gás natural (Freitas; Dathein, 2013). A grande dependência dessas fontes não renováveis gera preocupações contínuas sobre seu esgotamento e a emissão de gases tóxicos e poluentes. Entre os gases emitidos, os gases do efeito estufa são especialmente preocupantes (Nascimento; Alves, 2016). As energias renováveis tornaram-se um recurso fundamental para o desenvolvimento sustentável e têm crescido em importância e aplicação ao longo do tempo (Freitas, 2015). De modo geral, o cenário para o progresso das energias renováveis é promissor devido ao seu elevado potencial. Nesse contexto, o Brasil se destaca por possuir uma das matrizes energéticas mais renováveis do mundo. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2018), 80,4% da oferta interna de energia elétrica do Brasil é de origem renovável, com a fonte hídrica representando 65,2% dessa oferta.

Para incentivar o uso de fontes de energia mais limpas, esforços governamentais e não governamentais ao redor do mundo têm buscado substituir os combustíveis fósseis por tecnologias menos poluentes. Essas iniciativas visam reduzir a emissão de poluentes, melhorar a qualidade do ar, proteger a saúde pública e minimizar os efeitos climáticos (Anenberg, 2013). No cenário global de empreendimentos energéticos, a energia eólica vem se destacando como uma grande promessa para o futuro. Sua qualidade ambiental e abundância em muitas regiões do planeta a tornam uma opção viável e sustentável (Farias, 2016).

Nesta conjuntura, com a relevância da sustentabilidade e dos parques eólicos e a necessidade urgente de enfrentar as mudanças climáticas e promover o desenvolvimento sustentável, os parques eólicos são essenciais para a geração de energia renovável, reduzindo emissões de gases de efeito estufa e diversificando a matriz energética global (Smith, 2021). O presente estudo pretende responder à seguinte questão de pesquisa: Como se caracteriza a produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos, considerando a Teoria das Redes Sociais? Para responder a essa questão, o presente estudo possui como objetivo geral investigar como se caracteriza a produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos por meio da Teoria das Redes Sociais. Os objetivos específicos são: i) analisar como a produção científica sobre o tema tem evoluído; ii) mapear o perfil dos autores que trabalham nessa área; iii) mapear as redes de colaboração entre esses autores; iv) identificar as principais referências e artigos mais influentes; v) examinar as palavras-chave mais utilizadas e as tendências emergentes (*hotspots*); e vi) explorar os principais focos de aplicação da sustentabilidade e parques eólicos nas obras recentes dos autores mais citados.

Analisar a evolução da produção científica permite identificar como o interesse e a pesquisa nessa área têm crescido e mudado ao longo dos anos, revelando novas tendências e mudanças importantes. A análise do perfil de autoria e das redes de colaboração nos ajuda a entender melhor quem são os principais pesquisadores e como eles trabalham juntos, destacando centros de excelência e parcerias importantes (Lee; Kim, 2021). Identificar as principais referências e artigos nos dá uma ideia clara das bases teóricas e metodológicas que sustentam a pesquisa atual (Zhang; Liu, 2023). O aumento da produção e consumo de energia a partir de fontes renováveis, como a energia eólica, é um passo crucial para a sustentabilidade ambiental e para a mitigação das mudanças climáticas. Este artigo visa analisar a produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos utilizando ferramentas bibliométricas. Além disso, aplicamos a Teoria das Redes Sociais para entender as dinâmicas de coautoria e colaboração entre pesquisadores nesta área (Zupic; Cater, 2014).

Ao examinar as palavras-chave e tendências emergentes, podemos identificar quais são as

áreas mais promissoras e os novos desafios que precisam ser enfrentados. Finalmente, ao analisar as obras recentes dos autores mais citados, conseguimos entender melhor as práticas e abordagens que estão sendo desenvolvidas e implementadas atualmente (Martínez et al., 2023). A análise bibliométrica sobre sustentabilidade e parques eólicos justifica-se pela crescente relevância da energia eólica no cenário global e sua contribuição crucial para a mitigação das mudanças climáticas. Com o aumento exponencial da capacidade instalada de energia eólica nas últimas décadas, impulsionado por políticas públicas favoráveis e avanços tecnológicos, é imperativo compreender como a literatura científica tem abordado os impactos ambientais, sociais e econômicos dos parques eólicos (Smith *et al.*, 2022). Além disso, a sustentabilidade é um campo de estudo inerentemente interdisciplinar, englobando aspectos técnicos, ambientais, econômicos e sociais. A análise bibliométrica permite explorar essa complexidade, identificando as principais áreas de convergência e os tópicos emergentes, fornecendo insights valiosos sobre as dinâmicas de pesquisa e redes de colaboração (Jones; Brown, 2021).

A bibliometria, como metodologia quantitativa, permite a avaliação da produção científica, mapeando o estado da arte e identificando padrões de publicação e tendências ao longo do tempo (Martínez *et al.*, 2023). Isso é essencial para formuladores de políticas, investidores e outros stakeholders, uma vez que um entendimento profundo da pesquisa existente pode informar decisões estratégicas, promover melhores práticas e identificar lacunas no conhecimento que necessitam de investigação adicional (Garcia; Almeida, 2020). Portanto, a justificativa para este estudo reside na necessidade de sintetizar e analisar extensivamente a literatura existente, utilizando a Teoria das Redes Sociais para promover uma compreensão mais profunda e integrada dos impactos e benefícios dos parques eólicos no contexto da sustentabilidade global. Ao mapear a produção científica e identificar tendências e redes de colaboração, este trabalho bibliométrico contribui significativamente para avançar a compreensão dos desafios e oportunidades associados à energia eólica, alinhando-se com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável (Zhang; Liu, 2023).

A Teoria das Redes Sociais é uma abordagem fascinante que se dedica a estudar as relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações. Ela se concentra em mapear e analisar as conexões que existem entre esses diferentes atores, revelando como eles se relacionam e influenciam uns aos outros (Wasserman; Faust, 1994). No contexto dos parques eólicos, essa teoria se mostra especialmente útil, pois permite uma compreensão profunda das dinâmicas envolvidas (Barabási, 2002).

Ao aplicar a Teoria das Redes Sociais a sustentabilidade e aos parques eólicos, podemos identificar quem são os principais atores envolvidos, como universidades, centros de pesquisa, empresas de energia, governos e comunidades locais (Freeman, 2004). Além disso, conseguimos visualizar como esses atores interagem entre si, trocando informações, colaborando em projetos e disseminando práticas inovadoras e sustentáveis (Scott, 2000).

Por exemplo, podemos observar como o conhecimento sobre novas tecnologias e práticas sustentáveis se espalha através dessas redes. As universidades e centros de pesquisa frequentemente atuam como hubs de conhecimento, compartilhando descobertas e inovações com empresas e governos, que por sua vez implementam essas práticas em larga escala (Barabási, 2002). As comunidades locais também desempenham um papel crucial, fornecendo feedback e ajudando a adaptar as soluções às realidades locais (Wasserman; Faust, 1994).

Essa análise das redes sociais nos permite não apenas entender quem são os principais influenciadores e como o conhecimento flui entre eles, mas também identificar possíveis lacunas e oportunidades para fortalecer a colaboração e a disseminação de práticas sustentáveis (Freeman, 2004). Com a abordagem Teoria das Redes Sociais revelando as complexas interações que impulsionam a inovação e a implementação de soluções sustentáveis (Scott, 2000).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sustentabilidade

O aquecimento global e a poluição do ar têm impulsionado a necessidade de transição para sistemas de energia sustentável e de baixo carbono, com o objetivo de reduzir a dependência da produção de energia não renovável (Li; Tæihagh, 2020). De acordo com Geels (2002), para alcançar reduções significativas nas emissões de GEE, é essencial a substituição de tecnologias, envolvendo transições sociotécnicas em larga escala.

A sustentabilidade representa o cenário no qual as novas descobertas científicas e tecnológicas são integradas através de uma variedade de métodos, instrumentos e tecnologias correlatas. Para assegurar o êxito dessas inovações, é imperativo contar com elementos aceleradores de inovação e aproveitar as sinergias disponíveis (Sehnm *et al.*, 2021). Essa conceito multidimensional que busca equilibrar desenvolvimento econômico, justiça social e preservação ambiental. Estudos recentes, como os de Raworth (2017) e Steffen *et al.* (2015), destacam a importância de modelos econômicos inovadores e a necessidade de respeitar os limites planetários. Raworth propõe a "Economia Donut", que visa satisfazer as necessidades humanas sem ultrapassar as barreiras ecológicas, enquanto Steffen et al. atualizam o quadro dos limites planetários, enfatizando a necessidade de uma abordagem integrada para garantir a resiliência do planeta.

Além disso, a sustentabilidade social tem ganhado destaque com a Agenda 2030 da ONU, que estabelece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para erradicar a pobreza, promover a educação e reduzir as desigualdades (ONU, 2015). Este enfoque global visa um futuro sustentável e justo para todos, evidenciando a interconexão entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade. Essas abordagens modernas reforçam a urgência de políticas integradas e práticas inovadoras para enfrentar os desafios ambientais e sociais contemporâneos.

### 2.2 Parques eólicos

A introdução de parques eólicos desempenha uma função vital na transição em direção a fontes de energia limpa e renovável, impulsionada pela urgência de mitigar os impactos das mudanças climáticas e diminuir a dependência dos recursos de combustíveis fósseis. Tais parques representam uma fonte confiável de eletricidade, aproveitando de maneira eficiente e sustentável a energia dos ventos, contribuindo, conseqüentemente, para a diminuição das emissões de carbono (Rampinelli; Rosa Junior, 2013).

A implementação de parques eólicos deve ser abordada de forma a mitigar os impactos negativos no deslocamento de comunidades, preservar a coesão social e assegurar benefícios econômicos justos e equitativos. Pasqualetti (2018) e Cuadra (2019) destacam a necessidade de uma abordagem holística e inclusiva, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais. A justiça e equidade devem ser centrais no planejamento e implementação desses projetos, com a participação ativa das comunidades locais e uma avaliação contínua dos impactos ao longo do tempo.

Em 2001, o Brasil enfrentou uma crise energética devido à drástica diminuição no volume das hidrelétricas durante o período de seca, resultando em um apagão e subseqüente racionamento de energia que durou até 2002 (Neto *et al.*, 2020). Esse evento levou o país a buscar novas fontes de energia alternativas. Além da crise hídrica, o crescimento da atividade industrial, o crescimento urbano e a expansão da agricultura também aumentaram os níveis de poluição, impulsionando a busca por fontes energéticas mais sustentáveis (Aquila *et al.*, 2017).

Em resposta imediata à crise de 2001, foi criado o PROEÓLICA (Programa Emergencial de Energia Eólica), com o objetivo de implementar 1.050 MW em projetos de energia eólica

até dezembro de 2003 no SIN (Sistema Integrado Nacional). Os preços eram estabelecidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e os custos da Eletrobrás eram repassados para as empresas distribuidoras da rede elétrica (Neto *et al.*, 2020). No entanto, esse programa não teve sucesso.

Ainda em 2001, foi criado o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), o primeiro programa com uma política direcionada ao incentivo do consumo de energia a partir de fontes renováveis no Brasil (Aquila *et al.*, 2017). O PROINFA incentivou a instalação da indústria de produção de componentes e turbinas eólicas no país, promovendo o desenvolvimento das energias renováveis no Brasil.

As novas fontes renováveis de energia atraíram investimentos significativos, impulsionando o Brasil na construção de parques eólicos *onshore*. Em abril de 2021, o país alcançou uma capacidade instalada de 18,1 GW, distribuída em 714 parques eólicos. De acordo com a previsão da ABEEOLICA, com base em leilões já realizados e contratos firmados no mercado livre, o Brasil deverá alcançar aproximadamente 22,5 GW de capacidade eólica instalada até 2023 (ABEEOLICA, 2020).

### 2.3 Teoria das Redes Sociais

A Teoria das Redes Sociais é uma abordagem direcionada a identificar as relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações. Ela se concentra em mapear e analisar as conexões que existem entre esses diferentes atores, revelando como eles se relacionam e influenciam uns aos outros (Wasserman; Faust, 1994). No contexto da sustentabilidade e dos parques eólicos, essa teoria se mostra especialmente útil, pois permite uma compreensão profunda das dinâmicas envolvidas (Barabási, 2002).

Ao aplicar a Teoria das Redes Sociais à sustentabilidade e aos parques eólicos, se identifica quem são os principais atores envolvidos, como universidades, centros de pesquisa, empresas de energia, governos e comunidades locais (Freeman, 2004). Além disso, se pode compreender como esses atores interagem entre si, trocando informações, colaborando em projetos e disseminando práticas inovadoras e sustentáveis (Scott, 2000).

O conhecimento sobre novas tecnologias e práticas sustentáveis se espalha através dessas redes. As universidades e centros de pesquisa frequentemente atuam como conjuntos de conhecimentos, compartilhando descobertas e inovações com empresas e governos, que por sua vez implementam essas práticas em larga escala (Barabási, 2002). As comunidades locais também desempenham um papel crucial, fornecendo conhecimento e ajudando a adaptar as soluções às realidades locais (Wasserman; Faust, 1994). Com o auxílio da Teoria das Redes Sociais nos permite não apenas entender quem são os principais influenciadores e como o conhecimento flui entre eles, mas também identificar possíveis lacunas e oportunidades para fortalecer a colaboração e a disseminação de práticas sustentáveis (Freeman, 2004).

## 3 DISCUSSÃO

Os impactos socioambientais dos parques eólicos são um aspecto crucial a ser considerado. Estudos recentes indicam que, embora a energia eólica contribua significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a instalação de parques eólicos pode gerar impactos negativos nas comunidades locais e no meio ambiente (Silva; Azevedo, 2021; EPE, 2024). Portanto, é essencial que os projetos de energia eólica sejam planejados e implementados de maneira a minimizar esses impactos, garantindo a sustentabilidade a longo prazo (Climainfo, 2024).

A análise das redes sociais no contexto dos parques eólicos destaca vários desafios e oportunidades. Um dos principais desafios é a necessidade de fortalecer as colaborações entre os diferentes atores, especialmente envolvendo as comunidades locais no processo de tomada de decisão (Silva; Azevedo, 2021). Por outro lado, as redes sociais oferecem oportunidades

para a disseminação rápida e eficiente de conhecimento, facilitando a inovação e a implementação de práticas sustentáveis (Barabási, 2002).

A disseminação de conhecimento sobre sustentabilidade em parques eólicos ocorre principalmente através de publicações científicas e conferências. As redes sociais digitais também têm um papel crescente na troca de informações e na promoção de práticas sustentáveis (Barabási, 2002). No entanto, é necessário fortalecer a comunicação entre os diferentes atores para garantir que o conhecimento gerado seja efetivamente aplicado na prática (Scott, 2000).

Para a realização da presente pesquisa foram empregados os métodos de pesquisa bibliométrica sobre sustentabilidade e parques eólicos. Para isso, utilizou-se o software VOSviewer para mapear e analisar a produção científica relacionada a este tema. O VOSviewer permite a visualização de redes bibliométricas, oferecendo uma perspectiva mais clara sobre a estrutura e dinâmica da pesquisa (Zupic; Cater, 2014). O software VOSViewer é aplicável a qualquer conjunto de dados de redes, utilizando o método VOS (Visualização de Similaridades) para a definição de ligações e conexões na rede (Moreira; Guimarães; Tsunoda, 2020).

### **3.1 Metodologia**

A coleta de dados foi realizada na base de dados Scopus devido à sua ampla cobertura de periódicos científicos. Após a escolha da base de dados, foram definidos os critérios de busca para capturar toda a produção científica relacionada ao tema estudado. Foram utilizados os termos "sustainability" AND "wind farms". Os termos foram aplicados aos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, através desses termos foram encontradas 1.750. Após a aplicação do critério temporal de publicações no período de 2021 a 2024, foram selecionadas 772 publicações que foram exportadas da base Scopus em formato RIS e importadas para o VOSviewer para a realização da análise bibliométrica.

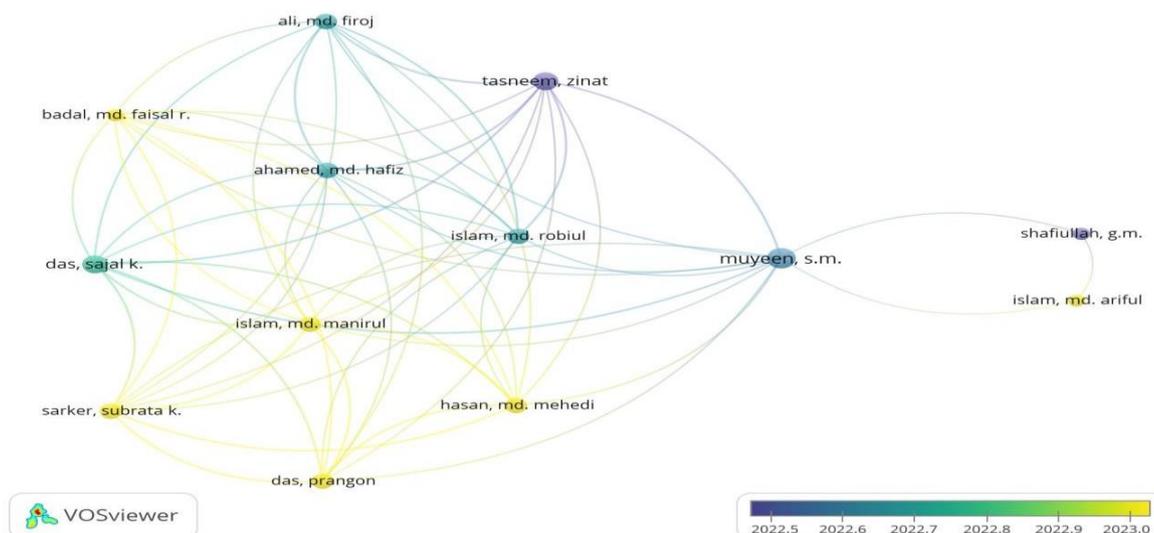
No software VOSviewer, foi realizada uma análise de tendências de palavras-chave para identificar os principais temas e tendências sobre sustentabilidade e parques eólicos. No software também foi definido o limite mínimo de ocorrência para incluir palavras-chave relevantes na análise, garantindo que apenas os termos mais significativos fossem considerados. Já a análise de coautoria foi conduzida para identificar os principais pesquisadores na área. Este tipo de análise permite mapear as redes de colaboração científica, destacando os autores mais influentes e suas interações.

Utilizando as funcionalidades do VOSviewer, foram criados mapas de rede para cada tipo de análise. Após a criação dos mapas, eles foram interpretados para fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Os mapas de rede gerados foram analisados com foco nos *clusters* formados, que representam grupos de termos ou autores com alta frequência de co-ocorrência. A interpretação desses *clusters* permite identificar subtemas e linhas de pesquisa emergentes na área estudada (Lima, 2023). A metodologia adotada neste estudo bibliométrico, utilizando o VOSviewer, proporcionou uma visão detalhada da produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos.

### **3.2 Análise dos Resultados**

A análise da evolução da produção científica relacionada à temática da sustentabilidade e parques eólicos foi realizada utilizando dados obtidos na base de dados Scopus. Seguindo um critério estabelecido de considerar autores com um mínimo de dois documentos, a análise revelou algumas tendências e padrões importantes. Na base Scopus, foram identificados 3.448 autores que contribuíram com publicações relacionadas à temática. Após a aplicação do critério de inclusão de dois documentos por autor, 204 autores atingiram o limite estabelecido, destacando-se como contribuintes significativos na área.

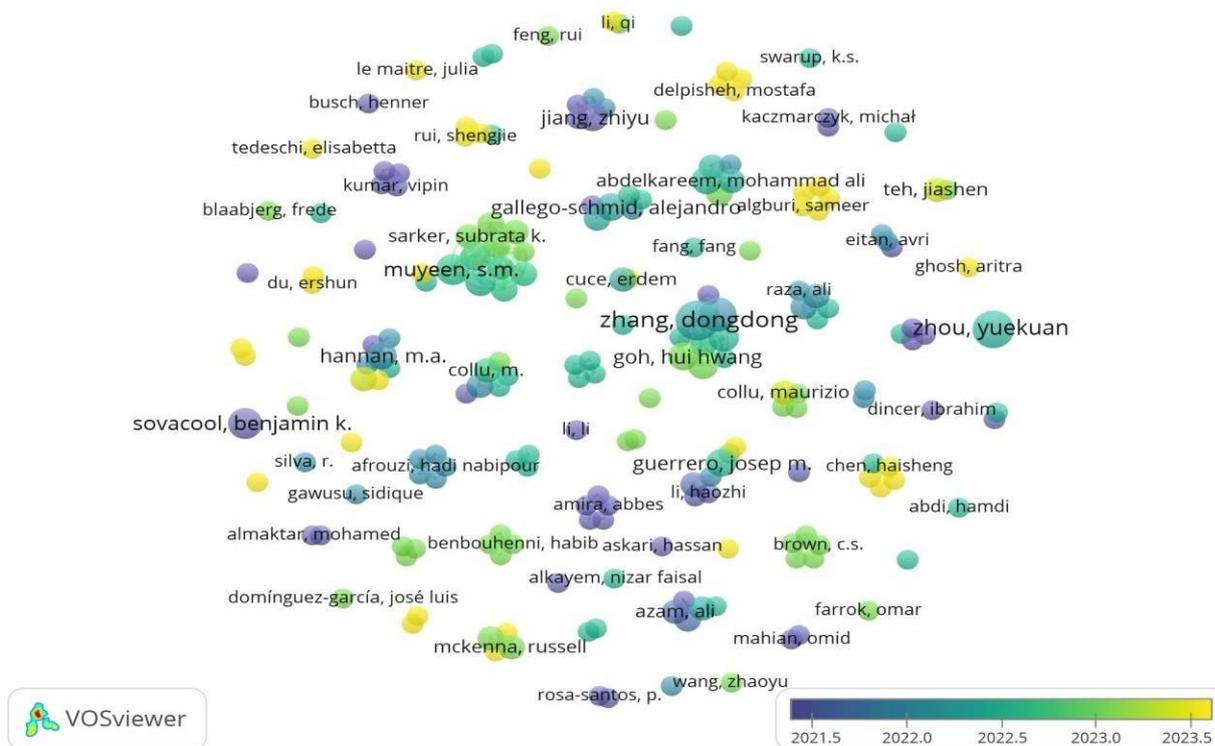
**Figura 1:** Análise da evolução ao longo do tempo com dados da base Scopus.



Dentro do ano de 2023, seis autores apresentaram estudos recentes, indicando um foco de pesquisa recente e ativo na temática durante o primeiro semestre de 2023 (Figura 2). O autor com maior relevância apresentado na análise foi Muyeen, S.M., responsável por fazer conexão com todos os autores apresentados. A Figura 1 mostra uma análise da evolução ao longo do tempo, relacionada à temática.

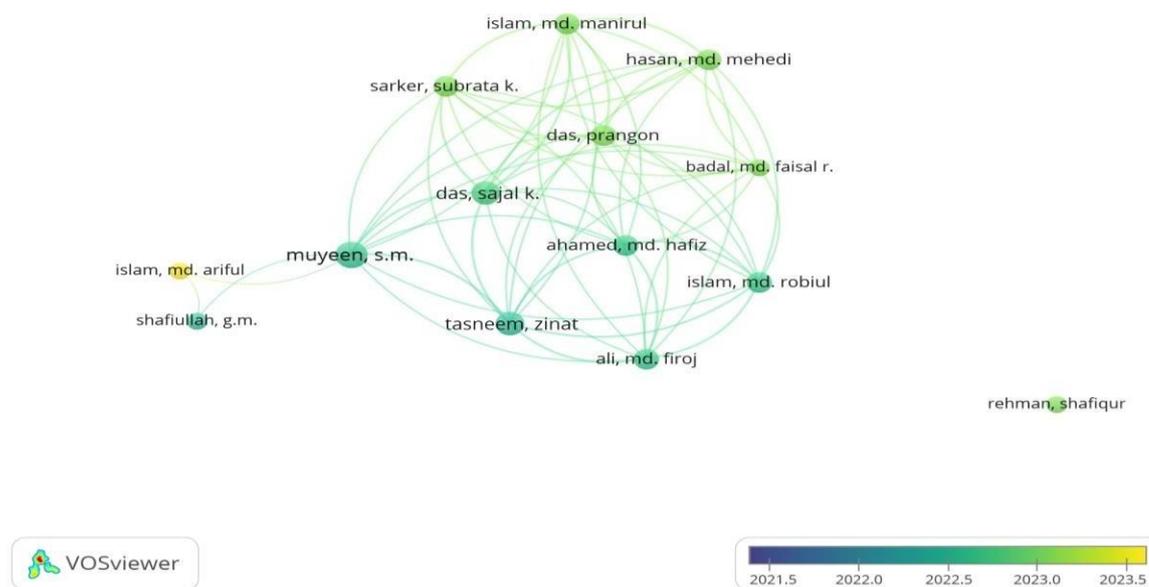
A Figura 2 mostra o conjunto completo de autores e co-autores da análise.

**Figura 2:** Conjunto completo de autores e coautores



Dentro do conjunto o maior grupo tem Muyeen, S.M como principal autor e coautor. Como mostrado na Figura 3.

**Figura 3:** Maior grupo do conjunto.



A análise da evolução da produção científica relacionada à sustentabilidade e parques eólicos, baseada em dados da Scopus e processada com o VOSviewer, revela um cenário de crescente interesse e atividade na área com seis autores em destaque.

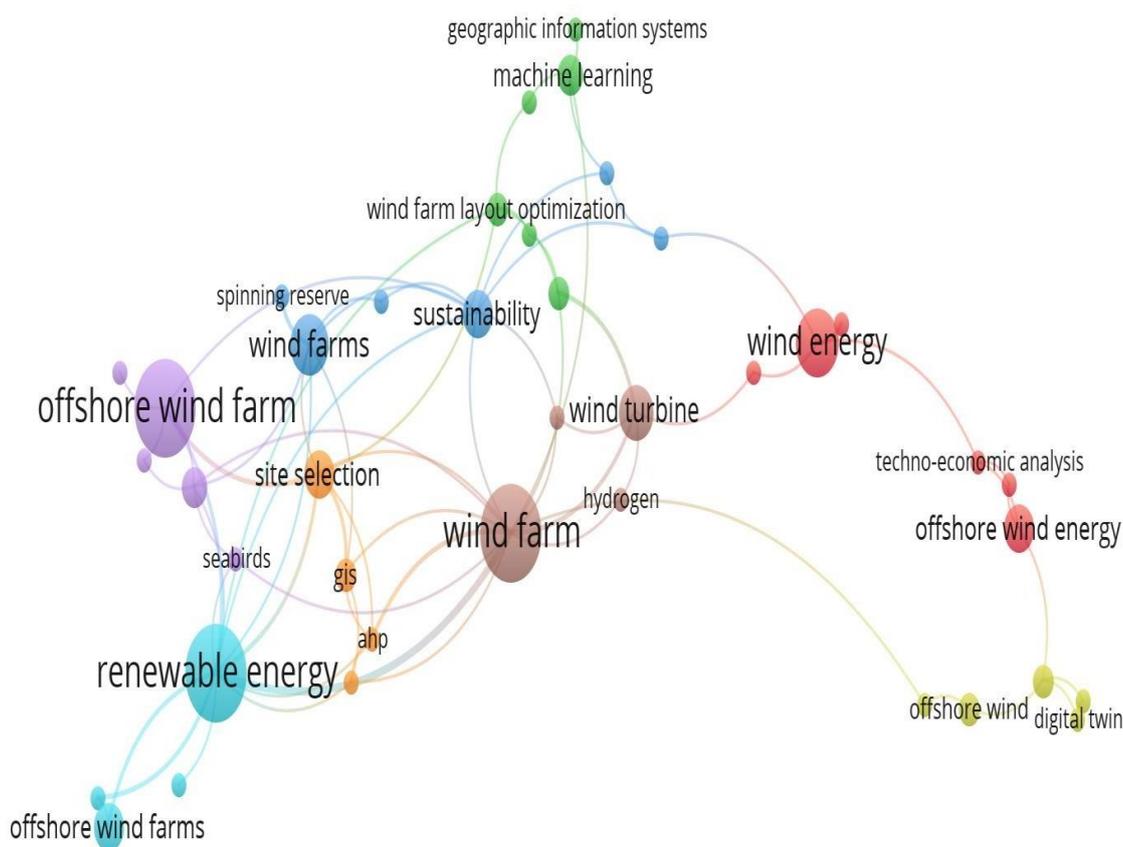
Além disso, a análise de coautoria mostra que autores como Muyeen, S.M, desempenham papel central na ligação de diferentes *clusters* de pesquisa. Essa conexão sugere uma colaboração significativa entre autores de diferentes regiões. A análise da cocitação, também indicou que Muyeen, S.M, é um autor central, conectando diferentes *clusters* de pesquisa. Isso sugere que suas obras são frequentemente citadas e influentes na área de sustentabilidade e parques eólicos.

Os resultados da análise bibliométrica e da aplicação da Teoria das Redes Sociais mostram que a pesquisa sobre sustentabilidade e parques eólicos é uma área dinâmica e em crescimento. A centralidade de autores como Muyeen S.M. destaca a importância da colaboração na produção de conhecimento científico de alta qualidade. Além disso, a Teoria das Redes Sociais nos permite identificar padrões de colaboração que podem ser explorados para aumentar a eficiência e a inovação na pesquisa científica (Lee; Kim, 2021).

O perfil de autoria revela que 204 autores contribuíram com publicações relacionadas à sustentabilidade e parques eólicos na base Scopus. Muyeen, S.M, se destaca com múltiplas publicações recentes. Muyeen, S.M, aparece como um autor influente, conectando dois *clusters* distintos, indicando sua importância na rede de pesquisa.

A análise de co-ocorrência de palavras-chave foi feita para identificar os principais temas e tendências. Para uma análise mais detalhada foi estabelecido o critério de mínimo de 2 ocorrências de uma palavra-chave com dados coletados na base Scopus. Das 425 palavras-chave, apenas 41 atenderam ao limite estabelecido. As palavras com maior número de ocorrências foram: “*Renewable energy*”, apresentando um número total de 13 ocorrências. Em seguida vem “*Wind Farm*” com 13 ocorrências; “*Offshore wind*” com 13 ocorrências. Foram apresentados 8 *clusters*, fazendo ligações entre si. As palavras mencionadas com o maior número de ocorrência são as responsáveis por fazer as ligações de rede entre os *clusters* (Figura 4).

**Figura 4:** Análise de Co-ocorrência de palavras-chave com dados da base Scopus



A ocorrência das palavras *Renewable energy*, *Wind Farm* e *Offshore wind*, indica que esses temas são altamente relevantes e frequentemente mencionados nos dados analisados. Essas palavras são fundamentais na conexão dos *clusters*, elas atuam como nós centrais que interligam os diversos temas e subtemas (Porte; Sampaio, 2015).

Os principais aspectos metodológicos incluem a análise de co-ocorrência de palavras-chave e a utilização de ferramentas como VOSviewer para mapear redes de coautoria e co-citação. Esses métodos permitiram identificar tendências, padrões e a influência de autores na área de sustentabilidade e parques eólicos.

A análise revelou um aumento na produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos, especialmente na base Scopus. Autor como Muyeen, S.M, se destaca por suas contribuições recentes. As palavras-chave "Renewable energy", "Wind Farm" e "Offshore wind" são centrais na pesquisa, conectando diversos *clusters* e indicando áreas de grande relevância. A metodologia utilizou co-ocorrência de palavras-chave e ferramentas de visualização como VOSviewer para mapear redes de pesquisa, destacando a importância de certos autores e temas. Diante dos resultados obtidos, é possível considerar que os objetivos do presente estudo foram alcançados. A temática ainda é um pouco explorada.

Para ampliar a abrangência da pesquisa, foram analisados os artigos mais recentes dos autores mais citados. Esses artigos passaram por rigorosos processos de revisão por pares e foram validados pela comunidade científica através de seu uso extensivo em pesquisas subsequentes. Dessa forma, focar nesses trabalhos é uma maneira eficiente de garantir a revisão de literatura de alta qualidade e relevância comprovada, o que é essencial para a fundamentação teórica e empírica de novos estudos (Chen; Zhang, 2020).

Aplicando a Teoria das Redes Sociais, revela a compreensão da rede de coautoria, sendo altamente colaborativa, com vários pesquisadores formando conjuntos de conhecimento. A centralidade do autor Muyeen S.M. foi destacada, indicando seu papel significativo na conexão e disseminação de conhecimento na área de energia eólica e sustentabilidade. Muyeen S.M. atua como um nó central na rede, facilitando colaborações e contribuindo para o avanço científico por meio de suas múltiplas coautorias. A centralidade na rede pode ser interpretada como uma medida da influência e do impacto de um pesquisador dentro da comunidade científica. Autores centrais, como Muyeen S.M., não apenas produzem uma quantidade significativa de pesquisa, mas também frequentemente colaboram com outros pesquisadores, criando pontes entre diferentes grupos e fomentando a troca de conhecimento (Jones; Brown, 2021).

Ao analisar os artigos recentes dos autores mais citados, os pesquisadores podem identificar lacunas no conhecimento e oportunidades para investigações futuras. Mesmo os trabalhos mais influentes têm limitações ou deixam perguntas em aberto, que podem ser exploradas em estudos subsequentes. Esta abordagem ajuda a direcionar novos esforços de pesquisa para áreas que necessitam de mais atenção e desenvolvimento (Martinez *et al.*, 2023).

Os autores mais citados são frequentemente aqueles cujos trabalhos introduziram novos paradigmas, metodologias inovadoras ou teorias fundamentais. costumam ocupar posições centrais nas redes de colaboração científica, atuando como hubs que conectam diferentes grupos de pesquisa e disciplinas. Estudar seus trabalhos permite entender como o conhecimento é transmitido e disseminado dentro da comunidade científica. Isso ajuda a identificar os principais atores e instituições que moldam a direção da pesquisa e as áreas de convergência interdisciplinar. Por exemplo, na área de sustentabilidade e parques eólicos, artigos pioneiros podem ter introduzido novas abordagens para avaliar o impacto ambiental desses parques ou desenvolvido modelos econômicos para sua implementação (Garvie; Litfeld, 2019). A seguir será mostrado uma breve análise das obras mais recente dos principais autores achados na presente pesquisa.

Autor/Ano	Objetivo	Metodologia	Resultados
Gholami, Muyeen e Mousavi (2023).	Investigar o efeito da combinação de PV, WT e BESS na confiabilidade do MG.	Para realizar a pesquisa sobre a confiabilidade e resiliência de microrredes (MGs), foi utilizada uma metodologia que envolve a proposição e aplicação de novos índices de avaliação, especificamente direcionados para analisar o desempenho das fontes de energia renovável (FERs) integradas em MGs. O estudo identificou a necessidade de desenvolver índices adicionais aos já existentes, como perda esperada de carga (LOLE) e energia esperada não fornecida (EENS), para proporcionar uma compreensão mais detalhada e abrangente da confiabilidade e resiliência das MGs.	Identificou a importância da avaliação da confiabilidade e resiliência em sistemas de Microgrids (MG) forneceu a proposição de três novos índices para fornecer informações complementares para uma avaliação mais abrangente. Os índices propostos, incluindo MRI, MREAI e MREEI, que oferecem insights valiosos sobre o desempenho, contribuição das fontes de energia renovável (RESs) e capacidades de recuperação do MG.

<p>Shezan <i>et al.</i>, (2023).</p>	<p>Analisar a abrangência de diversos métodos de otimização em termos de custo presente líquido (NPC) e taxa de convergência.</p>	<p>A metodologia empregada nesta pesquisa abrange diversas etapas e técnicas para analisar e otimizar sistemas de microrredes híbridas insulares (IHMS) na Ilha Perhentian, na Malásia. Primeiramente, a pesquisa focou na integração de múltiplas fontes de energia renovável, como turbinas eólicas, sistemas solares fotovoltaicos (PV) e outras formas de energia, incluindo energia oceânica, de ondas e geotérmica.</p>	<p>Revelou há várias abordagens de otimização determinísticas e estocásticas aplicadas para determinar o número ideal de diferentes módulos de geração de energia, são economicamente mais atrativos para atender à demanda de carga de uma pequena comunidade em Pulau Perhentian, Malásia, considerando o padrão meteorológico da área. A partir dos resultados e comparações, conclui-se que o software HOMER proporciona os melhores resultados para o Custo Nivelado de Energia (LCOE) e o Custo Presente Líquido (NPC), além de ter uma boa taxa de convergência e capacidade para lidar com incertezas.</p>
<p>Garcia, <i>et al.</i>, (2023).</p>	<p>Compreender os fatores ecológicos com maior probabilidade de influenciar a recepção de um OWF flutuante pelos tomadores de decisão</p>	<p>Para aplicar a perspectiva de rede, consideramos o estudo de caso do projeto piloto OWF flutuante de Groix &amp; Belle-Île (Golfo da Biscaia, França). A metodologia de pesquisa combina entrevistas semiestruturadas com observação etnográfica.</p>	<p>A perspectiva da rede neste estudo identificou a necessidade de uma abordagem integrada para compreender as interações recíprocas sócio-ecológicas que estruturam o SES marinho local e para informar a tomada de decisões para uma transição energética sustentável. Por isso, centramos a nossa atenção na etnografia do processo de validação da AIA.</p>

Danovaro <i>et al.</i> , (2024)	Minimizar as interações ambientais adversas dos FOWFs, com efeitos finais negligenciáveis ou positivos sobre os ecossistemas marinhos.	A metodologia utilizada considerou a heterogeneidade entre habitats e regiões geográficas, examinando as interações potenciais dos FOWFs com outros usos humanos no espaço marítimo, como pescas, e os efeitos cumulativos e sinérgicos dessas interações que prevê a implementação de sistema de monitorização contínua para acompanhar os efeitos ambientais dos FOWFs ao longo do tempo. Que permitiu ajustes e intervenções conforme necessário.	Os Parques Eólicos Offshore Flutuantes (FOWFs) representam uma promissora fonte de energia renovável, especialmente devido à sua capacidade de operar em profundidades de água mais significativas e, portanto, aproveitar áreas anteriormente inacessíveis. A instalação dessas turbinas em águas profundas implica uma interação direta com ecossistemas marinhos complexos e pouco compreendidos.
---------------------------------	--	--	--

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 4 CONCLUSÃO

A energia eólica tem se destacado como uma das principais fontes de energia renovável, contribuindo significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, a implementação e operação de parques eólicos envolvem uma complexa rede de atores, incluindo governos, empresas, pesquisadores e comunidades locais. A Teoria das Redes Sociais oferece uma ferramenta poderosa para analisar essas interações e entender como o conhecimento e as práticas sustentáveis são disseminados.

A presente pesquisa empregou métodos de análise bibliométrica para examinar a produção científica sobre sustentabilidade e parques eólicos. Utilizando o software VOSviewer, foi possível mapear e analisar redes bibliométricas, proporcionando uma visão clara da estrutura e dinâmica da pesquisa. A coleta de dados foi realizada nas bases Scopus, que se mostrou mais abrangente. A partir dos critérios de busca definidos, foram analisadas 772 publicações da Scopus, focando nos termos "*sustainability*" e "*wind farms*".

A análise de tendências de palavras-chave no VOSviewer identificou temas e tendências principais, como "*Renewable energy*", "*Wind Farm*" e "*Offshore wind*", que são altamente relevantes e centrais na pesquisa. A análise de coautoria destacou o papel central de autores como Muyeen, S.M., que conecta diferentes clusters de pesquisa, evidenciando sua influência na área. Já a análise da evolução da produção científica revelou um aumento significativo de interesse na área, especialmente na base Scopus, com 204 autores destacando-se como contribuintes significativos. Autores como Muyeen, S.M., apresentaram múltiplas publicações recentes, indicando um foco de pesquisa ativo e emergente.

A co-ocorrência de palavras-chave mostrou que temas como "*Renewable energy*" e "*Wind Farm*" são centrais, conectando diversos clusters e indicando áreas de grande relevância. A análise comparativa das bases de dados sugere que a Scopus possui uma cobertura mais ampla sobre a temática.

Diante do exposto, ficou evidente que a metodologia bibliométrica aplicada com o uso do VOSviewer permitiu uma análise detalhada e abrangente da produção científica sobre

sustentabilidade e parques eólicos. Os resultados demonstraram um aumento na produção científica e destacaram a importância de temas como energia renovável e parques eólicos, tanto onshore quanto offshore. A pesquisa atingiu seus objetivos, revelando tendências, padrões e influências nos temas estudados, e sugere que há espaço para futuras pesquisas em prol de um maior aprofundamento dos temas e a evolução do mesmo.

Este estudo destaca a importância das redes sociais na promoção da sustentabilidade dos parques eólicos. A análise bibliométrica, aliada à teoria das redes sociais, oferece insights valiosos sobre as interações e colaborações entre os diferentes atores, contribuindo para a implementação de práticas mais sustentáveis. A aplicação da teoria das redes sociais mostrou-se eficaz para entender as dinâmicas de colaboração e disseminação de conhecimento no campo da energia eólica. A identificação dos principais atores e suas interações pode ajudar a formular políticas e estratégias para promover a sustentabilidade.

Em conclusão, a energia eólica representa uma força motriz crucial na transição para fontes de energia mais sustentáveis. Através da aplicação de métodos bibliométricos e da Teoria das Redes Sociais, esta pesquisa forneceu uma visão abrangente e detalhada da produção científica na área de sustentabilidade e parques eólicos. Os achados sublinham a importância de fomentar colaborações entre diversos atores e de continuar investindo em pesquisas que promovam inovações e práticas sustentáveis. A compreensão das redes de colaboração e das dinâmicas de disseminação de conhecimento é essencial para avançar na implementação de parques eólicos eficientes e sustentáveis, contribuindo de maneira significativa para a mitigação das mudanças climáticas e para o desenvolvimento sustentável global. A pesquisa atingiu seus objetivos, revelando tendências, padrões e influências nos temas estudados, e sugere que há espaço para futuras pesquisas em prol de um maior aprofundamento dos temas e a evolução do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2020**. Disponível em. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/>. Acesso em: 02 jun. 2024.

ANENBERG, Susan C. *et al.* Cleaner cooking solutions to achieve health, **climate and economic**, cobenefits. 2013.

AQUILA, G. *et al.* An Overview of Incentive Policies for the Expansion of Renewable Energy Generation in Electricity Power Systems and the Brazilian Experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Ed. 20, 2017. doi: 10.1016/j.rser.2016.12.013 Acesso em: 29 maio. 2024.

BARABÁSI, A.-L. *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge: Perseus Publishing, 2002.

CHEN, Y.; ZHANG, L. Influence of High-Impact Publications on Wind Energy Research. **Journal of Clean Energy**, v. 8, n. 3, p. 145-160, 2020.

CUADRA, L. *et al.* A study on the impact of easements in the deployment of wind farms near airport facilities. **Renewable Energy**, v. 135, p. 566-588, 2019.

DANOVARO, Roberto *et al.* Micróbios como formadores de habitats marinhos e engenheiros de ecossistemas. **Ecologia e Evolução da Natureza**, p. 1-13, 2024.

FARIAS, L.T.S. Energia Alternativa: Impactos da Energia Eólica para a Comunidade Local. **Revista Especialize On-line IPOG Goiânia**, v. 1/2016, n. 11, jul. 2016.

FARIAS, A. R. B. *et al.* Saúde Mental E Implantação De Parques Eólicos: Um Estudo De Caso No Semiárido Brasileiro. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 154-166, 2021.

FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. **Revista Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.

FREEMAN, L. C. The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science. **Vancouver**: Empirical Press, 2004.

FREITAS, J.C. *et al.* Energias Renováveis, Clima e Mudanças Climáticas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n.especial, p. 317-329, 2015

GARCIA, L.; ALMEIDA, R. The Role of Wind Energy in Achieving Sustainability Goals: A Review of Recent Literature. **Journal of Renewable Energy Studies**, v. 12, n. 4, p. 233-248, 2020.

GARCIA, F. R. *et al.* Aceitabilidade sócio-política dos parques eólicos offshore flutuantes em França: desafios e perspectivas para a governação marinha rumo à sustentabilidade. **Gestão Oceânica e Costeira**, v. 106513, 2023.

GARVIE, K.; LITFELD, R. Foundations of Wind Energy Sustainability: Key Contributions and Future Directions. **Energy and Environmental Review**, v. 12, n. 2, p. 101-118, 2019.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GHOLAMI, M.; MUYEEN, S.M; MOUSAVI, S. A. Desenvolvimento de novas métricas de confiabilidade para microrredes: Integração de fontes de energia renováveis e sistema de armazenamento de energia de baterias. **Relatórios Energéticos**, v. 10, p. 2251-2259, 2023.

JONES, M.; BROWN, T. Interdisciplinary Perspectives on Wind Energy and Sustainability: A Bibliometric Analysis. **Energy Research Journal**, v. 15, n. 3, p. 180-196, 2021.

LEE, H.; KIM, S. Centrality in Wind Energy Research: A Network Analysis Approach. **Energy Studies Journal**, v. 13, n. 1, p. 88-105, 2021.

LIMA, A. CRBF. (2023). Marketing Verde: Uma Análise Bibliométrica. **Instituto Politécnico da Guarda**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10314/8695>. Acesso em: 02 jun.2024.

LI, L.; TAEIHAGH, A. An in-depth analysis of the evolution of the policy mix for the sustainable energy transition in China from 1981 to 2020. **Applied Energy**, v. 263, p. 114611, 2020.

MARTÍNEZ, A. *et al.* Trends and Patterns in Wind Energy Research: A Bibliometric Review. **Sustainable Energy Reviews**, v. 9, n. 2, p. 112-130, 2023.

MARTINEZ, E. *et al.* Bibliometric Insights into Wind Energy Research: Tracking the Evolution and Future Prospects. **Sustainable Energy Studies**, v. 10, n. 6, p. 330-347, 2023.

MENTEL, G. *et al.* Green and renewable energy innovations: a comprehensive bibliometric analysis. **Energies**, v. 16, n. 3, p. 1428, 2023.

MOREIRA, C. P. S.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. Qual ferramenta bibliométrica escolher? um estudo comparativo entre softwares. **P2P E INOVAÇÃO**, v. 6, p.140-158, 2020.

NASCIMENTO, R. S.; ALVES, G. M. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: Métodos e benefícios ambientais. **XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência—Universidade do Vale do Paraíba**, 2016.

NETO, J.A. *et al.* Evolução e Perspectivas do Setor Eólico no Brasil: Análise dos Principais Estados Produtores. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, vol. 13, n. 4, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, 2015.

PASQUALETTI, Martin; STREMKER, Sven. Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions. **Energy Research & Social Science**, v. 36, p. 94-105, 2018.

RAMPINELLI, G.A; ROSA J. R. C. G. Análise da Geração Eólica na Matriz Brasileira de Energia Elétrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n 2. 2012.

RAWORTH, K. **Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist**. Chelsea Green Publishing, 2017.

SANTANA P. M.; SAMPAIO, E. S. Pesquisa bibliométrica e cienciométrica em auditoria(2002-2013). **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, v. 9, n. 2, 2015.

SEHNEM, S.; JUNGES, I.; MARTINS, C.; JULKOVSKY, D. J. *et al.* Arcabouço teórico de estudos de inovação: tendências e oportunidades. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 2, p. 456-487, 2021.

SCOTT, J. **Social Network Analysis: A Handbook. 2. ed. London: Sage Publications**, 2000.

SHEZAN, S. A. *et al.* Optimization and control of solar-wind islanded hybrid microgrid by using heuristic and deterministic optimization algorithms and fuzzy logic controller. **Energy reports**, v. 10, p. 3272-3288, 2023.

SMITH, J. *et al.* Environmental and Socioeconomic Impacts of Wind Farms: An Integrated Literature Review. **Journal of Environmental Management**, v. 20, n. 1, p.

98-115, 2022.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, 2015.

ZHANG, Y.; LIU, X. Global Trends in Wind Energy Research: Insights from a Bibliometric Analysis. **Renewable Energy Review**, v. 10, n. 5, p. 299-317, 2023.

ZUPIC, I.; ČATER, T. (2015). Métodos Bibliométricos em Gestão e Organização. **Métodos de Pesquisa Organizacional**, 18 (3), 429-472. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>. Acesso em: 29 maio. 2024.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.