

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ DA SILVA RODRIGUES

INOVAÇÃO SOCIOTÉCNICA E MULTINÍVEL EM ENERGIA EÓLICA

FRANCISCO BELTRÃO

2022

BEATRIZ DA SILVA RODRIGUES

INOVAÇÃO SOCIOTÉCNICA E MULTINÍVEL EM ENERGIA EÓLICA

SOCIOTECHNICAL AND MULTILEVEL INNOVATION IN WIND ENERGY

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Andriele de Prá Carvalho

FRANCISCO BELTRÃO

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BEATRIZ DA SILVA RODRIGUES

INOVAÇÃO SOCIOTÉCNICA E MULTINÍVEL EM ENERGIA EÓLICA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14 de fevereiro de 2022.

Andriele de Prá Carvalho
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mayara Cristina Pereira Yamanoe
Doutorado

Paula Regina Zarelli
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2022

Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de
ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Pai que está nos céus, dentro de todas as dificuldades e altos e baixos que passei, ele esteve bem presente e não me deixou desistir. E que nos meus momentos de maior aflição esteve comigo e não deixou eu ficar confundida e nem envergonhada. Pois me prometeu: “Que ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria o mal algum pois estaria comigo, seria minha vara e meu cajado, para o meu consolo”.

Aos meus pais, por todo carinho, amor, companheirismo e confiança que me foi depositado, que todos esses sentimentos e exemplos que me fizeram ser uma pessoa melhor, possa um dia passar para as outras gerações e poder dizer: Obrigada Mãe e Pai.

Ao meu namorado Henrique e futuro noivo, por sempre me apoiar e incentivar ir atrás dos meus sonhos, mesmo que eu estivesse ausente em maioria dos eventos em família. Aproveito e já te agradeço pela paciência de me esperar, pelos abraços que mesmo de longe me proporcionava e conseguir erguer minha autoestima, de uma forma que toda vez que eu ficava para baixo era capaz de me fazer sorrir.

Aos meus Saudosos e Amados Tio Álvaro, Ir. Nilson, Tia Nininha, Bisa Inês, Vó Maria e Caíque. Agradeço vocês por terem me feito chorar e dessas lágrimas ser capaz de me reerguer, vocês foram componentes em minha vida que não teria como descrever toda gratidão por todo amor e aprendizado. Amo Vocês para sempre, obrigada por me olhar ai de cima e cuidar tão bem de mim. A minha família Santos, que com todo amor me acolheu e me fez parte de vocês como um só. Agradeço todos os dias a Deus, por ter colocado pessoas tão maravilhosas em minha vida e por terem me proporcionado o nosso grande amor Joaquim.

A minha querida Orientadora Andriele que me acolheu de uma forma única e não negou-se em me ajudar a todo momento, sempre muito prestativa e incrível a você fica as minhas mais sinceras gratidão. Para a professora Denise, por todo carinho e amparo que me proporcionou. Aproveito e já agradeço todos os professores que tive nessa faculdade maravilhosa, vocês tem um pedaço do meu coração.

Para os meus gatinhos Zazu, Jujuba, Sushi e Nori por todo amor proporcionado e companheirismo.

A todos os meus amigos e amigas que conquistei nessa etapa da vida, principalmente, Caroline que me aguentou por tanto tempo, para você dedico toda a minha admiração. Mas também a todos também, que me proporcionaram boas lembranças e risadas.

Dor, prazer e morte não são mais que um processo para a existência. A luta revolucionária neste processo é um portal aberto à inteligência.

- Frida Kahlo

RESUMO

O declínio das reservas de petróleo, aumento dos seus valores (oriundas do processo de oferta e demanda), a poluição ambiental e o contexto de mudanças climáticas no globo, tem ocasionado constantes preocupações entre as nações. Desta forma, a partir do contexto brevemente apresentado, será avaliado a partir de uma análise multinível, o qual ressalta principalmente os processos de influências sofridas pela inovação em diferentes direções, em especial a partir de três níveis; Nível micro, onde ocorrem o surgimento de inovações radicais; nível meso, correspondente aos regimes sociotécnicos; Por último, o nível macro, em que é caracterizado como o ambiente que proporcionam mudanças estruturais como um todo na sociedade. Perante o exposto, a proposta deste trabalho foi responder a seguinte questão: Quais são as principais lacunas e apontamentos dos estudos sobre energia eólica a partir de uma abordagem sociotécnica e perspectiva multinível da inovação? Referente a metodologia para realizar uma revisão sistemática de literatura, foi necessário seguir algumas etapas essenciais sendo elas: Formulação da questão da pesquisa; Localizar os estudos; Seleção e avaliação dos estudos; Análise e síntese; Relatório e uso dos resultados da pesquisa. Por fim, como resultados no nível Micro a presença nítida dos multiatores os quais impulsionam iniciativas para os despontamentos dos nichos. No nível Meso, fica evidente que parte-se iniciativas de diferentes empresas, pesquisas e trabalhos em direções similares. E o nível Macro, o qual mostra as janelas de oportunidades que a inovação sofre em função do sistema, entre as suas características encontradas ficou evidente a presença dos governos e um apoio de estruturas baixo carbono.

Palavras-chave: Sistema Energético; Tecnologia; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The decline of oil reserves, increase in their values (from the supply and demand process), environmental pollution and the context of climate change in the world, have caused constant concerns among nations. Thus, from the context briefly presented, it will be evaluated from a multilevel analysis, which mainly highlights the process of influences suffered by innovation in different directions, especially from three levels; Micro level, where radical innovations emerge; meso level, corresponding to socio-technical regimes; Finally, the macro level, in which it is characterized as the environment that provide structural changes as a whole in society. In view of the above, the purpose of this work was to answer the following question: What are the main gaps and notes of studies on wind energy from a socio-technical approach and a multilevel perspective of innovation? Regarding the methodology In order to carry out a systematic literature review, it was necessary to follow some essential steps, namely: Formulation of the research question; Locate the studies; Selection and evaluation of studies; Analysis and synthesis; Reporting and use of search results. Finally, as a result at the Micro level, the clear presence of multi-actors who drive initiatives for the emergence of niches. At the Meso level, it is evident that initiatives from different companies, research and work in similar directions are started. And the Macro level, which shows the windows of opportunity that innovation suffers depending on the system, among its characteristics found, the presence of governments and the support of low carbon structures was evident.

Keywords: Energy System; Technology; Sustainable development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relações de análise multinível da transição sociotécnica para a ecoinovação.	20
Figura 2: Diferentes níveis na análise da coevolução	23
Figura 3: Fases da trajetória da nova tecnologia	25
Figura 4: Abordagem utilizadas nos artigos.	33
Figura 5: Metodologias utilizadas nos artigos.	34
Figura 6: Inovação Sociotécnica e Multinível em Energia Eólica.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese do Nível Micro	45
Quadro 2: Síntese do Nível Meso	46
Quadro 3: Síntese do Nível Macro – Janelas de Oportunidades.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Inovação: Abordagem Evolucionista E Sociotécnica	16
3.2	Abordagem Sociotécnica	21
3.3.1	Contextualização e origem da abordagem sociotécnica.....	21
3.3.2.2	Abordagem Multifases na Transição Sociotécnica	24
3.3	Energia Renovável.....	25
3.4	Energia Eólica	27
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	Tipo De Pesquisa.....	30
4.2	Questão Da Pesquisa	30
4.3	Coleta De Dados.....	31
4.4	Seleção e Avaliação Dos Estudos.....	31
4.5	Análise e Síntese.....	31
5	RESULTADOS	32
5.1	Análise e síntese dos dados.....	32
5.2	Relato de evidências.....	34
5.3	Nível micro	39
5.4	Nível meso e janelas de oportunidades	41
5.5	Nível macro.....	43
5.6	Síntese dos estudos.....	45
5.7	Tendências e lacunas para pesquisas futuras na área e ensino de engenharia ambiental	48
6	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIA	50
	ÂPENDICE A.....	57
	ÂPENDICE B.....	59

1 INTRODUÇÃO

O declínio das reservas de petróleo, aumento dos seus valores (oriundas do processo de oferta e demanda), a poluição ambiental e o contexto de mudanças climáticas no globo, tem ocasionado constantes preocupações entre as nações. Principalmente a partir dos anos 70 em que tiveram as primeiras e principais crises do petróleo o qual ocasionaram instabilidades e incertezas geopolíticas e econômicas (STORTI; JUNIOR, 2021).

A partir deste contexto, oriundo dos primeiros eventos visando o nicho ambiental, como Estocolmo em 1972, surgiram discussões referentes a importância da diversificação no leque de energias, além do seu papel na indução de desenvolvimento, visto que, as inovações no regime energético podem criar vantagens competitivas em decorrência da dinâmica tecnológica e possibilitar apoio das fontes renováveis de energia em momentos de crises de fontes estruturalmente consolidadas (SALLET; ALVIM, 2011).

Desta forma, como fonte de energia renovável, a energia eólica, segundo o Relatório de Vento Global (2014), pode ser uma alternativa para complementação do ambiente energético de um país, visto que tanto a energia eólica *onshore* quanto *offshore* são consideradas uma energia limpa e sustentável, além de possibilitar apoio a economia global e ao demasiado crescimento populacional, o qual estima-se a chegada de 9 bilhões de pessoas em 2040.

Entretanto, a atribuição dos contextos anteriormente abordados, entra-se em um critério de inovação tecnológica, visto que, segundo Freeman (1996) afirma que as reversões da grande maioria dos riscos ao meio ambiente depende não somente de regulamentações, incentivos econômicos e outras mudanças institucionais, mas combinado com a melhoria contínua no quesito tecnológico. Já que algumas inovações técnicas no campo de fontes renováveis de energia poderão exercer impactos positivos para as perspectivas futuras.

Desta forma, ao combinar sustentabilidade com inovação encontra-se o conceito deecoinovação, que tem como seu principal objetivo, favorecer o desenvolvimento tecnológico combinado com o equilíbrio dos três pilares da sustentabilidade (econômico, social e tecnológico), proporcionando uma interação entre si, mas de uma forma harmônica.

Assim, quando busca-se estudar e compreender o comportamento e fluxo de desenvolvimento das ecoinovações pode ser avaliado a partir de uma abordagem sociotécnica da inovação e ainda melhor detalhado atribuído a uma perspectiva multinível. Que além da compreensão referente como fatores sociais agem sobre uma inovação, atribui-se a um

contexto de comunicação e dependência de como o meio contribui para as inovações. Mais especificado, neste trabalho, ao sistema energético, em especial a energia eólica.

Como citado, nesse processo destaca-se a análise multinível, o qual ressalta principalmente os processo de influências sofridas pela inovação em diferentes direções, em especial a partir de três níveis; Nível micro, onde ocorrem o surgimento de inovações radicais; nível meso, correspondente aos regimes sociotécnicos; Por último, o nível macro, em que é caracterizado como o ambiente que proporcionam mudanças estruturais como um todo na sociedade (GEELS, 2002).

Portanto, entender o processo de inovação nos níveis acima citado é capaz de direcionar como estão os sistemas tecnológicos que auxiliam o contexto ambiental no mundo. Visto que, a procura de um sistema sustentável, principalmente energético, tornou-se assunto não só de muitas convenções mas de países o que intende a dinâmica da natureza e a necessidade do uso equilibrado dos recursos. Por isso, identificar as possíveis lacunas neste sistema é capaz de entender como estão as influencias na inovação, principalmente no fator ambiental.

Perante o exposto, a proposta deste trabalho foi responder a seguinte questão: Quais são as principais lacunas e apontamentos dos estudos sobre energia eólica a partir de uma abordagem sociotécnica e perspectiva multinível da inovação?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar sistematicamente os estudos publicados sobre o tema Energia eólica em uma perspectiva sociotécnica e multinível para sustentabilidade ambiental.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento o bibliográfico dos artigos sobre Energia Eólica;
- Selecionar e analisar sistematicamente os artigos levantados na pesquisa;
- Analisar a transição do sistema sociotécnico no âmbito de energia renovável a partir de uma perspectiva multinível;
- Verificar tendências e lacunas para pesquisas futuras na área de Engenharia Ambiental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Inovação: Abordagem Evolucionista E Sociotécnica

Como autor principal das questões de processos inovativos na dinâmica econômica Schumpeter (1985), foi o pioneiro de estudos voltados para a inovação evolucionista. Por isso, torna-se essencial iniciar falando sobre a importância da inovação e o seu nascimento. Em que, de maneira breve, a inovação é resultado de pressões em diversos sistemas, por exemplo, no desenvolvimento científico e tecnológico que segundo Carvalho (2012), tornou-se as principais fontes de inovações tecnológicas.

Desta forma, a inovação Segundo Schumpeter (1985) não é um sistema que ocorra de forma isolada, depende diretamente de vários fatores no contexto organizacional e atrelado a esse desenvolvimento apresenta fenômenos das mudanças produtivas revolucionárias que podem influenciar significativamente a vida de uma sociedade.

Inegavelmente, os estudos de Schumpeter (1985) teve relevantes contribuições na teoria econômica. Segundo o autor, para falar sobre desenvolvimento econômico necessariamente precisaria mencionar a inovação. Nesse contexto, o desenvolvimento econômico e a inovação estaria em constante comunicação, no qual uma tecnologia nova substituiria uma antiga em uma abordagem evolucionista da inovação, que é conceituada pelo autor como a introdução de novos métodos, produtos, fornecedores, mercados e novas formas de organização.

Outros autores que discorrem sobre os conceitos de inovações evolucionistas são Corazza e Fracalanza (2004) caracterizados por serem neoschumpeteriano, em que além das analogias mencionadas, atrelam os conceitos do processo evolutivo as ciências biológicas na mudança técnica e econômica.

Além deles, outros autores utilizaram e adaptaram as estruturas da inovação evolucionista para embasar estudos contemporâneos. Por exemplo, a teoria sóciotécnica que está relacionada aos princípios de Inovação de Schumpeter, justificado por entender que as novas tecnologias são direcionadas por trajetórias próprias e diretamente influenciadas por atores e mecanismos (DOSI, 2006).

3.1.2 Ecoinovação: Inovação e Sustentabilidade Ambiental

O conceito de ecoinovação, neste trabalho, é analisado no processo de transição sociotécnica. Portanto, este tópico tem como objetivo discutir sobre a contextualização da inovação atrelada à proteção ambiental.

Como foi visto no tópico 3.1 a inovação tem um processo de adaptação mediante as necessidades do meio, que surgem em um contexto técnico, social e ambiental. Entretanto, assim como o conceito social o ambiental surgiu em uma realidade de preenchimento de uma lacuna no campo que relaciona inovação e sustentabilidade.

Desta forma, antes do surgimento da indústria, os produtos eram obtidos, em sua maioria, através do trabalho manual, fator que propiciava pequenas produções. Com o tempo, tornou-se inviável diante de uma população que crescia exponencialmente. Além da ideologia capitalista, que visava a produção rápida e em maior quantidade, interessados apenas no lucro (CALCANTE; SILVA, 2011).

Neste contexto de crescimento populacional e econômico, o uso dos recursos naturais e as emissões atmosféricas aumentaram significativamente o impacto sobre o meio ambiente, no qual o gerenciamento destes recursos tornou-se foco de preocupação para humanidade (ONU, 2019).

Assim, oriundo dessas preocupações surgiram os principais grandes eventos voltados para o meio ambiente, como a Estocolmo (1972) e o relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (CMMAD) publicado em 1987 que tinha em seu escopo o reconhecimento do potencial da tecnologia para solucionar os problemas do meio.

Posteriormente, mais conferências vieram, como a Eco - 92; a definição dos objetivos do milênio (ODMs) trazendo as oito metas relacionadas ao desenvolvimento sustentável; Rio +20, Acordo de Paris, entre outras. Entretanto, apesar dos países presentes estabelecerem escopos diferentes para os eventos, em sua maioria possuíam um interesse em comum, o de desenvolvimento de suas nações, mas aliado a sustentabilidade.

Nesse contexto, nota-se que as questões ambientais ganharam um pouco de visibilidade, entretanto combinar inovação e sustentabilidade ambiental não é uma tarefa simples. Ainda mais em negócios estratégicos e na estrutura energética do país, visto que as empresas buscam além da satisfação dos consumidores, iniciativas que mitiguem os possíveis danos ambientais (BOSSLE et al., 2016).

Inegavelmente, o crescimento econômico depende diretamente da inovação e está associado a danos ambientais, porém, com o caráter crítico ambiental mais solidificado na

sociedade, ao impulsionar economicamente as empresas passou a ser essencial a combinação dos requisitos técnicos, sociais e ambientais. Além disso, as instituições tentam lidar com os desafios ambientais para evitar/ mitigar os impactos ao meio e principalmente proteger sua reputação.

No contexto de agregar técnicas e tecnologias que combine práticas sustentáveis e o social surgiu o conceito de inovação sustentável, também conhecida como ecoinovação, que tem como principal objetivo apoiar tecnologias inovadoras no crescimento econômico conciliada com a proteção ambiental (WEBER; HEMMELSKAMP, 2005). Desta forma, portanto, visa atrair atenção de empresas e governos como alternativa para o desenvolvimento sustentável, atrelado a diminuição de custos e impactos ambientais (TAMAYO – ORBEGOZO et al., 2017).

Nesse contexto, as instituições passaram a buscar a sustentabilidade na qual rege uma integração equilibrada de desempenho econômico, inclusão social e a resiliência ambiental, para favorecer não apenas as populações atuais, mas também as gerações futuras (GEISSDOERFER et al., 2017).

Porém, entender o real significado de inovação sustentável pode ser uma das principais lacunas no mundo dos negócios. Visto que quando incorporado os sistemas de ecoinovação, não se limitam apenas a mudanças nas linhas de fabricação de produtos, mas também, ocorrem mudanças na maneira de pensar, individual e coletiva, foca em promover novos conceitos, ecologicamente corretos, que resultam em uma nova política empresarial, comportamental e produtiva, gerando benefícios sociais e ambientais (ABRAHÃO, 2021).

Entre os benefícios da adoção de iniciativas verdes e estratégias de ecoinovação são as vantagens competitivas em relação aos concorrentes, visibilidade esta que é impulsionada por consumidores mais preocupados com o meio e a qualidade dos produtos consumidos (ALBORT-MORANT; LEAL-MILLÁN; CEPEDA-CARRIÓN, 2016).

Porém, para implantar sistemas de gestão ambiental vai além de apenas adotar e executar a estratégia da sustentabilidade (WIJETHILAKE, 2017), devem ser capazes de proporcionar mudanças nos modelos de negócios para aproveitar o crescimento verde (TAMAYO-ORBEGOZO et al., 2017). Entretanto, segundo Chang e Chen (2013) mostram que por outro lado, a gestão ambiental em instituições é insignificante e destrutivo para o desempenho corporativo, pois acabam prendendo atenção a um contexto ambiental e tiram o foco do crescimento financeiro com mais afinco.

Além dos pontos anteriores, para a manutenção a longo prazo de iniciativas ecoinovadoras e uma possível mudança na cultura empresarial, as entidades precisam

incentivar os colaboradores, através de ofertas de cursos, busca por informações e adequações ao local de trabalho. Tornando-se necessário políticas que estimule a criatividade e consequentemente a inovação no meio.

Portanto, a inovação sustentável tornou-se um grande impulso para alcançar o desenvolvimento sustentável, pois envolve a inovação tecnológica, de produto, processo e social que é necessária para a conservação de energia, prevenção da poluição e iniciativas de gestão de resíduos na cadeia de abastecimento (EL-KASSAR; SINGH, 2019; HUISINGH; TUKKER; LOZANO, 2013).

3.1.2.2 Trajetória e Mudança para o regime Ecoinovador: Abordagem Sociotécnica.

Como tratado no tópico anterior, a inovação atrelada a sustentabilidade, ou seja, a ecoinovação, não é um caminho linear, pois está submetida a pressões sociais, questões ambientais e avanços tecnológicos constantes.

Desta forma, como as transições da ecoinovação é um processo que perdura um longo tempo, para melhor entender as mudanças, neste tópico, será direcionado para uma análise multinível e uma abordagem sociotécnica.

Visto que, a perspectiva sociotécnica destaca a importância das relações multiníveis para a transição da sustentabilidade, que ocorrerá a longo prazo, que diferentemente da abordagem evolucionista agregará as mudanças no caráter social. Novamente, enfatizando que o processo de transição não é linear, pois abrange mudanças em tecnologia, economia, instituições, comportamento, cultura, ecologia e crenças (MENDONÇA, CUNHA; NASCIMENTO, 2013).

Desta forma, Mendonça (2014) ilustra na Figura 1 a relação dos níveis que a ecoinovação pode ser analisada. Que segundo Geels e Penna (2015) na figura abordada o processo multinível ocorre em diferentes direções e conduz a trajetória de coevolução (evolução conjunta de processos) para ecoinovação. Entretanto, inicia-se no nível dos nichos, no qual forma novos regimes no nível meso e ocorre a transformações estrutural no nível macro, que a partir disso passa a influenciar e ser influenciado.

Portanto, a ecoinovação em uma análise multinível e perspectiva sociotécnica, iniciará seu processo nos nichos, sendo aceita, ocorrerá o desenvolvimento de um novo regime sociotécnico (meso). Essas mudanças, segundo Kemp e Rotmans (2010) estão suscetíveis a mudanças do nível macro, no qual ocorrem as transformações estruturais no ambiente. Essas transformações são capazes de abrir janelas de oportunidades para atores dos nichos, pois o

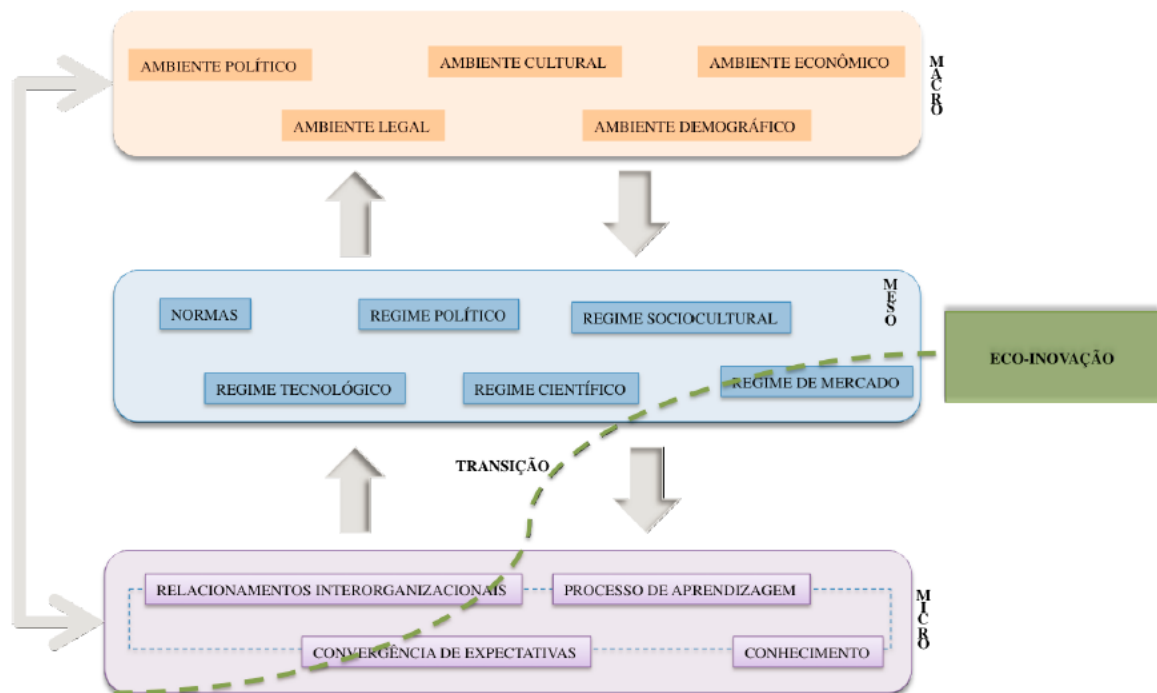
nível macro, ao questionar e influenciar o regime, gera oportunidade para os nichos (SMITH; VOß; GRIN, 2010).

Desta forma, pode-se dizer que os nichos atendem as demandas do nível macro, ou seja através de ideias radicais tendem a fornecer novos produtos para atender as demandas da sociedade. Segundo Gross et al., (2018) e Carstens e Cunha (2019) abordam a concepção dos nichos como um nível que oferece proteção para as inovações criadas, pois estarão neste nível até estarem preparadas para a difusão correta no mercado através de mudanças culturais, legais e sociais.

Quando discutido o nível meso é associado a mudanças no regime sóciotécnico e caracterizado por instruir uma comunicação entre as inovações, antes no nível micro, com os multiatores envolvidos, os quais intervêm no fluxo de tecnologias voltadas para o uso da energia eólica.

Por outro lado, o nível macro, entre os níveis, é o processo mais lento, pois dependerá de multifatores para ser implementado, desde a “solidificação” dos níveis anteriores, bem como mudanças nos valores culturais, padrões demográficos, mudanças políticas, problemas ambientais e escassez de recursos (GEELS, 2002; SMITH et al., 2010).

Figura 1: Relações de análise multinível da transição sociotécnica para a ecoinovação.



Fonte: Mendonça (2014)

Quando tratado da análise multinível da transição paraecoinovação mostra que esse contexto abrange diferentes agentes no sistema, podendo ser incluído as mudanças de comportamento e perspectivas da sociedade (SAFARZYNSKA, 2021). Desta forma, também enfatizam Kemp e Rotmans (2010) que a trajetória paraecoinovação, ultrapassam as simples mudanças tecnológicas, ou seja envolvem respostas proativas e mudanças na sociedade como um todo.

Portanto, associado tanto pelo processo de integração entre os agentes e a coevolução entre os três nichos da análise multinível a transição paraecoinovação envolve o surgimento de inovações radicais, formação e estruturações no nível meso e conseqüentemente alterações estruturais no nível macro.

3.2 Abordagem Sociotécnica

3.3.1 Contextualização e origem da abordagem sociotécnica

O conceito da abordagem sociotécnica teve o seu início na segunda guerra mundial, aplicada a um contexto de uso intensivo de minas de carvão na Inglaterra, os estudos sobre a temática eram liderados principalmente por Eric Trist e Davis. Portanto, relatam que a perspectiva da teoria sociotécnica tem como principal meta interligar o sistema social e o técnico. Além disso, ressaltam que o sistema está inserido em um meio que é influenciado.

Esta influência é direcionada a sistemas culturais, por seus valores e outros componentes do meio. Portanto, sugerindo que o sistema sociotécnico recaia na teoria de sistemas abertos, devido a sua constante comunicação entre a organização e o ambiente (DAVIS; TRIST, 1975).

Segundo Garcia (1980), o método sociotécnico tem evoluído não só em seu local de origem mas em outros países também. Por exemplo, nos Estados Unidos utilizado para delineamento de cargos e na Noruega que tem sido utilizado como esforço global para um processo de democracia em locais de trabalho.

Ainda segundo o mesmo autor, como o objetivo deste tópico no trabalho é apenas realizar uma breve contextualização das origens da abordagem sociotécnica, diz que uma das fontes de inspiração para esta abordagem foram os estudos de Karl Marx com suas análises sobre a alienação humana e Max Weber com seus preceitos sobre burocracias.

3.3.2 Abordagem Sóciotécnica da Inovação e Sistema Sóciotécnico

Para entender a temática nada melhor do que expor algumas definições diferenciadas em um contexto cronológico, desta forma, segundo Emery e Trist (1969) definiram a temática como uma abordagem capaz de investigar os principais requisitos de qualquer sistema tecnológico e as possíveis influências destes sobre o progresso do sistema social, de uma maneira que a eficiência do processo evolutivo total estaria derivado da adequação do sistema social em atender os requisitos do sistema técnico.

Desta forma, segundo Geels (2004) a abordagem sociotécnica é a difusão e o uso das tecnologias que envolve a relação entre atores. Além disso, possibilita a melhor compreensão nos diferentes níveis da perspectiva multinível.

E Carvalho (2016) defini a abordagem sociotécnica como um fenômeno capaz de ser estudado a partir de vários ângulos e diferentes disciplinas. Pois, apresentam diferentes pressupostos para o seu entendimento, pois a teoria baseia-se na visão evolucionistas, a dinâmica de sistemas e a visão sociológica da inovação.

3.3.2.1 Abordagem Multinível na transição Sociotécnica

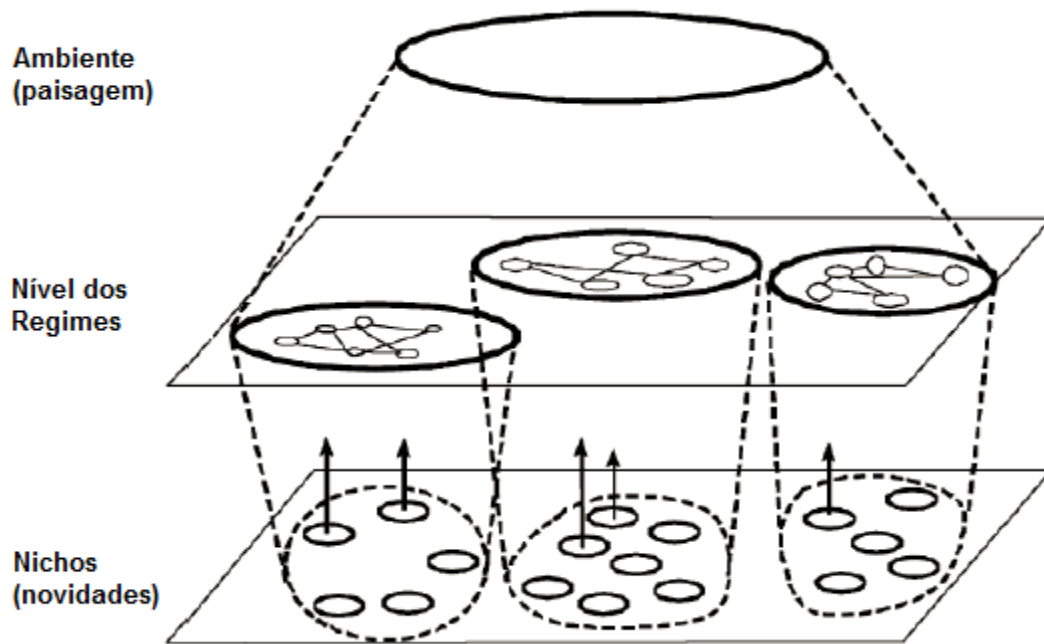
A perspectiva multinível de acordo com os estudos de Geels e Schot (2007) entende as transições como um processo alinhado entre vários níveis. Em que a tipologia é regida em variações de tempo e natureza das interações dos níveis.

Genus e Coles (2008), também definem a perspectiva, na qual busca discutir a mudança tecnológica como um processo social de assimilação de novas tecnologias que alteram regimes existentes, guiando a interação dos atores em vários níveis e partem de uma análise de episódios passados da inovação transformacional nos níveis.

A adoção dessa perspectiva segundo Geels (2004) objetiva avaliar a inovação não apenas para o lado da produção, mas que considerasse um contexto social. Portanto, o sistema sociotécnico integra a produção, difusão e uso da tecnologia combinando de forma que satisfaça as funções da sociedade.

Desta forma, são três os níveis abordados na perspectiva multinível. O primeiro seria o nível micro (também conhecido como nichos), nível meso (também chamado de nível meso de regimes sociotécnicos), onde ocorre os desenvolvimentos tecnológicos e o nível macro, da sociedade como um todo, assim como a Figura 2 mostra (GEELS, 2004).

Figura 2: Diferentes níveis na análise da coevolução



Fonte: Adaptado de Geels (2002; 2004)

O nicho (nível micro) é caracterizado por ser um processo de construção e estruturação das ideias e projetos. O seu escopo central é o aprendizado, especificações técnicas, preferências dos possíveis consumidores do produto e políticas públicas. Porém, as ideias que originam desse nível são inicialmente configurações sociotécnicas incertas com baixo desempenho (GEELS, 2006; GEELS; SCHOT, 2007).

Além disso, segundo Geels (2017), ainda sobre o mesmo nível, pode ser configurado como pequenos nichos de mercado, em que possuem diferentes critérios de seleção daqueles existentes no regime ou até podem partir de investimentos públicos ou por financiamentos privados.

Sabendo que a inovação radical no nível dos nichos, segundo Geels (2011) ocorre tanto de mudanças oriundas do ambiente, quanto na forma de processos chamados de *bottom-up* (traduzido como: de baixo para cima) e é esperado que sejam utilizados nos regimes ou que os substituam os já existentes.

Por outro lado, no nível meso, também conhecido como regime sociotécnicos, é caracterizado por criar estabilidade, pois pode ocorrer em diferentes empresas, pesquisas e trabalhos em direções similares. Resultado dessa interação, a tecnologia percorre um nível setorial que proporcionam mudanças incrementais para refinar processos tecnológicos existentes em direções específicas. Entretanto, este nível exerce uma força estrutural sobre as

alternativas de novidades surgidas nos nichos (BERKHOUT, 2002; GEELS, 2006; GEELS; KEMP, 2007; SMITH et al., 2010).

Ainda referente ao nível meso, ou também conhecido como regimes sociotécnicos é definida segundo Geels (2011), como uma acumulação coevolucionária e alinhada de conhecimento, investimentos, objetos, práticas, infraestrutura e valores, que contemplam a divisão do viés produção – consumo, que orientam e regem as atividades dos grupos sociais e reproduzem os vários elementos do sistema sociotécnico.

Já no nível do ambiente, ou seja macro, as mudanças ocorrem de forma gradual, apenas pode ser percebida ao longo do tempo, como crescimento econômico, mudanças no valores culturais, padrões demográficos, mudanças políticas, problemas ambientais e escassez de recursos, podendo, desta forma exercer pressões no nível do regime de forma a criar oportunidades para as novas tecnologias (GEELS, 2002; GEELS; SCHOT, 2007; SMITH et al., 2010).

3.3.2.2 Abordagem Multifases na Transição Sociotécnica

Ao ocorrer a partição da perspectiva multinível oferece a possibilidade de perceber como e em qual fase uma mudança está.

Desta forma, segundo Geels et al., (2017) é dividido em quatro processos de transição (Figura 3) que podem durar muitos anos. Na primeira fase, é caracterizada por apresentar inovações radicais que surgem em nichos. Estas redes são instáveis, incertas, experimentais e frágeis, além disso, possuem diferentes designs e muitas falhas. Segundo Kemp e Rotmans (2010) esse primeiro estágio envolve poucas mudanças visíveis, mas está ligada a muitos processos de experimentações.

Em sequência, a inovação se insere em pequenos nichos de mercado, esta fase chamada por Kemp e Rotmans (2010) de *take - off*, oferecem possíveis recursos para um possível progresso e aprimoramento. Consequentemente, passa a desenvolver uma trajetória própria, com um design dominante e regras que começam a se estabilizar.

Na terceira fase, a inovação se abrange mais e começa a competir com o regime estabelecido. Entretanto, é caracterizado por possuir motivadores internos ao nicho, como melhoria no preço/desempenho, desenvolvimento de tecnologias e infraestruturas complementares, discursos culturais positivos e o apoio de poderosos atores. Ou, possíveis desestabilização do regime estabelecido oriundo de problemas internos, como: aumento dos

preços do petróleo, proporcionando as conhecidas janelas de oportunidade para nicho de inovações (GEELS, 2005; KEMP; ROTMANS, 2010).

Por fim, a quarta fase é caracterizada pela substituição do regime por novas inovações, claro que acompanhada por adaptações a longo prazo (políticas, estruturas industriais). Entretanto, ao longo do tempo que ocorre a superação dos obstáculos de forma mais concreta, pode-se considerar um novo regime institucionalizado (GEELS, 2005).

Figura 3: Fases da trajetória da nova tecnologia



Fonte: Adaptado de Geels (2004)

3.3 Energia Renovável

Relacionado ao contexto já exibido anteriormente, nas questões ecoinovadoras, estão incluídas os sistemas de estudos que envolvem a energia renovável. Portanto, este tópico apresenta como objetivo realizar uma contextualização sobre energia renovável e já dar respaldo para o próximo tópico, que será sobre energia eólica.

Desta forma, as fontes de energia são divididas conforme ao tempo de regeneração, mais comumente conhecidas por renováveis e não renováveis. Classificadas segundo Ali et

al., (2017), como não renováveis quando a sua reposição natural pode levar um longo período de tempo em condições específicas de regeneração ou até mesmo inviável na sua renovação artificial, já que demandaria de gastos mais elevados do que a quantidade de energia obtida.

Alguns exemplos de energias não renováveis são os combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e o carvão mineral) e os combustíveis nucleares, que são obtidos a partir do processo de fissão nuclear de átomos de urânio (PRESOTTO; TALAMINI, 2021).

Por outro lado, segundo os estudos desenvolvidos por Araujo (2015) as fontes renováveis são oriundas de energia disponível de ciclos naturais, sendo portanto quase inesgotáveis e as alterações nos balanços energéticos do planeta é reduzida comparada as não renováveis.

A energia renovável parte-se de um contexto em que a energia tornou-se assunto amplamente discutido. Visto que a grande maioria da energia utilizada no planeta são de origem não renovável, seja de fonte mineral ou atômica. Entretanto, as crescentes preocupações com as questões ambientais, em especial a intensificação do efeito estufa tem trazido interesse para estudos que desenvolvam técnicas e tecnologias para aprimoramento referente a energias mais limpas (AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM, 2017).

Adicionalmente, segundo Maciel et al., (2021) cita que o aumento do consumo de energia, principalmente de fontes não renováveis, está associado ao desenvolvimento de setores de produtos químicos, de petróleo e siderúrgico, em especial no Brasil, após a era Vargas. Além disso, as mudanças constantes no estilo de vida moderna, sendo que a tecnologia propicia a utilização demasiada e intensiva de energia.

Desta maneira, inegavelmente, as fontes de energias renováveis tem ganhado com mais intensidade destaque no cenário mundial atual, o qual tornaram-se uma alternativa clara aos combustíveis fósseis que portanto, buscam melhor estruturar os pilares de busca para a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável (ARTO et al., 2016).

Entre as possíveis fontes de energia renovável as mais conhecidas na literatura, são energia solar, hidroelétrica, biomassa e eólica. Quando tratado brevemente sobre a energia fotovoltaica pode-se resumir como o aproveitamento de fótons transportados com a luz o qual são absorvidos por materiais semicondutores (DOS REIS et al., 2021). Já a energia hidroelétrica ocorre a transformação de forças mecânicas do movimento das águas transformando em energia elétrica (PENG; CHEN; YAO, 2021).

Assim também, para energia biomassa que pode ser definida como a capacidade de utilização de qualquer matéria orgânica de origem animal ou vegetal o qual é adquirido potencial para produção de energia a partir de processos de combustão (CHEN et al., 2021).

Por fim, a energia eólica que é o principal foco de estudo deste trabalho, o qual será melhor entendido no tópico 3.4.1.

Além dos benefícios notórios no âmbito ambiental, também pode-se dizer que alguns dos benefícios das fontes e tecnologias de energia renováveis são: contribuição no desenvolvimento social e econômico sobretudo em áreas remotas e pobre, já que quando implantando estudos em um determinado local ou cidade, aumenta a visibilidade da região e possibilita a geração de novas oportunidades (MÜLLER et al., 2020).

Outro ponto seria a diversificação da matriz energética de um país, o qual a energia renovável pode ser uma das alternativas para contribuir na segurança energética de uma nação, evitando a dependência sobre uma única fonte de energia. Melhor contextualizado, quando citado os “apagões” oriundos das crises hídricas no ano de 2001 no Brasil, o qual possibilitou a percepção de necessidade energética e incentivou estudos sobre alternativas das fontes de energias, em especial as renováveis (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

Outro contexto que demonstra a importância da diversificação da energia, foi em 1970 quando a crise do petróleo incentivou países buscarem a maior segurança energética, e deixar de depender a um número restrito de fontes (AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM et al., 2017). Visto que a crise dos anos 70 foi uma entre muitas crises mundiais no setor petrolífero, que geralmente ocasionam instabilidades e incertezas econômicas e geopolíticas (STORTI; JUNIOR, 2021).

Portanto, mesmo que de maneira breve, fica evidente a importância de estudos voltados para energias renováveis, os quais darão suporte para a inovação das fontes, além de contribuir para as evidências de que existe a contribuição ambiental, social e econômica nas questões energéticas do mundo.

3.4 Energia Eólica

O vento por definição na física, pode ser entendido como um fluxo de ar com composição de diferentes gases em nossa atmosfera. A sua energia é obtida a partir da cinética de fenômenos de escalas relativamente grande, por exemplo, a diferença de temperatura oriundo do aquecimento mal distribuído na atmosfera e a rotação da terra (WEN et al., 2021).

Estudos já evidenciaram que a utilização desse tipo de energia possuem aplicações muito antigas, tornando-se uma das primeiras formas energéticas de tração não animal

utilizado pelo homem para movimentação de barcos através de velas, ou até mesmo moinhos de ventos, o qual era transformado energia eólica em energia mecânica para obter-se grãos moídos (DUTRA, 2008).

Entretanto, apesar de os moldes da energia eólica serem utilizados para diversos fins, atualmente os seus princípios tem focado na produção de energia elétrica. Desta forma, o primeiro registro da utilização do vento com intuito de produzir energia elétrica foi, segundo o Ministério de Minas e Energia, através de um professor Escocês chamado James Blyth, mais precisamente, no ano de 1887 (BRASIL, 2016).

O professor fez uso de uma torre de 10 m de altura em seu jardim, a eletricidade armazenada era utilizada para alimentar as luzes de sua casa de campo, entretanto, Blyth ficou mal visto pelas pessoas de sua cidade. Ainda mais quando propôs utilizar um projeto para iluminar a rua principal da cidade em que vivia, proposta esta rejeitada, porquê a população acreditava que eletricidade era “obra do diabo” (BRASIL, 2016).

Nitidamente, esse conceito tornou-se obsoleto e hoje sabe-se que a eletricidade é muito utilizada e necessária no mundo. Desta forma, a energia eólica assim como outras fontes de energia renováveis, tiveram maior visibilidade a partir do choque do petróleo, tornando-se, portanto, alternativas de significativa relevância mundial.

Portanto, o funcionamento da energia eólica pode ser brevemente explicado, segundo Aldabó (2002) que diz que a principal peça para geração de energia eólica é o aerogerador, composto por duas peças secundárias, turbina eólica e um gerador eólico. O comportamento se dá da seguinte forma: o vento faz o rotor da turbina girar, que aciona o gerador para produzir energia.

Processo este, complementado, por Custódio (2009), que a turbina eólica é acionada pelo movimento dos ventos produzindo energia mecânica no eixo que, diretamente, movimenta o gerador. Já o gerador elétrico, converte energia mecânica em energia elétrica através da dinâmica eletromagnética.

Em relação a localidade dos parques eólicos, comumente em literatura é apresentado dois termos, sendo eles *onshore* e *offshore*, sendo, portanto, chamados de *onshore* quando são construídos na terra e *offshore* desenvolvidos no mar (VERMILLION et al., 2021).

Portanto, de maneira geral, a energia eólica é considerado uma fonte de energia sustentável pelo fato de ser renovável, amplamente distribuída e abundante na natureza. O aumento do uso de energia eólica pode levar a uma menor dependência de combustíveis fósseis e diminuição gradual da emissão global de gases de efeito estufa (WEN et al., 2021).

Entretanto, cabe salientar que apesar de não ocorrer emissão de gases, não há a necessidade de deslocamento de populações (como a hidrelétrica) e não inviabiliza a área utilizada, no entanto, é por alguns autores citado impactos socioambientais, como impacto visual, emissão de ruídos, interferências eletromagnéticas e risco de colisão de aves (DAMASCENO; ABREU, 2018; CASTRO, 2009; LUNA, 2011).

Além disso, outro ponto importante de mencionar é que apesar da energia eólica ser um fonte limpa e possuir significativo potencial para combater as mudanças climáticas, o seu desempenho e funcionalidade vão depender também do fluxo dessas mudanças. Visto que, pequenas mudanças nos padrões de velocidade do vento oriundo das mudanças climáticas podem influenciar diretamente na produção de energia pelos aerogeradores (DECASTRO et al., 2019).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo De Pesquisa

Este trabalho trata-se de um estudo de caráter bibliográfico, realizado através da revisão e análise sistemática de literatura referente a abordagem multinível dos sistemas de inovação no âmbito energético e transição sociotécnica.

A revisão sistemática de literatura pode ser definida como uma modalidade de pesquisa que segue protocolos específicos, na qual objetiva entender um grandes *corpus* documental, focando na possibilidade de reprodutibilidade por outros pesquisadores (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Além disso, segundo Baek et al., (2018) ressalva a importância das revisões, visto que evitam duplicidade de pesquisas, proporcionam a aplicação dos estudos em diferentes escalas e contextos, possibilitam ainda apontar possíveis falhas nos documentos e indicar as lacunas existentes para trabalhos futuros (GOVINDAN; SOLEIMANI, 2016).

Para realizar uma revisão sistemática de literatura, é necessário seguir algumas etapas essenciais, as quais foram utilizadas por esse estudo e que seguiu conforme as diretrizes de Xavier et al., (2017), Denyer e Tranfield (2009) são:

- I. Formulação da questão da pesquisa;
- II. Localizar os estudos;
- III. Seleção e avaliação dos estudos;
- IV. Análise e síntese;
- V. Relatório e uso dos resultados da pesquisa.

Portanto, seguindo as etapas acima citadas foi definido a questão da pesquisa mencionada no tópico 4.2 e a partir dela foram levantadas as palavras chaves para auxiliar a localização dos estudos relevantes.

4.2 Questão Da Pesquisa

Quais as principais lacunas e contribuições sobre os estudos referente a energia eólica a partir da transição sociotécnica em uma perspectiva multinível ?

4.3 Coleta De Dados

A escolha da literatura analisada foi definida por meio das bases de dados *Science Direct* e *Scopus* no mês de Junho de 2021, utilizando as palavras-chave “*Socio-technical perspective*” OR “*Analyze multilevel*” OR “*Socio-technical*” AND “*Innovation*” AND “*Wind energy*” e filtrado para área de *Business, Management and Accounting*, além do refinamento apenas para categoria de artigos de pesquisa e revisão, não foi incluso para a análise feita as categorias de livros, capítulos de livros, jornais, entre outros. Além disso, não foi levado em consideração o recorte temporal, ou seja todos os anos foram considerados na coleta.

4.4 Seleção e Avaliação Dos Estudos

Feito o levantamento dos artigos, primeiramente, eles foram analisados mediante a leitura de seus títulos e selecionados de acordo com o tema de inovações na energia eólica analisada a partir de uma perspectiva sociotécnica e multinível. Para o segundo refinamento, foi lido o resumo e resultados dos trabalhos visando o preenchimento de duas planilhas no Excel anexada ao apêndice A, em síntese, a planilha 1 subdividia os assuntos de cada artigo, visando selecionar os reais estudos que abordavam a temática estudada.

4.5 Análise e Síntese

Após a etapa anterior, com a seleção dos trabalhos finalizada, foi possível iniciar a escrita. De forma, que todos os trabalhos que não correlacionaram diretamente com o tema foram descartado. Portanto, a planilha apresentou apenas os artigos selecionados para a escrita.

Nesta etapa, seria lido cada artigo inteiro e organizado as informações através de outra planilha, anexada ao apêndice B, e a partir desses resumos sobre cada trabalho possibilitaria a conexão entre as temáticas e diferenciação entre os níveis para elaborar a escrita.

5 RESULTADOS

Este tópico tem como objetivo abordar o item “V” discutido por Xavier et al., (2017), Denyer e Tranfield (2009) no material e métodos, referente aos passos para elaboração de uma revisão sistemática de literatura.

5.1 Análise e síntese dos dados

Após o refinamento dos artigos, alguns foram desconsiderados, tanto por não conseguir realizar o *download* ou até mesmo fugiam do tema principal trabalhado. Desta forma, os artigos selecionados foram analisados identificando principalmente os autores, ano de publicação, conceitos e pilares da inovação energética sustentável, além de metodologias utilizadas nos estudos e ideias centrais.

Após a leitura integral dos 44 artigos relacionados diretamente com o tema abordado, foi identificado diferentes abordagens multiníveis dos sistemas de inovação associado a sustentabilidade. Ressalta-se, portanto, que esta temática foi abordado na maioria dos artigos estudados e fichados.

Contudo, de um total de 44 artigos, 11 (25%) mencionara a abordagem baseada nos pilares da sustentabilidade e outros 3 (6,8%) não falaram diretamente sobre a temática, mas em boa parte do texto fica implícito os seus pilares. Neste contexto, a inovação energética é uma abordagem que contribui para o entendimento da relação entre sociedade, economia e meio ambiente, desta forma, ampliando a discussão sobre o tema em 5 artigos (11,4%). Além disso, em 7 artigos, a dinâmica do regime sociotécnico foi apresentado relacionando-se com as transições energéticas de governos que incentivam o uso de energias renováveis para complementar o desenvolvimento sustentável.

Do restante, em outros 12 artigos (27,7%), trataram em sua maioria sobre o regime sociotécnico e energia renovável na inserção de novas técnicas e tecnologias, com o enfoque principal em energia eólica. Portanto, com estes artigos foi possível ampliar o leque de discussões referente os novos nichos e oportunidades de mercado, dentre eles, inclui-se o uso da energia eólica e também visa o desenvolvimento sustentável.

Por fim, a transição energética para modelos ou sistemas de energia de baixa emissão de carbono foi abordada em 3 artigos (6,8%). Outros 7 (15,9%) artigos relataram sobre o engajamento entre sociedade e novas tecnologias energéticas sustentáveis, muitas das vezes não focando diretamente na energia eólica.

Quando analisado os artigos conforme os modelos de abordagens, foi possível dividir em três qualificações: Qualitativa, Quantitativa e Quantitativa e Qualitativa, sendo considerado como qualitativo os artigos que associavam mais dados subjetivos, como: opiniões e perguntas abertas. Já o quantitativo foca em avaliar dados numéricos e estatísticos, portanto, quando apresentado as duas abordagens trata-se de um quali-quantitativo.

Desta forma, o tipo de abordagem predominante entre os artigos foi a qualitativa sendo referenciado por um total de 23 artigos, correspondendo um percentual de 52,3% do total, em seguida a maior abordagem foi a quali-quantitativa com 34% do total de artigos e por último a quantitativa com 13,7% do total como pode ser melhor ilustrado na Figura 5.

Figura 4: Abordagem utilizadas nos artigos.

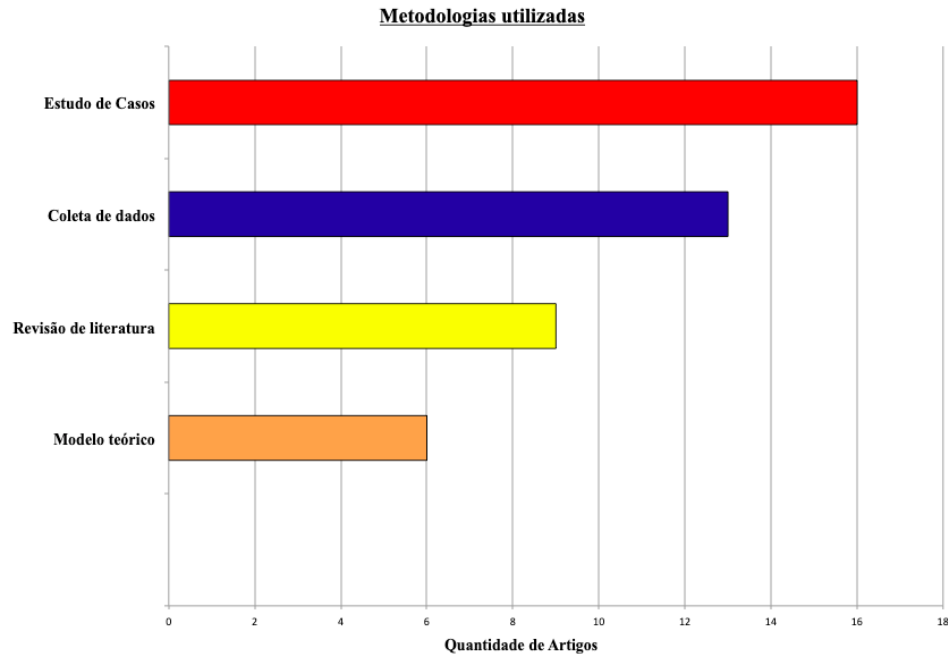


Fonte: Autoria própria (2021)

Já na Figura 5, diz as metodologias utilizadas nos artigos previamente selecionados. Desta forma, pode-se perceber que o método mais utilizado entre os autores é o estudo de caso, o qual representa 36,3% das situações. Além disso, os estudos classificados como coleta de dados com um percentual de 29,5 %.

Nos artigos restantes as metodologias empregadas foram a de revisão da literatura e modelo teórico, melhor representada na figura 6.

Figura 5: Metodologias utilizadas nos artigos.



Fonte: Autoria própria (2021)

Após a análise dos artigos, realizou-se a compilação dos pontos principais dos estudos selecionados com o intuito de relatar as evidências.

5.2 Relato de evidências

Neste tópico será dividido entre os conteúdos de relevância para a compreensão de cada estudo, desta forma, será apresentado os objetivos.

5.2.1 Assunto central dos artigos

Segundo Kriechbaum et al., (2021), Li, Trutnevyte e Strachan (2015) buscaram abordar sobre os estágios iniciais da inovação, prestando pouca atenção para as tecnologias que já começaram a de transformar o sistema sociotécnico estabelecido. O qual buscaram usar o exemplo da transição energética alemã.

Da mesma forma, Verbong e Geels (2010) analisaram as transições de sustentabilidade no sistema elétrico, usando teorias recentes sobre caminhos sociotécnicos. Além disso, o 6 implementa que as transições sociotécnicas, como são influenciadas por multiatores e também a sua reação a meios alternativos. Autores como, Edsand (2017), Frank et al., (2016), McMeekin, Geels e Hodson (2018), Ford et al., (2021) focaram estudar a

difusão da energia eólica no interior de instituições e analisado através de funções do sistema de Inovação Tecnológica e como isso influencia na paisagem, ou seja, no meio. Além disso, vão abordar como que os vários caminhos da transição sociotécnica vão reagir dentro de uma análise comparativa de vários níveis das transições. Em especial a eletricidade de baixo carbono na Alemanha e no Reino Unido.

Já os autores Smith, Stirling e Berkhout (2005) focaram em avaliar como que ocorre as transições sociotécnicas, como são influenciadas por multiatores e também a sua reação a meios alternativos. Por outro lado, Bento e Fontes (2015) investigam a velocidade de adoção de tecnologias energéticas num país tradicionalmente importador de inovações, Portugal, em comparação com países onde essas tecnologias.

Da mesma forma que os autores anteriores, Jørgensen (2005), Kern et al., (2015) fizeram uma análise de como se concentraram as redes de atores e nas narrativas que eles usam para registrar o suporte para a implantação da tecnologia. Normann (2017) também estudou o conceito de redes de políticas para estudar como os grupos de interesse e atores competem pela influência da política energética e climática. O documento então analisa dois grandes esforços para garantir financiamento estatal de projetos de demonstração em larga escala para tecnologia de captura e armazenamento de carbono e eólica offshore na Noruega.

Corsini et al., (2019) e Karhunmaa (2019) exploraram a transformação atual dos imaginários sociotécnicos em direção a uma ideia mais participativa de cidades inteligentes que emergem de práticas do mundo real; e as resistências e resiliências a essa transformação no domínio da pesquisa. Discutimos as evidências emergentes da pesquisa sobre energia de comunidades contra a literatura sobre sistema de energia inteligente.

Ainda no contexto sociotécnico, Markard e Hoffmann (2016) abordaram a complementaridade e como ela contribui e afeta na transição sociotécnica. Desta forma, a principal contribuição deste artigo foi estudar uma estrutura conceitual para a complementaridades no contexto da sociotécnica transições. O qual a complementariedade é repartimentada em quatro blocos de construção: i) relacionamentos diferentes, ii) diferentes componentes, iii) diferentes finalidades e iv) complementar dinâmica.

5.2.2 Objetivo central dos artigos

Os artigos escolhidos, de maneira geral acabam convergindo para conceitos de sustentabilidade e fatores importante sobre a energia eólica. O primeiro estudo, segundo Kriechbaum, Posch e Hauswiesner (2021) objetivaram a descoberta sobre as expectativas e

opiniões sobre a energia eólica, fotovoltaica e biogás do grupo de pessoas mais amplo da Alemanha.

Já segundo Rogge, Pfluger e Geels (2018) buscaram contemplar respostas sobre a dinâmica energética através de modelos de percepções da análise de transição sociotécnica, os quais objetivaram conhecer como as transições de baixo carbono podem ser implementadas e como formuladores de políticas poderiam controlar tais transições por meio de combinações de políticas transformadoras.

Na mesma linha de estudo Verbong e Geels (2010) buscaram analisar a sustentabilidade no sistema elétrico utilizando teorias dos caminhos sociotécnicos, o qual indicaram caminhos possíveis para alcançar a inovação e algumas implicações para a infraestrutura.

Conjugado ao contexto já abordado os autores Smith, Sterling e Berkout (2005) tiveram como objetivo central avaliar como as pressões exercidas ao sistema contribuem para alterações do regime e conseqüentemente interferindo nas inovações, fator este importante para entender as ações que podem induzir as inovações.

Desta forma, os autores Brown e Vergragt (2006) buscaram suprir uma demanda de entendimento de quatro níveis para que ocorresse o mapeamento dos processos de aprendizagem de um estudo de caso empírico de um fósil zero. Além disso, Mathews (2013) buscou argumentar sobre o atual surto de energia renovável o qual coincide com a mudança da gestão para instalação de um novo paradigma.

Por outro lado, Bento e Fontes (2015) centraram-se em um estudo sobre a difusão da energia eólica em um país que se adaptou rapidamente à energia eólica, além disso buscaram responder as seguintes questões: Quais foram os principais motores da transferência espacial da tecnologia eólica e sua adoção no caso de Portugal?

Ainda no mesmo país, Bento e Fontes (2016) buscaram avaliar como que as tecnologias de energia têm se difundido historicamente em um novo mercado e entender o mecanismo em ação nos casos de uma difusão mais rápida, como em Portugal.

Para o melhor entendimento de como o desenvolvimento sustentável tende a demandar uma ampliação da perspectiva nos estudos de inovação, os autores Smith, Voß e Grin (2008) buscaram entender esta dinâmica, além explicarem a lógica dessa ampliação.

Da mesma maneira, Normann (2017) objetivou investigar especificamente como as redes de políticas são formadas e como essas redes de políticas influenciam a possibilidade de os atores participarem dos processos de formulações de políticas e como isso influencia na formação de políticas para transições sustentáveis.

Nas questões políticas ainda, Karhunmaa (2019) buscou examinar como os atores políticos em diferentes escalas apresentam opções de governança desejáveis para alcançar a neutralidade de carbono na Finlândia. Por outro lado, na Alemanha, os autores Nordensvärd e Urban (2015) buscaram examinar se a formulação de uma política de baixo carbono específica, como a “*feed-in* tarifa”, seria uma barreira para a energia eólica abrangente.

Assim como o autor anterior, Jørgensen (2005) buscou investigar os regimes de políticas introduzidos na última década no setor de energia, fazendo uma avaliação crítica de sua estrutura conceitual e a compreensão dos problemas relacionado aos mecanismos envolvidos na criação de sistemas energéticos.

Também, Ossenbrink (2019) buscaram apresentar uma visão abrangente das estratégias e instrumentos políticos que promovem o objetivo de fomentar a inovação tecnológica no campo de energia. Atrelado a isso, Veenman, Sperling e Hvelplund (2018) buscaram responder o seguinte questionamento: “Como os futuros da energia verde se materializam e se consolidam?” isso para compreender como está a transição energética na Dinamarca.

Alguns autores objetivaram entender a estrutura dos sistemas de inovação tecnológica (TIS), eles foram: Haley (2018), Edsand (2017) e Reichardt (2016) o qual focam em comparar e gerenciar as interações entre uma tecnologia central e seu contexto setorial mais amplo.

Para o primeiro autor, o TIS foi aplicado a um estudo de caso em que explorou como a difusão de eletricidade renovável introduz tensões estruturais. O segundo autor focou para abordagem da função do TIS no contexto de um país em desenvolvimento e o Reichardt (2016) incorporou um conceito de combinação de políticas mais abrangente à abordagem do TIS, analisando explicitamente o papel de uma combinação de políticas diferenciada no desenvolvimento do TIS. O qual o seu objetivo final foi derivar implicações para os formuladores de políticas e outros atores, de modo a remediar problemas no funcionamento de tais sistemas.

Em um contexto sociotécnico, Markard e Hoffmann (2016) tiveram como objetivo avaliar como a completariedade contribui para os processos de transições, além disso, as consequências para as transições.

Neste mesmo contexto, Adagha et al., (2017) avaliaram uma ferramenta de apoio à decisão visual para o planejamento de localização de um parque eólico. Da mesma forma, Ford et al., (2021) planejam e regulam sistemas locais de energia e auxiliar mais precisamente em projeto inteligentes e o que isso significa em termos de mudança tecnológica ou social e

como isso pode contribuir para a entrega dos benefícios esperados, esse estudo é realizado em cima de uma fórmula de análise chamada “Sistemas inteligentes de energia local (SLES)”.

Assim como, Markard e Hoffmann (2016), Adagha et al., (2017) e Ford et al., (2021), Van Der Loos, Negro e Hekkert (2020) objetivaram avaliar após um período de experimentação como variou designs energéticos, e como os atores industriais influenciam um design dominante e posterior ocorrem inovações incrementais no sistema.

Na China, os autores Chalvatzis e Rubel (2015) objetivaram apresentar a inovação do portfólio de eletricidade como uma abordagem que pode atingir metas conflitantes. O país fornece um excelente estudo de caso para demonstrar os paradigmas dominantes de segurança do fornecimento de energia no passado, presente e futuro, conforme se refletem nas transições da política energética.

Além disso, Kirkegaard (2016) procurou respostas de como sociedade chinesa mesmo em um contexto autoritário fragmentado pelo contexto socialista facilitou o rápido crescimento da energia eólica e também permitiram autodestruturas potenciais e questões de qualidades ativas?

Por outro lado, o Países do artigo de Kern et al., (2015) tem como objetivo explicar o contraste entre o aumento expressivo no Reino Unido na questão energética e a estagnação na Holanda, analisando a dinâmica de empoderamento de nicho baseada na distinção de Smith e Raven (2012) entre 'servir e conformar-se' e 'esticar e transformar-se' estratégias.

Na mesma linha de pesquisa Dóci, Vasileiadou e Petersen (2015) buscou em seu estudo explorar o potencial das comunidades de energia renovável na Holanda e como os nichos sociais, contribuem com as transições no sistema de energia.

Sutherland, Peter e Zagatac (2015) foram os únicos autores que buscaram avaliar o papel do setor agrícola nas transições da energia renovável. O qual tiveram como objetivos específicos avaliar a unidade da perspectiva multinível para a compreensão das transições agrícolas e ilustrar esses conceitos teóricos por meio de estudos de caso empírico de vento nos países: Alemanha, República Chéquia e Inglaterra.

5.3 Nível micro

Denomina-se nível micro os pequenos nichos de mercado, bem como os investimentos públicos e privados, além das especificações técnicas, preferências dos possíveis consumidores do produto e políticas públicas.

Desta forma, Kriechbaum et al., (2021) apontou em seus estudos que foram implementados algumas políticas governamentais bem como EEG 2004 (Lei de Fontes de Energia Renovável) e o aumento da consciência climática (2004 – 2008) que despontaram algumas especificações técnicas. Da mesma forma Rogge et al., (2018) mostrou que está ocorrendo algumas iniciativas do governo proporcionando isenções para pequenos investidores e cooperativas, entretanto, houve contestações oriundas de associações da indústria de energia renovável e economistas importantes.

Em relações a alguns autores foram constatados multiatores heterogêneos explícitos e que assim como as políticas nacionais possuem a capacidade de afetar o caráter das transições (STRACHAN et al., 2015; GEELS; VERBONG., 2010). Além disso, Berkout et al., (2005) levam em consideração a importância do grupo de multiatores sobre a energia eólica, visto que mostram as influências que esses grupos podem oferecer. Bem similar Edsand (2017) notou algumas pressões do sistema por parte de Universidade e comunidades indígenas.

Da mesma forma, Ford (2021) propôs a diversificação dos atores do sistema tradicional o qual introduz novos objetivos e valores em torno do que os sistemas de energia locais poderiam (ou deveriam) fornecer, além dos serviços de energia tradicionais.

Normann (2017) aborda uma perspectiva diferenciada em que os atores estratégicos podem tomar decisões dentro dos limites estabelecidos pela rede de políticas. Portanto, as redes de políticas também podem mudar por meio da construção de alianças, negociações e compromissos, neste artigo, discute como a influência do governo é importante para disseminação de ações ambientais. Além disso, sugerem que os processos de transição são influenciados pelos laços entre o governo e as empresas estabelecidas, as posições da indústria do petróleo e do complexo hidrelétrico na economia nacional.

Fontes e Bento (2015) demonstram os autores como cientistas, conhecimento financeiro técnico e de mercado, instituído principalmente por uma difusão de energia eólica, fundamentada pela concessionária de energia em Portugal. Além disso, ocorre uma vasta relação com organizações de pesquisas estrangeiras os quais acompanharam a evolução do conhecimento e um possível alcance de tecnologia de ponta. Por outro lado, Geels et al., (2016) e Hoffmann et al., (2016) notaram que projetos desiguais, devido a distribuição do

dinheiro, conhecimento e ferramentas acaba deixando espaço para conflitos e lutas pelo poder já que afinal “ Há algo em jogo nos jogos” desestruturando o sistema inicial.

Da mesma forma, Adagha et al., (2017) mostra que a medida que a preocupação pública com o impacto dos parques eólicos cresce, os conflitos entre os interesses públicos e privados. Por outro lado, Hoffmann et al., (2019) mostra que as políticas da indústria é um mercado líder de armazenamento de energia é uma das partes centrais das considerações estratégicas por trás da miscigenação da políticas de armazenamento de energia da Califórnia.

Ainda nesse contexto Haley (2018) enfatizou a importância de novos governos os quais reajustam a combinação de políticas para o fortalecimento das principais funções de inovação. Além das Universidades quais podem constituir o caminho do empreendedorismo para ofertar as invenções e nichos tecnológicos ao mercado.

Ainda Segundo Ford et al., (2021) demonstra algumas estruturas de governança para permitir novas formas de operação localizada e otimização (por exemplo, gerenciamento de rede automatizado entre vetores de energia), tomada de decisão e planejamento mais inteligentes por novos atores (por exemplo, autoridades locais, outras partes interessadas locais) e engajamento de usuários de novas maneiras. Na mesma linha Veenman et al., (2018) e Jørgensen (2005) diz respeito aos atores, histórias e contextos os quais os primeiros passos é a materialização do quadro futuro, bem como a disseminação e fusão de ideias (histórias) em várias redes de atores, como: Universidades, ONGs, faculdades, técnicos, etc...

Nesse mesmo contexto, Karkhumaa (2019) estudou que as autoridades municipais os quais são importantes na produção de energia incluem-se o planejamento e a definição de metas para a redução de carbono e por meio de seus papéis como proprietários parciais ou totais de empresas locais de energia. Como os políticos negociam e constroem seus pontos de vista sobre a política energética antes de vocalizá-los publicamente está fora do escopo deste estudo.

Reichardt et al., (2016) apontou que dimensões servem para especificar elementos, processos e características e, portanto, o escopo de uma combinação de políticas. Incluem, entre outros, o nível de governança, como atores regionais *versus* nacionais, incluindo tanto os atores políticos quanto os alvos, e o tempo, que capta a natureza dinâmica das combinações de políticas e empreendedores.

Segundo Hekkert et al., (2020) mostra que os atores governamentais se envolvem com os atores industriais existentes e trabalham dentro das competências existentes para atingir certas metas vinculadas aos grandes desafios da sociedade em um período de tempo curto. Por outro lado, Dóci et al (2015), mostra que os nichos sociais da energia eólica referem-se

principalmente de ONGs, organizações governamentais ou comunidades locais que desenvolvem novos métodos e soluções para seus próprios problemas sociais.

5.4 Nível meso e janelas de oportunidades

Atualmente, as energias renováveis são uma das principais pautas quando se trata da política energética. Os autores Kriechbaum et al., (2021) e Rogge et al., (2018) decorrem sobre a emissão de carbono, sugerindo que uma das maneiras de reduzir a emissão deste é por meio da utilização de fontes de energias renováveis, como a energia eólica.

Os mesmos autores, assim como Frank (2016) citam o considerável crescimento na implementação deste tipo de energia, tendo em vista que na Alemanha, houve as legislações favoráveis a implementação da energia eólica, porém, esta enfrentou desafios, devido a rejeição da união europeia (UE) frente a referida legislação, ocasionando a disponibilidade decrescente de sites lucrativos.

Autores como Edsand (2017), Reichardt et al., (2016) e Dóci et al., (2015) explanam sobre a significativa demanda populacional, a qual consome cada vez mais energia, portanto, é explícito a necessidade da utilização de fontes renováveis, como os ventos. Sendo assim, a combinação de políticas que promovem o incentivo para a utilização desta tecnologia tornam-se cada vez mais indispensáveis. Edsand (2017) evidencia o alto potencial para geração eólica da Colômbia, tanto que, em 1994 uma nova lei que deu início a reestruturação do setor energético colombiano. Com base nessa lei, energia eólica produzida foi de 20 MW.

Portanto, assim como a Alemanha e a Colômbia, o Reino Unido conta com políticas governamentais focados na redução dos gases do efeito estufa, sendo que a meta é de reduzir em 80% até 2050. Para isso, há altos investimentos do setor de eletricidade, no setor eólico, considerando que no local, ao final dos anos 90 já haviam pequenas usinas eólicas implantadas por agricultores e empresas de serviços públicos menores (FRANK, W. G. 2016).

Seguindo a ideia de alteração no regime de eletricidade, os autores Verbong e Geels (2010) e Bento e Fontes (2015), em seus estudos, apontam que os governos de diversos países como Holanda e Portugal visam a transição para energias cujas fontes sejam renováveis para as próximas décadas.

O governo holandês, por meio do Plano de Política Ambiental Nacional, assim como o Ministério de Assuntos Econômicos luta para que isso aconteça, porém, essa transição não ocorre com tanta facilidade, pois os sistemas existentes são caracterizados pela estabilidade e bloqueio. Assim, as concessionárias de serviços públicos, produtores, operadoras de rede e

reguladores, trabalham para chegar a um acordo com as políticas públicas, visando o crescente interesse em tecnologias de energia renovável (VERBONG, G. P. J e GEELS, F. W. 2010).

Em Portugal a difusão da energia eólica foi significativamente rápida, coordenada pelo Ministério da Economia e posteriormente do Ministério do Ambiente, o país possui a energia oriunda dos ventos como a segunda maior quota de consumo total de eletricidade. Além do incentivo por parte do governo, a alta taxa de crescimento da capacidade eólica ocorreu devido uma série de empresas locais que atuam em diversos setores, como na fabricação de metais e equipamentos elétricos, produzindo componentes de energia eólica. (BENTO, N. e FONTES, M. 2015).

Na Dinamarca, conforme os trabalhos de Jørgensen (2005), atualmente, quase todos os novos empreendimentos assumiram a forma de parques eólicos offshore, ou seja, as usinas instaladas em alto mar. Também, segundo Veenman et al., (2018) a transição energética para uma produção de livre de carbono tornou-se um tópico importante para os formuladores de política do país. Mesmo com projetos em longo prazo, a ideia é acelerar essa transição com metas e cronogramas, por exemplo, a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) por meio do projeto Roteiro de Energia 2050, que explora diferentes maneiras para atingir a metas de redução dos GEE de 80% a 95% até 2050.

Entretanto, não são apenas os governantes dos países europeus, que estão preocupados com a transição para a economia verde e iniciativas de energia renovável, de acordo com Mathews (2013) e Kirkegaard (2016), a China vem se mostrando cada vez mais interessada no assunto, por meio de investimentos em tecnologias como energia solar fotovoltaica e eólica, visando a transformação destas em energias dominantes. Após uma crise de qualidade na indústria eólica, o governo interveio para orientar a indústria em direção a uma mudança para a qualidade por meio de planos de apoio, leis, políticas e regulamentos, resultando no desenvolvimento do mercado de energia eólica.

Outro país que utiliza da vasta quantidade de ventos para geração de energia é o Canadá, onde, de acordo com Haley (2018), na cidade de Nova Scotia, foram aprovadas metas ambientais, bem como a Lei de Prosperidade Sustentável, visando desenvolvimento econômico com metas específicas, tendo em vista a redução de 18,5% de utilização de energia vinda das hidrelétricas, substituindo por fontes renováveis.

Alguns artigos relatam sobre investimentos no setor de parque eólicos offshore, ou aqueles que são instalados em alto mar. Van Der Loos et al., (2020) e Normann (2017) citam que é uma tecnologia promissora, pois possui uma maior eficiência quando comparado aos

parque onshore (em terra), tendo em vista que vem se inovando em países como a Holanda e a Noruega, onde passou por uma série de altos e baixos em relação a sua implementação, devido ao seu alto custo, culminando em pouco incentivo para investimentos em grande escala de uma perspectiva de política climática nacional.

Markard e Hoffmann (2016), destacam a energia eólica offshore como uma tecnologia emergente para geração de eletricidade devido sua grande capacidade de expansão, no entanto, mesmo com incentivos, não é tão explorada como as alternativas fósseis devido ao seu alto custo de instalação. Sendo assim, empresas e associações em energia eólica, trabalham juntas pressionando governantes por políticas favoráveis efetivas. O autor destaca ainda, que no ano de 2014 foram instaladas em águas europeias uma capacidade de geração de 8,7 GW, mas frisa que, as energias eólica e hidrelétrica devem ser complementares entre si, pois, as hidrelétricas devem suprir a demanda em tempos de ventos fracos, por exemplo.

Por fim, é possível citar sobre as utilizações da energia eólica, onde, segundo os estudos de Sutherland et al., (2015) a união europeia incentivou desde a década de 1980, a diversificação de negócios do setor agrícolas para a produção de energia renovável por meio da Política Agrícola Comum. A UE também realizou o financiamento em larga escala para pesquisas e desenvolvimento de tecnologias eólicas, no entanto, o autor destaca que versões em menor escala, estavam sendo introduzidas simultaneamente em fazendas, para usos em unidades de refrigeração de energia e cercas elétricas, e conclui que os atores do regime agrícola foram, importantes para o desenvolvimento de nicho desta tecnologia.

5.5 Nível macro

Vários trabalhos identificam o a pressão no nível macro referente ao governo e suas políticas, autores como, Rogge, Pfluger e Geels (2018), Edsand (2017), Greenhuizen e Ye (2014), McMeekin, Geels e Hodson (2018) e Smith, Stirling e Berkhout (2005), mostram como as políticas governamentais tem influência no regime macro para a disseminação de energia eólica. Além do mais, Angel e Rock (2009), Ford et al., (2021) e Veenaman e Hvelplund (2019), mencionam como a integração entre o governo, instituições e ativistas tiveram impacto significativo para a construção e orientação no desenvolvimento energético industrial.

Casos como a Alemanha em que, o decorrer da história e o governo detém grande importância. Autores Nordenvard e Urban (2015) e Kriechbaum, Posch e Hauswiesner (2021), relatam a geração de um novo mercado para as turbinas eólicas de baixa velocidade no sul do país e demonstram como a intenção na mudança da matriz energética vem sendo

mencionada desde a década de 90. Já os autores Reichardt, Negro, Rogge e Hekkert (2016), mostram que, a integração entre o governo, empresas, organizações financeiras, ONG's, são protagonistas para a mudança na matriz energética da Alemanha. Além disso, Geels et al., (2016) demonstram os benefícios que a energia eólica traz tanto para a economia como para a concretização da energia em comunidades periféricas do país.

Na Holanda, as metas para 2023 e 2030 tem grande foco para redução de custos e absorção do mercado, e a Agenda de energia para 2050, evidenciam a implantação da energia eólica no país (LOOS, NEGRO e HEKKERT, 2020). Em Califórnia, Ossenbrink et al., (2018) demonstra técnicas para armazenamento de energia como forma de transição energética e a disseminação de energia renovável e no Canadá onde o autor Haley (2018), identifica o desenvolvimento histórico como principal responsável para mudança na matriz energética. Na Noruega, Normann (2017) relata à existência de indústrias ligadas a energia eólica

Já na China, a energia eólica está diretamente relacionada com a diminuição de carbono para a atmosfera, os autores Chalvatzis e Rubel (2015) relatam em seu estudo de caso onde, a China vem sendo observada pelo mercado internacional a respeito de atingir suas metas a relacionadas da matriz energética do país. Além disso, Kirkegaard (2016) identifica que, a energia eólica está sendo inserida em indústrias por haver planos de apoio, leis, políticas e regulamentos.

Vale ressaltar que, pressões ambientais também são mencionadas em diversos trabalhos. Li, Trutnevyte e Stranchan (2015) e Karhunmaa (2019), identificam as mudanças climáticas e a diminuição de emissão do carbono como demandas para a criação de novas fontes de energia, além disso, os autores Sutherland, Peter e Zagata (2015) definem as pressões da paisagem relacionadas ao meio ambiente e mostram o comprometimento da Europa em atingir as metas designadas em agendas internacionais políticas. Jorgensen (2004), lista diversos objetivos de enquadramento para a transição na matriz energética onde, a redução de impactos ambientais está presente.

E para minimizar o impacto ambiental que a energia vem causando a nível global, novas tecnologias são estudadas para otimizar o uso da energia eólica. Markard e Hoffmann (2016) mencionam a tecnologia como atividade complementar para a prestação de serviços setoriais para o fornecimento de eletricidade. Bento e Fontes (2015) e Mathews (2013), mostram os desafios de manutenção da estrutura necessária para a geração de energia, e a competição no mercado produtivo para encontrar métodos eficazes para garantir sua manutenção e o desempenho de lucros superiores, além disso, Adagha et al., (2017)

evidenciam os benefícios para o meio ambiente, entretanto, as questões desafiadoras para a sociedade.

E por fim, outra variante para a disseminação da energia eólica é o investimento de organizações. Kern et al., (2015) mencionam a OSW Accelerator do Carbon Trust, o Programa OSW do Energy Technology Institute, o Technology Strategy Board's Offshore Wind Component Technologies Development and Demonstration Scheme e Centro Nacional de Energia Renovável com a ajuda de fundos públicos para promover mudança energética.

5.6 Síntese dos estudos

Visto os tópicos estudados e explicitados anteriormente foi realizada a síntese das informações, visando cumprir os objetivos específicos deste trabalho e a construção da imagem assim proposta.

Quadro 1: Síntese do Nível Micro

Nível	Características encontradas	Pressões no Sistema pelos atores	Fragilidades do Nível
Micro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Iniciativas do governo (isenções); ✓ Multiatores heterogêneos explícitos; ✓ Atores (Universidade, pressões de comunidades indígenas e empreendedores); ✓ Cientistas, conhecimento financeiro técnico e de mercado; ✓ Políticas nacionais; ✓ Reestruturação do setor energético; ✓ Laços entre o governo e as empresas estabelecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Importância do grupo de multiatores; ✓ Construção de alianças, negociações e compromissos; ✓ Déficits da energia tradicional; ✓ Estruturas de governança; ✓ Envolvimento de atores governamentais com os atores industriais; ✓ ONGs, organizações governamentais ou comunidades locais que desenvolvem novos métodos e soluções para seus próprios problemas sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contestações de favorecimento de alguns setores; ✓ Projetos desiguais, devido a distribuição do dinheiro, conhecimento e ferramentas; ✓ Conflitos entre os interesses públicos e privados.

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nota-se que nos artigos fica bem presente os grupos de autores que estão implementando iniciativas para os despontamentos dos nichos. E referente as fragilidades do nível também fica explicitada já que mostraram como isso pode influenciar na dispersão de inovações.

No quadro 2 fica evidentes quais são os pontos que exercem uma estrutural, principalmente nas questões ambientais, visto que existe um público mais preocupado com as Políticas de Carbono Neutro e a evolução de um sistema renovável. Desta forma, fica

evidente que parte-se iniciativas de diferentes empresas, pesquisas e trabalhos em direções similares. Resultado dessa interação, a tecnologia percorre um nível setorial que proporcionam mudanças incrementais para refinar processos tecnológicos existentes em direções específicas. Entretanto, este nível exerce uma força estrutural sobre as alternativas de novidades surgidas nos nichos.

Quadro 2: Síntese do Nível Meso

Nível	Características encontradas	Mudanças incrementais
Meso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Legislações favoráveis; ✓ Novas leis que deram início a reestruturação do setor energético; ✓ O governo holandês, por meio do Plano de Política Ambiental Nacional; ✓ Ministério de Assuntos Econômicos; ✓ Políticas governamentais focados na redução dos gases do efeito estufa; ✓ Incentivo por parte do governo; ✓ Projeto Roteiro de Energia; ✓ Governantes dos países europeus; ✓ China – Energia; ✓ Coordenações pelo Ministério da Economia e posteriormente do Ministério do Ambiente; ✓ Políticas de livre de carbono; ✓ Transição para a economia verde e iniciativas de energia renovável; ✓ Lei de Prosperidade Sustentável; ✓ Pressão de governantes por políticas favoráveis efetivas; ✓ Diversificação de negócios do setor agrícolas (Política Agrícola Comum); 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Energias eólica e hidrelétrica devem ser complementares; ✓ Transição para energias cujas fontes sejam renováveis; ✓ Governos de diversos países como Holanda e Portugal visam a transição para energias cujas fontes sejam renováveis para as próximas décadas; ✓ Na Dinamarca - Jørgensen (2005), atualmente, quase todos os novos empreendimentos assumiram a forma de parques eólicos offshore; ✓ Crise de qualidade na indústria eólica (Intervenção do governo); ✓ Empresas locais que atuam em diversos setores (Produzem peças para geradores); ✓ Pouco incentivo para investimentos em grande escala de uma perspectiva de política climática nacional. ✓ alto custo de instalação;

Fonte: Autoria Própria (2022)

Por fim, o quadro 3 o qual mostra as janelas de oportunidades que a inovação sofre em função do sistema, entre as suas características encontradas ficou evidente a presença dos governos e um apoio de estruturas baixo carbono. Entretanto, mostra que não é um nível dominante já que alguns autores mostram a importância da Energia Eólica como apoio ao sistema energético já existente.

Quadro 3: Síntese do Nível Macro – Janelas de Oportunidades

Nível	Características encontradas	
Macro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integração entre o governo, empresas, organizações financeiras, ONG's, são protagonistas para a mudança na matriz energética da Alemanha; ✓ Políticas governamentais tem influência no regime macro para a disseminação de energia eólica; ✓ Agenda de energia para 2050 – Holanda; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integração entre o governo, instituições e ativistas tiveram impacto significativo para a construção e orientação no desenvolvimento energético industrial;
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ China – Cultura de Baixo Carbono (planos de apoio, leis, políticas e regulamentos); ✓ OSW Accelerator do Carbon Trust, o Programa OSW do Energy Technology Institute, o Technology Strategy Board's Offshore Wind Component Technologies Development and Demonstration Scheme e Centro Nacional de Energia Renovável com a ajuda de fundos públicos para promover mudança energética. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pressões ambientais (Diminuição de emissão do carbono);

Fonte: Autoria Própria (2022).

5.7 Imagem – Síntese dos Níveis

Para seguir os métodos de abordagem do Geels foi elaborado uma imagem a partir da análise realizada anteriormente. Desta forma, baseada nos quadros 1, 2 e 3 foi possível chegar no objetivo geral da proposta.

Figura 6: Inovação Sociotécnica e Multinível em Energia Eólica



Autoria Própria, 2022.

5.8 Tendências e lacunas para pesquisas futuras na área e ensino de engenharia ambiental

A partir dos artigos acima estudados, foi possível verificar algumas possíveis lacunas, tanto no campo de formação de um Engenheiro Ambiental como em sua atuação direta no campo de trabalho.

Lacuna esta a qual identifica-se quando visto que nos artigos o quais tratavam-se sobre a implantação de projetos e iniciativas de inovação no mercado Eco, demonstraram a importância de estudo de mercado e de todo processo de ciclo de vida de um produto, administração de ideias e acompanhamento de processos inovativos.

Entretanto, nota-se uma deficiência em disciplinas que abordem as diretrizes para implantação de projetos ambientais, bem como indicadores de previsão e acompanhamento de uma inovação. Desta forma, ressalta-se a importância de disciplinas no ciclo de humanidades e gestão, mesmo tratando-se de um curso de Engenharia. Bem como, disciplinas de Recursos Humanos, Gestão de Pessoas e Implantação de Projetos Ambientais que deveriam ser colocadas na grade e de forma obrigatória a execução das disciplinas.

Visto que um engenheiro formado, deve ser capaz de liderar equipes de projetos e inovações de uma forma clara e objetiva. Entretanto, nota-se que apesar de na grade do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Francisco Beltrão, apresenta algumas disciplinas que dão diretrizes para esse foco, como Engenharia da Qualidade, Gestão Empresarial e Gestão Financeira ainda permanecem uma deficiência nesse campo de atuação. Desta forma, ressalta-se mais uma vez a importância de implementação de disciplinas que auxiliam os estudantes serem mais atuantes como líderes empresariais no campo de trabalho.

Outro ponto que pode ser citado, que ficou conveniente mediante o estudo, mostrou que a importância de tecnologias e sistemas de baixos carbono, mostra uma propensão positiva na carreira do Engenheiro Ambiental, visto que aumentaria a quantidade de projetos e oportunidades de trabalho, já que uma cultura mais crítica incentiva empresas aprimorarem seus mecanismos energéticos.

6 CONCLUSÃO

Portanto, a partir dos levantamentos proporcionados pela pesquisa foi possível alcançar o objetivo geral e específicos assim levantados, desta forma, a partir do estudo foi analisado 44 artigos os quais 11 (25%) mencionara a abordagem baseada nos pilares da sustentabilidade e outros 3 (6,8%) não falaram diretamente sobre a temática, mas em boa parte do texto fica implícito os seus pilares além disso, foi identificado que o tipo de abordagem predominante dos artigos foi a qualitativa, com a presença de 23 artigos.

Posteriormente a partir da seleção foi atribuídos os pontos de objetivos centrais dos artigos mostrando que as questões da energia eólica e energia renováveis vem sido objetivado em muitos artigos científicos de renome, já que ficaram explícitos os intensões de um sistema mais sustentável, tanto por pressões ambientais, bem como pela melhoria da qualidade de vida humana.

Já concluindo em função dos níveis, notou-se no nível Micro a presença nítida dos multiatores os quais impulsionam iniciativas para os despontamentos dos nichos. E referente as fragilidades do nível também fica explicitada já que mostraram como isso pode influenciar na dispersão de inovações, tanto por falta de recursos e conflitos políticos.

No nível Meso, fica evidente que parte-se iniciativas de diferentes empresas, pesquisas e trabalhos em direções similares. Resultado dessa interação, a tecnologia percorre um nível setorial que proporcionam mudanças incrementais para refinar processos tecnológicos existentes em direções específicas. Entretanto, este nível exerce uma força estrutural sobre as alternativas de novidades surgidas nos nichos.

E o nível Macro, o qual mostra as janelas de oportunidades que a inovação sofre em função do sistema, entre as suas características encontradas ficou evidente a presença dos governos e um apoio de estruturas baixo carbono. Entretanto, mostra que não é um nível dominante já que alguns autores citaram a importância da energia eólica como apoio ao sistema energético já existente.

Por fim, as possíveis lacunas para pesquisas futuras na área de Engenharia Ambiental bem como as tendências, conclui-se, portanto, a importância das disciplinas aplicadas para projetos, visto que nas áreas de trabalho são essencialmente solicitadas, além de que os novos sistemas e legislações energéticas podem necessitar cada vez mais de profissionais habilitados.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, K. C. F. J.; SOUZA, R. G. V. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 383-408, 2021.
- ALBORT-MORANT, G.; LEAL-MILLÁN, A.; CEPEDA-CARRIÓN, G. The antecedents of green innovation performance: A model of learning and capabilities. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 11, p. 4912-4917, 2016.
- ALDABÓ, R. **Energia eólica**. São Paulo: Artliber Editora, 2002.
- ALI, S.; ANWAR, S.; NASREEN, A. Renewable and non-renewable energy and its impact on environmental quality in South Asian Countries. **Forman Journal of Economic Studies**, v. 13, p. 177–194, 2017.
- ARAUJO, G. S. Energia renovável ou “limpa”? Buscando a percepção dos alunos concluintes do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFF campus Campo-Guarus. (PINTO, Joaquim Pinto Ed.) III Congresso internacional de educação ambiental dos países e comunidades de língua portuguesa. **Anais...Mortuosa: ASPEA**, 2015.
- ARTO, I.; CAPELLÁN-PÉREZ, I.; LAGO, R.; BUENO, G.; BERMEJO, R. The energy requirements of a developed world. **Energy for Sustainable Development**, v. 33, p. 1–13, 2016.
- AZEVEDO, J. P. M.; NASCIMENTO, R. S.; SCHRAM, I. B. Energia eólica e os impactos ambientais: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, v. 51, n. 1, p. 101 -106, 2017.
- BAEK, S.; YOON, D.Y.; LIM, K. J.; CHO, Y. K., SEO, Y. L.; YUN, E. J. The most downloaded and most cited articles in radiology journals: a comparative bibliometric analysis. **European Radiology**, v. 28, n. 11, p. 4832–4838, 2018.
- BERKHOUT, F. Technological regimes, path dependency and the environment. **Global environmental change**, v. 12, n. 1, p. 1-4, 2002.
- BOSSLE, M. B.; BARCELLOS, M. D.; VIEIRA, L. M.; SAUVÉE, L. The drivers for adoption of eco-innovation. **Journal of Cleaner production**, v. 113, p. 861-872, 2016.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **A energia eólica no Brasil e no mundo**, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br> Acesso em: 25 de Julho de 2021.
- BROWN, H. S.; VERGRAGT, P. J. Experimentos sociotécnicos limitados como agentes de mudança sistêmica: o caso de um edifício residencial de energia zero. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 75, n. 1, p. 107-130, 2006.
- CARSTENS, D. D. S.; CUNHA, S. K. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. **Energy policy**, v. 125, p. 396-404, 2019.

- CARVALHO, A. D. P. **EcoInovações em energias renováveis no Parque Tecnológico Itaipu: abordagem da transição sociotécnica**. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Positivo, Paraná, 2016.
- CARVALHO, A. D. P. **Estratégias para o Poder Público Municipal promover a Inovação Tecnológica: Um estudo de caso no Município de Francisco Beltrão**. 2012. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa: 2012.
- CASTRO, R. M.G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada: introdução à energia eólica**. 2009. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Centro Tecnológico, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.
- CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA*, 7. 2011. Maringá. Anais eletrônico. Maringá. 2011. Disponível em: https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2011/wp-content/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf Acesso em: 12 jun. 2021.
- CHALVATZIS, K. J.; RUBEL, K. Inovação do portfólio de eletricidade para segurança energética: o caso da China com restrições de carbono. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 100, p. 267-276, 2015.
- CHANG, C – H.; CHEN, Y – S. Green organization identity and green innovation. **Management Decision**, v. 51, n. 5, p. 1056 – 1070, 2013.
- CHEN, W – H.; LIN, B - J.; CHU, Y - S.; UBANDO, T. A.; SHOW, P. L.; ONG, C. H.; CHANG, J - S.; HO, S - H.; CULABA, A. B.; PÉTRISSANS, A.; PÉTRISSANS, M. Progress in biomass torrefaction: Principles, applications and challenges. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 82, p. 100887, 2021.
- Computadores, Centro Tecnológico, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de
CORAZZA, R.; FRACALANZA, P. S. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. **Nova Economia**. Belo Horizonte. v. 14, n. 2, p. 127-155, 2004.
- CORSINI, F.; CERTOMÀ, C.; DYER, M.; FREYA, M. [Energia participativa: pesquisas, imaginários e práticas sobre a contribuição das pessoas para os sistemas de energia na cidade inteligente](#). **Technological Forecasting and Social Change**, v. 142, p. 322-332, 2019.
- CUSTÓDIO, R. S. **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.
- DAMASCENO, V. S.; ABREU, Y. V. Avaliação da energia eólica no Brasil utilizando a análise SWOT e PESTEL. **Interações (Campo Grande)**. v. 19, n. 3, p. 503-514, 2018.
- DAVIS, L.E.; TRIST, E. **Improving the quality of working life: social-technical case studies in the work and quality of life**. O’Toole, J. MIT Press, 1975.

- DECASTRO, M.; SALVADOR, S.; GÓMEZ- GESTEIRA, M.; COSTOYA, X.; CARVALHO, D., SANZ-LARRUGA, F. J., GIMENO, L. Europe, China and the United States: Three different approaches to the development of offshore wind energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 109, p. 55-70, 2019.
- DENYER, D.; TRANFIELD, D. **Producing a systematic review**. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The Sage handbook of organizational research methods* Thousand Oaks: Sage Publications Ltd, p. 671-689, 2009.
- DÓCI, G.; VASILEIADOU, E.; PETERSEN, A. C. [Explorando o potencial de transição das comunidades de energia renovável](#). **Futuras**, v. 66, p. 85-95, 2015.
- DOS REIS, A. K. C.; FIGUEIRA, A. A.; SILVA, M. R. A.; REIS, O. A. O. Energia fotovoltaica: historicidade e legislação pertinente. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 65012-65032, 2021.
- DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro: Finep, v. 5, n.1, 2006.
- DUTRA, R. **Energia Eólica: princípios e tecnologias**. Rio de Janeiro: CRESESEB, p. 58, 2008.
- EL-KASSAR, A. N.; SINGH, S. K. Green innovation and organizational performance: the influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 144, p. 483-498, 2019.
- EMERY, F. E.; TRIST, E. L. Socio-technical systems. In: *Systems thinking*, editado por F. E. Emery, Penguin, p. 286, 1969.
- FRANK, W. G.; KERN, F.; FUCHS, G.; HINDERER, N.; KUNGL, G.; MYLAN, J.; NEUKIRCH, M.; WASSERMANN, S. A promulgação de caminhos de transição sociotécnica: uma tipologia reformulada e uma análise comparativa de vários níveis das transições de eletricidade de baixo carbono na Alemanha e no Reino Unido (1990-2014). **Research Policy**, v. 45, n. 4, p. 896-913, 2016.
- FREEMAN, C. The greening of technology and models of innovation. **Technological forecasting and social change**, v. 53, n. 1, p. 27-39, 1996.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.
- GARCIA, R. M. Abordagem sócio-técnica: uma rápida avaliação. **Revista de Administração de empresas**, v. 20, p. 71-77, 1980.
- GEELS, F. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case study. **Research Policy**, v. 31, p. 1257-1274, 2002.
- GEELS, F. W. A.; SOVACOOOL, B.K.; SCHAWANEN, T.; SORRELL, S. The socio-technical dynamics of low-carbon transitions. **Joule**, v. 1, n. 3, p. 463-479, 2017.

GEELS, F. W. Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930-1970). **Technovation**, v. 26, p. 999-1016, 2006.

GEELS, F. W.; KEMP, R. Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. **Technology in society**, v. 29, n. 4, p. 441-455, 2007.

GEELS, F. W.; SCHOT, Johan. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, 2007.

GEELS, F.; PENNA, C. Societal problems and industry reorientation: Elaborating the Dialectic Issue Life Cycle (DILC) model and a case study of car safety in the USA (1900-1995). **Research Policy**, v.44 n. 1, 67-82, 2015.

GEELS, F.W. From sectorial system of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, v. 33, p. 897-920, 2004.

GEELS, Frank W. The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). **Technology analysis & strategic management**, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M.; HULTINK, E. J. A economia circular - um novo paradigma de sustentabilidade? **Jornal da produção mais limpa**, v. 143, p. 757-768, 2017.

GENUS, A.; COLES, A-M. Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. **Research Policy**, v. 37, p. 1436-1445, 2008.

GLOBAL WIND REPORT, Annual Market. Global wind report. **Global Wind Energy Council**, 2014. Acesso em: https://www.windenergienieuws.nl/wpcontent/uploads/GWEC_Global_Wind_2014_Report_LR.pdf. Disponível em: 20 de dezembro de 2021.

GOVINDAN, K., SOLEIMANI, H., A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 371 – 384, 2016.

GROSS, R., HANNA, R.; GAMBHIR, A.; HEPTONSTALL, P.; SPEIRS, J. How long does innovation and commercialization in the energy sectors take? Historical case studies of the timescale from invention to widespread commercialization in energy supply and end use technology. **Energy policy**, v.123, p. 682-699, 2018.

HUISINGH, D.; TUKKER, A.; LOZANO, R.; QUIST, J. Knowledge collaboration and learning for sustainable innovation: an introduction to this special volume (Editorial) **J. Clean. Prod.** v. 48, p. 1-2, 2013.

KARHUNMAA, K. Atingindo a neutralidade de carbono nos debates parlamentares e municipais da Finlândia. **Futuras**, v. 109, p. 170-180, 2019.

- KEMP, R.; ROTMANS, J. The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. *In*: WEBER, M.; HEMMELSKAMP, J. (Eds) **Towards Environmental Innovation Systems**. Berlin: Springer, 2010.
- KERN, F.; VERHEES, B.; RAVEN, R.; SMITH, A. Capacitando nichos sustentáveis: Comparando os desenvolvimentos eólicos offshore do Reino Unido e da Holanda. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 100, p. 344-355, 2015.
- KRIECHBAUM, M.I; POSCH, A.HAUS WIESNER, A. Ciclos de hype durante as transições sociotécnicas: a dinâmica das expectativas coletivas sobre energia renovável na Alemanha **Research Policy**, v. 50, n. 9, p. 104262, 2021.
- LATINI, J. R.; PEDLOWSKI, M. A. Examinando as contradições em torno das Pequenas Centrais Hidrelétricas como fontes sustentáveis de energia no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 37, p. 73-90, 2016.
- LI, F. G. N; TRUTNEVYTE, E.; STRACHAN, N. Uma [revisão dos modelos de transição energética sociotécnica \(STET\)](#). **Technological Forecasting and Social Change**, v. 100, p. 290-305, 2015.
- LUNA, N. A. **Avaliação de empresas utilizando a teoria das opções reais: o caso de uma geradora de energia eólica**. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2011.
- MATHEWS, J. A. O surto da tecnologia das energias renováveis: Um novo paradigma tecnocômico em formação? **Futuras**, v. 46, p. 10 -22, 2013.
- MCMEEKIN, A.; GEELS, F. W.; HODSON, M. Mapeando os ventos da reconfiguração de todo o sistema: analisando as transformações de baixo carbono na produção, distribuição e consumo no sistema elétrico do Reino Unido (1990-2016). **Research Policy**, v. 48, n. 5, p. 1216-1231, 2018.
- MENDONÇA, A. T. B. B. **O processo de Transição Sociotécnica para a Eco-Inovação a partir da Relação Multinível: O Caso dos Programas da Itaipu Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Administração), Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2014.
- MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. K.; NASCIMENTO, T. C. Transição Tecnológica para Sustentabilidade: relações teóricas para uma análise multinível. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, v. 37, 2013.
- MÜLLER, L. J.; KÄTELHÖN, A.; BRINGEZU, S.; MCCOY, S.; SANGWON, S.; EDWARDS, R.; SICK, V.; KAISER, S.; CUÉLLAR-FRANCA, R.; KHAMLICH, A. El.; LEE, J. H.; ASSEN, N. V. D.; BARDOW, A. A pegada de carbono da matéria-prima de carbono CO 2. **Energy & Environmental Science**, v. 13, n. 9, p. 2979-2992, 2020.
- NORDENSVÄRD, J.; URBAN, F. A trágica transição energética na Alemanha: política de energia eólica e bloqueio à tarifa feed-in. **Política de energia**, v. 82, p. 156-165, 2015.

UNITED NATIONS. **Sustainable development goals report 2019**. UN, 2019. Disponível: <https://brasil.un.org/pt-br/55806-energia-limpa-desenvolvimento> Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

NORMANN, H. E. Redes de políticas em transições de energia: Os casos de captura e armazenamento de carbono e energia eólica na Noruega **Technological Forecasting and Social Change**, v. 118, p. 80-93, 2017.

PENG, Z.; CHEN, X.; YAO, L. Research status and future of hydro-related sustainable complementary multi-energy power generation. **Sustainable Futures**, v. 3, p. 100042, 2021.

PRESOTTO, E.; TALAMINI, E. O uso de recursos energéticos renováveis e não renováveis e sua influência na variação da renda nacional. **Economia & Região, Londrina (Pr)**, v. 9, n. 2, p.195-210, 2021.

QUIST, J.; TUKKER, A. Knowledge collaboration and learning for sustainable innovation and consumption: introduction to the ERSCP portion of this special volume. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 167-175, 2013.

ROGGE, K. S.; PFLUGER, B.; GEELS, F. W. Conjuntos de políticas transformadoras em cenários sociotécnicos: O caso da transição de baixo carbono do sistema elétrico alemão (2010-2050). **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 151, p. 119259, 2018.

SAFARZYNSKA, K. A macro-evolutionary approach to energy policy. *In: Handbook of Energy Economics and Policy*. **Academic Press**, p. 579-593. 2021.

SALLET, C. L.; ALVIM, A. M. Biocombustíveis: uma análise da evolução do biodiesel no Brasil. **Economia & Tecnologia**, v. 25, n. 2, 2011.

SCHUMPETER, J. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SMITH, A.; VOß, J. P.; GRIN, J. Estudos de inovação e transições de sustentabilidade: o fascínio da perspectiva multinível e seus desafios. **Política de Pesquisa**, v. 39, n. 4, p. 435-448, 2008.

SMITH, A.; VOß, J.-P.; GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: the allure of the multi-level perspective and its challenges. **Research Policy**, v. 39, p. 435-448, 2010.

SMITH, A.; RAVEN, R. O que é espaço protetor? Reconsiderando nichos nas transições para a sustentabilidade. **Política de pesquisa**, v. 41, n. 6, pág. 1025-1036, 2012.

STORTI, D. R. F.; JUNIOR, O. M. Patentes em Energias Renováveis: Um estudo exploratório a partir de indicadores para países selecionados. Encontro nacional de Economia Industrial e inovação – Inovação, Sustentabilidade e Pandemia. **Anais**. 2021. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/v-enei/746.pdf> Acesso em: 22 de julho de 2021.

SUTHERLAND, L. A.; PETER, S.; ZAGATAC, L. Conceitualizando interações multi-regime: O papel do setor agrícola nas transições de energia. **Política de Pesquisa**, v. 44, n. 8, p. 1543-1554, 2015.

TAMAYO-ORBEGOZO, U.; VICENTE-MOLINA, M. A.; VILLARREAL LARRINAGA, O. Eco-innovation strategic model. A multiple-case study from a highly eco-innovative European region. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 1347-1367, 2017.

UNITED NATIONS. **Sustainable development goals report 2019**. UN, 2019. Disponível: <https://brasil.un.org/pt-br/55806-energia-limpa-desenvolvimento> Acesso em: 20 de Dezembro de 2021.

VERBONG, G. P. J; GEELS, F. W. Explorando as transições de sustentabilidade no setor elétrico com caminhos sociotécnicos. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 77, n. 8, p. 1214-1221, 2010.

VERMILLION, C.; COBB, M.; FAGIANO, L.; LEUTHOLD, R.; DIEHL, M.; SMITH, R. S.; WOOD, T. A.; RAPP, S.; SCHMEHL, R.; OLINGER, D.; DEMETRIOU, M. Electricity in the air: Insights from two decades of advanced control research and experimental flight testing of airborne wind energy systems. **Annual Reviews in Control**, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367578821000109> Acesso em: 25 de julho de 2021.

WEBER, M.; HEMMELSKAM, J. **Towards environmental innovation systems**. Berlin: Springer, 2005.

WEN, Q.; HE, X.; LU, Z.; STREITER, R.; OTTO, T. A comprehensive review of miniaturized wind energy harvesters. **Nano Materials Science**, v. 3, n. 2, p. 170 - 185, 2021.

WIJETHILAKE, C. Proactive sustainability strategy and corporate sustainability performance: The mediating effect of sustainability control systems. **Journal of environmental management**, v. 196, p. 569-582, 2017.

XAVIER, A. F.; NAVEIRO, R. M.; AOUSSAT, A.; REYES, T. Systematic literature review of eco-innovation models: Opportunities and recommendations for future research. **Journal of Cleaner Production**, v. 149, p. 1278-1302, 2017.

APÊNDICE A – Primeira Tabela Análise

Tabela 1: Primeira tabela para análise bibliográfica inicial

Ordem do artigo	1	2	3	4	44
Base de dados									
Título em inglês									
Título em português									
Assunto									
Abordagem									
Relação com o tema									
Campo Semântico									

Fonte: Autoria própria (2022)

APÊNDICE B – Segunda Tabela

Tabela 2: Segundo tabela para análise bibliográfica inicial

Ordem do artigo	1	2	3	4	.	.	.	43	44
Análise									
Objetivo Central do Artigo									
Resultados ou Conclusões									
Conceito de Inovação Sociotécnica									
Técnica e aplicação da energia eólica?									
Ligação entre Inovação sociotécnica e energia eólica									
Teoria(s) de base (abordadas)									
Metodologia utilizada									
Atores no nível micro									
Características do Nível Meso									
Descrição sobre o nível macro									
Janelas de oportunidades para a energia eólica									

Fonte: A autoria própria (2022)