

INSTITUTO FEDERAL

Paraíba

Campus João Pessoa

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

GERALDO RODRIGUES XAVIER JUNIOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**O PAPEL DAS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS NO CONTEXTO DA
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR
DOS ASPECTOS GEOPOLÍTICOS, SOCIAIS, TÉCNICOS, ECONÔMICOS
E AMBIENTAIS**

João Pessoa
2023

GERALDO RODRIGUES XAVIER JUNIOR

O PAPEL DAS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA: UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR DOS ASPECTOS GEOPOLÍTICOS,
SOCIAIS, TÉCNICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Superior de
Bacharelado em Engenharia Elétrica do
Instituto Federal da Paraíba como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do grau
de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Franklin Martins Pereira Pamplona, Dr.

João Pessoa
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação –
CIP Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *Campus* João
Pessoa

L864m Xavier Junior, Geraldo Rodrigues
 O papel das tecnologias fotovoltaicas no contexto
da transição energética: uma abordagem multidisciplinar dos
aspectos geopolíticos, sociais, técnicos, econômicos e
ambientais / Geraldo Rodrigues Xavier Junior. – 2023.
 35 f.
 TCC (Graduação – Bacharelado em Engenharia Elétri-ca) –
Instituto Federal da Paraíba – IFPB / Coordenação de Engenharia
Elétrica, 2023.
 Orientador: Prof^o Dr. Franklin Martins Pereira Pamplona.
 1. Energia solar. 2. Transição energética. 3. Tecnologias fo-
tovoltaicas – Eficiência e Sustentabilidade. . I. Título.

CDU 620.91

GERALDO RODRIGUES XAVIER JUNIOR

O PAPEL DAS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA: UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR DOS ASPECTOS GEOPOLÍTICOS,
SOCIAIS, TÉCNICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Superior de
Bacharelado em Engenharia Elétrica do
Instituto Federal da Paraíba como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do grau
de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Trabalho Aprovado em 15 / 12 / 2023 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 FRANKLIN MARTINS PEREIRA PAMPLONA
Data: 28/12/2023 19:53:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Franklin Martins Pereira Pamplona, Dr.
Orientador, IFPB

Documento assinado digitalmente
 ALVARO DE MEDEIROS MACIEL
Data: 28/12/2023 21:05:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Álvaro de Medeiros Maciel, Dr.
Examinador Interno, IFPB

Documento assinado digitalmente
 WALMERAN JOSE TRINDADE JUNIOR
Data: 29/12/2023 04:12:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Walmeran Jose Trindade Junior, Dr.
Examinador Interno, IFPB

*Dedico este trabalho a minha família,
pelo grande auxílio dado nesse momento.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por me ter proporcionado vivenciar estes momentos.

Ao meu orientador professor Franklin Pamplona, pela sabedoria e prontidão com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala, pelo companheirismo e incentivo.

A minha família, esteio para vencer esse desafio.

A todos que, por algum motivo, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal analisar diversos aspectos da transição energética com ênfase nas tecnologias fotovoltaicas, explorando perspectivas e contribuições de diversos especialistas renomados. Inicia-se o trabalho com a abordagem sobre a geopolítica da transição energética, destacando-se desafios e questões de justiça na transição. A perspectiva cidadã é abordada, ressaltando a importância da aceitação comunitária para o sucesso dessa empreitada global. Ao explorar o papel específico da tecnologia fotovoltaica, focando no contexto brasileiro, examinam-se os desafios e oportunidades associados à incorporação desse recurso na matriz energética. Em seguida, explora-se a potencial cooperação nos países do BRICS em energias renováveis, evidenciando o papel da colaboração internacional na aceleração da transição. Aprofunda-se a compreensão por meio de estudos de caso, examinando a transição energética na Arábia Saudita e o impacto da energia solar fotovoltaica no desenvolvimento rural sustentável. Cada análise proporciona insights sobre os diferentes caminhos e desafios enfrentados por países e comunidades nessa jornada complexa, permitindo conectar as diferentes perspectivas e resultados. Conclui-se que a transição energética não é apenas uma mudança de fontes de energia, mas uma transformação abrangente que envolve aspectos geopolíticos, sociais, econômicos e ambientais. A busca por um futuro mais sustentável exige não apenas avanços tecnológicos, mas também a construção de consenso, cooperação internacional e adaptação a contextos específicos.

Palavras-chave: Transição energética, Tecnologias fotovoltaicas, Desenvolvimento sustentável, Impactos ambientais e geopolíticos.

ABSTRACT

This work aimed to analyze various aspects of the energy transition with an emphasis on photovoltaic technologies, exploring perspectives and contributions from several renowned experts. The work begins with an approach to the geopolitics of the energy transition, highlighting challenges and issues of justice in the transition. The citizen perspective is addressed, highlighting the importance of community acceptance for the success of this global endeavor. By exploring the specific role of photovoltaic technology, focusing on the Brazilian context, the challenges and opportunities associated with incorporating this resource into the energy matrix are examined. Next, potential cooperation in BRICS countries in renewable energy is explored, highlighting the role of international collaboration in accelerating the transition. Understanding is deepened through case studies, examining the energy transition in Saudi Arabia and the impact of solar photovoltaics on sustainable rural development. Each analysis provides insights into the different paths and challenges faced by countries and communities on this complex journey, allowing us to connect different perspectives and outcomes. It is concluded that the energy transition is not just a change in energy sources, but a comprehensive transformation that involves geopolitical, social, economic and environmental aspects. The search for a more sustainable future requires not only technological advances, but also consensus building, international cooperation and adaptation to specific contexts.

Keywords: Energy transition, Photovoltaic technologies, Sustainable development, Environmental and geopolitical impacts.

SUMÁRIO

1	Introdução	9
1.1	Justificativa	10
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivos Específicos	12
2	Metodologia	14
3	Referencial Teórico	17
3.1	Energia Solar como Fonte Renovável	18
3.2	Eficiência nas Tecnologias Fotovoltaicas	20
3.3	Impactos Ambientais e Climáticos	21
3.4	Incentivos Governamentais para A Energia Solar	23
4	Transição Energética e " <i>buen vivir</i> " como Alternativa para o Desenvolvimento ...	25
5	Considerações Finais	30
	Referências Bibliográficas	32

1 INTRODUÇÃO

A energia solar tem emergido como um pilar fundamental na discussão da transição energética global, uma temática que tem ganhado destaque em diversas partes do mundo. O artigo de González, Viglio e da Costa Ferreira (2022) aborda as "Comunidades Energéticas na América Latina" e a busca por uma transição energética alinhada à noção de "Bem Viver". Tal conceito promove a ideia de que a prosperidade de uma sociedade deve ser medida não apenas pelo crescimento econômico, mas também pela qualidade de vida e pelo respeito ao meio ambiente.

Dentro desse contexto, a energia solar se destaca como uma fonte limpa e renovável que pode desempenhar um papel crucial na concretização desses ideais.

No entanto, essa discussão não se limita à América Latina. Em sua dissertação de mestrado, David (2022) analisou a "Política de Transição Energética" no caso de Marrocos. Essa pesquisa demonstra que os esforços para a transição energética não são exclusividade de uma única região, mas sim um esforço global para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e alcançar a sustentabilidade. Marrocos, assim como muitos outros países, tem investido em energia solar como parte de seu plano para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover a autossuficiência energética.

A discussão sobre transição energética é diretamente interligada à diversificação e combinação de fontes de energia. O trabalho de Otoni (2023) destaca a "importância do gás natural como fonte de energia no processo de transição energética". Isso destaca a complexidade dessa transição, já que não se trata apenas de abandonar fontes poluentes, mas de encontrar um equilíbrio entre fontes renováveis e não renováveis à medida que a sociedade evolui para um modelo energético mais sustentável.

Em seu estudo, Fonseca e colaboradores (2022) discutem os "desafios e oportunidades" associados à transição energética. Essa perspectiva ampla destaca a complexidade do tema e a necessidade de considerar não apenas os benefícios, mas também os obstáculos que podem surgir ao longo do caminho. A energia solar, por sua natureza limpa e acessibilidade crescente, é frequentemente vista como uma das oportunidades mais promissoras nessa jornada rumo à sustentabilidade.

No contexto das políticas energéticas, Santos (2023) conduz uma reflexão sobre a "diversificação e transição energética" em diferentes países, incluindo os Estados Unidos, Brasil e Holanda. Isso demonstra que a transição energética é uma preocupação

global, embora as abordagens possam variar de acordo com as necessidades e características de cada nação. A energia solar, como fonte de energia amplamente disponível, pode ser adaptada e implementada de maneira flexível em diferentes contextos.

Por fim, o trabalho de Brandão (2023) destaca "O Valor das Comunidades de Energia Renovável na Transição Energética". Isso aponta para uma abordagem descentralizada da produção de energia, na qual as comunidades desempenham um papel ativo na geração e compartilhamento de energia renovável. A energia solar frequentemente se encaixa nesse modelo, permitindo que as comunidades aproveitem seus recursos locais para alcançar a autossuficiência energética.

Em suma, a energia solar surge como um elemento essencial na discussão da transição energética global. Através de uma abordagem baseada na noção de "Bem Viver" nas Américas, políticas específicas em Marrocos, a importância da diversificação de fontes de energia, desafios e oportunidades em todo o mundo, e o papel das comunidades na geração de energia renovável, fica claro que a energia solar desempenha um papel multifacetado e fundamental na busca por um futuro sustentável, pois como é uma fonte que depende exclusivamente da luz do sol, podemos tratá-la com um recurso de energia inesgotável.

Além disso, a busca por alternativas limpas e renováveis é um compromisso compartilhado por nações e comunidades em todo o mundo, e a energia solar tem o potencial de iluminar esse caminho em direção a um futuro mais brilhante e sustentável.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema "O Papel das Tecnologias Fotovoltaicas no Contexto da Transição Energética: Uma Abordagem Multidisciplinar dos Aspectos Geopolíticos, Sociais, Técnicos, Econômicos e Ambientais" se justifica pela urgente necessidade de abordar a questão da transição para fontes de energia mais limpas, sustentáveis e renováveis de forma multidisciplinar, holística e contextualizada. Essa justificativa está intrinsecamente relacionada a diversos fatores interligados, que tornam esse tema de extrema relevância.

Em primeiro lugar, a crise climática global, acentuada pelas mudanças climáticas causadas principalmente pelas emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis, impõe um imperativo de reduzir as

emissões e limitar o aquecimento global. A energia solar é uma fonte abundante e limpa que pode desempenhar um papel crucial na redução dessas emissões, oferecendo uma alternativa de baixo impacto ambiental.

Além disso, a crescente preocupação com a segurança e autossuficiência energética é uma justificativa importante. Dependendo excessivamente de fontes não renováveis e sujeitas a flutuações de preços e disponibilidade, as nações se encontram vulneráveis a interrupções no abastecimento de energia. Destarte, a diversificação da matriz energética com a inclusão da energia solar pode afetar a resiliência e a estabilidade dos sistemas de energia, sobretudo de países subdesenvolvidos.

A economia também desempenha um papel significativo na justificativa desse tema. A transição para energias renováveis, incluindo a energia solar, representa uma oportunidade de criar empregos, estimular a inovação tecnológica e promover o crescimento econômico sustentável.

A indústria de energia solar tem mostrado crescimento constante e considerável nos últimos anos, contribuindo para o desenvolvimento econômico de muitos países. Os relatórios apontados pela Agência Internacional de Energia Renovável e pela Organização Internacional do Trabalho colocam o Brasil como o segundo país que mais gerou empregos em 2022 no setor fotovoltaico, atrás apenas da China e à frente dos Estados Unidos e da Índia. Ainda de acordo com os dados, cerca de 700 mil novos profissionais foram contratados no setor de energias renováveis no ano passado em todo o mundo, o que fez crescer para 12 milhões e 700 mil o número de trabalhadores que atuam com matrizes limpas de energia.

Outro aspecto importante é a redução da poluição do ar e da degradação ambiental associada à produção e ao consumo de energia. Fontes de energia renovável, como a energia solar, produzem eletricidade de forma limpa e sem emissões poluentes, o que contribui para a melhoria da qualidade do ar, a preservação da biodiversidade e a mitigação de impactos ambientais.

A justificativa desse tema também se baseia na necessidade de cumprir compromissos e acordos internacionais, como o Acordo de Paris, que estabelecem metas ambiciosas de redução de emissões de carbono. A adoção da energia solar desempenha um papel fundamental no cumprimento dessas metas e no avanço em direção a um futuro de baixo carbono.

A escolha do tema fundamenta-se na crescente relevância das tecnologias fotovoltaicas no contexto global de transição para fontes de energia mais limpas e

sustentáveis. Diante dos desafios contemporâneos relacionados às mudanças climáticas e à busca por alternativas energéticas mais eficientes, a compreensão aprofundada das tendências, inovações e limitações dessas tecnologias torna-se crucial.

A energia solar, representada de maneira proeminente pelas tecnologias fotovoltaicas, tem emergido como uma peça central na matriz energética de diversos países. A rapidez dos avanços tecnológicos nesse campo requer uma análise crítica para avaliar não apenas os benefícios, mas também os desafios associados à sua implementação em larga escala. Nesse sentido, a presente pesquisa busca oferecer uma visão abrangente da evolução dessas tecnologias, examinando a eficiência, a sustentabilidade e os obstáculos que podem influenciar sua adoção generalizada.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica da literatura, com base em trabalhos publicados entre os anos de 2020 e 2023, relacionados aos avanços em tecnologias fotovoltaicas, com foco na eficiência energética e sustentabilidade. A meta é contribuir para uma compreensão multidisciplinar, para além das questões eminentemente técnicas, aprofundada do papel das tecnologias fotovoltaicas no contexto da transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis.

Pretende-se apresentar uma compreensão do estado atual das tecnologias utilizadas em aplicações práticas de diferentes países, identificando os progressos alcançados, os desafios enfrentados e propondo perspectivas para futuras pesquisas e desenvolvimentos nos âmbitos sociais e geopolíticos.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral do trabalho, elencaram-se os seguintes objetivos específicos:

- Efetuar uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema, com base em trabalhos recentes
- Agrupar os trabalhos da literatura por tópicos de interesse relacionados aos temas em discussão
- Apontar desafios sociais, econômicos e ambientais na implementação da transição energética, com ênfase às tecnologias fotovoltaicas

- Abordar o tema da transição energética e do "*buen vivir*" como uma alternativa ao desenvolvimento convencional
- Apresentar uma visão sucinta, multidisciplinar e holística sobre o tema da transição energética

A revisão bibliográfica proposta visa preencher lacunas no entendimento atual, fornecendo uma base holística para futuras pesquisas e orientando decisões políticas e estratégicas. Ao abordar aspectos sociais, econômicos e ambientais das tecnologias fotovoltaicas, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de políticas e práticas mais informadas e eficazes na transição para uma matriz energética mais sustentável.

Este trabalho, portanto, justifica-se pela sua contribuição potencial para o avanço do conhecimento holístico nesse campo e pela sua relevância para a busca contínua de soluções energéticas mais sustentáveis e eficientes.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesse trabalho é de revisão bibliográfica sobre as tecnologias fotovoltaicas, com o objetivo de mapear conhecimentos sobre seu papel no tema da transição energética, aplicado ao Brasil. Com o propósito de construir uma análise crítica dessas tecnologias, busca-se compreender o estado atual, progressos alcançados e as questões críticas a serem enfrentadas. Por meio de análises e discussões da literatura abordada busca-se como resultado um panorama atual do conhecimento multidisciplinar sobre o tema.

A energia solar, em particular, tem emergido como uma alternativa promissora para atender às crescentes demandas globais de energia, impulsionada pelo constante aprimoramento das tecnologias fotovoltaicas. Neste contexto, uma avaliação crítica se faz necessária para orientar futuras pesquisas e desenvolvimentos na busca por soluções mais eficientes e sustentáveis.

A história das tecnologias fotovoltaicas remonta ao século XIX, mas foi nas últimas décadas que testemunhamos avanços significativos. Inicialmente dominadas por células de silício monocristalino, as tecnologias evoluíram para incluir uma gama diversificada de materiais semicondutores, como silício policristalino, filmes finos e células orgânicas. Essa diversificação resultou em melhorias notáveis na eficiência da conversão de energia solar em eletricidade.

A eficiência dos painéis fotovoltaicos é um fator determinante para a viabilidade econômica e ambiental desses sistemas. A literatura destaca avanços recentes na eficiência das células solares, com pesquisas concentrando-se em estratégias para aumentar a absorção de luz, reduzir perdas por reflexão e otimizar a conversão de elétrons excitados. Novos materiais e processos de fabricação têm desempenhado um papel crucial nesse contexto, contribuindo para o desenvolvimento de células solares mais eficientes e duráveis.

A sustentabilidade das tecnologias fotovoltaicas vai além da fase operacional. A produção e o descarte dos painéis solares também demandam atenção. A revisão bibliográfica revela preocupações ambientais associadas à produção de certos materiais utilizados em células solares, destacando a necessidade de práticas sustentáveis na cadeia de suprimentos. Além disso, o descarte inadequado de painéis solares no final de sua vida útil pode resultar em impactos ambientais significativos.

De acordo com Anselmo (2020), as células solares incluem metais pesados como o chumbo e o cádmio, o que torna o seu descarte incorreto algo muito perigoso. O rápido crescimento da energia solar resultará em problemas de disposição de resíduos em um futuro próximo, pois o fim da vida útil dos painéis fotovoltaicos geraria uma quantidade significativa de resíduos (cerca de 100 toneladas/ W de módulos fotovoltaicos desativados). O descarte de pequenas quantidades de módulos fotovoltaicos em aterros sanitários não deve causar riscos ambientais quando os módulos passam nos testes de lixiviação EPA, projetados para simular as condições de liberação. No entanto, é amplamente reconhecido que em grandes escalas de implantação e descomissionamento, a reciclagem de módulos fotovoltaicos em fim de vida seria necessária para evitar riscos de poluição ambiental e recuperar materiais valiosos.

Na Europa, o setor de energia fotovoltaica adotou uma postura proativa, em conformidade com as regulamentações de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE), uma abordagem que é agora considerada essencial. A Lei de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos da Alemanha (ElectroG), que estabelece requisitos para a coleta e reciclagem de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE), foi estendida ao setor fotovoltaico em meados de 2015 e está caminhando para se tornar um padrão global. Por outro lado, nos Estados Unidos, a ausência de uma política nacional e de infraestrutura adequada resulta na falta de requisitos obrigatórios para a reciclagem de painéis solares fotovoltaicos. A conformidade com regulamentações ambientais pode impactar significativamente o custo e a complexidade do tratamento de módulos fotovoltaicos no final de sua vida útil. Se esses módulos forem categorizados como "perigosos", requisitos específicos para manuseio, descarte, manutenção de registros e relatórios podem aumentar substancialmente os custos associados à disposição desses módulos. Portanto, a implementação de políticas de reciclagem e reutilização é fundamental para mitigar esses impactos.

Apesar dos avanços observados, desafios persistentes continuam a moldar o cenário das tecnologias fotovoltaicas. A variabilidade da luz solar e as limitações no armazenamento de energia são desafios técnicos que afetam a confiabilidade e a consistência no fornecimento de eletricidade. Além disso, embora os custos tenham diminuído, o investimento inicial na instalação de sistemas fotovoltaicos ainda pode ser uma barreira econômica para alguns setores e regiões. A revisão bibliográfica destaca a

necessidade de abordar esses desafios de maneira abrangente, integrando inovações tecnológicas e estratégias econômicas.

A análise crítica dos avanços em tecnologias fotovoltaicas sugere várias áreas de pesquisa promissoras para o futuro. Investir em pesquisas para superar os desafios técnicos, melhorar a eficiência energética e reduzir os custos de produção são prioridades fundamentais. Além disso, a integração de fontes renováveis, como a energia solar, em sistemas de armazenamento de energia e redes inteligentes deve ser explorada para superar as limitações associadas à variabilidade da geração solar.

A revisão bibliográfica realizada oferece uma visão abrangente dos avanços em tecnologias fotovoltaicas, destacando a evolução notável nas últimas décadas. A eficiência aprimorada dos painéis solares e os esforços para tornar a produção e o descarte mais sustentáveis são aspectos positivos. No entanto, desafios persistentes, tanto técnicos quanto econômicos, ressaltam a necessidade contínua de pesquisa e inovação.

O futuro das tecnologias fotovoltaicas depende da superação desses desafios, impulsionando-nos em direção a uma matriz energética mais sustentável e eficiente. A análise crítica aqui apresentada fornece um panorama amplo, para orientar futuras pesquisas e iniciativas no campo das tecnologias fotovoltaicas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A transição energética é um tema de relevância crescente no cenário global, sendo impulsionada por preocupações ambientais, segurança energética e a necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Esta fundamentação teórica busca analisar o papel das energias renováveis, com ênfase na energia solar, nesse processo de transição energética, apoiando-se em pesquisas recentes e diversas perspectivas acadêmicas.

Dos Anjos et al. (2019) conduziram uma pesquisa que modelou sistemas energéticos para o estado de Minas Gerais até o horizonte 2030-2050, investigando o papel das energias renováveis nesse contexto. Essa pesquisa enfatiza a importância de compreender como as energias renováveis podem contribuir para a transição energética em níveis regionais. O estudo aponta para a necessidade de políticas e investimentos que promovam a integração de fontes renováveis, como a energia solar, nos sistemas de geração de energia.

Frigo, de Lima Caneppele e Godinho (2023) fornecem uma perspectiva crítica sobre a transição energética. Eles ressaltam que a transição energética não é isenta de desafios, incluindo questões econômicas, políticas e sociais. Essa visão crítica serve como um lembrete de que a transição para fontes de energia mais sustentáveis não é um processo simples, e requer considerações multidisciplinares para enfrentar eficazmente os obstáculos que podem surgir.

Cerutti et al. (2023) abordam a energia eólica offshore como um caminho para a transição energética, considerando também o contexto do hidrogênio verde e critérios de sustentabilidade ambiental, social e de governança (ESG). Este estudo destaca a importância de abordagens integradas e soluções inovadoras, como a energia eólica offshore e o hidrogênio verde, que podem desempenhar um papel fundamental na redução das emissões de carbono e na promoção da transição energética sustentável.

Fernandes et al. (2023) oferecem reflexões sobre as mudanças climáticas e a transição energética. Esse estudo destaca a interligação entre o aumento das temperaturas globais e a necessidade urgente de migrar para fontes de energia mais limpas, como a energia solar. Ele enfatiza como as mudanças climáticas atuais estão impulsionando a ação em direção à transição energética como uma medida essencial para mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Lunardi et al. (2023) realizam um estudo de caso sobre a transição energética na Arábia Saudita, um país historicamente associado à produção de petróleo. Este caso ilustra a importância da diversificação da matriz energética e da adoção de fontes de energia mais limpas em nações que historicamente dependem dos combustíveis fósseis. A experiência saudita fornece lições valiosas para outras nações que enfrentam desafios semelhantes.

Leal (2023) explora o papel das células a combustível de hidrogênio na transição energética brasileira. A pesquisa destaca a relevância da inovação tecnológica, como as células a combustível de hidrogênio, e como elas podem contribuir para a transição energética ao fornecer uma fonte de energia limpa e sustentável. O estudo ressalta a importância da pesquisa e desenvolvimento em tecnologias avançadas para atingir os objetivos de transição energética.

Nesse contexto, a literatura acadêmica abordada oferece uma variedade de perspectivas sobre a transição energética e o papel das energias renováveis, incluindo a energia solar. As pesquisas destacam a importância da integração de fontes renováveis nos sistemas energéticos, a necessidade de considerar questões críticas, a inovação tecnológica como motor da transição energética e a adaptação de países com históricos de produção de combustíveis fósseis. Todas essas abordagens contribuem para a compreensão ampla e aprofundada deste tema crucial no cenário contemporâneo.

3.1 ENERGIA SOLAR COMO FONTE RENOVÁVEL

A energia solar, como fonte de energia renovável, desempenha um papel fundamental na discussão global sobre a transição energética e na busca por alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis. Sua importância se reflete na ampla gama de pesquisas e estudos que exploram seu potencial e suas implicações em diferentes contextos, bem como na necessidade premente de enfrentar os desafios das mudanças climáticas e garantir um suprimento energético mais limpo e sustentável.

Neste contexto, é essencial analisar o papel da energia solar como uma fonte renovável e seu impacto na transição energética, considerando uma variedade de pesquisas recentes.

Luciano Losekann e Amanda Tavares (2021) discutem o potencial de cooperação nos países do BRICS em energias renováveis e gás natural, ressaltando a importância das energias renováveis, incluindo a energia solar, no cenário global. Essa

pesquisa enfatiza a relevância de fontes de energia limpas e a necessidade de colaboração internacional para impulsionar a transição energética.

Diego Nascimento Garcia e seus colegas (2023) comparam a transição energética na Noruega e na Dinamarca, dois países que têm avançado significativamente na adoção de energias renováveis. Essa pesquisa destaca o compromisso dessas nações em reduzir as emissões de carbono por meio do uso da energia solar e de outras fontes limpas, oferecendo um exemplo de como a transição energética pode ser alcançada com sucesso.

O debate em torno da difusão da energia do hidrogênio verde também desempenha um papel na discussão da energia solar como fonte renovável. Os autores do "Texto de Discussão Discente do Curso de Graduação em Ciências Econômicas" (2022) exploram as implicações da difusão do hidrogênio como vetor energético, incluindo a integração com a energia solar e seu potencial na transição energética.

Sabrina Frigotto e colaboradores (2023) analisam o potencial energético renovável do Brasil como uma ferramenta para retardar as mudanças climáticas. Este estudo destaca a riqueza de recursos naturais do país, incluindo a abundante irradiação solar, e como o Brasil pode utilizar esses recursos para promover uma transição energética mais sustentável.

Cintia Marques dos Santos e sua equipe (2022) examinam a indústria do petróleo e da energia diante dos novos desafios da transição energética. Isso demonstra como a indústria, historicamente associada aos combustíveis fósseis, está respondendo à crescente demanda por fontes de energia mais limpas e como a energia solar desempenha um papel nesse contexto.

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira e Giovani Vitória Machado (2021) destacam o papel do planejamento na transição energética, ressaltando a importância de uma abordagem estratégica para maximizar o uso da energia solar e de outras fontes renováveis.

A energia solar como fonte renovável desempenha um papel central na busca por soluções sustentáveis para as necessidades energéticas do mundo. A pesquisa e as abordagens discutidas nestes estudos destacam o potencial da energia solar, suas aplicações em diferentes contextos e os desafios que enfrenta no contexto da transição energética. Como a humanidade enfrenta a urgência das mudanças climáticas e da busca por fontes de energia mais limpas e acessíveis, a energia solar surge como uma parte fundamental da solução para um futuro mais sustentável.

3.2 EFICIÊNCIA NAS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS

A busca por fontes de energia mais eficientes e sustentáveis é um dos pilares fundamentais da transição energética global. Dentro desse contexto, as tecnologias fotovoltaicas desempenham um papel crucial, sendo constantemente aprimoradas para maximizar sua eficiência e contribuir de maneira mais significativa para a matriz energética.

Neste tópico, exploram-se as diferentes dimensões da eficiência nas tecnologias fotovoltaicas, considerando as implicações econômicas, sociais e ambientais dessa busca por otimização.

A eficiência nas tecnologias fotovoltaicas, entendida como a capacidade de converter a luz solar em eletricidade, é o método central para avaliar o desempenho desses sistemas. Nos últimos anos, observamos um avanço significativo nesse quesito, impulsionado por pesquisas intensivas e inovações tecnológicas. Gabriela dos Santos (2021), em sua análise sobre a transição energética na indústria de óleo e gás com foco na Petrobras, destaca a importância de se buscar eficiência crescente nas alternativas energéticas para reduzir a dependência de fontes não renováveis.

As reflexões de Nicolás Fernandes et al. (2023) na Revista Técnica Ciências Ambientais lançam luz sobre a relação entre mudanças climáticas e a transição energética. A eficiência nas tecnologias fotovoltaicas é mencionada como um ponto-chave para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, ressaltando a necessidade de avanços contínuos nesse campo.

No cenário nacional, Ferreira et. al. (2021), em um artigo na Revista Brasileira de Energia, abordam o papel crucial do planejamento na transição energética. A eficiência nas tecnologias fotovoltaicas é considerada não apenas como um objetivo técnico, mas como parte integrante de uma estratégia de planejamento que busca "mais luz e menos calor" em termos de impactos ambientais.

A perspectiva crítica apresentada por Frigo et. al. (2023) na Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica enfatiza a necessidade de avaliar a transição energética sob uma ótica crítica. A eficiência nas tecnologias fotovoltaicas, nesse contexto, é vista como um elemento que deve ser analisado não apenas em termos de eficácia técnica, mas também levando em consideração suas implicações sociais e econômicas.

Sabrina Frigotto et al. (2023), em uma análise específica sobre o potencial energético renovável do Brasil, destacam a relevância das tecnologias fotovoltaicas para retardar as mudanças climáticas. A eficiência é mencionada como um fator crucial para garantir que o potencial renovável do país seja explorado da maneira mais eficaz possível.

A abordagem acerca das tecnologias fotovoltaicas, quando ponderadas de maneira crítica, não se limitam exclusivamente à sua atuação e eficácia técnica na conversão de luz solar em eletricidade. Ela incorpora uma compreensão mais ampla, considerando aspectos como custo-benefício, impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do sistema e implicações socioeconômicas.

É crucial reconhecer que a eficiência não deve ser avaliada isoladamente, mas sim como parte de um ecossistema maior que compreende a infraestrutura de energia, políticas públicas, aceitação comunitária e a capacidade de integrar essas tecnologias nas redes elétricas existentes. A eficiência nas tecnologias fotovoltaicas, quando bem integrada em um contexto mais amplo de transição energética, pode ser um catalisador poderoso para a construção de um futuro energético mais sustentável.

Em síntese, a análise crítica da eficiência nas tecnologias fotovoltaicas, à luz das contribuições desses estudiosos, destaca não apenas os avanços tecnológicos, mas também a necessidade de uma abordagem holística que leve em consideração os múltiplos aspectos envolvidos na transição energética. Isso inclui uma avaliação cuidadosa dos impactos ambientais, considerações sociais e econômicas, e uma abordagem estratégica para garantir que a eficiência se traduza em benefícios tangíveis para a sociedade e o meio ambiente.

3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E CLIMÁTICOS

Uma análise dos impactos ambientais e climáticos associados à transição energética é crucial para compreender como a adoção da energia solar pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas e redução dos impactos ambientais. Os estudos já publicados fornecem insights valiosos sobre esse tópico.

A União Europeia (UE) tem sido um ator proeminente na luta contra as mudanças climáticas e na promoção da transição energética. Pontes (2023) destaca os desafios políticos, geográficos e socioeconômicos que a UE enfrenta nesse processo. A busca por reduzir as emissões de gases de efeito estufa e adotar fontes de energia mais

limpas, como a solar, está intrinsecamente ligada à necessidade de mitigar os impactos climáticos e ambientais em nível regional e global.

Ana Caroline Fernandes Borges (2022) foca na importância do hidrogênio verde como uma alternativa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A produção de hidrogênio verde, frequentemente obtido por meio de eletrólise da água com energia solar, tem o potencial de desempenhar um papel crucial na redução das emissões associadas ao setor energético, contribuindo diretamente para a mitigação das mudanças climáticas.

Delgado, Fernández e Filgueiras (2022) abordam a tecnologia e o setor de petróleo e gás (O&G) no contexto da transição energética. A exploração e produção de petróleo e gás natural tradicionalmente têm sido associadas a impactos ambientais significativos. A transição energética busca reduzir a dependência dessas fontes, reduzindo as emissões de carbono e diminuindo os impactos climáticos e ambientais.

Leão et al. (2021) exploram a geopolítica do petróleo e do gás natural em relação à transição energética. Eles analisam a questão da "transição justa", que envolve a gestão equitativa e eficaz da mudança para fontes de energia mais limpas, minimizando impactos adversos em comunidades e nações que dependem desses recursos. Por definição, o termo "transição justa" teve início pelo movimento sindical, nos anos 1990, com o objetivo de fornecer uma estrutura para discussões sobre os tipos de intervenções sociais e econômicas necessárias para garantir a subsistência dos trabalhadores durante os processos de mudança climática. Isso reflete a preocupação com a justiça social e ambiental durante o processo de transição.

Vitor Manuel Santos (2021) aborda o papel do hidrogênio na transição energética mundial. O hidrogênio verde, produzido a partir de energia solar, é considerado uma peça-chave na redução das emissões de gases de efeito estufa. A pesquisa destaca como essa fonte de energia limpa pode contribuir para a redução dos impactos climáticos e ambientais no sistema energético global.

Micheletti e Corrêia (2022) exploram o uso da energia solar fotovoltaica como um incentivo ao desenvolvimento rural sustentável. Isso destaca como a energia solar não apenas reduz as emissões de carbono, mas também pode melhorar as condições ambientais e sociais em áreas rurais, reduzindo a dependência de fontes poluentes e promovendo práticas mais sustentáveis.

Esses estudos oferecem insights significativos sobre os impactos ambientais e climáticos da transição energética com foco na energia solar. Eles sublinham a

importância de adotar fontes de energia mais limpas e sustentáveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mitigar os impactos ambientais adversos e contribuir para a luta global contra as mudanças climáticas. A compreensão desses impactos é fundamental para a formulação de políticas e estratégias eficazes de transição energética.

3.4 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS PARA A ENERGIA SOLAR

De acordo com Losekann e Tavares (2019), a política energética desempenha um papel significativo na promoção da transição energética nos países do BRICS. Os autores enfatizam que os incentivos governamentais desempenham um papel crucial na promoção de fontes de energia renovável, incluindo a energia solar. Eles observam que políticas que oferecem subsídios e incentivos fiscais podem impulsionar o investimento em tecnologias solares e acelerar a transição energética.

De Souza Frias (2022) explora as soluções jurídicas para a construção de um modelo sustentável de desenvolvimento, destacando a importância de instrumentos legais e incentivos governamentais na promoção da energia solar. A autora ressalta que a legislação ambiental e as políticas de apoio podem criar um ambiente propício para o crescimento da energia solar, fornecendo segurança jurídica e incentivando investimentos no setor.

Coppos (2020) concentra-se no papel da bioeletricidade no setor de transporte como parte da transição energética no Brasil. Embora o foco seja na bioeletricidade, o estudo ressalta a importância das políticas de incentivo do governo para o desenvolvimento de fontes de energia sustentável, incluindo a energia solar. Incentivos fiscais e regulatórios podem ser uma alavanca importante para impulsionar a adoção de tecnologias solares.

Lewenkopf (2021) direciona o olhar para o papel do gás natural na transição energética, com um enfoque no contexto brasileiro. No entanto, o estudo sublinha que o governo desempenha um papel central na definição de políticas que estimulem a diversificação da matriz energética, incluindo a promoção de fontes renováveis, como a energia solar. Incentivos financeiros e regulatórios são fundamentais para viabilizar projetos solares.

Dos Santos (2021) analisa a transição energética na indústria de petróleo e gás, com um olhar específico sobre a Petrobras. O estudo evidencia a necessidade de

políticas de incentivo que apoiem a transformação das empresas do setor em direção a fontes de energia mais limpas. A Petrobras, assim como outras empresas do setor, pode se beneficiar de incentivos governamentais para adotar soluções de energia solar em suas operações.

Leão (2022) foca na transição energética em países da África Subsaariana e sua relação com o crescimento inclusivo. O estudo ressalta que os incentivos governamentais desempenham um papel crucial na promoção de fontes de energia limpa, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a inclusão social. A energia solar pode desempenhar um papel vital nesses contextos, impulsionada por políticas governamentais favoráveis.

A literatura acadêmica analisada destaca a importância dos incentivos governamentais na promoção da energia solar como parte da transição energética. Esses incentivos podem incluir subsídios, políticas fiscais favoráveis, regulamentações claras e apoio à pesquisa e desenvolvimento. A promoção de fontes de energia limpa, como a energia solar, é uma estratégia essencial para enfrentar desafios ambientais, econômicos e sociais, e os governos desempenham um papel crucial nesse esforço.

4 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E "*BUEN VIVIR*" COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO

A discussão em torno do tema da transição energética e do "*buen vivir*" como uma alternativa ao desenvolvimento convencional aborda questões cruciais relacionadas à sustentabilidade, ao desenvolvimento econômico e à mitigação das mudanças climáticas. A transição energética visa a redução das emissões de carbono e a adoção de fontes de energia mais limpas e renováveis, enquanto o conceito de "*buen vivir*" busca uma abordagem mais holística e culturalmente sensível para o desenvolvimento.

Guevara e Capitán (2015) argumentam que o "*buen vivir*" pode ser uma alternativa ao desenvolvimento convencional que prioriza o crescimento econômico sem levar em consideração os impactos sociais e ambientais. Esse conceito, amplamente associado a países da América Latina, promove uma abordagem mais equitativa e sustentável ao desenvolvimento, na qual a qualidade de vida e a harmonia com o meio ambiente são consideradas de grande importância.

Hidalgo-Capitán et al. (2018) vão além, questionando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e propondo uma abordagem alternativa "transmoderna" baseada nos princípios do "*buen vivir*". Essa perspectiva crítica ressalta a necessidade de uma transformação mais profunda e significativa para enfrentar os desafios globais, incluindo a mudança climática. A discussão desses autores coloca em questão a eficácia dos ODS em alcançar um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Höhne et al. (2020) destacam a urgência da ação para reduzir as emissões de carbono e limitar o aquecimento global. Eles apontam que o mundo tem quatro vezes mais trabalho a fazer para atingir as metas de redução de emissões ou apenas um terço do tempo disponível para fazê-lo. Essa pesquisa destaca a importância de buscar abordagens inovadoras e eficazes, como o "*buen vivir*", para acelerar a transição para uma economia de baixo carbono.

Iorio e Sanin (2019) exploram o acesso à eletricidade na América Latina e no Caribe. Garantir o acesso à energia é essencial para melhorar a qualidade de vida e alcançar os objetivos do "*buen vivir*". Além disso, a acessibilidade à energia limpa e sustentável é um elemento crítico na redução das emissões de carbono na região.

A transição energética desempenha um papel central nessa discussão, uma vez que a forma como geramos e consumimos energia tem um impacto direto nas emissões de carbono e na qualidade de vida. A integração desses conceitos pode ajudar a moldar políticas e estratégias mais alinhadas com princípios de sustentabilidade e equidade.

Os resultados de pesquisas e estudos no campo da transição energética e sustentabilidade energética fornecem insights importantes sobre como avançar em direção a sistemas energéticos mais sustentáveis e justos. Neste contexto, diversos autores contribuíram com análises significativas e propostas para lidar com os desafios relacionados à transição energética. Vamos examinar as principais conclusões e descobertas destacadas nos estudos mencionados.

Jefferson (2008) destaca a necessidade de acelerar a transição para sistemas energéticos sustentáveis. O autor enfatiza a importância de políticas públicas eficazes e da colaboração entre governos, indústria e sociedade civil para promover a adoção de fontes de energia limpa e a redução das emissões de carbono. A pesquisa destaca a urgência da ação na busca por soluções sustentáveis para os desafios energéticos.

Jenkins, Sovacool e McCauley (2018) abordam a dimensão ética da transição energética, propondo um quadro de justiça energética como uma base para a transformação global. Eles enfatizam a importância de considerar questões de equidade, inclusão e distribuição de custos e benefícios ao projetar e implementar sistemas energéticos sustentáveis. O estudo destaca a necessidade de humanizar as transições sociotécnicas para garantir que elas beneficiem a todos.

Koirala et al. (2016) realizam uma revisão abrangente sobre comunidades energéticas e sistemas de energia comunitários. Eles identificam questões-chave e tendências que moldam esses sistemas integrados e destacam a crescente importância de comunidades ativas na geração e gestão de energia. A pesquisa ressalta a necessidade de modelos de governança e regulamentações adequadas para apoiar o crescimento das comunidades energéticas.

Lennon, Dunphy e Sanvicente (2019) exploram a aceitabilidade das comunidades em relação à transição energética. A pesquisa destaca a importância de envolver os cidadãos e considerar suas perspectivas na tomada de decisões relacionadas à energia. O estudo ressalta que a aceitação pública desempenha um papel crucial no sucesso das iniciativas de transição energética.

A busca por fontes de energia renovável tem se intensificado nas últimas décadas, impulsionada pela crescente preocupação com as mudanças climáticas e a

necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, as tecnologias fotovoltaicas destacam-se como uma alternativa promissora, oferecendo não apenas eficiência energética, mas também contribuindo para a sustentabilidade ambiental e agregando ao combinar-se com outras fontes de energia.

Borges (2022) destaca em seu trabalho a relevância do hidrogênio verde como uma alternativa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Ao avaliar sua relação com as tecnologias fotovoltaicas, é possível perceber uma sinergia entre essas duas abordagens inovadoras. A captura de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos pode ser uma fonte limpa e eficiente para a produção de hidrogênio verde, apresentando-se como um elo crucial na transição energética.

A análise de Brandão (2023) sobre o valor das comunidades de energia renovável na transição energética também se conecta com o panorama das tecnologias fotovoltaicas. Comunidades locais investindo em sistemas fotovoltaicos não apenas geram energia para consumo próprio, mas também promovem a descentralização do setor energético, contribuindo para a resiliência das redes e para a democratização do acesso à energia limpa.

Cerutti et al. (2023) direcionam o olhar para a energia eólica offshore, destacando-a como um caminho para a transição energética. Ao integrar essa abordagem com as tecnologias fotovoltaicas, abre-se um leque de possibilidades para a geração de energia renovável. A combinação de fontes eólicas e solares pode mitigar os desafios relacionados à intermitência dessas fontes, garantindo um fornecimento mais estável e contínuo de energia limpa.

O papel da bioeletricidade no setor de transporte, conforme explorado por Coppos (2020), acrescenta mais uma camada à discussão. Ao considerar a inter-relação entre tecnologias fotovoltaicas e bioeletricidade, percebe-se a complexidade e a diversidade de soluções necessárias para uma transição energética bem-sucedida. A combinação de energia solar para a produção de eletricidade e biomassa para a geração de bioeletricidade pode criar um sistema energético robusto e sustentável.

Abordando a questão sob uma perspectiva internacional, David (2022) apresenta um estudo de caso sobre a política de transição energética em Marrocos. A análise revela que as tecnologias fotovoltaicas desempenham um papel central nas estratégias de transição energética de países, especialmente aqueles com recursos solares abundantes. A adoção massiva dessas tecnologias pode não apenas impulsionar a

independência energética, mas também fortalecer a posição dos países na vanguarda das iniciativas ambientais globais.

A análise crítica dos avanços em tecnologias fotovoltaicas, à luz das obras de especialistas como Borges, Brandão, Cerutti, Coppos, David, De Souza Frias e Delgado, evidencia a complexidade e a interconexão de elementos envolvidos na transição energética. A eficiência e sustentabilidade dessas tecnologias dependem não apenas de avanços tecnológicos, mas também de abordagens integradas que considerem aspectos econômicos, sociais, políticos e jurídicos.

A sinergia entre tecnologias fotovoltaicas e outras fontes renováveis, como a bioeletricidade e a energia eólica offshore, emerge como uma estratégia promissora para superar os desafios associados à intermitência e à variabilidade dessas fontes. Além disso, a integração dessas tecnologias em comunidades locais e sua aplicação em contextos internacionais indicam que a transição energética é um esforço global que exige colaboração e compartilhamento de conhecimento.

Por fim, as reflexões jurídicas de De Souza Frias destacam a importância de um arcabouço regulatório sólido e flexível para sustentar o crescimento das tecnologias fotovoltaicas. Incentivos governamentais e políticas de transição energética eficazes são cruciais para criar um ambiente propício ao desenvolvimento sustentável.

Portanto, concluímos que os avanços em tecnologias fotovoltaicas não podem ser avaliados isoladamente; ao contrário, devem ser compreendidos dentro de um ecossistema mais amplo de inovações e práticas sustentáveis. A transição energética é um desafio multifacetado que requer abordagens holísticas, envolvendo não apenas a melhoria contínua das tecnologias, mas também a criação de políticas e estruturas que incentivem sua adoção generalizada.

Assim, ao considerarmos as diversas perspectivas apresentadas por especialistas, podemos vislumbrar um futuro no qual as tecnologias fotovoltaicas desempenham um papel central na matriz energética global, impulsionando a sustentabilidade e mitigando os impactos ambientais adversos associados às fontes de energia convencionais. A transição energética, embora complexa, é uma jornada que deve ser trilhada com determinação e colaboração global, garantindo um futuro mais limpo e sustentável para as gerações vindouras.

Os resultados compilados das pesquisas destacam a multidimensionalidade da transição energética. Enquanto avanços tecnológicos são evidentes, desafios geopolíticos, aceitabilidade comunitária, a adaptação de países dependentes de

combustíveis fósseis e o papel específico de fontes como o gás natural exigem uma abordagem holística. A cooperação internacional, estudos de caso específicos e a integração de fontes renováveis em comunidades rurais são peças fundamentais desse quebra-cabeça complexo. A transição energética é um processo em constante evolução, e os resultados até agora indicam a necessidade de uma abordagem integrada e adaptável para atingir os objetivos de uma matriz energética mais sustentável e equitativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a amplitude dos temas abordados e a profundidade com que cada tópico foi explorado, pode-se afirmar que os objetivos estabelecidos para a análise dos resultados da transição energética foram alcançados de maneira abrangente e informativa.

Ao longo do texto, foram explorados diferentes aspectos de transição, desde as dinâmicas geopolíticas relacionadas às fontes primárias de energia, até a perspectiva cidadã, estudos de caso específicos, e o impacto da energia solar fotovoltaica no desenvolvimento sustentável. Cada ponto de vista foi abordado com uma análise fundamentada, procurando compreender os resultados, desafios e oportunidades associados.

A discussão buscou integrar as perspectivas apresentadas por pesquisadores em suas respectivas áreas, proporcionando uma visão abrangente sobre a complexidade da transição energética. O texto buscou ir além das citações, conectando as diferentes contribuições para fornecer uma compreensão mais completa do estado atual desse processo global.

Ao analisar os resultados de estudos específicos, como o caso da Arábia Saudita, e o impacto da energia solar em comunidades rurais, o texto ofereceu uma visão de como a transição energética se desenrola em diferentes contextos. A inclusão desses estudos de caso enriqueceu a discussão, permitindo a aplicação de conceitos e teorias em situações práticas.

À medida que exploramos os resultados da transição energética, evidenciamos esta jornada complexa e multifacetada que transcende as fronteiras técnicas, envolvendo aspectos geopolíticos, aceitação comunitária, diversificação de matrizes e a busca constante por equilíbrio entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental.

O desafio de transitar para fontes mais limpas muitas vezes colide com interesses arraigados em décadas de dependência de combustíveis fósseis. A chamada transição justa levanta a questão de como conciliar a necessidade de mitigar as mudanças climáticas com a equidade no acesso à energia, considerando as diferentes realidades geopolíticas.

Foi ainda possível pontuar a quantidade de oportunidades significativas e campos de trabalho e pesquisa. A crescente conscientização global sobre os impactos

das mudanças climáticas, a aceleração do desenvolvimento tecnológico e a convergência de interesses em torno da sustentabilidade oferecem um terreno fértil para inovações e colaborações inovadoras. A transição energética não é apenas uma necessidade imperativa, mas também uma oportunidade para redesenhar fundamentos econômicos, fortalecer relações internacionais e criar sociedades mais resilientes e sustentáveis.

Em conclusão, os resultados da transição energética até agora destacam a necessidade de uma abordagem abrangente e interdisciplinar. Técnicas avançadas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico devem ser combinadas com estratégias políticas bem elaboradas, comunicação eficiente com as comunidades afetadas e esforços colaborativos em nível global.

A transição energética é um desafio coletivo que exige não apenas ação imediata, mas também uma visão a longo prazo que transcenda fronteiras e interesses individuais. A jornada está em andamento, e os resultados até agora apontam para um futuro energético mais diversificado, sustentável e equitativo.

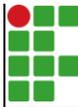
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, Ana Caroline Fernandes. Hidrogênio verde: alternativa para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e contribuir com a transição energética. 2022.
- BRANDÃO, João Daniel Correia. O Valor das Comunidades de Energia Renovável na Transição Energética. 2023.
- CERUTTI, Alef Júlio Schaefer et al. Energia Eólica Offshore, um caminho para a transição energética: uma abordagem no contexto do panorama Offshore, Hidrogênio Verde e ESG. 2023.
- COPPOS, Alice Rezende Ratton. O PAPEL DA BIOELETRICIDADE NO SETOR DE TRANSPORTE NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA. 2020. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.
- DAVID, Talita Silva. Política de transição energética: Caso Marrocos. 2022. Dissertação de Mestrado.
- DE SOUZA FRIAS, Lígia. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E AS SOLUÇÕES JURÍDICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO SUSTENTÁVEL DE DESENVOLVIMENTO: realidade ou simulacro?, 2022.
- DELGADO, Fernanda; FERNÁNDEZ, Melissa; FILGUEIRAS, Raquel. Tecnologia e o setor de O&G no contexto da transição energética. Revista Conjuntura Econômica, v. 76, n. 05, p. 34-38, 2022
- DO HIDROGÊNIO, A. DIFUSÃO DA ENERGIA et al. TEXTO DE DISCUSSÃO DISCENTE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS. 2022.
- DOS ANJOS, Morjana Moreira et al. O papel das energias renováveis no processo de transição energética do estado de minas gerais: modelagem de sistemas energéticos para o horizonte 2030-2050. 2019.
- DOS SANTOS, Cintia Marques et al. A indústria do petróleo e energia frente aos novos desafios de se inserir nos modelos da transição energética. Research, Society and Development, v. 11, n. 9, p. e40711932000-e40711932000, 2022.
- DOS SANTOS, Gabriela Bastos. Transição Energética na Indústria de Óleo e Gás: um olhar sobre a Petrobras. 2021.

- FERNANDES, Nicolás et al. Apreciação e reflexões: mudanças de clima e a transição energética. *Revista Técnica Ciências Ambientais*, v. 1, n. 7, 2023.
- FERREIRA, Thiago Vasconcellos Barral; MACHADO, Giovani Vitória. O papel do planejamento na transição energética: mais luz e menos calor. *Revista Brasileira de Energia*, v. 27, n. 2, 2021.
- FONSECA, Henrique Alves Bacco et al. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES, 2022.
- FRIGO, Murilo Miceno; DE LIMA CANEPPELE, Fernando; GODINHO, Emmanuel Zullo. A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA SOB UMA PERSPECTIVA CRÍTICA. *Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica*, v. 2, n. 1, 2023.
- FRIGOTTO, Sabrina et al. O potencial energético renovável do Brasil como vetor apto a retardar a mudança climática. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 21, n. 10, p. 17662-17677, 2023.
- GARCIA, Diego Nascimento et al. Sustentabilidade em foco: uma comparação da transição energética na Noruega e na Dinamarca. 2023.
- GONZÁLEZ, Axel Bastián Poque; VIGLIO, José Eduardo; DA COSTA FERREIRA, Lúcia. Comunidades Energéticas na América Latina: Visando uma transição energética a partir da noção de Bem Viver. *Desenvolvimento em Questão*, v. 20, n. 58, p. e11832-e11832, 2022.
- GUEVARA, A. P. C.; CAPITÁN, A. L. H. El buen vivir como alternativa al desarrollo. *Perspectiva Socioeconómica*, v. 1, n. 2, p. 5, 15 dez. 2015.
- HIDALGO-CAPITÁN, A. L. et al. Los objetivos del Buen Vivir a escala global. Una crítica de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y una propuesta alternativa transmoderna. 1. ed. Huelva, España: Ediciones Bonanza, 2018.
- HÖHNE, N. et al. Emissions: world has four times the work or one-third of the time. *Nature*, v. 579, n. 7797, p. 25-28, mar. 2020.
- HUDSON, J. P. Gobiernos progresistas y cooperativismo: Planes de empleo en la Argentina. *Caderno CRH*, v. 31, n. 84, p. 621-634, dez. 2018.
- IORIO, P.; SANIN, M. E. Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y El Caribe. [S.l.]: Inter-American Development Bank, 2019.
- JANET RUIZ-MENDOZA, B.; SHEINBAUM-PARDO, C. Electricity sector reforms in four Latin-American countries and their impact on carbon dioxide emissions and renewable energy. *Energy Policy*, v. 38, n. 11, p. 6.755-6.766, nov. 2010.

- JEFFERSON, M. Accelerating the transition to sustainable energy systems. *Energy Policy*, v. 36, n. 11, p. 4.116-4.125, nov. 2008.
- JENKINS, K.; SOVACOOOL, B. K.; MCCAULEY, D. Humanizing sociotechnical transitions through energy justice: An ethical framework for global transformative change. *Energy Policy*, v. 117, p. 66-74, jun. 2018.
- JR., P. N. B. Paulo Nogueira Batista: pensando o Brasil. Brasília, Brasil: Fundação Alexandre de Gusmão, 2009.
- KOIRALA, B. P. et al. Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 56, p. 722-744, abr. 2016.
- KROPOTKIN, P. Ajuda mútua: um fator de evolução. São Sebastião: A Senhora Editora, 2009.
- LEAL, José Adriel da Silva. Sustentabilidade e inovação: o papel das células à combustível de hidrogênio na transição energética brasileira. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.
- LEÃO, Catarina Maria da Costa Leme Teixeira. Transição energética e crescimento inclusivo nos países da Africa Subsariana. 2022. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Economia e Gestão.
- LEÃO, Rodrigo Pimentel Ferreira et al. Título| A geopolítica do petróleo e do gás natural no contexto da transição energética: um processo de transição justa?. 2021.
- LENNON, B.; DUNPHY, N. P.; SANVICENTE, E. Community acceptability and the energy transition: a citizens' perspective. *Energy, Sustainability and Society*, v. 9, n. 35, 2019.
- LEWENKOPF, Marcos Araújo. O papel do gás natural na transição energética: um foco no caso brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas)-Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.
- LOSEKANN, Luciano; TAVARES, Amanda. Transição energética e potencial de cooperação nos BRICS em energias renováveis e gás natural. 2021.
- LOSEKANN, Luciano; TAVARES, Felipe Botelho. Política Energética no BRICS: desafios da transição energética. Texto para Discussão, 2019.
- LUNARDI, Rodrigo de Moraes et al. A transição energética mundial em curso: um estudo de caso sobre a Arábia Saudita. 2023.

- MICHELETTI, Danilo Hungaro; CORRÊIA, Arlindo Fabrício. O uso da energia solar fotovoltaica como incentivo ao desenvolvimento rural sustentável. *Conjecturas*, v. 22, n. 14, p. 650-670, 2022.
- OTONI, Larissa Pires. A descarbonização e a importância do gás natural como fonte de energia no processo de transição energética. 2023.
- PONTES, Natália Pereira. A União Europeia e as mudanças climáticas: os principais desafios políticos, geográficos e socioeconômicos para a transição energética do Bloco. 2023.
- SANTOS, Matheus Diz dos. Uma reflexão sobre a diversificação e transição energética contemporânea: políticas Americanas, Brasileiras e Holandesas nas últimas décadas, 2023.
- SANTOS, Vitor Manuel. O papel do hidrogênio na transição energética mundial e seus desdobramentos no sistema energético brasileiro. A geopolítica da energia do século XXI, 2021.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus João Pessoa
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, Joao Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC assinado

Assunto:	TCC assinado
Assinado por:	Geraldo Junior
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Geraldo Rodrigues Xavier Junior, ALUNO (20151610333) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA - JOÃO PESSOA**, em 29/12/2023 15:17:49.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/12/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1042741

Código de Autenticação: be0cb6d9fa

