

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E JUSTIÇA SOCIAL NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA COMUNIDADES VULNERÁVEIS.

1 INTRODUÇÃO

A transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável é um dos maiores desafios do século XXI. Com a intensificação dos efeitos das mudanças climáticas, a adoção de tecnologias mais limpas, como energias renováveis, tornou-se uma prioridade global (Simões 2022). No entanto, além das considerações ambientais, é fundamental incorporar dimensões sociais na análise da transição energética, garantindo que seus benefícios sejam distribuídos de maneira equitativa que envolve a discussão sobre a formulação de princípios para uma transição energética que seja justa e inclusiva, conforme destacado no Diálogo G20.

Esse aspecto envolve uma discussão sobre a formulação de princípios para uma transição energética que seja justa e inclusiva, conforme destacado no Diálogo G20 (Governo Brasileiro, 2023). Mariana Espécie, coordenadora do Grupo de Trabalho de Transições Energéticas no G20, ressaltou que não é suficiente apenas implementar uma transição energética; é fundamental que esse processo seja equilibrado e beneficie todos os segmentos da sociedade, garantindo que os impactos e benefícios sejam distribuídos de maneira equitativa entre as diversas comunidades envolvidas. Nesse contexto, esse ensaio explora como a inovação tecnológica, central para essa transição, pode ser integrada a uma agenda de justiça social, promovendo o desenvolvimento sustentável em comunidades vulneráveis.

2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DESIGUALDADE SOCIAL

Historicamente, o desenvolvimento de novas tecnologias tem favorecido as regiões mais desenvolvidas, exacerbando desigualdades já existentes. A transição para energias renováveis, como a eólica e solar, requer grandes investimentos em infraestrutura e pesquisa, muitas vezes concentrados em áreas urbanas e em países desenvolvidos (Sachs, 2000). Essa concentração gera um risco: comunidades mais vulneráveis, especialmente em áreas rurais e periféricas, podem ser deixadas para trás ou mesmo prejudicadas, como ocorre frequentemente em locais onde a infraestrutura energética é imposta sem a devida consideração dos impactos socioeconômicos locais (Sachs, 2000; UNRISD, 2022).

A inovação tecnológica, quando orientada para o mercado, muitas vezes ignora as necessidades específicas de grupos marginalizados. No entanto, o conceito de justiça energética tem ganhado destaque ao afirmar que a transição para energias limpas não deve se restringir à redução das emissões de carbono, mas também deve garantir o acesso universal à energia de forma justa e equitativa (UNRISD, 2022; IRENA, 2023). Essa abordagem é essencial para garantir que as comunidades vulneráveis não sejam deixadas para trás durante o processo de transição energética (GNPW GROUP, 2024; RAÍZEN, 2024). Além disso, a implementação de grandes projetos de energia renovável, como parques eólicos e solares, pode gerar impactos adversos sobre as comunidades locais, especialmente aquelas que dependem de recursos naturais para sua subsistência, como comunidades pesqueiras ou agrícolas (Alarcón, 2022).

Esses efeitos podem ser agravados pela falta de consulta e participação ativa das comunidades no planejamento e desenvolvimento dos projetos, o que desconsidera o conhecimento local e as dinâmicas sociais dessas regiões (Vasconcellos; Costa, 2023). O conceito de "transição justa" propõe a inclusão dessas comunidades no processo decisório, garantindo que os benefícios da transição energética sejam distribuídos de maneira equitativa e que os impactos negativos sejam mitigados (IRENA, 2023). A justiça energética, portanto, não é apenas uma questão de acesso, mas de respeito às especificidades culturais e econômicas das

populações afetadas, promovendo um modelo de desenvolvimento que seja sustentável e inclusivo (GNPW GROUP, 2024).

3 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E COMUNIDADES VULNERÁVEIS

No Brasil, diversas regiões costeiras, por exemplo, têm experimentado uma expansão da energia eólica. A instalação de parques eólicos, enquanto crucial para a diversificação da matriz energética, tem impactado comunidades tradicionais, como as comunidades pesqueiras (Gorayeb; Meireles, 2022). Essas populações, muitas vezes dependentes dos recursos naturais para sua subsistência, enfrentam desafios com a mudança na paisagem e na economia local. Embora os parques eólicos ofereçam benefícios ambientais, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, o desenvolvimento (ABEEÓLICA, 2022; UNRISD, 2022).

A transição energética pode ser aliada da justiça social quando envolve as comunidades locais no planejamento e operação de projetos energéticos. Isso pode gerar empregos, desenvolver habilidades locais e promover o uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, projetos de geração distribuída de energia solar, como os implantados em áreas rurais de baixa renda, podem empoderar economicamente essas comunidades (Esty; Winston, 2006).

A transição energética, apesar de essencial para enfrentar as mudanças climáticas, pode gerar impactos principalmente em comunidades vulneráveis e tem suas vertentes. O quadro a seguir apresenta diferentes perspectivas de autores que tratam sobre com a temática.

Quadro 1 - Perspectivas de autores.

Autor	Conceito de Transição Energética	Impactos nas Comunidades Vulneráveis	Conceito
Bridge <i>et al.</i> (2013)	A transição energética envolve a reorganização espacial e temporal dos sistemas de energia.	Comunidades rurais e isoladas podem enfrentar barreiras ao acesso a novas tecnologias energéticas.	As transições energéticas não são neutras; elas reconfiguram o espaço e podem marginalizar populações isoladas.
Smith <i>et al.</i> (2016)	Enfatiza a inovação como uma resposta às necessidades sociais, focando em coesão e solidariedade.	Inovação social pode mitigar exclusão e pobreza, criando novas relações sociais entre os stakeholders.	As transições energéticas podem exacerbar desigualdades se não forem adequadamente inclusivas.
Brown e Hes (2018)	A transição deve ser sustentável e justa, garantindo o acesso igualitário às novas fontes de energia.	Comunidades marginalizadas enfrentam maiores desafios no acesso a tecnologias energéticas inovadoras.	A justiça energética busca minimizar impactos desiguais e assegurar benefícios para todas as camadas sociais.
Jenkins <i>et al.</i> (2020)	Destaca a justiça energética, que busca garantir uma transição equitativa e acessível a todos.	Comunidades vulneráveis sofrem com disparidades de acesso, aumentando sua exposição a riscos energéticos.	Justiça energética é fundamental para garantir que os benefícios da transição sejam distribuídos equitativamente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como evidenciado pelos autores no quadro, a transição energética pode acentuar desigualdades, especialmente em comunidades vulneráveis, se não for orientada por princípios de justiça energética. Políticas públicas inclusivas são fundamentais para garantir que esses grupos tenham acesso equitativo às novas tecnologias, evitando que sejam marginalizados no processo. Ao integrar as comunidades no planejamento e implementação dos projetos energéticos, tais políticas podem promover não apenas uma transição ambientalmente sustentável, mas também socialmente justa e economicamente inclusiva.

3 O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

A implementação de políticas públicas que incentivam tecnologias limpas é crucial para a transição energética sustentável. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), por exemplo, destaca o papel do governo brasileiro em fomentar não apenas a inovação tecnológica, mas também a equidade na transição energética. Segundo Junior *et al.* (2011), o PROINFA foi uma iniciativa fundamental para aumentar a participação das energias renováveis, como a eólica e a biomassa, na matriz energética nacional.

Esse tipo de programa mostra como o governo pode ser um ator chave na mobilização de recursos e na criação de um ambiente regulatório favorável à inovação sustentável. Entretanto, para que essas políticas sejam eficazes em comunidades vulneráveis, é necessário que os projetos contem com um planejamento inclusivo, que incorpore consultas públicas e garanta a participação ativa dessas comunidades. Como destaca Pearson (2007), a inclusão social no processo de desenvolvimento é um passo essencial para assegurar que os benefícios das novas tecnologias sejam distribuídos de forma equitativa.

Além de garantir a participação social, as políticas públicas que promovem tecnologias limpas devem ser complementadas com programas de transferência de tecnologia e iniciativas de capacitação. Conforme Bozeman (2000) aponta, a transferência de tecnologia é um mecanismo poderoso para acelerar o processo de inovação, mas para que tenha sucesso, é necessário que a mão-de-obra local esteja devidamente treinada para operar e manter essas novas tecnologias. Isso é particularmente importante em regiões marginalizadas, onde o desenvolvimento socioeconômico pode ser alavancado pela introdução de novas formas de geração de energia, como energia solar e eólica. Ao investir na capacitação local, as políticas públicas podem transformar a transição energética em uma oportunidade de crescimento econômico sustentável, promovendo empregos qualificados e contribuindo para a redução das desigualdades regionais.

A transição para uma transição justa, no entanto, não depende apenas da criação de incentivos econômicos e tecnológicos, mas também de uma coordenação eficaz entre as políticas públicas. Fagerberg (2022) destaca que a gestão estratégica de nichos é uma ferramenta eficaz para permitir que inovações tecnológicas floresçam em mercados ainda imaturos, como o setor de energias renováveis. A exemplo do que foi feito na Dinamarca com a energia eólica, o governo pode atuar criando "espaços protegidos" para novas tecnologias, enquanto estas passam pelas fases iniciais de desenvolvimento e aprendizagem. Programas como o PROINFA, no Brasil, são exemplos claros de como políticas públicas podem ajudar a superar barreiras econômicas e tecnológicas, criando condições favoráveis para que as energias renováveis se tornem competitivas no mercado de energia. Além disso, Castellacci e Lie (2017) sugere que iniciativas como a Estratégia Nacional de Crescimento Verde da Coreia do Sul demonstram como políticas públicas bem articuladas podem alinhar objetivos de desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental.

A transição energética bem-sucedida requer mais do que a simples implementação de tecnologias limpas: ela exige uma mudança estrutural na economia e nas práticas sociais. Isso implica em reconfigurar os setores de energia, transporte e indústria, além de envolver uma

mudança nos padrões de consumo. Para que essas mudanças aconteçam de forma equitativa e eficiente, é essencial que as políticas públicas sejam integradas e coordenadas entre diferentes setores e níveis de governo. Segundo Fagerberg (2022), a transição para tecnologias limpas só pode ser eficaz se for acompanhada por uma expansão maciça de energia renovável. Isso demonstra a importância de políticas que promovam a eletrificação, mas também garantam que a energia utilizada seja limpa, evidenciando a necessidade de uma abordagem holística. A transição energética, portanto, não é apenas uma questão técnica, mas também social e econômica, exigindo uma coordenação eficaz entre todas as partes interessadas para que as políticas tenham o impacto desejado.

4 CONCLUSÃO

A transição energética não pode ser apenas uma resposta técnica às mudanças climáticas. Ela precisa ser também uma resposta social, que enfrente as desigualdades estruturais existentes em muitas regiões do mundo. Inovações tecnológicas, quando orientadas por princípios de justiça social, têm o potencial de não apenas reduzir as emissões de carbono, mas também transformar a vida de milhões de pessoas.

Este artigo discutiu como a implementação de tecnologias limpas, especialmente em comunidades vulneráveis, pode tanto amplificar desigualdades existentes quanto oferecer um caminho para um desenvolvimento sustentável e inclusivo. É evidente que a inovação tecnológica, quando desprovida de uma agenda social, tende a concentrar os benefícios em regiões e populações já privilegiadas. No entanto, ao integrar princípios de justiça social, como o conceito de "justiça energética", é possível reverter essa tendência, promovendo uma transição que seja equitativa e respeitosa com as peculiaridades locais.

O papel das políticas públicas emerge como central neste processo. Iniciativas governamentais, como o PROINFA no Brasil, demonstram a capacidade de mobilizar recursos e criar incentivos para que a transição energética ocorra de maneira equilibrada. Entretanto, como destacado por vários autores, a inclusão social e a participação comunitária são elementos cruciais para garantir que os benefícios dessas novas tecnologias cheguem às populações marginalizadas. A capacitação técnica, a transferência de tecnologia e o desenvolvimento de infraestrutura nas regiões mais desfavorecidas podem não apenas reduzir as emissões de carbono, mas também gerar crescimento econômico e criar novos paradigmas de desenvolvimento local.

Para que a transição energética seja bem-sucedida, ela precisa ser tratada de maneira holística, abordando tanto os desafios técnicos quanto os sociais e econômicos. A criação de um ambiente regulatório favorável, a promoção de parcerias entre o setor público e privado, e a inclusão das comunidades afetadas em todas as fases de planejamento e implementação são fundamentais. Além disso, a disseminação de boas práticas, como demonstrado por países que já avançaram no setor de energias renováveis, oferece lições valiosas para o desenvolvimento de uma matriz energética mais justa e sustentável em escala global.

Conclui-se, portanto, que a transição energética não é apenas uma questão de substituir fontes de energia; é uma oportunidade para reimaginar a estrutura social e econômica em que vivemos. Para que essa oportunidade se materialize, é imperativo que governos, empresas e sociedade civil trabalhem juntos, comprometidos não apenas com a mitigação das mudanças climáticas, mas com a construção de um futuro mais equitativo e inclusivo. Ao alinhar inovação tecnológica com justiça social, podemos garantir que a transição energética sirva como um motor de transformação positiva, beneficiando todas as camadas da sociedade, especialmente as mais vulneráveis.

REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Estimativas dos impactos dinâmicos do setor eólico sobre a economia brasileira**. Brasília: Abeeólica, 2022. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/dados-abeeolica/estimativas-dos-impactos-dinamicos-do-setor-eolico-sobre-a-economia-brasileira-braulio-borges/>. Acesso em: 16 set. 2024.
- ALCÂNTARA, Enner et al. Deadly disasters in southeastern South America: flash floods and landslides of February 2022 in Petrópolis, Rio de Janeiro. **Natural hazards and earth system sciences**, v. 23, n. 3, p. 1157-1175, 2023.
- ALARCÓN, Diego. **Renewable Energy and Coastal Communities: Challenges in Latin America**. New York: Springer, 2022.
- BRIDGE, G.; BOUZAROVSKI, S.; BRADSHAW, M.; EYRE, N.. Geographies of energy transition: space, place and the low-carbon economy. **Energy Policy**, v. 53, p. 331-340, 2013.
- BROWN, H. S.; HES, D. The politics of scale: energy, democracy, and the human quest for a sustainable future. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4256, 2018.
- BOZEMAN, B. **Technology transfer and public policy: a review of research and theory**. Research Policy, Oxford: Elsevier, 2000.
- CASTELLACCI, Fulvio; LIE, Christine Mee. A taxonomy of green innovators: Empirical evidence from South Korea. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 1036-1047, 2017.
- ESTY, D. C.; WINSTON, A. S. **Green to gold: how smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage**. New Haven and London: Yale University Press, 2006.
- FAGERBERG, J. Missão (Im)possível? O papel da inovação nas transições sustentáveis. **Em Tese**, 2022.
- GOVERNO BRASILEIRO. Diálogo G20. **debate dimensão social da transição energética com sociedade civil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/alexandre-silveira-lanca-plano-nacional-de-transicao-energetica-justa-e-inclusiva-na-onu> . Acesso em: 11 set. 2024.
- GORAYEB, A.; MEIRELES, J. **Os impactos ambientais e sociais da produção de energia eólica** . Agência UFC, 2022. Disponível em: <https://agencia.ufc.br/os-impactos-ambientais-e-sociais-da-producao-de-energia-eolica/> . Acesso em: 10 set. 2024.
- GRUPO PIBW. **Transição Energética: O Caminho para um Futuro Sustentável e Limpo** . Disponível em: <https://www.gnpw.com.br/transicao-energetica/transicao-energetica-o-caminho-para-um-futuro-sustentavel-e-limpo/> . Acesso em: 16 set. 2024.
- IRENA - AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA RENOVÁVEL. **Custos de geração de energia renovável em 2022**. Abu Dhabi: IRENA, 2023.
- JUNIOR, A. C. S. et al. **Políticas públicas, tecnologias limpas e sustentabilidade: MDL em parques eólicos no Brasil**. REUNA, Belo Horizonte, v.16, n.2, p. 103-120, Mai.-Jun. 2011.
- JENKINS, K. E. H.; MCKEOWN, R.; MCNEISH, D. Energy justice in the era of low-carbon transitions. **Nature Energy**, v. 5, n. 7, p. 583-590, 2020.
- PEARSON, B. **Market failure: why the clean development mechanism won't promote clean development**. Journal of Cleaner Production, v. 15, p. 247-252, 2007.

RAÍZEN. **Transição Energética: o que é e Panorama Atual no Brasil** . Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/transicao-energetica> . Acesso em: 16 set. 2024.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**. São Paulo: Nobel, 2000.

SIMÕES, A. **Transição energética sustentável: desafios e oportunidades**. Exame, 31 maio 2022. Disponível em: <https://exame.com/bussola/transicao-energetica-sustentavel-desafios-e-oportunidades/> . Acesso em: 10 set. 2024.

SMITH, Joshua B.; HAGAMAN, Daniel; JI, Hai-Feng. Growth of 2D black phosphorus film from chemical vapor deposition. **Nanotechnology**, v. 27, n. 21, p. 215602, 2016.

UNRISD - INSTITUTO DE PESQUISA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL. **Não Deixando Ninguém para Trás na Transição Energética**. Genebra: UNRISD, 2022.

VASCONCELLOS, H.; COSTA, E. B. **Participação comunitária**. São Paulo: Cortez & Moraes, 2023.