

## Ensaio

# Desafios da transição energética: A renovabilidade da matriz elétrica em contexto global e suas implicações

Challenges of the energy transition: The renewability of the electrical grid in a global context and implications

Rosana Rodrigues dos Santos<sup>1</sup> , Clauber Barão Leite<sup>1</sup> , Marina Almeida<sup>1\*</sup> ,  
Edlayan Passos Cunha dos Santos<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Instituto E+ Transição Energética, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**COMO CITAR:** Santos, Rosana Rodrigues dos, Leite, Clauber Barão, Almeida, Marina, & Santos, Edlayan Passos Cunha dos. (2024). Desafios da transição energética: A renovabilidade da matriz elétrica em contexto global e suas implicações. *Revista Brasileira de Avaliação*, 13(2spe), e131824. <https://doi.org/10.4322/rbaval202412018>

## Resumo

Este ensaio analisa os desafios críticos da transição energética em um contexto global onde a redução das emissões de gases de efeito estufa é imperativa para atender às metas climáticas internacionais. O texto é dividido em seis partes, incluindo, além de uma introdução, os fundamentos da transição e da importância da energia limpa nesse contexto, as condições das matrizes elétricas, a importância dos certificados de energia para comprovação dos predicados positivos dessas matrizes e os desafios implantados do Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono da União Europeia, além da conclusão. O exame dessas políticas no contexto da transição indica a necessidade de estratégias multilaterais para uma mudança eficaz, num processo em que o Brasil pode ter um papel estratégico. Além de evidenciar o diferencial brasileiro, este estudo contribui para o campo ao oferecer uma análise detalhada das implicações políticas e econômicas das iniciativas tratadas e sugerir caminhos metodológicos para avaliar sua eficácia em diferentes contextos nacionais.

**Palavras-chave:** *Transição energética. Energia renovável. Matriz Elétrica. Renovabilidade. Emissões de gases de efeito estufa.*

## Abstract

This essay analyzes the critical challenges of the energy transition in a global context where the reduction of greenhouse gas emissions is imperative to meet international climate goals. The text is divided into six parts, including, in addition to an introduction, the fundamentals of the transition and the importance of clean energy in this context, the conditions of electricity matrices, the importance of energy certificates to prove the positive attributes of these matrices, the challenges implemented by the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism, and the conclusion. The examination of these policies in the context of the transition indicates the need for multilateral strategies for effective change, in a process where Brazil can play a strategic role. In addition to highlighting Brazil's differential, this study contributes to the field by offering a detailed analysis of the political and economic implications of the initiatives discussed and suggesting methodological approaches to evaluate their effectiveness in different national contexts.

**Keywords:** *Energy transition. Renewable energy. Electricity matrix. Renewability. Greenhouse gas emissions.*

Rosana Rodrigues dos Santos, branca, Diretora executiva, Instituto E+ Transição Energética.

Clauber Barão Leite, branco, Coordenador Técnico, Instituto E+ Transição Energética.

Marina Almeida, branca, Especialista em Transição Energética, Instituto E+ Transição Energética.

Edlayan Passos Cunha dos Santos, negro, Especialista em Transição Energética, Instituto E+ Transição Energética.

A RBAVAL apoia os esforços relativos à visibilidade dos autores negros na produção científica. Assim, nossas publicações solicitam a autodeclaração de cor/etnia dos autores dos textos para tornar visível tal informação nos artigos.

**Recebido:** Janeiro 08, 2024

**Aceito:** Junho 11, 2024

**\*Autor correspondente:**

**Marina Almeida**

**E-mail:** [marina.almeida@emaisenergia.org](mailto:marina.almeida@emaisenergia.org)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.



## Introdução

Em um cenário global em que a redução das emissões de gases de efeito estufa é essencial para o cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), a composição da matriz elétrica de cada país assume um papel central, tendo em vista a participação significativa das fontes fósseis na maioria dessas matrizes.

Essa realidade varia consideravelmente entre os países. Ao longo do século 20, países como Brasil, Noruega e Islândia capitalizaram seus recursos naturais e, atualmente, possuem um mix elétrico com participação de pelo menos 80% de fontes renováveis. Por outro lado, países como China, Índia e Bangladesh são exemplos de situações diametralmente opostas, possuindo mais de 80% de sua eletricidade proveniente de combustíveis fósseis (IEA, 2023).

A transição para uma matriz elétrica renovável traz consigo desafios intrínsecos. A variabilidade das fontes renováveis, devido à sua dependência de fatores ambientais, é um dos principais desafios, variabilidade esta que pode ser influenciada pelas mudanças do clima ou outros fatores técnicos, como a necessidade de integração de novas estruturas aos sistemas elétricos existentes, a aceitação social e a conscientização sobre a importância da renovabilidade também se destacam, enquanto pressões de segmentos fósseis desafiam as mudanças.

Do ponto de vista econômico, o panorama é ainda mais complexo, quando consideramos o impacto de eventos geopolíticos e pandêmicos recentes. A crise da COVID-19 e a Guerra da Ucrânia trouxeram consigo retração econômica e medidas restritivas de bancos centrais, como o aumento das taxas de juros. Isso limitou a capacidade de financiamento e impactou diretamente as condições de novos investimentos em muitos países, incluindo aqueles voltados para o desenvolvimento das energias renováveis.

Neste ensaio, discutimos os desafios da transição energética no cenário global, traçando uma perspectiva a partir de questões como a renovabilidade das matrizes elétricas, a relevância das certificações em energia renovável e as implicações do Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono (CBAM, na sigla em inglês) da União Europeia para estimular a competitividade tecnológica e a transição dos países do bloco para que se tornem economias de baixo carbono, além da importância da abordagem multilateral para uma transição eficaz.

## Fundamentos

A transição energética global é uma pauta de extrema importância dada a crescente necessidade de mitigar as mudanças climáticas e garantir o fornecimento de energia sustentável e resiliente. Neste contexto, a renovabilidade das matrizes elétricas emerge como um componente-chave para moldar o futuro energético dos países. Neste capítulo, apresentaremos os fundamentos das diferentes fontes de geração de energia, destacando suas principais características, benefícios e desafios.

As fontes de energia convencionais e não-renováveis, como o carvão e o petróleo, são baseadas em recursos finitos, que são extraídos a taxas muito superiores à sua capacidade natural de regeneração. Esses recursos não podem ser facilmente substituídos e, à medida que são explorados e consumidos, tornam-se cada vez mais escassos e caros.

As fontes renováveis, por outro lado, têm a capacidade de se regenerar em um período de tempo relativamente curto, tornando-as uma opção sustentável a longo prazo. O sol continuará a brilhar, o vento a soprar, a água a fluir e as plantas a crescer, independentemente do quanto de energia seja gerada a partir do seu aproveitamento. Isso confere às fontes renováveis uma estabilidade a longo prazo que falta às convencionais, tornando-as opções mais seguras e sustentáveis para o fornecimento de energia elétrica.

Outra distinção fundamental entre fontes convencionais não renováveis e renováveis está relacionada ao seu impacto ambiental. Fontes não-renováveis são notórias por suas emissões significativas de gases de efeito estufa e outros poluentes. Essas emissões têm contribuído de forma substancial com as mudanças climáticas globais, além de contribuir para problemas



de saúde pública em todo mundo. Já as fontes renováveis costumam apresentar um impacto ambiental um tanto mais reduzido.

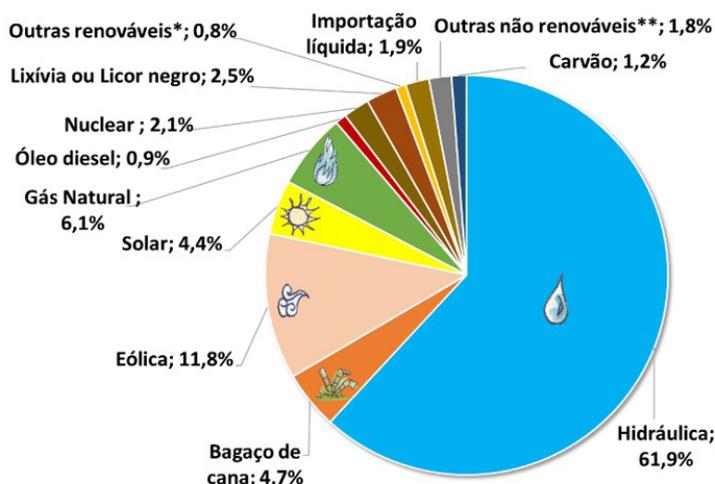
Destaque ainda para o fato de que tem crescido o uso de sistemas híbridos, que combinam duas ou mais fontes, buscando otimizar a geração. Entre os benefícios desses sistemas estão a possível complementariedade entre as fontes, uma característica que potencializa a eficiência e a confiabilidade desses sistemas. Ao combinar diferentes fontes de energia é possível aproveitar as vantagens de uma fonte quando a outra não está em seu pico de produção. Essa interação entre as fontes nos sistemas híbridos permite uma geração de energia mais constante e otimiza o uso dos recursos de transmissão, além de reduzir a necessidade de armazenamento ou de uso de fontes não renováveis (Dardot et al., 2023).

O fato é que, no contexto da transição energética, é indispensável priorizar fontes renováveis e híbridas, relegando as fontes não renováveis a situações em que realmente sejam imprescindíveis. Esta mudança é motivada pela sustentabilidade inerente às energias renováveis e pela capacidade dos sistemas híbridos de otimizar a geração de energia e, de maneira geral, reduzir as emissões de gases de efeito estufa. No entanto, a integração dessas fontes no cenário global não está isenta de desafios e demanda esforços estratégicos para garantir uma transição energética equitativa e um suprimento de energia estável e resiliente.

### Renovabilidade da matriz elétrica

A matriz elétrica renovável é um dos pilares de uma transição energética bem-sucedida, desempenhando um papel essencial na redução das emissões de gases do efeito estufa e na promoção da sustentabilidade ambiental, inclusive por seu potencial de apoiar a descarbonização de outros segmentos da economia dependentes de combustíveis fósseis, como a maior parte dos sistemas de transporte e a indústria pesada. A renovabilidade da matriz pode ser definida como a proporção de eletricidade gerada a partir de fontes renováveis em relação ao total produzido.

O Brasil destaca-se internacionalmente por sua matriz elétrica predominantemente renovável. A grande extensão territorial e a abundância de recursos naturais permitem ao país gerar a maior parte de sua eletricidade a partir de fontes hidráulicas. Além disso, o Brasil tem investido significativamente em outras fontes renováveis, como eólica e solar, consolidando sua posição como líder em sustentabilidade energética na América Latina EPE (2023a). A Figura 1 apresenta a matriz elétrica brasileira em 2022.



\*incluindo lenha, biodiesel e outras renováveis;

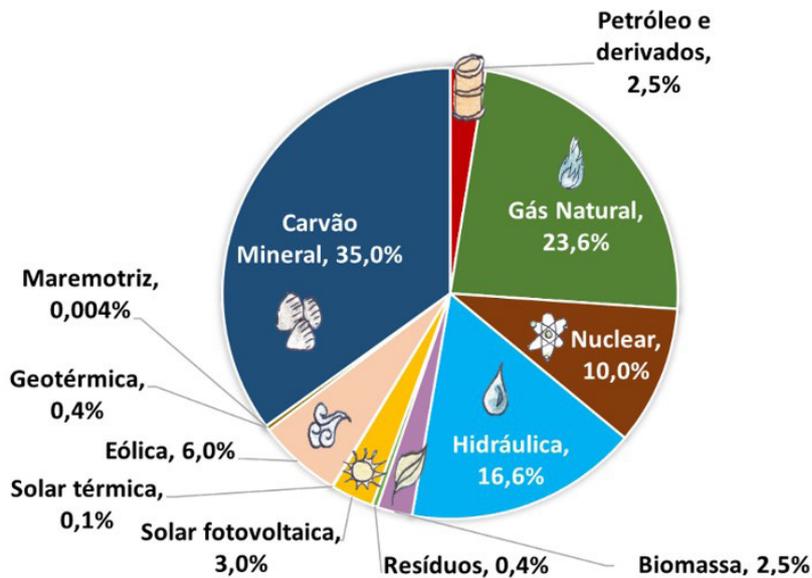
\*\*incluindo óleo combustível, gás de coqueria, outras secundárias e outras não renováveis.

Figura 1. Matriz elétrica brasileira em 2022.

Fonte: EPE (2023b).



Globalmente, a matriz elétrica ainda é dominada por fontes não renováveis, principalmente carvão mineral e gás natural. No entanto, tem-se observado uma tendência crescente de investimento em fontes renováveis, impulsionada tanto por compromissos climáticos internacionais como pela redução dos custos de tecnologias renováveis. Países europeus, como Alemanha e Dinamarca, têm liderado essa transição, com metas ambiciosas de geração de energia a partir de fontes renováveis (Morthorst, 2000). A Figura 2 apresenta a matriz elétrica mundial em 2020.



**Figura 2.** Matriz elétrica mundial em 2020.

**Fonte:** EPE (2023b).

Ao comparar a matriz elétrica brasileira com a global, percebe-se que o Brasil está à frente da maioria dos países em termos de renovabilidade. Enquanto a média global da participação de renováveis gira em torno de 30%, o Brasil ultrapassa 80%. Essa condição reflete diretamente nas emissões de carbono do setor elétrico brasileiro: de acordo com apontamentos do Balanço Energético Nacional (BEN), em 2022 o setor elétrico brasileiro emitiu apenas 61,7 Kg de CO<sub>2</sub> para produzir 1 MWh de energia, um índice muito baixo quando comparado com as emissões da Europa, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e China.

Mas, apesar de o Brasil já se destacar por sua matriz elétrica renovável, é de extrema importância que continue a inovar e a investir em tecnologias renováveis para manter esse destaque e ter condições de utilizar essa eletricidade limpa na cadeia do hidrogênio, uma alternativa eficiente de descarbonização de indústrias altamente dependentes de combustíveis fósseis. Em termos globais, a transição para matrizes mais renováveis não é apenas desejável, mas essencial para garantir um futuro mais sustentável.

### Desafios da certificação das fontes renováveis

A certificação de fontes renováveis é um pilar fundamental na jornada rumo a matrizes elétricas renováveis e resilientes. Esse processo tem como objetivo assegurar que a energia de fontes renováveis esteja em conformidade com padrões de autenticidade e proveniência. Um dos maiores desafios nesse sentido é a complexidade logística de rastrear a fonte da energia gerada, especialmente num contexto de sistemas elétricos interconectados e multifacetados. Esse desafio se estende ainda à necessidade de monitorar a conformidade dos critérios de certificação de forma contínua, exigindo sistemas de controle eficientes.

A existência de metodologias e padrões de certificação de energia renovável é um fator fundamental para assegurar a autenticidade das fontes energéticas classificadas como



renováveis. Esse tipo de certificação desempenha um papel central na garantia da integridade e autenticidade das informações sobre essas fontes nas matrizes elétricas.

Experiências passadas, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecido pelo Protocolo de Kyoto, forneceram valiosos *insights* sobre os desafios da certificação de fontes renováveis. O MDL tinha como objetivo incentivar projetos de redução de emissões de gases do efeito estufa em países em desenvolvimento. No entanto, o sistema enfrentou críticas devido à dificuldade de verificar a real contribuição para a redução de emissões e à falta de transparência em alguns casos (Fernandes & Leite, 2021).

Outra solução de relevância no contexto de certificação de renováveis é o chamado “Certificado Verde”, um sistema que visa fomentar o desenvolvimento de fontes de energia renovável por meio de mecanismos de mercado combinados com quotas compulsórias para a produção de energia a partir de fontes sustentáveis. Essa abordagem já se consolidou como um sistema internacional maduro, desempenhando um papel crucial na promoção da energia limpa e na expansão da eletricidade proveniente de fontes renováveis (Morthorst, 2000).

A experiência internacional tem demonstrado que países como Estados Unidos, Reino Unido, Suécia, Austrália, Japão e Coreia do Sul, entre outros, têm utilizado o “Certificado verde” para estimular o crescimento das energias renováveis. Nesses países, empresas de geração e distribuição de energia assumem a responsabilidade pela quota compulsória, evidenciando a versatilidade desse sistema, que pode ser adaptado conforme as estruturas e necessidades de cada país. Na China, por sua vez, as empresas de distribuição e venda de eletricidade assumem o papel central na implementação das quotas compulsórias, o que não apenas reduz a necessidade de subsídios, mas também oferece uma solução para o desafio crescente do consumo de energia renovável. Essa abordagem abre espaço para um crescimento sustentável da energia renovável e garante que as metas de desenvolvimento nacional dessas energias em 2020 e 2030 sejam alcançadas de maneira estável (Mi et al., 2019).

A implementação desses sistemas não se restringe apenas a uma abordagem econômica, mas transcende para uma transformação mais ampla do sistema energético global. Além de impulsionar a produção de energia limpa, promovem mudanças de paradigma em direção a uma matriz energética renovável e de baixo carbono. Com o estabelecimento de metas claras e sistemas de avaliação consistentes, as certificações de energia verde contribuem para a formulação de políticas energéticas eficazes e oferecem uma estrutura robusta para orientar estratégias de transição energética.

Ao estabelecer padrões rigorosos de autenticidade e proveniência para a energia produzida a partir de fontes renováveis, as certificações reforçam a confiança entre investidores, o público e outros stakeholders. Assim, nivelam o campo econômico para as energias renováveis e possibilitam reconhecimento o valor ambiental que tais fontes proporcionam, destacando seu impacto positivo no meio ambiente.

No cenário brasileiro, a importância dessas certificações é ampliada. Dada a matriz elétrica predominantemente renovável do Brasil, o país se encontra em uma posição estratégica para se beneficiar ainda mais dessas certificações, na medida que podem ajudar a comprovar as baixas emissões de carbono ligadas à sua pauta de exportações. A certificação, portanto, não é apenas uma garantia de autenticidade, mas uma estratégia que potencializa a competitividade, a atração de investimentos e o reconhecimento internacional da renovabilidade da matriz elétrica brasileira.

## **CBAM Europeu e suas implicações na transição energética**

A transição para uma economia de baixo carbono representa um desafio sem precedentes na história da estrutura produtiva global. Diferentemente de outras transformações, ela não é impulsionada primariamente por avanços tecnológicos que resultam em ganhos de produtividade, mas sim pelo crescente consenso político e social sobre a emergência climática. Assim, a cadeia produtiva global enfrenta a pressão de se tornar menos intensiva em carbono. No cenário europeu, o custo relativamente mais alto das energias renováveis



emerge como desafio central. Esse desafio pode ser ainda mais expressivo no caso dos mercados liberalizados, diante da necessidade de investimentos robustos para substituição de tecnologias convencionais, uma vez que o acesso de empresas privadas a capital para aportes tende a ser mais difícil. Diante deste impasse, mercados verdes dedicados surgem como uma solução inovadora. Países como a Dinamarca têm sido pioneiros nesta iniciativa. Nestes mercados, as energias renováveis podem competir em termos de preço e, ao mesmo tempo, serem valorizadas pelo seu impacto ambiental positivo (Morthorst, 2000).

Este cenário torna-se ainda mais complexo com a introdução do CBAM pela União Europeia. Esse mecanismo introduz uma dimensão adicional ao comércio de energia, pois visa taxar as emissões de carbono de produtos importados, potencialmente criando barreiras comerciais para produtos de países que não seguem as metas de redução de emissões da União Europeia. Essa iniciativa destaca a necessidade de uma abordagem global e coordenada para a certificação de fontes renováveis, considerando não apenas aspectos técnicos, mas também as implicações econômicas e políticas da transição energética (Magacho et al., 2022).

O CBAM, inserido no contexto da União Europeia, é uma política que complementa e estabiliza o Sistema de Comércio de Emissões (ETS), incentivando diretamente a renovabilidade elétrica. Com metas ambiciosas, a União Europeia busca uma redução significativa nas emissões de gases de efeito estufa até 2030 e aspira à neutralidade climática até 2050. O ETS, em operação desde 2005, estabelece limites para emissões e permite a negociação de permissões entre operadoras. No entanto, o CBAM surge como uma correção necessária para evitar o “vazamento de carbono”, garantindo que produtos importados também estejam alinhados com os objetivos de redução de emissões (Szulecki et al., 2022).

Como consequência da nova regulação, países que exportam para Europa e que queiram continuar competitivos em termos de exportação precisarão se alinhar com os novos requisitos, investindo em tecnologias de baixa emissão de carbono para sustentar suas relações comerciais. A escolha dos setores foi feita de acordo com critérios específicos, em especial o alto risco de vazamento de carbono e a alta intensidade de emissões. Dessa forma, as regras foram aplicadas para mercadorias dos segmentos do cimento, eletricidade, aço, ferro, fertilizante, alumínio e hidrogênio.

A implementação do CBAM traz implicações significativas para países em desenvolvimento, que podem ver suas exportações para a Europa serem afetadas. Estudos sugerem que nações de renda média e baixa, particularmente no Norte da África e na África Subsaariana, poderiam ser desproporcionalmente afetadas por tais restrições. Dado que a maioria de suas exportações são destinada à UE e apresentam pouca diversificação, esses países encontrariam dificuldades em mitigar os impactos econômicos decorrentes da regulamentação do CBAM. Os Balcãs, na Europa, são outro exemplo de região que pode ser impactada negativamente caso não acelere a transição para uma matriz elétrica mais renovável, tornando suas exportações menos vantajosas no mercado (Magacho et al., 2022).

No entanto, países capazes de ofertar bens produzidos a partir de energias renováveis se posicionarão em vantagem competitiva em relação aos demais. A situação do Brasil é um exemplo disso, uma vez que o país possui o menor fator de emissão em seu *mix* de quando comparado a seus concorrentes exportadores. Consequentemente, a capacidade do Brasil de oferecer bens produzidos a partir de energias renováveis pode colocá-lo em uma posição de liderança nos mercados afetados pelo CBAM.

### **Abordagem multilateral na transição energética**

A transição energética, em sua essência, é um desafio global que exige soluções globais. A cooperação internacional surge como uma ferramenta vital para enfrentar essa tarefa, oferecendo um meio para compartilhar conhecimentos, experiências e recursos. Nesse sentido, políticas bem-sucedidas para fontes renováveis de energia, inovações tecnológicas e estratégias de integração podem ser disseminadas, adaptadas e implementadas em diferentes contextos e realidades. Isso não apenas acelera a curva de aprendizado, mas também previne a reincidência de falhas já identificadas em outros cenários.



Acordos e fóruns internacionais, como o Acordo de Paris, são instrumentos importantes para impulsionar a transição para matrizes predominantemente renováveis. O diálogo e a colaboração podem permitir a coordenação de esforços e o estabelecimento de metas compartilhadas, gerando um compromisso coletivo direcionado à sustentabilidade energética.

O Brasil possui um histórico notável em geração de energia renovável e, devido a esse fato, possui lugar de destaque no cenário energético internacional. A participação ativa do país em acordos e iniciativas internacionais pode não apenas consolidar e expandir sua matriz elétrica renovável, mas também facilitar o caminho para uma transição energética global.

Contudo, a jornada multilateral não está isenta de desafios. Discrepâncias em políticas, regulamentações, perdas e ganhos de postos de trabalho e prioridades nacionais podem se tornar barreiras para a unificação de estratégias e a concretização de iniciativas conjuntas. Questões de financiamento e investimento, particularmente em nações em desenvolvimento, podem representar obstáculos adicionais. Navegar por essas complexidades exige uma dedicação nos esforços de colaboração e diplomacia.

Esse contexto nos mostra que a abordagem multilateral é uma peça-chave no intrincado quebra-cabeça da transição energética, e o Brasil, com a presidência do G20 e a COP 2030, tem papel estratégico no debate. Por meio da união de esforços, conhecimentos e recursos, é possível acelerar a transição para uma matriz elétrica mais renovável, delineando um futuro energético global mais sustentável e resiliente.

### **Considerações finais**

Este ensaio mostra como o Brasil se encontra em uma posição diferenciada no contexto da transição energética em relação aos demais países do mundo por contar com matrizes energética e elétrica muito mais limpas do que a média. Essa posição não o isenta, no entanto, de agir seja para manter ou mesmo aumentar essa renovabilidade, como contribuir, dentro do possível, com a descarbonização de outros países.

A complexidade desses processos exige a constituição de uma estratégia multilateral de atuação para o seu enfrentamento, considerando as características específicas de cada geografia inclusive dentro dos próprios países. Isso passa, por exemplo, pela identificação dos recursos disponíveis que ainda não são aproveitados em todo o seu potencial e um intenso intercâmbio de experiências entre países ou regiões que já se encontram mais avançados na mesma direção.

Ao mesmo tempo, a transição não pode ignorar as regras econômicas, tanto no que diz respeito à limitação de recursos para novos investimentos, como os naturais lobbies de setores que tendem a ser prejudicados pelo processo. As barreiras comerciais criadas nesse contexto, como o CBAM, também têm de ser endereçadas, com a devida revisão das estratégias comerciais dos países para o seu enfrentamento.

Por fim, uma transição efetivamente global requer compreensão e confiança mútuas entre todos os participantes. Para tanto, é fundamental a criação de programas de certificação internacionais que reconheçam as diferentes possibilidades de descarbonização de modo que não haja dúvidas quanto à qualidade e os efeitos de cada processo.

### **Fonte de financiamento**

Não há

### **Conflito de interesse**

Não há

### **Referências**

Dardot, Laura, Barbosa, Marina A., Abreu, Thiago, Silva, Benedito Cláudio, Barros, Regina Mambeli, Tiago Filho, Geraldo Lúcio, & Santos, Ivan Felipe Silva dos. (2023). Assessing the role of the energy reallocation



- mechanism and hybrid generation in reducing risks to the Brazilian electricity grid. *Latin American Journal of Management for Sustainable Development*, 6(1), 60-83. <http://doi.org/10.1504/LAJMSD.2023.132368>
- Empresa de Pesquisa Energética - EPE. (2023a). Relatório Síntese - Balanço Energético Nacional (BEN).
- Empresa de Pesquisa Energética - EPE. (2023b). Matriz energética e elétrica. Recuperado em 8 de agosto de 2024, de <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>
- Fernandes, Elaine Aparecida, & Leite, Gustavo Barros. (2021). Atuação dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para o desenvolvimento sustentável no Brasil. *Revista de Economia Política*, 41(2), 351-371. <http://doi.org/10.1590/0101-31572021-3168>
- International Energy Agency - IEA. (2023). Energy Statistics Data Browser. Paris. Recuperado em 8 de agosto de 2024, de <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser>
- Magacho, Guilherme, Espagne, Étienne, & Godin, Antonie. (2022). Impacts of CBAM on EU trade partners: Consequences for developing countries. *AFD Research Papers*, 238, 1-20.
- Mi, Liu, Jinshan, Han, & Dunnan, Liu. (2019). Research on green certificate trading mechanism of renewable energy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 242(2), 022036. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/242/2/022036>.
- Morthorst, Poul Erik. (2000). The development of a green certificate market. *Energy Policy*, 28(15), 1085-1094. [http://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00094-X](http://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00094-X).
- Szulecki, Kacper, Overland, Indra, & Smith, Ida Dokk. (2022). The European Union's CBAM as a de facto climate club: the governance challenges. *Frontiers in Climate*. *Frontiers in Climate*, 4, 942583. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.942583>.