

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3076

**A CHINA PODE AFETAR A TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA NA AMÉRICA LATINA?
UMA ANÁLISE A PARTIR DO ÍNDICE DE
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO FÓRUM
ECONÔMICO MUNDIAL**

**CARLOS RENATO UNGARETTI
MARCO AURÉLIO ALVES DE MENDONÇA
TICIANA GABRIELLE AMARAL NUNES**



**A CHINA PODE AFETAR A
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA
AMÉRICA LATINA? UMA ANÁLISE
A PARTIR DO ÍNDICE DE
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO
FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL**

**CARLOS RENATO UNGARETTI¹
MARCO AURÉLIO ALVES DE MENDONÇA²
TICIANA GABRIELLE AMARAL NUNES³**

1. Bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos Internacionais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dinte/Ipea). *E-mail*: carlos.ungaretti@ipea.gov.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1599-2941>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Dinte/Ipea. *E-mail*: marco.mendonca@ipea.gov.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7806-4942>.

3. Bolsista do PNPD na Dinte/Ipea; e doutoranda pelo Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Iesp/Uerj). *E-mail*: ticianaral19@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0999-9637>.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL

Ouvidoria: <https://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <https://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Ungaretti, Carlos Renato

A China pode afetar a transição energética na América Latina? Uma análise a partir do índice de transição energética do Fórum Econômico Mundial / Carlos Renato Ungaretti, Marco Aurélio Alves de Mendonça, Ticiania Gabrielle Amaral Nunes. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025.

81 p. : il., gráfs. – (Texto para Discussão ; n. 3076).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Transição Energética. 2. Índice de Transição Energética. 3. Investimentos. 4. China. 5. América Latina. I. Mendonça, Marco Aurélio Alves de. II. Nunes, Ticiania Gabrielle Amaral. III. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IV. Título.

CDD 333.794

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

UNGARETTI, Carlos Renato; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de; NUNES, Ticiania Gabrielle Amaral. **A China pode afetar a transição energética na América Latina?** Uma análise a partir do índice de transição energética do Fórum Econômico Mundial. Rio de Janeiro: Ipea, Jan. 2025. 81 p. (Texto para Discussão, n. 3076). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td3076-port>

JEL: Q01; Q48; Q56; Q58; F02; F6; F15; F35.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/>.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
2 O ÍNDICE DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA (ETI).....	10
3 OS DESAFIOS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O IMPERATIVO DE ACELERAÇÃO	17
4 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA CHINA E NA AMÉRICA LATINA: TRAJETÓRIAS E DESAFIOS.....	26
4.1 A transição energética na China	27
4.2 A transição energética na América Latina	38
5 SINERGIAS E POTENCIALIDADES ENTRE CHINA E AMÉRICA LATINA PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.....	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A.....	77
APÊNDICE B.....	79
APÊNDICE C.....	80

SINOPSE

O objetivo deste trabalho consiste em explorar trajetórias de transição energética na China e América Latina indicando suas sinergias e potencialidades. Partindo de uma descrição do Índice de Transição Energética (Energy Transition Index – ETI) e de uma explicação acerca de sua metodologia, buscou-se mapear a transição energética global, enfatizando seu *momentum* desafiador e o imperativo de sua aceleração. Nesse sentido, identificaram-se estratégias que podem ser concebidas e implementadas para a descarbonização dos sistemas de energia e sublinhou-se a importância da cooperação internacional. Dadas as particularidades nacionais e regionais, observaram-se a evolução e as perspectivas da transição energética na China e na América Latina, sobretudo no que diz respeito às dimensões de equidade, segurança e sustentabilidade. Argumentou-se que a China pode se constituir uma aliada-chave para a transição energética na América Latina, contribuindo para a redução das lacunas de investimento, a diversificação dos sistemas de energia e o desenvolvimento de indústrias verdes.

Palavras-chave: China; América Latina; transição energética; Índice de Transição Energética; investimentos.

ABSTRACT

The objective of this work was to explore energy transition trajectories in China and Latin America, indicating their synergies and potential. Starting from a description of the Energy Transition Index (ETI) and an explanation of its methodology, we sought to map the global energy transition, emphasizing its challenging momentum and the imperative of its acceleration. In this sense, strategies that can be designed and implemented for the decarbonization of energy systems were identified, and the importance of international cooperation was highlighted. Given national and regional particularities, the evolution and perspectives of the energy transition in China and Latin America were observed, especially with regard to the dimensions of equity, security, and sustainability. It was argued that China can constitute a key ally for the energy transition in Latin America, contributing to reducing investment gaps, diversifying energy systems, and developing green industries.

Keywords: China; America Latina; energy transition; Energy Transition Index; investments.

1 INTRODUÇÃO

A transição energética está fortemente associada à crise climática e à necessária descarbonização dos sistemas de energia, responsáveis por cerca de três quartos do total de emissões globais de gases de efeito estufa (GEEs). Por isso, a redução do uso de combustíveis fósseis para geração de eletricidade, transportes e processos industriais torna-se mais do que imprescindível para reduzir o nível de emissões de GEEs e prevenir os efeitos associados ao aumento da temperatura global (Ritchie, 2020).¹

Ao contrário de transições predecessoras, que se estenderam por períodos de tempo prolongados e se notabilizaram mais pela adição de novas fontes de energia e tecnologias associadas do que pela sua substituição (York e Bell, 2019; Fouquet, 2016), os desafios climáticos atuais dotam o processo de transição contemporâneo de singularidades (Singh *et al.*, 2019).

De acordo com a Agência Internacional de Energias Renováveis (International Renewable Energy Agency – Irena), os compromissos climáticos atuais encontram-se aquém do necessário para atingir a meta de limitar o aumento da temperatura em 1,5 °C, conforme estabelecido pelo Acordo de Paris. O ritmo atual é tido como insuficiente. Os esforços de estímulo durante a pandemia representaram uma oportunidade perdida: apenas 6% dos US\$ 15 trilhões em pacotes de recuperação dos países do Grupo dos Vinte (G20) foram direcionados para energias limpas em 2020 e 2021 (Irena, 2022b; 2023b).

O mais recente relatório da Agência Internacional de Energia (International Energy Agency – IEA) recorda que a temperatura global já está em 1,2 °C acima dos níveis pré-industriais e seus impactos já se manifestam em frequentes ondas de calor e eventos climáticos extremos (IEA, 2023c). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC), em seu mais recente relatório, afirmou inclusive que dificilmente a temperatura global ficará abaixo dos 2 °C neste século² (IPCC, 2023). Há, portanto, pouco espaço para mitigação e adaptação, embora o ritmo de crescimento das indústrias verdes seja animador.

1. Mais informações sobre as emissões globais de GEEs disponíveis em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2021&start_year=1990.

2. Caso as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) permaneçam inalteradas até 2030, sem novos compromissos mais ambiciosos, projeta-se que o aumento médio da temperatura global até o fim deste século possa ser de 2,8 °C (IPCC, 2023).

TEXTO para DISCUSSÃO

Desde 2020, os investimentos em energia limpa cresceram 40%, com expectativas que indicam o acréscimo de 500 GW de capacidade renovável apenas em 2023. Enquanto isso, 20% dos veículos vendidos em 2023 foram elétricos, ao passo que, três anos atrás, a proporção era de 1/25 (IEA, 2023c).

Nesse contexto, houve, nos últimos anos, a proliferação de anúncios de metas de neutralidade de carbono por parte de grandes economias, incluindo China, Estados Unidos e União Europeia (UE), as quais, nas preparações para a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26), em 2021, submeteram metas mais ambiciosas de redução de emissões até 2030. Atualmente, cerca de 88% das emissões globais derivadas de combustíveis fósseis encontram-se, de alguma forma, contempladas por algum tipo de meta de carbono zero, englobando 128 países, 92% do produto interno bruto (PIB) global e 85% da população mundial.³

Além dos compromissos de mitigação da crise climática, grandes economias emissoras e países em desenvolvimento têm procurado transformar seus sistemas de energia, bem como assegurar seu funcionamento seguro, sustentável e acessível. Os investimentos “verdes” em energias limpas e a implementação de tecnologias de eficiência energética, além de reduzir danos socioambientais, são fundamentais para a segurança energética e podem impulsionar a competitividade industrial, promovendo, inclusive, bem-estar (Fu *et al.*, 2021; Belaid, Al-Sarihi e Al-Mestneer, 2023). Em razão disso, há crescente priorização por parte dos Estados na alocação de investimentos públicos voltados à inovação, à industrialização sustentável e à descarbonização, conforme expresso nas diretrizes do Ato de Redução da Inflação (Inflation Reduction Act – IRA), nos Estados Unidos, e no Pacto Ecológico Europeu (EU Green Deal) (Guedel e Eichenberger, 2023).

A despeito dos consensos estabelecidos globalmente e dos esforços nacionais e multilaterais existentes na promoção da transição energética, a avaliação de seus progressos e dilemas é complexa. Os países e as regiões se caracterizam por diferentes estágios de desenvolvimento e distintas infraestruturas energéticas, ao mesmo tempo que suas capacidades para conduzir mudanças substantivas em direção aos objetivos de descarbonização e desenvolvimento sustentável são igualmente diferenciadas.

3. Disponível em: <https://eciu.net/netzerotracker>.

Por isso, vários índices⁴ foram desenvolvidos com o objetivo de expressar, comunicar e oferecer panoramas relacionados à transição energética. Esses *rankings* agregam diversos tipos de indicadores e, embora não isentos de críticas, contribuem aos esforços de quantificar e qualificar aspectos referentes ao desempenho dos países, permitindo a realização de comparações e análises que podem ser empregadas para diferentes finalidades, tais como: sublinhar mudanças ao longo do tempo; avaliar progressos em relação aos compromissos nacionais e regionais; informar tendências aos tomadores de decisão, aos formuladores de política e às demais partes interessadas; explorar oportunidades de investimento; e facilitar previsões (Neofytou, Nikas e Doukas, 2020).

Diante da crescente importância associada ao mapeamento dos progressos da transição energética global, o Fórum Econômico Mundial (World Economic Forum – WEF) desenvolveu o Índice de Transição Energética (Energy Transition Index – ETI), entendido como uma ferramenta analítica abrangente, capaz de rastrear o desempenho dos sistemas de energia dos países e as condições que os habilitam a promover a transição energética.

Para os propósitos deste estudo, o ETI será utilizado para subsidiar o mapeamento da transição energética de países selecionados, em particular, sua trajetória ao longo da última década, e contribuir para a concepção de estratégias capazes de acelerar os caminhos de descarbonização dos sistemas de energia. De forma mais específica, assume-se que o índice permitirá a observação da evolução e a prospecção de cenários futuros para a transição energética na América Latina.

A centralidade da China é reconhecida para o atingimento das metas internacionalmente acordadas de mitigação das mudanças climáticas. Embora responsável por cerca de um terço das emissões globais de CO₂ (Ritchie e Roser, 2020), o país asiático atualmente detém a maior capacidade instalada de geração de energia renovável⁵ e se

4. Há diferentes índices compostos que propõem mapear aspectos específicos à temática da transição energética, como segurança, acessibilidade e sustentabilidade, incluindo: Índice de Segurança Energética (Energy Security Risk Index); Índice Multidimensional de Pobreza Energética (Multidimensional Energy Poverty Index – Mepi); Índice de Energia e Desenvolvimento Sustentável (Sustainable Energy Development Index – Sedi); e Índice Trilema de Energia (Energy Trilemma Index) (Kuc-Czarnecka, Olczyk e Zinecker, 2021).

5. De acordo com dados de Irena (2021), a China, sozinha, corresponde a 30% da capacidade hidrelétrica e a 41% da capacidade eólica global, bem como a 37% da potência solar instalada.

consolidou como principal investidor de tecnologias de baixo carbono e medidas de transição energética⁶ (WEF, 2021; BloombergNEF, 2023; Schonhardt, 2023).

Sob os postulados da civilização ecológica,⁷ a China tem alcançado progressos em sua trajetória de descarbonização e promovido diretivas e iniciativas para ampliar os seus investimentos e financiamentos internacionais em projetos de energia renovável e desenvolvimento verde, com implicações potencialmente benéficas em termos de transição energética e desenvolvimento sustentável. A América Latina tem sido destino preferencial desses fluxos de investimento e financiamento, manifestando oportunidades em termos de comércio, investimento e cooperação (Amaral *et al.*, 2023).

Este texto se estrutura em quatro seções, para além desta *Introdução* e das *Considerações Finais*, e tem como principal propósito explorar as complementaridades e sinergias entre China e América Latina no âmbito da transição energética. Na seção 2, tenciona-se explicar a composição e a metodologia de construção do ETI. Em seguida, na terceira seção, realiza-se um mapeamento da transição energética global a partir dos resultados do índice ao longo da última década. Sublinha-se, neste contexto, o papel da cooperação internacional e dos investimentos em energias renováveis para impulsionar a transformação dos sistemas de energia ao redor do mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento, cujo “trilema”⁸ entre crescimento, sustentabilidade e segurança energética se mostra mais presente.

Na quarta seção, apresentam-se a evolução e as perspectivas para transição energética na China e na América Latina, considerando os desafios e progressos em termos da sustentabilidade, segurança e equidade dos sistemas de energia e as respectivas condições facilitadoras para transição. Pretende-se, ao final, analisar as potencialidades e sinergias entre China e América Latina, em particular as possíveis contribuições chinesas para a transição energética na região.

6. Os investimentos em transição energética da China ultrapassaram US\$ 546 bilhões apenas em 2022, incluindo energias solar e eólica, veículos elétricos, baterias e outros, correspondendo a quase quatro vezes o investido pelos Estados Unidos (US\$ 141 bilhões) e superando a União Europeia (US\$ 180 bilhões) (BloombergNEF, 2023; Schonhardt, 2023).

7. Segundo Amaral *et al.* (2023), a descarbonização da matriz energética chinesa, ainda dependente do carvão, alinha-se ao emblema da civilização ecológica, ou ecocivilização, visão central na agenda político-econômica do país. A díade essencial, enfatizada nos discursos oficiais, é a sustentabilidade (descarbonização da economia), sempre acompanhada pelo imperativo do desenvolvimento econômico.

8. As três dimensões que compõem o trilema de energia refletem os objetivos dos países de abordar simultaneamente a sustentabilidade e a mitigação das mudanças climáticas, fortalecer segurança e resiliência energética e construir um sistema de energia que seja justo e acessível (Porter, 2023).

2 O ÍNDICE DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA (ETI)

As origens do ETI remontam às publicações do Índice de Desempenho de Arquitetura Energética (Energy Architecture Performance Index – Eapi), publicado anualmente entre 2013 e 2017. Durante este período, o Fórum Econômico Mundial (World Economic Forum – WEF), em parceria com a Accenture, providenciou um índice composto por três subindicadores, conhecidos como “triângulo energético”: i) crescimento econômico e desenvolvimento; ii) sustentabilidade ambiental; e iii) acesso e segurança energética. O Eapi pretendia explorar as tendências e o desempenho da arquitetura dos sistemas nacionais de energia e fornecer orientações para tornar a transição energética mais efetiva, bem como promover o equilíbrio entre os componentes do triângulo energético (Fu, Lai e Yu, 2021).

O desenvolvimento do ETI buscou ampliar as interpretações possibilitadas pelo Eapi, fornecendo informações não somente sobre o desempenho dos sistemas nacionais de energia, mas também sobre as capacidades dos países em promover a transição energética. Dessa forma, o novo índice seria capaz de refletir a interdependência da transformação dos sistemas de energia com os fatores macroeconômicos, políticos, regulatórios e sociais que determinam a preparação de um país para a transição.

A proposta, portanto, consiste em oferecer uma perspectiva holística para avaliar a transição energética, assumindo que os diversos componentes dentro do sistema e sua associação com aspectos externos ao setor de energia contribuem e integram a complexidade do fenômeno (Kuc-Czarnecka, Olczyk e Zinecker, 2021). A natureza abrangente de sua composição, conforme será detalhado na sequência, se alinha ao crescente entendimento a respeito das implicações mais amplas da transição energética, bem como à sua coevolução com fatores sociotécnicos, políticos e econômicos (Sovacool, 2016; Cherp *et al.*, 2018).

O objetivo principal do ETI consiste, portanto, em monitorar a transição energética e as possibilidades de transformação dos sistemas de energia em um grupo de 120 países,⁹ bem como orientar decisões de investimento, elaborar políticas públicas e aplicar soluções mais limpas e sustentáveis. Doh, Budhwar e Wood (2021) sublinham que o índice funciona como mecanismo de referência, possibilita a realização de análises comparativas e auxilia na definição de prioridades e no alinhamento de políticas e incentivos de mercado. Adicionalmente, constitui instrumento para avaliar o progresso

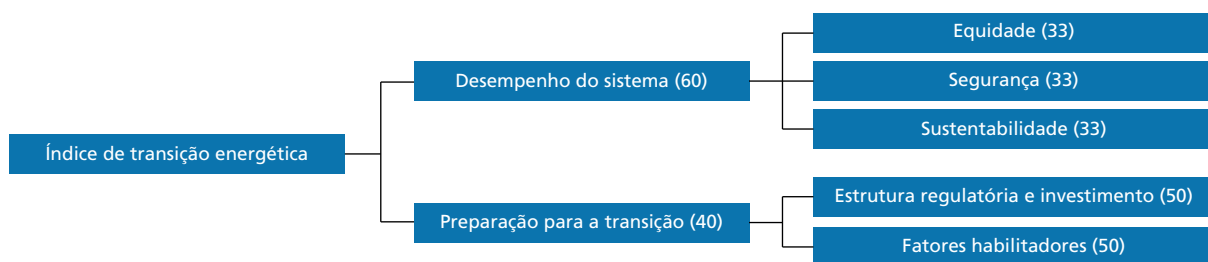
9. É importante ressaltar uma lacuna relevante: a Rússia, uma das principais potências energéticas do mundo, não está na base da WEF em sua edição mais atualizada.

TEXTO para DISCUSSÃO

de diferentes países em relação ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular o ODS 7, que prevê o acesso universal, confiável e sustentável à energia.¹⁰

A estrutura mais recente adotada pelo ETI possibilita observar o desempenho atual dos sistemas de energia dos países (*system performance*) e suas capacidades para efetivar caminhos de transição energética (*transition readiness*) por meio de cinco componentes ponderados: i) equidade e inclusão; ii) segurança; iii) sustentabilidade; iv) estrutura regulatória e investimento; e v) fatores habilitadores (figura 1).

FIGURA 1
Composição dos subíndices do ETI
(Em %)



Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/in-full/a1-methodology/>.

Elaboração dos autores.

A dimensão desempenho do sistema fornece uma avaliação do sistema energético com base em três dimensões do já mencionado triângulo energético, a saber:

- equidade;
- segurança energética; e
- sustentabilidade ambiental.

Esta estrutura conceitual reconhece as interconexões e a centralidade para a gestão e o funcionamento de sistemas sustentáveis de energia. Na visão dos formuladores

10. De acordo com o último relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre os ODS, o ritmo atual de progresso em direção às metas de energia sustentável é insuficiente para alcançar o objetivo 7 até 2030. Melhorias na eficiência energética precisarão acelerar para alcançar a meta climática de reduzir as emissões de GEEs. Centenas de milhões de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade, enquanto o progresso lento em relação ao uso de combustíveis limpos para cozinhar significa que a saúde de 2,4 bilhões de pessoas está em risco. Além disso, persistem disparidades enormes no acesso à energia sustentável, deixando os mais vulneráveis ainda mais para trás (UNSTATs, 2022, p. 40).

do ETI, o objetivo primordial da transição energética efetiva deveria ser pautado pela otimização de resultados das três categorias citadas, tornando possível a construção de um sistema seguro, acessível, sustentável e inclusivo (WEF, 2021; 2022; 2023).

A *equidade energética* constitui o ponto de vista sobre o qual é avaliada a acessibilidade a formas modernas e limpas de energia, além da manutenção de preços competitivos para atividades econômicas e da proteção de consumidores vulneráveis. A *segurança energética* compreende a confiabilidade do fornecimento de energia, bem como a resiliência das redes elétricas e do sistema de energia como um todo. Já a *sustentabilidade ambiental* combina avaliações de eficiência energética, descarbonização e progressos em direção a sistemas limpos de energia (WEF, 2023).

A diferença do ETI para os outros índices, como o Índice Trilema de Energia¹¹ (WEC, 2022), consiste justamente na proposta de compreender a preparação de um país para a transição energética por meio de apreciações multicriteriais. O segundo pilar do índice (preparação para a transição ou *transition readiness*) se baseia no reconhecimento de que o progresso da transição energética em um país também é determinado pela criação de um ambiente de capacitação robusto, efetivo e multidimensional (Singh *et al.*, 2019).

A avaliação da preparação de um país decorre da presença ou ausência de um ecossistema composto por dimensões facilitadoras, incluindo a disponibilidade de investimento e capital, estabilidade de instituições e governança, efetividade da regulamentação e do compromisso político, suporte de um ambiente de negócios inovador, formação de capital humano e capacidade da estrutura do sistema de energia em acomodar mudanças (Hund *et al.*, 2018).

Então, o ETI é composto por dois subíndices, sendo a composição de cada um baseada em diferentes dimensões. O cálculo de cada uma das dimensões resulta da agregação de indicadores individuais¹² (quadro 1).

11. O triângulo energético já era, em parte, medido pelo Eapi, índice predecessor do ETI, e outros índices compostos, como Índice Trilema de Energia, também se propuseram a estabelecer diagnósticos semelhantes. Igualmente conhecido pela sigla ETI, o trilema de energia é composto por avaliações a respeito da segurança energética, da sustentabilidade ambiental e da equidade energética de um país, refletindo a sua capacidade em atender a demanda de energia atual e futura, prover acesso de energia de modo universal e acessível e concretizar a transição do sistema de energia em paralelo com a redução de danos ambientais e impactos climáticos (WEC, 2022).

12. O detalhamento dos indicadores presentes em cada dimensão está disponível no apêndice A.

QUADRO 1**Indicadores individuais e dimensões do ETI**

Subíndice	Dimensões	Indicadores
Desempenho do sistema (60%)	Equidade e inclusão (33%)	Acesso à energia
		Acessibilidade energética
		Desenvolvimento econômico
	Sustentabilidade ambiental (33%)	Eficiência energética
		Energia limpa
		Mitigação de gases do efeito estufa (GEEs)
	Segurança (33%)	Segurança no fornecimento
		Resiliência
		Confiabilidade
Preparação para a transição (40%)	Estrutura regulatória e investimento (50%)	Regulação e compromisso político
		Finanças e investimento
	Fatores habilitadores (50%)	Educação e capital humano
		Inovação
		Infraestrutura

Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/in-full/a1-methodology/>.

Para Neofytou, Nikas e Doukas (2020), o ETI contribui para o mapeamento da transição energética global por meio de indicadores que se ocupam em atender a complexidade do fenômeno e sua interdependência com fatores econômicos (crescimento e desenvolvimento, capital e investimento), ambientais (sustentabilidade), energéticos (segurança de acesso e matriz energética), políticos (compromisso e regulamentação), institucionais (governança e sistema de inovação) e sociais (educação e participação).

Embora balizada por uma ampla gama de indicadores, o índice enfrenta críticas em relação à falta de clareza em sua seleção e atribuição de pesos (Overland *et al.*, 2019). Há questionamentos quanto à consistência dos critérios de avaliação devido às relações funcionais entre os indicadores e a ausência de uma estrutura coerente para a agregação dos dados (Neofytou, Nikas e Doukas, 2020).

Além disso, a escolha dos indicadores e a atribuição de pesos são criticadas por não oferecerem justificativas substanciais, incluindo variáveis de importância marginal e distorções que podem superestimar ou subestimar certos aspectos (Kuc-Czarnecka, Olczyk e Zinecker, 2021). Cabe recordar que a atribuição de pesos iguais em índices

compostos,¹³ embora de fácil entendimento, carece de evidências empíricas quanto à importância relativa das variáveis na transição energética e pode não refletir as prioridades individuais dos países em suas jornadas de transição (Fu, Lai e Yu, 2021).

A despeito das dimensões globais atreladas à transição, as decisões são de fato tomadas localmente por formuladores de política, empresários e consumidores. As circunstâncias específicas podem e devem influenciar a priorização de variáveis ou mesmo a atribuição de pesos distintos para avaliação da transição energética de países ou grupo de países. Nesse sentido, o ETI não teria necessariamente a pretensão em se constituir como “recurso definitivo para o planejamento da transição energética”, mas uma ferramenta analítica que possibilita identificar áreas para melhoria e que pode ser adaptável aos contextos específicos dos países (Singh *et al.*, 2019, p. 3).

A transição energética e sua velocidade de efetivação dentro de um universo nacional dependem de uma variedade de fatores, incluindo o contexto específico de cada país ou região, a disponibilidade de recursos e tecnologia, o nível de vontade política e apoio público e a urgência da crise climática.

O relatório mais recente do WEF (2023) propõe uma comparação entre países, separando-os em grupos de acordo com suas trajetórias de transição, a partir de quatro categorias que distribuem os países a partir da pontuação atual de cada dimensão do triângulo energético e das taxas de crescimento dessas pontuações entre 2020 e 2023, conforme a seguir descrito.

- 1) Países líderes (*leading countries*): estão à frente na transição energética, exibem pontuações acima da média nas dimensões do triângulo energético e registram taxas de crescimento positivas ao longo dos últimos três anos.
- 2) Países avançados (*advancing countries*): apresentam progressos em direção a uma transição energética mais efetiva e exibem pontuações abaixo da média em dimensões distintas, mas registram taxas de crescimento positivas.
- 3) Países estáveis (*stabilizing countries*): estão mantendo seu desempenho atual e exibem pontuações acima da média, embora registrem taxas de crescimento negativas.

13. A atribuição de pesos iguais em índices compostos vem sendo debatida sob a perspectiva de robustez e interpretação de pontuações agregadas. Os índices compostos são amplamente utilizados e influentes, em particular na esfera da economia do desenvolvimento. Contudo, há controvérsias relacionadas à seleção arbitrária dos pesos dos componentes. Há considerações metodológicas, especialmente nas etapas de ponderação e agregação, das quais surgem críticas importantes (Seth e McGillivray, 2018; Greco *et al.*, 2019).

TEXTO para DISCUSSÃO

- 4) Países em risco (*at-risk countries*): enfrentam desafios significativos em suas trajetórias de transição energética e apresentam pontuações abaixo da média, bem como taxas de crescimento negativas.

QUADRO 2

Distribuição dos países nas quatro categorias ou quadrantes, por dimensão do desempenho do sistema de energia

Dimensão	Equidade	Segurança	Sustentabilidade
Países líderes	26% da população mundial	51% do fornecimento global de energia	11% das emissões globais
Países avançados	36% da população mundial	14% do fornecimento global de energia	77% das emissões globais
Países estáveis	11% da população mundial	14% do fornecimento global de energia	Menos de 1% das emissões globais
Países em risco	17% da população mundial	10% do fornecimento global de energia	4% das emissões globais

Fonte: WEF (2023).

Elaboração dos autores.

Os países ocidentais de alta renda são considerados de economia avançada¹⁴ e ocupam posições de liderança na transição energética, sobretudo nas dimensões de equidade e segurança, embora com desempenhos inferiores na dimensão da sustentabilidade. As economias da Ásia, América Latina e África subsaariana ocupam cerca de 60% das posições consideradas em risco nas dimensões de equidade e segurança. Já as economias emergentes e em desenvolvimento da Ásia e os países do Oriente Médio e Norte da África são aqueles considerados em risco na dimensão da sustentabilidade.¹⁵

A lista dos vinte primeiros colocados no *ranking* do ETI é dominada pelos países do Ocidente, com exceção de Brasil, China e Hungria (tabela 1). Esse panorama reforça as disparidades existentes em relação aos diferentes estágios de desenvolvimento socioeconômico e o reconhecimento de que as nações possuem características heterogêneas e capacidades diferenciadas para promover trajetórias consistentes de descarbonização, aspecto que encontra correspondência no princípio das “responsabilidades comuns porém diferenciadas” (*common but differentiated responsibilities – CBDR*),¹⁶

14. A classificação dos países de acordo com seu nível de desenvolvimento e/ou região encontra-se detalhada no apêndice B.

15. Para uma apreciação detalhada, consultar apêndice C.

16. O princípio se resume nisto: devem arcar com a maior parte dos reparos os países que, historicamente, mais contribuíram para a criação do problema climático e os países que contam com a capacidade de arcar com os custos da implementação da agenda climática (Amaral *et al.*, 2023).

tradicionalmente defendido pelos países em desenvolvimento nas negociações internacionais do clima (Jinnah, 2017).

TABELA 1**Vinte primeiros colocados no ranking do ETI (2023)**

Posição	País	Classificação e/ou região	ETI	Desempenho do sistema	Preparação para a transição
1ª	Suécia	Economia avançada	78,5	81,0	74,8
2ª	Dinamarca	Economia avançada	76,1	73,7	79,8
3ª	Noruega	Economia avançada	73,7	77,3	68,3
4ª	Finlândia	Economia avançada	72,8	68,9	78,6
5ª	Suíça	Economia avançada	72,4	75,7	67,4
6ª	Islândia	Economia avançada	70,6	73,9	65,6
7ª	França	Economia avançada	70,6	73,3	66,5
8ª	Áustria	Economia avançada	69,3	69,2	69,5
9ª	Holanda	Economia avançada	68,8	65,7	73,5
10ª	Estônia	Economia avançada	68,2	74,2	59,2
11ª	Alemanha	Economia avançada	67,5	64,6	71,9
12ª	Estados Unidos	Economia avançada	66,3	68,4	63,2
13ª	Reino Unido	Economia avançada	66,2	67,7	64,0
14ª	Brasil	América Latina e Caribe	65,9	68,9	61,3
15ª	Portugal	Economia avançada	65,8	66,7	64,5
16ª	Espanha	Economia avançada	65,0	65,1	64,7
17ª	China	Ásia emergente e em desenvolvimento	64,9	65,0	64,8
18ª	Hungria	Europa emergente e em desenvolvimento	64,3	68,8	57,5
19ª	Canadá	Economia avançada	64,2	66,7	60,3
20ª	Luxemburgo	Economia avançada	64,2	61,5	68,2

Fonte: WEF (2023).

Elaboração dos autores.

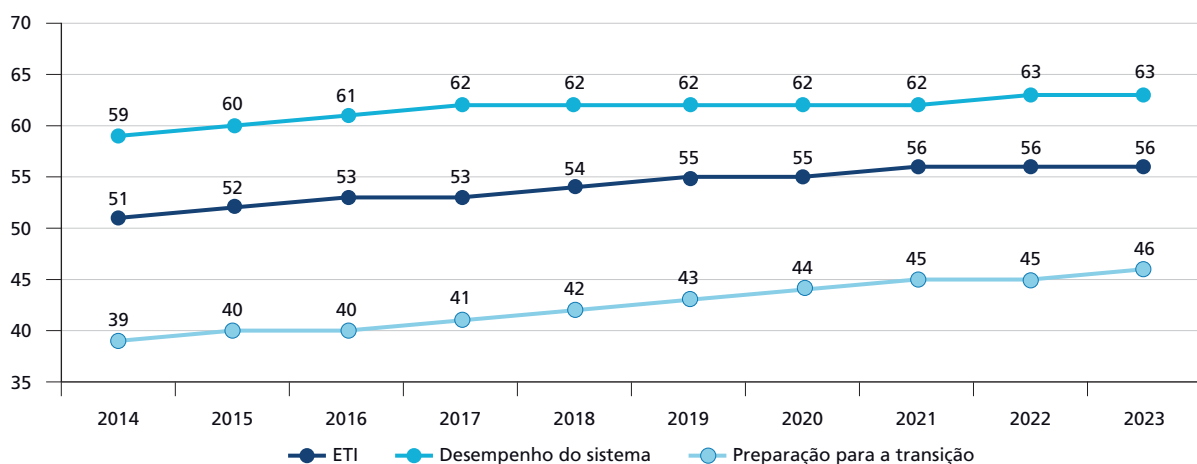
O panorama contemporâneo se caracteriza pela existência de inúmeros desafios para a efetivação da transição energética global e o atingimento das metas climáticas internacionalmente acordadas. Os choques externos dos últimos anos impuseram dilemas fundamentais aos países em termos de equidade, segurança e sustentabilidade, tornando as perspectivas para a transição energética mais incertas e a necessidade de sua aceleração mais evidente.

3 OS DESAFIOS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O IMPERATIVO DE ACELERAÇÃO

O mais recente relatório *Fostering Effective Energy Transition* (WEF, 2023) apresentou o balanço do ETI ao longo do período de 2014 a 2023, detalhando os progressos e desafios dos 120 países mapeados pelo índice. Durante esse período, as pontuações globais cresceram de forma sucessiva a cada ano. A dimensão da preparação para a transição teve incremento de 19%, impulsionada pelos países emergentes e em desenvolvimento, mas apenas 6% das nações obtiveram melhoria na dimensão desempenho do sistema (gráfico 1).

GRÁFICO 1

Pontuações globais do ETI e de seus subíndices (2014-2023)



Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/#report-nav>.

Cerca de 113 países progrediram em suas pontuações, embora apenas 55 tenham obtido avanços superiores a 10%. Notavelmente, grandes centros emergentes de demanda por energia, como Índia, China e Indonésia, encontram-se dentro desse grupo. Apenas 41 países alcançaram ganhos constantes ao longo da década passada,¹⁷ entendidos estes como melhorias consistentemente acima da média, sugerindo a dificuldade de sustentar progressos e a inerente complexidade da transição energética.

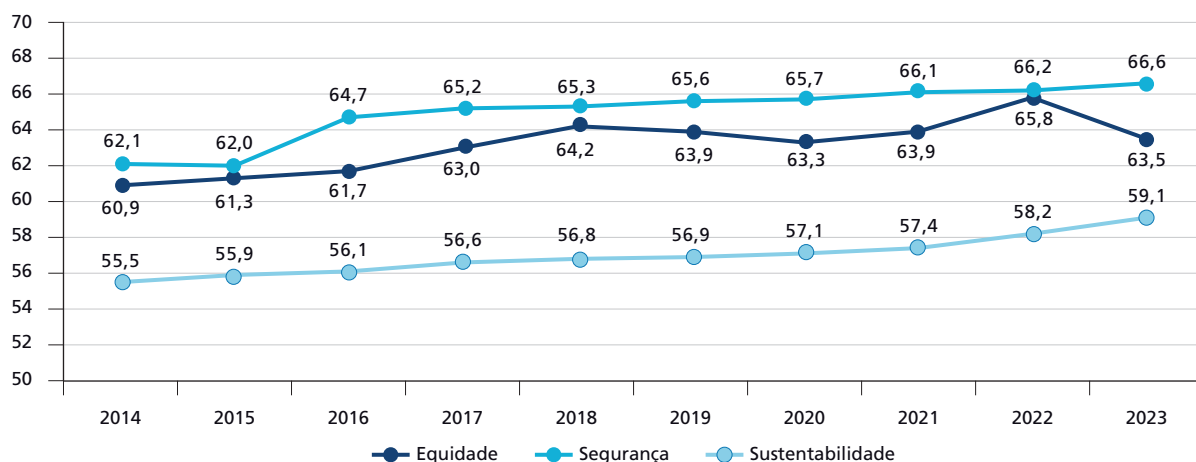
17. Embora muitas economias avançadas estejam progredindo na transição energética, quatorze países emergentes e em desenvolvimento também se destacaram por seus avanços. Em termos de melhorias, Azerbaijão, Quênia, Paraguai e Zimbábue se sobressaíram neste grupo de países.

Os crescentes desafios em relação à equidade e à inclusão na transição energética impactaram a pontuação média global do ETI e contribuíram para a sua estagnação nos últimos três anos. Ou seja, há significativos obstáculos para a promoção de uma transição assentada no equilíbrio entre as dimensões do triângulo energético, principalmente nos países em desenvolvimento, mais vulneráveis às ações e aos efeitos da crise climática, além de apresentarem capacidades reduzidas em comparação aos países ocidentais. As desigualdades manifestam o desafio de não somente promover estratégias para garantir a segurança e a sustentabilidade, mas também o acesso a recursos para efetivar caminhos justos e equitativos de transição (Antje *et al.*, 2023).

A volatilidade nos mercados de energia, causada por fatores econômicos e geopolíticos, gerou choques de preços, agravando a pobreza energética. O contexto adverso impactou a competitividade de indústrias intensivas em energia e elevou os custos dos subsídios, implicando riscos ao crescimento econômico. Os países de baixa renda foram desproporcionalmente afetados, enfrentando inflação nos combustíveis e alimentos. Houve também volatilidade e incertezas nos mercados financeiros, com níveis crescentes de endividamento e custos de empréstimo acentuadamente mais elevados (Guénette, Kenworthy e Wheeler, 2022).

GRÁFICO 2

Pontuações das dimensões do triângulo energético (2014-2023)



Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/#report-nav>.

Seguindo a redução sem precedentes da demanda por energia causada pela pandemia em 2020, observou-se no ano seguinte a retomada do consumo e da atividade econômica, resultando em desequilíbrios substanciais nos mercados de energia,

com elevação de preços e crescimento significativo das emissões de GEEs (Belaid, Al-Sarihi e Al-Mestneer, 2023). A situação ainda foi agravada pelo desenrolar do conflito russo-ucraniano, conformando uma “tempestade perfeita” que, embora tenha a Europa em seu núcleo, repercutiu em todas as regiões do globo (WEC, 2022).

Os desdobramentos desse cenário significaram obstáculos à equidade e ao crescimento, bem como à segurança energética e à sustentabilidade ambiental:

(...) altos preços de energia colocam riscos para o crescimento econômico e elevam o custo de vida. Progressos no acesso à energia foram paralisados e países começaram a enfrentar riscos eminentes de segurança energética. O consumo de combustíveis fósseis também aumentou substancialmente, impulsionando as emissões para os níveis mais altos na história. O contexto atual sublinha alguns dos dilemas inerentes da transição energética (WEF, 2022, p. 7).

A desintegração das cadeias de suprimento de petróleo e gás, em particular o fornecimento de hidrocarbonetos russos para o mercado europeu,¹⁸ impulsionou os preços do gás natural para níveis sem precedentes, excedendo US\$ 250,00 por barril equivalente de petróleo (*barrel of oil equivalent* – BOE),¹⁹ repercutindo também em elevações nas cotações do carvão, que atingiram patamares recordes, e do petróleo, que ultrapassou a marca dos US\$ 100,00 BOE no primeiro semestre de 2022. Altos preços de gás e carvão corresponderam a 90% das elevações nos custos globais de eletricidade, cujos efeitos impulsionaram pressões inflacionárias e criaram riscos eminentes de recessão (IEA, 2022d, p. 19).

A inflação nos preços de energia impõe sérios riscos de acessibilidade ao fornecimento de eletricidade para comunidades mais vulneráveis. Estima-se que cerca de 75 milhões de pessoas que recentemente obtiveram acesso à eletricidade²⁰ podem

18. O contexto de desarticulação do fornecimento de energia para a Europa ainda envolveu episódios de sabotagem aos gasodutos Nord Stream, construídos para transportar gás natural da Rússia para a Europa. Em setembro de 2022, foram identificados grandes vazamentos na infraestrutura do Nord Stream 1 e 2, elevando as incertezas em relação ao abastecimento do mercado europeu (Majkut *et al.*, 2022).

19. Unidade utilizada para converter um volume de gás natural em um volume de óleo. É utilizada para comparar, ou converter, em equivalência térmica, um volume de gás natural com um volume de óleo. Por barril, refere-se a uma unidade de medida de volume, equivalente a 158,98 litros, ou 0,15898 m³. Disponível em: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/glossario>.

20. Os avanços no acesso à eletricidade foram mais significativos na Ásia e aparentemente mostram-se mais resilientes se comparados ao continente africano. Houve elevação do acesso à eletricidade em 2020. Desde 2000, quase 1,2 bilhão de asiáticos ganharam acesso à eletricidade. Em 2020, identificou-se taxa de 97% de acesso à eletricidade na região, em comparação aos 67% em 2000. A Índia foi responsável por cerca de dois terços deste progresso. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>.

perder a capacidade de pagá-la, resultando na elevação do número total de pessoas sem acesso à eletricidade no mundo,²¹ ao passo que aproximadamente 100 milhões podem retornar para a dependência de lenha para cozinhar, em vez de soluções mais limpas (IEA, 2022d).

Em resposta às adversidades econômicas e às incertezas geopolíticas, os governos adotaram medidas para lidar com os desafios do fornecimento de energia, incluindo a elevação da geração a partir do carvão²² (Tollefson, 2022). O resultado foi um crescimento de 0,9% – ou 321 megatoneladas (Mt) – das emissões de CO₂ relacionado ao setor de energia em 2022, atingindo um patamar recorde de mais de 38,8 gigatoneladas (Gt). Esse crescimento foi, contudo, inferior ao esperado,²³ ficando abaixo dos 6% de crescimento de 2021, que significaram a emissão de 2,1 Gt de CO₂ relacionados apenas ao setor energia (IEA, 2023a; 2022b).

Mais recentemente, houve aparente alívio de algumas das pressões mais imediatas da crise energética global, embora os mercados de energia e a economia mundial permanecessem instáveis, com riscos contínuos. Os preços internacionais de combustíveis fósseis decaíram do pico atingido em 2022, apesar de seguirem voláteis com a continuidade do conflito na Ucrânia e dos possíveis riscos de conflitos prolongados no Oriente Médio (IEA, 2023c).

As vulnerabilidades no acesso à energia colocaram a segurança energética como prioridade²⁴ e impuseram implicações de curto e longo alcance para a descarbonização

21. O número de pessoas ao redor do mundo que vivem sem eletricidade aumentou quase 20 milhões em 2022, chegando a quase 775 milhões, constituindo o primeiro aumento global desde que a IEA começou a rastrear os números há vinte anos. A maior parte desse aumento teria ocorrido na África subsaariana, onde o número de pessoas sem acesso está quase voltando ao seu pico de 2013 (Cozzi *et al.*, 2022).

22. O aumento dos preços do gás natural e a competição global pelo combustível impulsionou a demanda por carvão para geração de energia, à medida que os países tentam reduzir sua dependência dos suprimentos de energia russos e buscam alternativas relativamente mais baratas. Alguns países reativaram usinas a carvão, enquanto outros aumentaram a produção, visando expandir as exportações. Estima-se que o consumo global de carvão aumentou 1,2% em 2022, ultrapassando oito bilhões de toneladas em um único ano pela primeira vez (Energy..., 2022; Imahashi, 2022).

23. Apesar da substituição de gás por carvão em muitos países, a ampliação do uso de tecnologias de energia limpa ajudou a evitar um adicional de 550 Mt em emissões de CO₂. A redução na produção industrial, especialmente na China e na Europa, também contribuiu para uma diminuição de 102 Mt em emissões derivadas de processos industriais (IEA, 2023a).

24. No caso da UE, por exemplo, a segurança energética foi priorizada a fim de atenuar os impactos da guerra na Ucrânia. As medidas adotadas incluem a diversificação dos fornecedores, em especial o crescimento das importações de gás natural liquefeito (GNL) dos Estados Unidos e do Oriente Médio, bem como a aceleração da transição energética por meio de políticas como o REPowerEU, voltadas ao crescimento das fontes renováveis e à exploração de fontes alternativas, como o hidrogênio verde (Al-Saidi, 2023).

dos sistemas de energia (Belaid, Al-Sarihi e Al-Mestneer, 2023). Embora o foco das discussões tenha se concentrado nas estratégias de segurança energética dos países europeus, principais compradores de petróleo e gás russo, o contexto de crise energética impactou também os países em desenvolvimento, em especial as nações importadoras de combustíveis fósseis.²⁵

Diante de um contexto de insegurança energética (Bordoff e O'Sullivan, 2023), vários países têm perseguido estratégias duais de diversificação, visando fortalecer a segurança energética tanto por meio de alternativas em suas matrizes de energia quanto na diversificação dos parceiros de importação.²⁶ A ampliação do leque de fornecedores dilui riscos de choques externos, enquanto a incorporação da variedade de fontes de energia limpa provavelmente se ampara em potenciais de geração nacional ou regional (Bricout *et al.*, 2022).

A intensificação dos esforços para construir matrizes intensivas em fontes de baixo carbono implica, portanto, sinergias entre sustentabilidade e segurança, com mitigação das emissões e redução de vulnerabilidades no longo prazo. As energias renováveis são atualmente as opções mais competitivas em diversas localidades, com redução de 89% dos custos médios de projetos solares fotovoltaicos de grande escala entre 2010 e 2022, embora incorram em elevados custos iniciais de capital. A queda nos custos da energia eólica também foi representativa, da ordem de 69% para empreendimentos em terra (*onshore*) e de 59% para projetos *offshore* durante o mesmo período (Irena, 2023c).

Ampliar a utilização das energias renováveis, em conjunto com estratégias robustas de eficiência energética, consiste no caminho mais realista para atingir a meta de reduzir as emissões pela metade até 2030, conforme recomendado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC).²⁷ A eficiência energética representaria a primeira etapa da transição para

25. De acordo com Irena (2022), aproximadamente 80% da população mundial habita países que são importadores líquidos de energia. Esses países contemplam tanto nações desenvolvidas (Alemanha, Itália e Japão) quanto em desenvolvimento, em especial da África e do Sudeste Asiático.

26. Segundo mapeamento da WEF (2022), 11 das 34 economias avançadas dependem exclusivamente de três parceiros comerciais para mais de 70% de suas importações de combustíveis. Da mesma forma, 10 de 18 economias emergentes da Ásia, 27 de 30 países da América Latina e 26 de 46 da África Subsaariana dependem de apenas três países para a maioria de suas importações de combustíveis.

27. De acordo com os cenários avaliados pelo IPCC, limitar o aquecimento em 1,5 °C requer que as emissões de GEE atinjam o pico antes de 2025 e sejam reduzidas em 43% até 2030 (The Evidence..., 2022).

sistemas de energia de baixa emissão, oferecendo soluções rápidas e econômicas²⁸ para reduzir a intensidade energética e o consumo de fontes fósseis (Nam e Jin, 2021).

Gielen *et al.* (2019) também argumentam que a eficiência energética e as energias renováveis constituem elementos primordiais para construir sistemas de energia de baixo carbono, enquanto suas sinergias são igualmente importantes, podendo contribuir com até 94% das reduções de emissões até 2050.²⁹ A eletrificação emerge como uma área-chave que expressa essas convergências, constituindo uma megatendência na qual o uso de combustíveis para produção de energia é reduzido, o consumo de energia assume a forma de eletricidade e os processos industriais e as atividades sociais se tornam menos dependentes de fontes fósseis (Aalto *et al.*, 2021).

As tendências e perspectivas relacionadas à eletrificação se alinham às recomendações da Irena (2022b; 2023b), que sublinham a importância de avanços associados à “próxima fronteira” da transição energética, centrada na descarbonização de setores de uso final, como transportes, processos industriais e aquecimento doméstico, ainda largamente dependentes de combustíveis fósseis.³⁰ Em contrapartida, os incentivos para a eletrificação, impulsionados pelo crescimento das energias renováveis, exigem a tomada de ações para endereçar desafios técnicos nos sistemas de energia e garantir a estabilidade e a confiabilidade das redes elétricas, bem como reduzir sua vulnerabilidade (Beyza e Yusta, 2021).

A modernização dos sistemas elétricos será fundamental para assegurar a integração de áreas com elevado potencial de geração de energia limpa e renovável com centros consumidores. Igualmente fundamental é o desenvolvimento de novas soluções de flexibilidade, como baterias, e de incentivos para a adoção de aplicações tecnológicas

28. As ações podem incluir a construção de sistemas de aquecimento e refrigeração residenciais mais eficientes, o fomento às práticas de economia circular, a substituição de lâmpadas convencionais por LED, a melhoria dos sistemas de climatização comerciais e industriais, investimentos na construção de veículos e motores menos poluentes, a expansão do uso de transporte público, entre outros, conforme disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency#tracking>.

29. De acordo com os cenários estipulados pelo estudo, as energias renováveis seriam responsáveis por 41% das reduções, enquanto os ganhos de eficiência energética representariam 40% do total. Medidas de eletrificação combinadas com energias renováveis contabilizariam pelos outros 13%. Neste cenário, a parcela das energias renováveis precisaria crescer para 63% do total da oferta primária de energia até 2050.

30. Embora a descarbonização de setores da indústria pesada se mostre como um desafio de maior magnitude, ações de eletrificação que contribuem para a mitigação de emissões incluem a adoção de veículos elétricos para transporte individual e coletivo e bombas de calor em sistemas residenciais e comerciais de aquecimento (WEF, 2022; Irena, 2022b; 2023b).

capazes de acomodar a oferta e a demanda por energia distribuída (Tai *et al.*, 2022; Lei, 2023).

De forma similar, Gielen *et al.* (2019, p. 47) ressaltam que:

será necessária infraestrutura para integrar as tecnologias. Isso incluirá redes inteligentes de carregamento para veículos elétricos; novas interconexões transfronteiriças de eletricidade de baixa perda; linhas de transmissão de super alta voltagem – possivelmente subterrâneas – para enviar quantidades massivas de energia de áreas com recursos eólicos ou solares abundantes para centros de demanda; redes de aquecimento urbano; e estratégias de gerenciamento de biomassa. Sem essa infraestrutura, a comercialização e implantação em massa de tecnologias de baixo carbono para a transição energética não ocorrerão no prazo.

Diferentemente das fontes fósseis de energia, marcadas pela distribuição desigual de recursos finitos e por produção e processamento centralizados em determinados países, as fontes renováveis são abundantes e intermitentes, ao passo que sua geração é descentralizada e dependente de minerais estratégicos para a produção de equipamentos e tecnologias (Abrão, 2022; Paltsev, 2016; O’Sullivan, Overland e Sandalow, 2017).

Nesse contexto, há desafios associados à necessidade de acesso contínuo a minerais como lítio, cobalto, níquel e cobre, essenciais para a fabricação de painéis solares, turbinas eólicas e baterias. Embora a demanda por esses minerais deva aumentar significativamente em razão do crescimento das energias renováveis e das tecnologias de baixo carbono,³¹ sua produção é mais concentrada do que a dos setores fósseis (petróleo e gás), o que pode suscitar novos dilemas de segurança e dependência por insumos e parceiros comerciais (Gaspar Filho e Santos, 2022), além de riscos ambientais relacionados aos processos de extração e descarte de baterias e dispositivos elétricos.

A aceleração da transição e a eliminação de fontes intensivas em emissões, em particular do carvão, requerem a expansão contínua da capacidade não somente de

31. Os tipos de recursos minerais utilizados variam de acordo com a tecnologia: lítio, níquel, cobalto, manganês e grafite são cruciais para o desempenho e a longevidade de baterias, enquanto elementos de terras raras são indispensáveis para a produção de ímãs permanentes utilizados em turbinas eólicas e motores elétricos. As redes elétricas necessitam de enormes quantidades de alumínio, enquanto o cobre se notabiliza por ser a pedra angular de todas as tecnologias associadas à eletricidade. Em um cenário compatível com o cumprimento dos objetivos do Acordo de Paris, a demanda por esses minerais deve aumentar significativamente, superando os 40% para cobre e elementos de terras raras, 60%-70% para níquel e cobalto e quase 90% para o lítio (IEA, 2022c).

fontes alternativas como a solar e eólica, mas também de outras fontes de baixo carbono. A Irena (2022; 2023a) estipula que o caminho de 1,5 °C, que prevê reduções de 37 Gt de emissões anuais de CO₂ até 2050, exige investimentos em hidrogênio verde e seus derivados, bem como na captura e no armazenamento de carbono (*carbon capture and storage* – CCS) e de bioenergia associada à captura e ao armazenamento de carbono (*bioenergy with carbon capture and storage* – BECCS).³²

A insuficiência de financiamento para implementar essas soluções na escala necessária constitui um dos principais obstáculos para assegurar a redução de emissões e o crescimento inclusivo e sustentável. Em última instância, a transição energética depende de crescentes investimentos e financiamentos verdes para promover a descarbonização dos sistemas de energia, em especial nos países em desenvolvimento, que necessitam ampliar o acesso à energia e, simultaneamente, reduzir suas emissões de GEEs (Bhattacharyya, 2021; Belaid, Al-Sarihi e Al-Mestneer, 2023).

Atualmente, cerca de US\$ 1,50 é gasto em tecnologias de energia limpa para cada dólar gasto em combustíveis fósseis, mas até 2030, no cenário previsto de emissões líquidas zero, cada dólar gasto em combustíveis fósseis deveria ser superado por US\$ 5,00 em energia limpa e por US\$ 4,00 em eficiência e usos finais. Isso significa que os investimentos em energias limpas precisariam aumentar para mais de US\$ 4 trilhões por ano até 2030, aproximadamente o triplo dos atuais US\$ 1,3 trilhão aplicados (IEA, 2022d).

O atendimento às necessidades de investimento em energia renovável e transição energética envolve, necessariamente, o apoio de entidades públicas e atores privados, que ainda se caracteriza por ser restrito em países em desenvolvimento, onde sua necessidade é mais elevada.³³ A provisão de financiamento público internacional, combinada com outros determinantes ligados a políticas de atração e incentivos dos países hospedeiros, constitui um forte impulsionador dos investimentos nos países em desenvolvimento, cumprindo o papel de mobilizar o capital privado em direção às energias renováveis (Ragosa e Warren, 2019).

32. As seis avenidas tecnológicas e suas respectivas contribuições para a redução das emissões são: i) energias renováveis (25%); ii) eficiência energética (25%); iii) eletrificação (20%); iv) hidrogênio (10%); v) CCS (6%); e vi) BECCS (14%) (Irena, 2022b).

33. Embora os investimentos em transição energética tenham aproximadamente dobrado ao longo da última década, China, Estados Unidos e UE foram as responsáveis por mais de 80% do total (BloombergNEF, 2022). Em contrapartida, o continente africano, com cerca de 40% do potencial global de energia renovável, atraiu apenas 2% dos investimentos globais ao longo da última década (Ferris, 2021; Irena e AfDB, 2022).

Nesse contexto, é imprescindível fortalecer e coordenar ações de cooperação internacional para mobilizar recursos financeiros, compartilhar conhecimentos e tecnologias, reforçar capacidades institucionais e promover padrões globais de eficiência energética. Os países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento (OCDE) e do G20 deveriam liderar o caminho ao promover investimentos em energia limpa, criar mecanismos para viabilizar a transição energética e encerrar o apoio à infraestrutura baseada em carvão, além de estimular o diálogo político para a transição energética e fornecer apoio inicial de mercado para atender às necessidades de países emergentes e em desenvolvimento (Quitrow *et al.*, 2019).

Os compromissos globais de mitigação das mudanças climáticas contribuíram para reduzir a disposição dos países a financiar usinas de carvão no exterior nos últimos anos. Em 2021, Japão e Coreia do Sul se comprometeram a encerrar o apoio financeiro para a construção de usinas termelétricas a carvão no exterior, decisão que foi seguida pela China (Li, Li e Bo, 2022). Os três países corresponderam a 95% dos financiamentos transfronteiriços em projetos de carvão desde 2013 (Liu, Wang e Wang, 2021).

O compromisso da China foi publicizado antes da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-26), sediada em Glasgow, onde o tema do financiamento público para usinas de carvão se situou no centro das discussões. A baixa proporção das fontes eólica e solar no âmbito dos financiamentos do Banco de Desenvolvimento da China (China Development Bank – CDB) e do Banco de Exportação e Importação da China (The Export Import Bank of China – Chexim)³⁴ contrapõe os avanços obtidos pela China em termos de investimento em renováveis e outras medidas de transição energética (Morton, 2022).

Atualmente, a China se destaca como centro de inovação em diversas tecnologias de baixo carbono, como veículos elétricos e sistemas de transmissão e armazenamento, liderando ainda a manufatura e exportação de painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas (Amaral *et al.*, 2023; Grinzstejn, Rodriguez e Estill, 2022). O país asiático foi responsável pela produção global de 80% dos painéis solares e de 60% das turbinas eólicas e baterias de veículos elétricos (White, 2023; Allison, 2023).

A China reúne, portanto, condições que a colocariam em uma posição singular para contribuir com os esforços de transição energética nos países em desenvolvimento.

34. De acordo com a China's Global Energy Finance (CGEF), o CDB e o Chexim financiaram cerca de US\$ 80 bilhões em projetos de geração de energia no exterior entre 2000 e 2021. Deste total, projetos solares e eólicos receberam apenas US\$ 698 milhões e US\$ 649 milhões, respectivamente, ou menos de 2% do total. Dados disponíveis em: <https://www.bu.edu/cgp/>.

O país asiático dispõe de robusta indústria eólica e solar, se posiciona crescentemente como fonte de investimento externo direto (IED)³⁵ em energias alternativas e outras tecnologias energéticas e desfruta de experiência acumulada no provimento combinado de financiamento, tecnologia e serviços de construção para projetos de infraestrutura (Bandhari *et al.*, 2022; Cabré, Gallagher e Li, 2018).

Como forma de equalizar esse descompasso, o governo chinês emitiu diretivas nos últimos anos centradas na elevação dos padrões socioambientais tanto de seus investimentos quanto de financiamentos internacionais, acrescentando expectativas para o atingimento das metas globais de desenvolvimento sustentável e mitigação das mudanças climáticas. As novas diretrizes³⁶ encorajam o crescente envolvimento de empresas e bancos chineses em empreendimentos de energia limpa no exterior e o atendimento a padrões socioambientais mais rigorosos (Nedopil *et al.*, 2021; Sandalow *et al.*, 2022).

Os laços econômicos, políticos, sociais e institucionais entre a China e os países da América Latina se aprofundaram ao longo das últimas décadas, com gradativo envolvimento de entidades chinesas em negócios e atividades no setor de energia da região. Com base nos resultados do ETI, pretende-se, na sequência, explorar as sinergias desse relacionamento na esfera da transição energética, considerando as distintas trajetórias de transição e as complementaridades e oportunidades existentes.

4 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA CHINA E NA AMÉRICA LATINA: TRAJETÓRIAS E DESAFIOS

O ETI pode ser uma ferramenta útil para descrever os panoramas da transição energética na China e na América Latina, em especial quando combinado ao uso de outros dados e indicadores econômicos e socioambientais. O índice permite observar as duas trajetórias: o desempenho dos sistemas de energia e as condições habilitadoras para a transição energética.

35. Desde 2018, os fluxos de IED chinês em energias alternativas praticamente duplicaram, subindo de US\$ 21 bilhões para mais de US\$ 38 bilhões, segundo dados da China Global Investment Tracker (CGIT). Dados encontram-se disponíveis em: <https://www.aei.org/china-global-investment-tracker/>.

36. Destacam-se, até o momento, as *Diretrizes para Proteção Ambiental Ecológica em Projetos de Cooperação e Construção de Investimento Estrangeiro*, que encorajam as empresas a priorizarem projetos verdes e de alta qualidade no exterior, e as *Orientações de Desenvolvimento Verde* para projetos da Nova Rota da Seda (Belt and Road Initiative – BRI), que estipulam um sistema de classificação de empreendimentos de acordo com o risco ambiental estimado que representam (Amaral *et al.*, 2023).

De um lado, observa-se que na China os principais desafios residem na composição da matriz energética, ainda caracterizada pela elevada dependência por fontes fósseis de energia, em particular o carvão. O país asiático, contudo, tem alcançado avanços significativos em termos de expansão da capacidade de energia renovável, fenômeno que reflete sua liderança produtiva e tecnológica.

Por outro, a América Latina se destaca pela sustentabilidade de seus sistemas energéticos, menos intensivos em emissões, devido à elevada participação hidrelétrica nas matrizes de geração. A região também apresenta significativo potencial para expandir o uso de fontes limpas de energia, principalmente a eólica e a solar, cuja participação no fornecimento de eletricidade tem crescido nos últimos anos. Isso não significa a inexistência de desafios, presentes sobretudo nas dimensões de equidade e segurança energética, tampouco de imperativos associados à melhoria da preparação da região para a transição energética.

4.1 A transição energética na China

A China ocupa hoje a 17ª posição no *ranking* do ETI/WEF, com pontuação de 64,9. Apesar de possuir trajetória socioeconômica intensiva em fontes fósseis e, consequentemente, emissões, o país tem elevado seu compromisso com a descarbonização do sistema energético e estabelecido medidas e regulamentos voltados para a promoção das energias renováveis e de outras tecnologias de baixo carbono. Essas medidas têm proporcionado resultados positivos nos indicadores chineses, ainda que persistam desafios impeditores de transição mais acelerada.

De acordo com o WEF, a China apresenta boa performance do sistema e prontidão para transição energética. Melhorias na diversificação do fornecimento de eletricidade e na modernização da rede, com aumento da participação das fontes renováveis, estão entre os principais motores desse desempenho, ainda que a matriz energética siga predominantemente fóssil devido à alta utilização de carvão. Já no escopo de prontidão para a transição, o país apresentou comportamento positivo nos indicadores de financiamento e investimento, capital humano e educação, infraestrutura e crescimento e desenvolvimento econômico. No entanto, apesar da elevação substancial dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) (na ordem de 35% nos últimos dez anos), a performance de inovação possui margens para melhorias (WEF, 2023).

É pertinente destacar, contudo, a grande variação regional desses indicadores. Shen *et al.* (2023) agruparam 282 cidades chinesas em cinco categorias funcionais com base na sua estrutura de produção industrial e PIB *per capita*: i) cidades de produção de

energia (52); ii) cidades industriais (93); iii) cidades de serviços (44); iv) cidades de alta tecnologia (16); e v) cidades menos desenvolvidas (77). As pontuações médias do ETI variaram entre esses grupos, com as cidades de alta tecnologia a obterem a pontuação mais elevada (71,9) e as cidades de produção de energia, a mais baixa (36,3). Cidades de serviços (58,4), cidades industriais (45,7) e outras cidades (44,5) ficaram no escopo intermediário. Diferenças significativas na prontidão para a transição contribuíram para a heterogeneidade entre os grupos. As cidades de serviços e de alta tecnologia exibiram pontuações de prontidão para a transição notavelmente mais elevadas que as demais.

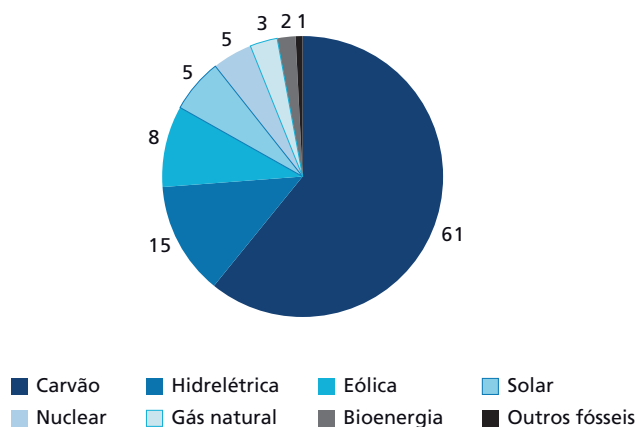
Yang *et al.* (2023) destacam que as discrepâncias na transição para o uso de energias renováveis nas cidades chinesas foram notáveis entre as regiões ocidental e oriental. Nas regiões sudoeste e noroeste, como Sichuan, Yunnan, Qinghai, Gansu e Guangxi, observou-se uma expressiva adoção de fontes de energia renovável. Em contrapartida, as cidades com proporção inferior de consumo de energia renovável concentraram-se principalmente no nordeste, norte e leste da China, especialmente em Heilongjiang, Liaoning, Shandong e Anhui.

A China ainda depende fortemente dos combustíveis fósseis, sobretudo do carvão, fonte que constitui aproximadamente 61% da geração de energia elétrica (gráfico 3). O uso de usinas hidrelétricas ocupa a segunda posição na geração de eletricidade. Embora responsável por apenas 14% da energia elétrica, o país abriga as cinco maiores usinas do mundo em potencial de geração.³⁷

GRÁFICO 3

Geração de eletricidade na China, por fonte de energia (2022)

(Em %)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

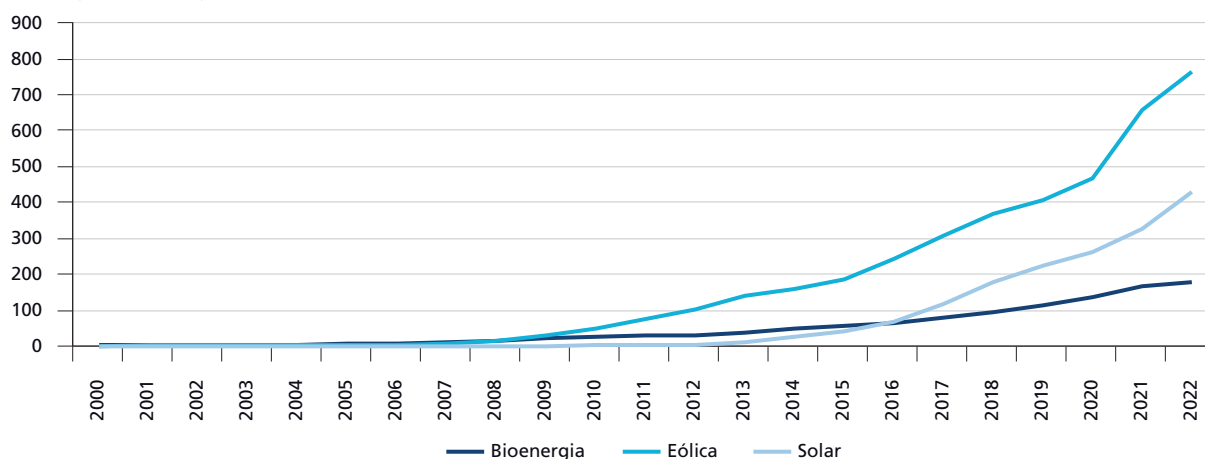
37. Three Gorges, Baihetan, Xiluodu, Wudongde e Xiangjiaba.

TEXTO para DISCUSSÃO

A utilização da capacidade hidrelétrica tem se mantido relativamente estável ao longo das últimas décadas, mas a energia eólica, responsável pelo abastecimento de 8% da eletricidade gerada no país, registrou expressivo aumento desde o início do século. Entre 2001 e 2011, a geração de energia por meio de fonte eólica passou de 0,7 terawatts-hora (TWh) para 74,1 TWh, enquanto no período entre 2012 e 2022 o aumento foi para 762 TWh. A mesma tendência foi registrada em relação à energia solar, cuja geração de eletricidade de 2012 a 2022 passou de 3,5 TWh para 427 TWh³⁸ (gráfico 4).

GRÁFICO 4

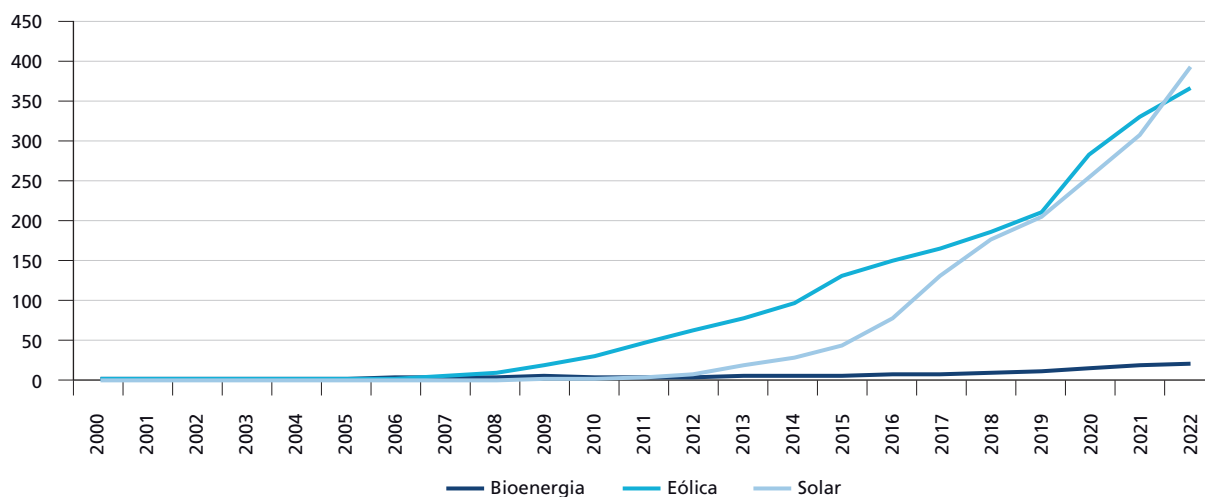
Geração de eletricidade a partir de fontes limpas de energia (2000-2022) (Em TWh)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

Expansão proporcional pôde ser verificada em relação à capacidade instalada das energias renováveis, excetuando-se a hidrelétrica, que já registrava maior índice de aproveitamento nas décadas anteriores e tem se mantido estável. De acordo com Röeder e Welfle (2019), o aumento da capacidade de bioenergia enfrenta obstáculos significativos devido aos custos comparativamente elevados associados à produção de eletricidade. Estes custos devem-se principalmente às tecnologias existentes que se baseiam, em grande parte, em métodos convencionais de centrais elétricas, tais como a combustão direta de combustíveis sólidos ou a utilização de subprodutos gasosos da biomassa em turbinas a gás ou motores a gás.

38. O crescimento das energias eólica e solar permitiu que a representação combinada de ambas as fontes subisse para cerca de 14% do total da geração de eletricidade na China, em 2022, processo que tem contribuído para um declínio relativo no consumo de carvão. Entre 2000 e 2023, a participação do carvão na geração de eletricidade reduziu de mais de 78% para cerca de 60%, apesar da expansão de cerca de 1000 TWh para aproximadamente 5400 TWh.

GRÁFICO 5**Capacidade instalada a partir de fontes limpas na China (2000-2022)**
(Em GW)

Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

A economia chinesa está significativamente interligada ao mercado energético global. A importação do petróleo bruto representa mais da metade do seu consumo total (IEA, 2021). Devido ao seu posicionamento geográfico, a economia chinesa é particularmente suscetível a flutuações no mercado internacional do petróleo, tendo em vista que a maior parte de suas importações passa pelo estreito de Malaca.

Motivado por questões de segurança energética, necessidade de fornecimento abrangente e ininterrupto de eletricidade e aquecimento, eficiência na produção, compromissos climáticos, entre outros, o governo chinês tem direcionado foco especial à diversificação da estrutura energética com substancial atenção ao incremento das fontes renováveis.

Conforme evidenciado nos gráficos 4 e 5, apesar de o carvão ainda compor a maior parcela do suprimento energético, o aumento da participação das fontes renováveis tem se mostrado constante e expressivo.

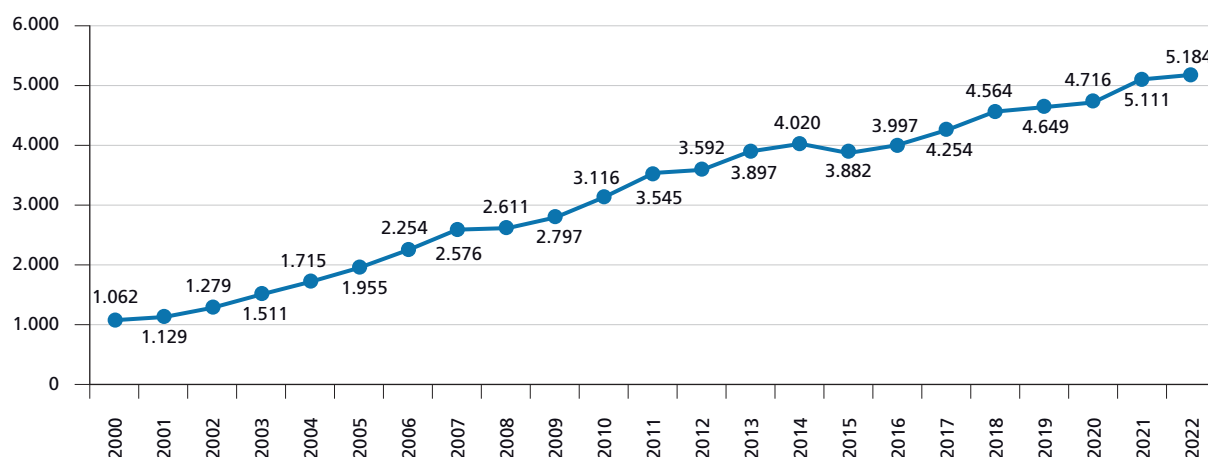
Como se sabe, a combustão de fontes fósseis contribui significativamente para a poluição atmosférica e permanece como a principal fonte de emissões de GEEs, cujo maior emissor, a China, contribui com quase um terço (27%) da emissão global de dióxido de carbono (China..., 2022).

TEXTO para DISCUSSÃO

Em 2022, a China registrou leve redução (1,5%) nas emissões, em parte devido à política de covid zero. Apesar da pandemia, as emissões chinesas cresceram 1,2% em 2020 e 6,0% em 2021 (gráfico 6). Comparativamente, os Estados Unidos e a UE (respectivamente responsáveis pela segunda e terceira posição nas emissões globais de CO₂) registraram aumentos respectivos de 3,2% e 0,5% nas emissões em 2022 em comparação com 2021, sendo os níveis de emissões em 2019 ligeiramente diferentes (0,9% inferiores nos Estados Unidos e 0,4% superiores na UE).³⁹

GRÁFICO 6

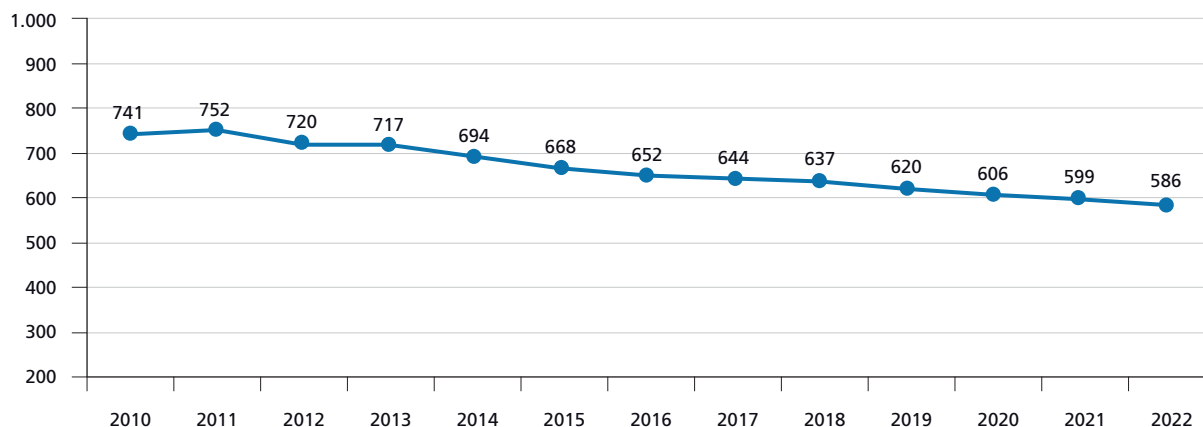
Emissões de CO₂ do setor de geração de energia da China (Em MtCO₂e)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

Em contrapartida, em conformidade com os compromissos firmados na Conferência de Copenhague, a China logrou reduzir a intensidade de CO₂ em 48,4% em 2020 em comparação com o nível de 2005. Essa redução tem se mostrado gradual e constante desde a última década. Na Cúpula da Ambição Climática realizada em Paris, em 2020, o presidente Xi afirmou ainda que a China “adotaria políticas e medidas mais vigorosas” para 2030, incluindo a redução da intensidade de CO₂ em mais de 65% abaixo dos níveis de 2005 (Chaney e Godement, 2021).

39. A título de comparação, as emissões da Índia continuaram a crescer rapidamente, aumentando 7% em 2022 em comparação com 2021, e previa-se que o país pudesse ultrapassar a UE como o terceiro maior emissor do mundo em 2023. As emissões da Rússia, quinto maior emissor, aumentaram entre 2019 e 2021, mas diminuíram 1,8% em 2022 (Liu *et al.*, 2023).

GRÁFICO 7**Intensidade de emissões no setor de geração de eletricidade da China
(2010-2022)**
(Em gCO₂e/kWh)

Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

Adicionalmente, a China tem obtido êxitos consideráveis referentes aos esforços de conservação e eficiência energética. A intensidade energética⁴⁰ teve queda superior a 70%, passando de 3,4 tce por 10.000 renmimbi (RMB), em 1980, para 0,74 tce por 10.000 RMB, em 2020. Durante as últimas duas décadas, os esforços chineses representaram metade da economia global de energia (UNCTAD, 2023).

Essas tendências opostas refletem, de um lado, as necessidades de abastecimento energético de uma das maiores economias, que expandiu em ritmo intenso nas últimas décadas, e, de outro, indícios de uma gradual diversificação da matriz energética em direção a maior utilização de fontes renováveis e ganhos de eficiência conduzidos por políticas e incentivos motivados por fatores como os citados.

O crescimento expressivo de cerca de 10% ao ano do PIB chinês desde o período de reforma e abertura, iniciado no final da década de 1970, resultou na expansão da economia até 2020 em cerca de 100 vezes (China..., 2022). Com a entrada na Organização Mundial do Comércio (OMC) e o aumento substancial do seu comércio exterior, as necessidades

40. O conceito de intensidade energética refere-se à quantidade de energia necessária por unidade de produção ou atividade de modo que usar menos energia em determinado processo reduz seu valor. O cálculo utilizado para mensurar a intensidade energética é a unidade de consumo de energia por unidade monetária (Martínez, Ebenhack e Wagner, 2019). Medidas também usualmente aplicáveis são toneladas de carvão equivalente (tce), toneladas de petróleo equivalente (toe) e outras. Frequentemente o termo é usado em associação com o conceito de eficiência energética. À medida que a eficiência energética aumenta, a intensidade por unidade diminui, gerando economia de energia.

vinculadas à geração de eletricidade, à indústria, aos transportes, à infraestrutura e a outros setores em expansão associados a esse crescimento impulsionaram a demanda energética na China em cerca de seis vezes nos últimos vinte anos, tanto em termos absolutos quanto *per capita* (Ember, 2023).

O governo chegou a proibir a construção de novas centrais elétricas a carvão em 2016 e sua utilização diminuiu. No entanto, quando a proibição expirou, em 2018, a construção de novas fábricas voltou a acelerar. Em 2020, a China construiria três vezes mais capacidade de produção de energia a carvão do que o resto do mundo combinado, de acordo com o Global Energy Monitor e o Centro de Investigação sobre Energia e Ar Limpo (Maizland, 2021). Hoje, o país é o maior produtor mundial na área e responsável por cerca de metade do carvão consumido no mundo (Myllyvirta, 2023).

As emissões de partículas finas (PM_{2,5}), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de azoto (NO_x) excederam substancialmente a capacidade de absorção ambiental das grandes cidades chinesas, como em 80% em Beijing, 50% em Tianjin e 70% em Hebei, em 2014. Algumas cidades registraram poluição atmosférica grave, com concentração média de PM_{2,5} anual de 93 microgramas por metro cúbico (µg/m³), excedendo o padrão recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (China..., 2020).

Em termos de compromisso político, a China estabeleceu um quadro abrangente conhecido como a política “1+N”. Em que “1” representa o documento político que descreve os princípios orientadores para alcançar as metas de pico e neutralidade da China; e “N” abrange um plano de ação em conjunto com documentos complementares destinados a reduzir as emissões de carbono e a facilitar a transição para uma economia verde em vários setores. As ações da China visam quatro áreas principais: energia, indústria, construção urbana e rural, economia circular e transporte (UNCTAD, 2023).

O plano de ação fornece um roteiro para a concretização dos objetivos climáticos para 2030 e 2060, incluindo metas concretas nas áreas mencionadas. O plano cita a meta bastante ambiciosa de reduzir o consumo de energia não fóssil em 80% até 2060 e atingir o consumo de petróleo durante o 15º Plano Quinquenal (2026-2030). Entre as metas específicas, estão a manutenção da capacidade doméstica de processamento de petróleo bruto em 1 bilhão de toneladas até 2025, pelo menos 50% da eletricidade transmitida por meio de novas linhas construídas para fontes renováveis e 40 GW de capacidade hidrelétrica instalada, sobretudo na região sudoeste (NDRC, 2021). As demais metas setoriais são resumidas no quadro 3.

QUADRO 3**Principais metas do Plano de Ação**

Setor	Principais metas
Energia	Aumentar para 25% a capacidade instalada de fontes eólica e solar até 2030.
	Reduzir em 65% as emissões de CO2 por unidade do PIB até 2025 em comparação ao nível de 2005.
	Reduzir o consumo de energia não fóssil em 80% até 2060.
	Atingir o consumo de petróleo durante o 15º Plano Quinquenal (2026-2030).
	A capacidade doméstica de refinação primária de petróleo bruto será mantida abaixo de 1000 milhões de toneladas métricas até 2025.
	Pelo menos 50% da eletricidade transmitida por meio de novas linhas construídas para fontes renováveis até 2025.
	40 GW de capacidade hidrelétrica instalada, sobretudo na região sudoeste, até 2025.
Construção	8% do uso de energia por fontes renováveis.
	50% de cobertura fotovoltaica nos telhados de edifícios públicos recém-construídos e de fábricas.
Transportes	40% dos veículos fabricados serão elétricos até 2030.
	70% das viagens domésticas serão realizadas por meios ecológicos em cidades com populações de 1 milhão de pessoas ou mais até 2030.
Economia circular	Elevação da quantidade de resíduos sólidos a granel reciclados anualmente para cerca de 4 bilhões de toneladas métricas até 2025 e em mais meio bilhão para 2030.
	Reciclagem dos principais recursos reutilizáveis, incluindo sucata de aço, cobre, alumínio, chumbo, zinco, resíduos de papel, plástico, borracha e vidro reciclados para 450 milhões de toneladas métricas até 2025 e 510 milhões até 2030.
	Criação de um sistema básico de triagem para resíduos domésticos urbanos, com taxa de reciclagem de 60%, com elevação para 65% em 2030.

Fonte: Boer e Danting (2022).

É possível constatar, em contrapartida, certo ceticismo ou até mesmo o reconhecimento tácito por parte do governo da inviabilidade da concretização de algumas medidas importantes da agenda de transição. Não há meta prevista para a redução do nível absoluto de emissões de CO2, apenas em relação à continuidade das metas de diminuição da intensidade energética.

Não foram incorporadas metas referentes às emissões provenientes de outros GEEs, como o metano, por exemplo, ainda que a China tenha se comprometido com sua redução na Declaração de Glasgow. O plano reconhece ainda que o carvão continuará desempenhando um papel substancial no sistema energético chinês nos próximos anos, sobretudo devido a questões relacionadas à segurança energética (UNDP, 2021).

O planejamento de médio prazo contendo objetivos, metas e instrumentos da política de descarbonização são encontrados nos Planos Quinquenais (Five Year Plans – FYPs) do governo. A partir do 11º FYP, estão descritas as metas de conservação e adição de capacidade de fontes energéticas. Ao atingir os objetivos de elevar a participação das energias renováveis para mais de 20% da geração de eletricidade antes de 2025, o governo chinês anunciou que pretende elevar a meta para um terço até o mesmo prazo (Energy..., 2022). Os objetivos de reduzir a intensidade energética e de emissões de CO₂ em 13,5% e 18%, respectivamente, e de diminuir a geração de eletricidade a partir de fontes fósseis para 39%, introduzidas no 14º FYP, ainda estão em andamento, sendo este último particularmente distante da realidade até o presente (Liu *et al.*, 2023).

De acordo com o último FYP, o desenvolvimento do sistema energético chinês envolverá cinco objetivos principais: i) segurança energética “mais segura e sólida”; ii) transição energética de baixo carbono “notavelmente eficaz”; iii) aumento “significativo” da eficiência energética; iv) melhoria “óbvia” da capacidade de inovação; e v) melhoria contínua dos serviços energéticos gerais (14FYP..., 2022).

Cabe mencionar as medidas adotadas nos âmbitos fiscal e tributário, que proporcionaram incentivos e subsídios importantes às indústrias verdes paralelamente a uma maior regulação e oneração direcionadas às atividades poluidoras. Houve uma série de incentivos tributários para desonerar empresas e governos locais engajados em investimentos de P&D e para estimular as indústrias verdes. Empresas qualificadas envolvidas na prevenção e no controle da poluição, por exemplo, podem usufruir de uma taxa preferencial reduzida de imposto de renda corporativo. Paralelamente, a geração de energia a partir de fontes renováveis, incluindo hidrelétricas, tornou-se elegível para deduções fiscais que variam de 50% a 100% do Imposto sobre Valor Adicionado (IVA).⁴¹

Finalmente, desde a última década, a China dominou os investimentos globais em tecnologias de baixo carbono, representando quase metade do total. Em 2022, o país destinará US\$ 546 bilhões em investimentos, abrangendo energia solar e eólica, veículos elétricos e baterias, aproximadamente quatro vezes o montante investido pelos Estados Unidos (US\$ 141 bilhões) e pela UE (US\$ 180 bilhões) (Schonhardt, 2023).

O gráfico 8 mostra o quanto a China tem se destacado recentemente nos investimentos em energias renováveis, tendo sido responsável pela maior parcela das novas adições anuais de recursos no período entre 2019 e 2023. Os investimentos do país

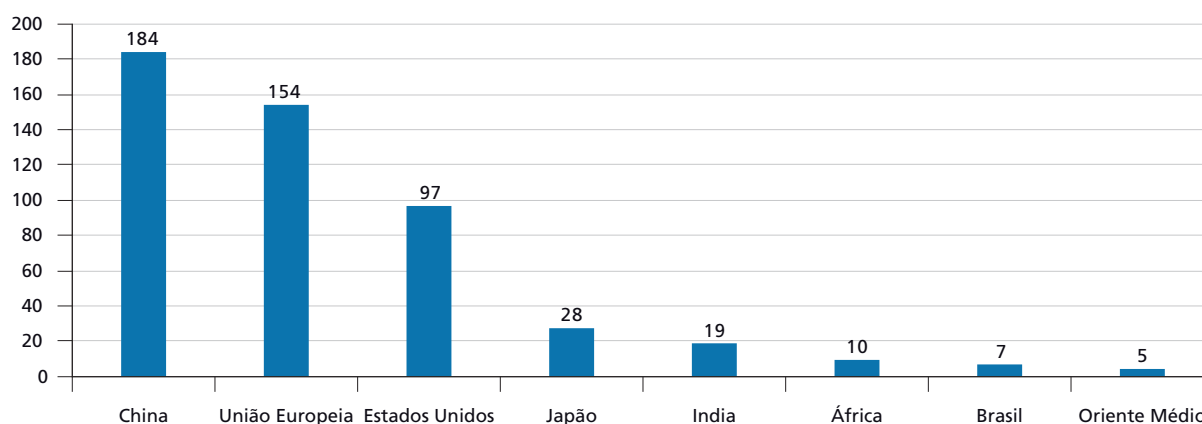
41. Disponível em: <https://taxsummaries.pwc.com/peoples-republic-of-china/corporate/taxes-on-corporate-income>.

superaram, inclusive, montantes despendidos por regiões inteiras como UE, África e Oriente Médio.

GRÁFICO 8

Investimento anual em energias renováveis: países e regiões selecionados (2019-2023)

(Em US\$ bilhões)



Fonte: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/increase-in-annual-clean-energy-investment-in-selected-countries-and-regions-2019-2023>.

Consequentemente, a China se tornou também a “fábrica do mundo” dos equipamentos utilizados na geração de energia a partir de fontes renováveis e referência na fabricação de veículos elétricos e outras tecnologias de baixo carbono (Hawkins e Cheung, 2023). A tendência é que esse ritmo de expansão permaneça nos próximos anos, com aproximadamente 379 GW de capacidade solar potencial em grande escala e a maior parte dos 371 GW de capacidade eólica potencial prevista para instalação até o final de 2025. Se concretizada, esta capacidade prospectiva tem o potencial de elevar a frota eólica global em quase 50% e impulsionar as instalações solares globais de grande escala em 85% em comparação com os níveis atuais, sinalizando o êxito da meta estabelecida no 14º FYP de atingir 1.200 GW em energia solar e eólica até 2030 (MEI et al., 2023).

O rápido desenvolvimento das tecnologias de baixo carbono e a expansão da inovação do setor na China são outros elementos que podem ser atribuídos às políticas de incentivo implementadas.

Enquanto em 1990 as empresas chinesas quase não obtiveram patentes internacionais, nos anos 2000, apesar de um aumento significativo, a atividade geral permaneceu comparativamente baixa em comparação com os seus homólogos globais.

Em contraste, a partir de 2018-2019, elas conquistaram destaque em âmbito mundial ao registarem aproximadamente seis vezes mais patentes internacionais para baterias e energia solar fotovoltaica, e oito vezes mais para tecnologias de veículos elétricos em comparação aos registros de 2008-2009. No total, o número de patentes relacionadas com energia na China aumentou quase quarenta vezes entre 2000 e 2020 (IEA, 2021).

Assim, pode-se argumentar que a China não é mais apenas uma fábrica do mundo da produção de equipamentos de transição energética, mas também laboratório no qual são pesquisadas e desenvolvidas as tecnologias capazes de afetar o combate à crise climática. Entre 2010 e 2019, cerca de 2.659 novas patentes foram registradas por empresas, inventores e instituições chinesas em energias renováveis, sendo 1.803 referentes à energia solar e 360, à eólica (Nurton, 2020).

Segundo o relatório *Tracking Clean Energy Innovation: focus on China*, da IEA (2022a), o fato de cerca de 80% das patentes chinesas nessas tecnologias também estarem hoje protegidas no exterior sugere que a qualidade das pesquisas chinesas melhorou e que sua transição de importador de tecnologia para inovador foi resultado de uma abordagem única, que abarcou a formação de *joint-ventures* e parcerias corporativas, um grande mercado interno, políticas de atração de mercado, apoio à promoção de recursos e forte competição interempresarial baseada em tecnologia.

No contexto da aceleração das mudanças climáticas e dos alertas sobre as consequências irreversíveis de seus desencadeamentos, as ações da China em matéria de transição energética têm impactos fundamentais nas perspectivas globais para o êxito dos objetivos de mitigação.

Muitos avanços foram devidos à combinação de incentivos políticos e investimentos (públicos e privados) na promoção da descarbonização da economia chinesa, sobretudo pelo aumento da participação das energias renováveis na matriz energética chinesa, bem como em outras tecnologias, como os veículos elétricos. Como resultado, o país assumiu a liderança no desenvolvimento tecnológico das indústrias verdes. Combinando esses avanços com os incentivos ao combate às mudanças climáticas e à poluição, há perspectivas promissoras de que a transição energética de baixo carbono na China continuará se expandindo nos próximos anos.

Contudo, não é possível minimizar os desafios intrínsecos à descarbonização de uma economia altamente carbonífera, cujo sistema de geração de eletricidade permanece muito dependente do recurso em questão. Não apenas o carvão constitui importante fonte de receitas para províncias produtoras como Mongólia Interior, Shanxi

e Shaanxi, como a China é ainda sua maior importadora mundial (Myllyvirta, 2023). Incentivos à produção de carvão seguem existindo na China, assim como, apesar de declarações emitidas pelo alto escalão político e das novas diretrizes de investimentos e financiamentos no exterior, os projetos executados por seus bancos e empresas ainda sejam substancialmente fósseis (Bridle *et al.*, 2016).⁴² Portanto, o balanço dos avanços e recuos logrados pelo país em transição energética será crucial para acessar as possibilidades de mitigação das mudanças climáticas no futuro.

4.2 A transição energética na América Latina

A América Latina comporta 9% da população global, 6% do fornecimento mundial de energia e 4% das emissões anuais de GEEs, com significativa heterogeneidade em termos de dotação de recursos naturais, configuração dos sistemas de energia e políticas de planejamento energético e de ação ambiental. Os países encontram-se em diferentes estágios de transição energética (WEF, 2023).

De acordo com as pontuações do ETI, a transição é liderada por Brasil, Uruguai, Costa Rica e Chile, representantes regionais que se encontram entre as trinta maiores pontuações globais (tabela 2).

TABELA 2
Pontuações do ETI na América Latina (2023)

Posição global	País	Pontuação do ETI	Varição em relação a 2014 (%)
14 ^o	Brasil	65,9	4,61
23 ^o	Uruguai	63,6	3,58
25 ^o	Costa Rica	63,5	2,94
30 ^o	Chile	62,5	5,26
34 ^o	Paraguai	61,9	5,63
39 ^o	Colômbia	60,5	4,40
47 ^o	El Salvador	57,3	-1,27
51 ^o	Panamá	56,4	1,33
53 ^o	Peru	56,4	-1,72
68 ^o	México	54,1	1,99
74 ^o	Bolívia	53,5	3,83
78 ^o	Equador	52,8	3,43
85 ^o	Argentina	52,0	2,49

(Continua)

42. Mais informações disponíveis em: <https://www.bu.edu/cgp/>.

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Posição global	País	Pontuação do ETI	Varição em relação a 2014 (%)
87º	Guatemala	51,9	4,56
93º	República Dominicana	50,3	8,68
98º	Trinidad e Tobago	48,3	-1,30
100º	Honduras	48,0	0,62
103º	Venezuela	47,7	1,56
114º	Nicarágua	44,9	-0,16
115º	Jamaica	44,9	2,31

Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/global-dashboard/>.

Elaboração dos autores.

Graças à elevada participação das energias renováveis na geração de eletricidade, os combustíveis fósseis representam cerca de dois terços da matriz energética na região, número abaixo da média global (80%) (IEA, 2023d). Por isso, cerca de metade dos seus países se posicionam na liderança em termos de sustentabilidade, considerando os parâmetros e a metodologia aplicados pelo WEF (2023). Isto significa que esses países apresentaram nos últimos três anos pontuações de desempenho superiores à mediana⁴³ global e taxas de crescimento positivas. O restante é composto por países que ou apresentaram pontuações superiores à mediana (estáveis) ou exibiram taxas de crescimento positivas (avançados), não havendo nenhum país situado na posição de risco.

TABELA 3

Momentum da transição energética na dimensão de sustentabilidade ambiental na América Latina (2021-2023)

País	Classificação	Crescimento (%)	Pontuação média
Costa Rica	Líder	1,42	87,45
Paraguai	Estável	-0,04	87,29
Uruguai	Estável	-0,25	83,79
El Salvador	Líder	0,19	78,31
Brasil	Líder	0,51	74,79
Colômbia	Estável	-0,09	72,48

(Continua)

43. A pontuação da mediana global, com base nos resultados dos últimos três anos, foi de 61,3, patamar superior ao verificado em sete países da região, posicionados com o *status* de avançado. São estes países: México, Bolívia, República Dominicana, Argentina, Jamaica, Venezuela e Trinidad e Tobago.

(Continuação)

País	Classificação	Crescimento (%)	Pontuação média
Nicarágua	Líder	0,49	70,54
Peru	Líder	1,11	70,50
Honduras	Líder	0,42	68,84
Guatemala	Líder	0,26	68,16
Panamá	Estável	-0,72	67,01
Equador	Líder	1,66	66,88
Chile	Líder	0,50	63,68
México	Avançado	1,98	61,14
Bolívia	Avançado	1,50	59,18
República Dominicana	Avançado	0,29	59,03
Argentina	Avançado	0,55	58,81
Jamaica	Avançado	0,53	55,75
Venezuela	Avançado	2,97	53,17
Trinidad e Tobago	Avançado	3,55	26,19

Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/global-dashboard/>.

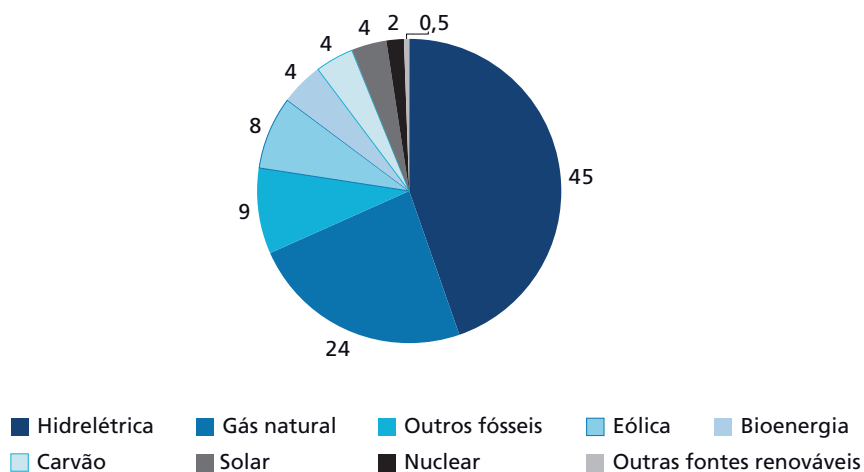
Elaboração dos autores.

A posição de liderança da região em relação à sustentabilidade de seus sistemas de energia se justifica, sobretudo, pela configuração de suas matrizes de geração, compostas em 63% por fontes renováveis de energia (gráfico 9).

GRÁFICO 9

Geração de eletricidade na América Latina, por fonte (2022)

(Em %)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

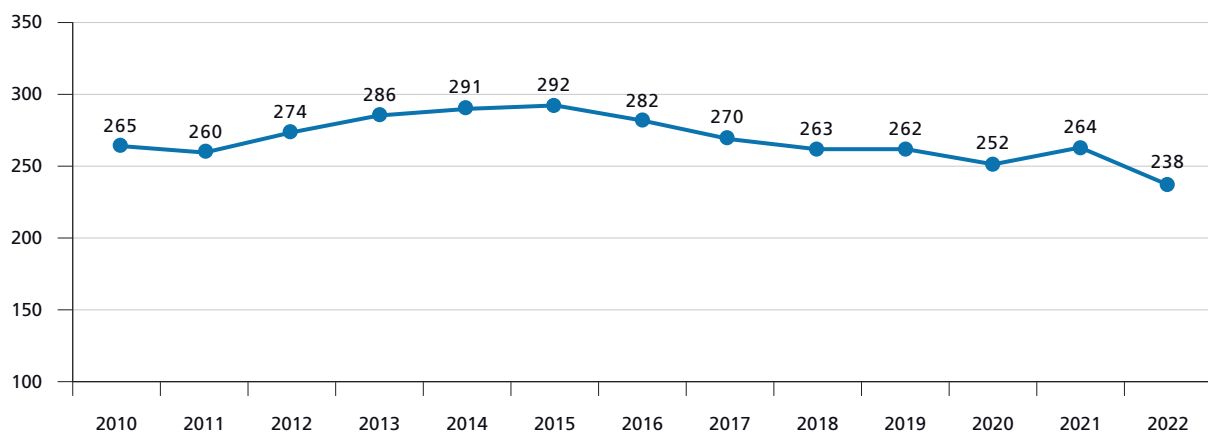
TEXTO para DISCUSSÃO

Embora a relação entre renováveis e fósseis tenha se mantido em níveis similares ao longo das últimas décadas, houve certo declínio da participação da geração hidrelétrica entre 2000 e 2022, de 60% para 45%, movimento que foi acompanhado pelo crescimento das fontes eólica e solar, que passaram para uma representação combinada de cerca de 12%.⁴⁴ Identificou-se também maior representação da bioenergia, que elevou sua participação de 2% para 4% durante o mesmo período.

O gás natural experimentou crescimento significativo, praticamente dobrando sua participação desde 2000, indicando seu emprego como substituto de combustíveis fósseis mais poluentes, como carvão e petróleo (Lampis *et al.*, 2022; Guerrero, 2021). Embora sujeito a críticas, o gás natural contribui para diversificar as matrizes e garantir segurança energética, além de viabilizar a expansão de fontes intermitentes, como a eólica e a solar.⁴⁵

GRÁFICO 10

Intensidade de emissões de GEEs no setor de geração de eletricidade na América Latina (2010-2022)
(Em gCO₂e/kWh)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

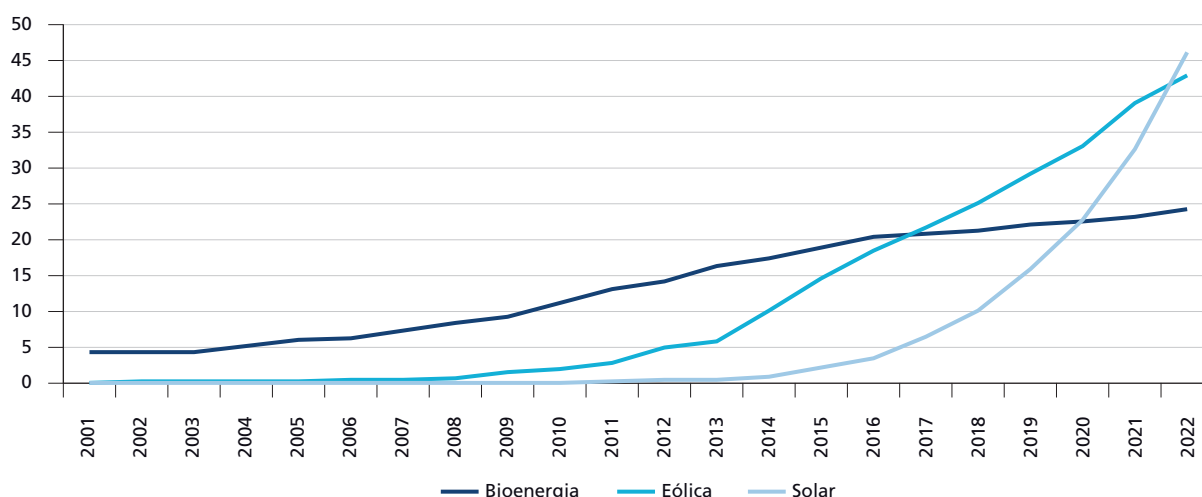
44. Tomando o caso brasileiro como exemplo, Losekann e Tavares (2019) observam que a energia hidrelétrica apresenta restrições para atender ao crescimento da demanda futura por energia, dado que o potencial de geração a partir desta fonte já foi amplamente explorado. Acrescenta-se a isto os elevados custos financeiros e socioambientais para a construção e maturação de novas usinas, em especial as de grande porte.

45. Em entrevista para Koop (2023), Andrés Rebolledo, secretário-executivo da Organização de Energia da América Latina (Latin America Energy Organisation – Olade), defendeu que o gás natural constitui uma fonte de energia de menor impacto ambiental e contribui para garantir a segurança energética, mostrando-se como combustível de transição até o momento em que se encontrem soluções para integração em larga escala de fontes renováveis intermitentes por meio de tecnologias de armazenamento.

A trajetória descendente da intensidade das emissões de GEEs no setor de geração elétrica coincidiu com a expansão da capacidade instalada renovável. A capacidade eólica praticamente triplicou desde 2015, passando de 14 GW para 43 GW a potência instalada. A expansão da energia solar se deu de forma ainda mais acelerada, tornando-se a fonte limpa mais disseminada na América Latina, com um total de 46 GW. A bioenergia também demonstrou crescimento, dobrando sua capacidade entre 2010 e 2022 (gráfico 11).

GRÁFICO 11

Capacidade instalada a partir de fontes limpas na América Latina (2000-2022) (Em GW)



Fonte: Ember, 2023. Disponível em: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>.

Os avanços foram liderados por Brasil, México e Chile, responsáveis por controlar, em conjunto, 86% e 82% da capacidade solar e eólica da região, respectivamente. O Brasil ainda se destaca por sediar 70% da capacidade de geração de energia a partir de bioenergia.

Cabe mencionar os progressos obtidos pela Argentina, que adicionou 3 GW de capacidade eólica entre 2014 e 2021, e pelo Uruguai, que triplicou sua potência eólica durante o mesmo período. Paraguai e Costa Rica, ao lado do próprio Uruguai, se notabilizam por suas matrizes de geração compostas quase que exclusivamente por fontes renováveis (Plabo-Romero, Sanchez-Braza e Romero, 2022), enquanto na Colômbia se projeta o crescimento vertiginoso das energias eólica e solar nos próximos anos.⁴⁶

46. Atualmente, as fontes renováveis (eólica e solar) representam apenas 1,5% da capacidade instalada em operação na Colômbia, contudo, projeta-se que, com a efetivação de projetos já aprovados, a participação combinada de ambas as fontes aumente para quase 40% em 2027 (Araújo e Cabré, 2023).

A América Latina dispõe de imenso potencial para produção de energias limpas, com possibilidades para tornar o fornecimento de eletricidade ainda menos intensivo em emissões (IEA, 2023b). Essa perspectiva encontra correspondência no estudo publicado pelo Global Energy Monitor (GEM), que identifica projetos anunciados, em pré-construção ou em construção que somam mais de 319 GW de capacidade eólica e solar. Caso plenamente efetivados, esses projetos proporcionariam crescimento de mais de 460% da capacidade dessas fontes até 2030 (Bauer *et al.*, 2023).

A concretização desses empreendimentos depende, contudo, da reversão de infraestruturas tradicionalmente desenhadas para sustentar a produção e o consumo de fontes fósseis. Isto implica modernizar os sistemas elétricos, incluindo a construção de redes regionais interconectadas,⁴⁷ bem como expandir a infraestrutura de apoio, tornando tanto a conectividade transfronteiriça quanto sistemas escaláveis de armazenamento essenciais para viabilizar matrizes baseadas em renováveis (Espinosa e Melgar, 2023).

Adicionalmente, a IEA (2023d) estima que os investimentos em energia limpa na América Latina, excluindo o México, devem apresentar decréscimo de 12% em 2023, caindo de US\$ 58 bilhões para cerca de US\$ 51 bilhões. Palacios e Ayala (2023) enfatizam que a expectativa de declínio não resulta de maiores investimentos em fontes fósseis, mas corresponde ao fato de que a região está atraindo menos investimentos no setor de energia como um todo, com redução de sua parcela em relação aos fluxos globais de investimentos em energia.⁴⁸ Embora com manifestações distintas, a depender da realidade nacional, a continuidade desse cenário pode implicar desafios adicionais para a garantia da segurança e acessibilidade no fornecimento de energia.

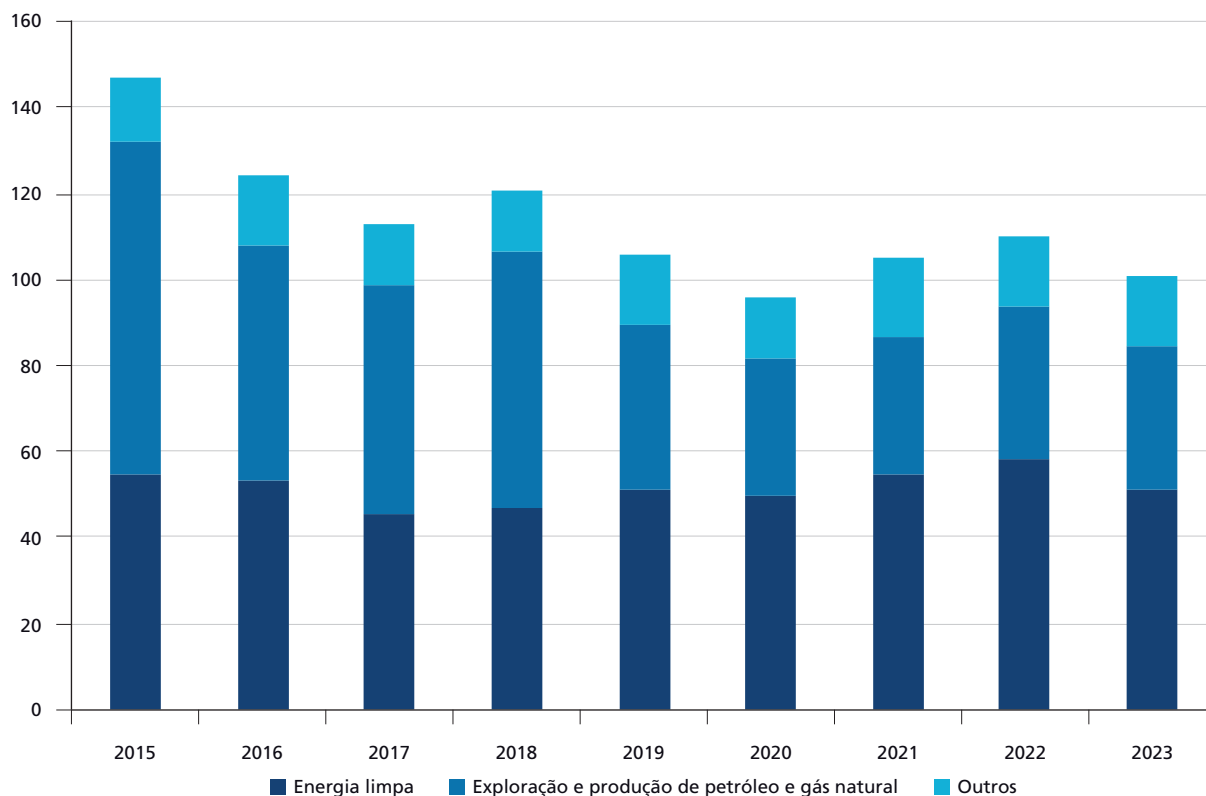
As tendências de investimento no setor de energia parecem desalinhadas às necessidades para transição. Ao considerar o segmento de geração, as projeções variam de US\$ 57 bilhões a US\$ 83 bilhões de investimentos anuais – esta última referente a projeção da Irena (2022b) para um cenário de emissões líquidas zero em 2050 (Palacios e Ayala, 2023).

47. Em relação aos incentivos à integração energética regional, Lins e Mascotte (2020) identificam que a integração poderia prover a flexibilidade ao sistema por meio da complementariedade, favorecendo a maior participação de fontes renováveis intermitentes.

48. De acordo com a *World Energy Investment* (IEA, 2023d), a participação da América Latina nos investimentos globais no setor de energia, excluindo o México, caiu de 6,1% para 3,6%, entre 2015 e 2023. No mesmo período, sua participação nos investimentos em energias limpas caiu de cerca de 5% para aproximadamente 3%.

GRÁFICO 12**Investimentos em energia na América do Sul, na América Central e no Caribe (2015-2023)**

(Em US\$ bilhões)



Fonte: IEA (2023b).

Os investimentos em geração de energia limpa foram estimados em US\$ 34 bilhões, em 2023, patamar 16% inferior ao registrado no ano anterior. As lacunas associadas à mobilização de recursos, cujo endereçamento envolve melhorias em termos de infraestrutura e estruturas de incentivos regulatórios e institucionais, ainda se somam aos desafios associados às dimensões da equidade e da segurança energética.

A década passada constituiu um período de lentos progressos socioeconômicos para a América Latina, com taxas de crescimento de apenas um terço da média global. Este panorama, combinado a restrições fiscais, endividamento externo e inflação alta, impôs barreiras para a qualidade do fornecimento de energia e redução da pobreza energética: atualmente, 16 milhões de pessoas na região não tem acesso a eletricidade, enquanto 77 milhões não tem acesso a combustíveis limpos e modernos para cozinhar (IEA, 2021; Martínez, 2023).

TEXTO para DISCUSSÃO

Na dimensão da equidade, doze países latino-americanos apresentaram pontuações abaixo da mediana mundial nos últimos três anos, enquanto nove deles exibiram crescimento negativo, incluindo o Brasil,⁴⁹ fato que os posiciona em situação de risco.⁵⁰ Em relação à dimensão da segurança energética, nove países apresentaram pontuações abaixo da mediana, ao passo que três destes atualmente se situam na condição de risco.⁵¹

TABELA 4

ETI e dimensões médias para transição energética na América Latina (2014-2023)

Ano	ETI	Desempenho do sistema	Preparação para a transição
2014	52,2	62,3	36,9
2015	52,6	62,6	37,4
2016	53,2	63,7	37,5
2017	54,2	64,4	39,0
2018	54,9	64,6	40,4
2019	54,5	64,7	39,1
2020	54,3	64,6	38,8
2021	54,4	64,5	39,2
2022	54,9	65,2	39,5
2023	54,8	64,8	39,8
Crescimento total (%)	4,74	3,86	7,29

Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/global-dashboard/>.

Elaboração dos autores.

Em ambas as dimensões, observam-se desafios associados à construção de sistemas de energia acessíveis, confiáveis e resilientes, com dificuldades proeminentes aos países importadores de energia, afetados pela elevação dos custos de eletricidade

49. No caso do Brasil, constatou-se a elevação dos custos associados ao fornecimento de energia, decorrentes, entre outros fatores, das severas secas que afligiram o país durante o período considerado, em particular no ano de 2021. Os eventos climáticos adversos contribuíram para reduzir o nível dos reservatórios e a geração hidrelétrica. Em resposta, foi necessário acionar usinas termelétricas, mais onerosas e poluentes, bem como elevar a importação de combustíveis (Mota, 2021).

50. Os países em posição de risco são: Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, República Dominicana, México, Nicarágua, Panamá e Peru. Além deles, Honduras, Guatemala e Jamaica apresentaram desempenho inferior à média mundial nos últimos três anos.

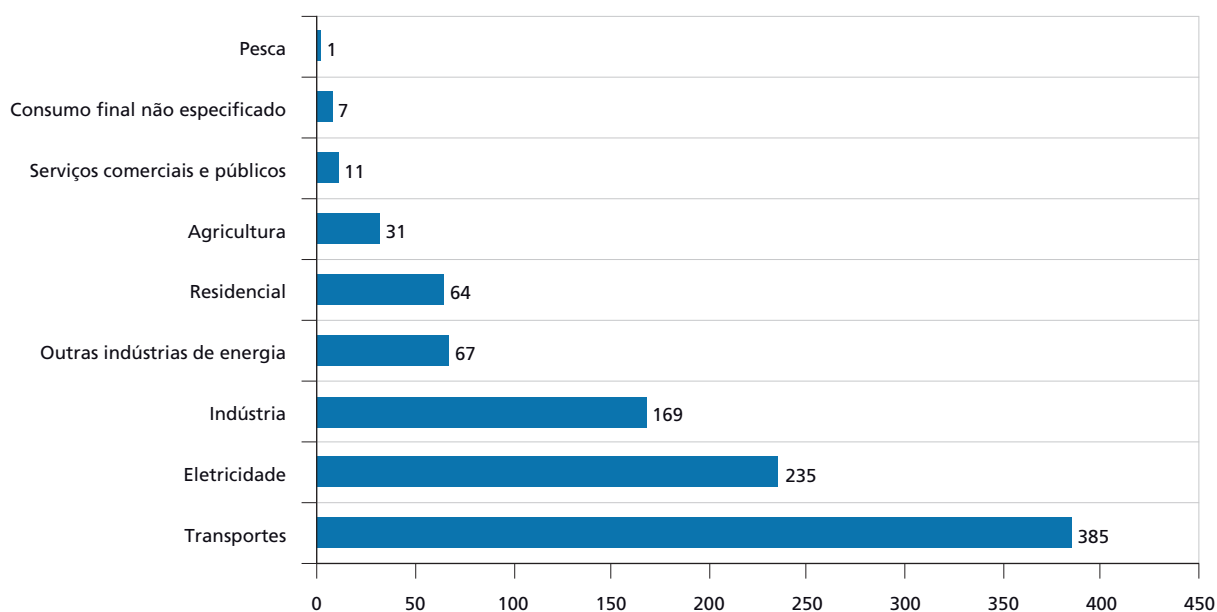
51. Na dimensão da segurança energética, Chile, República Dominicana e Equador se situam na condição de risco. Além deles, Argentina, Honduras, Jamaica, Nicarágua, Paraguai e Uruguai exibiram desempenho inferior à média mundial nos últimos três anos.

e de alimentos nos últimos anos (Stevens, 2022). Como resultado, a sustentabilidade dos sistemas de energia da região se mostrou ofuscada quando observado o crescimento agregado do ETI desde 2014, que acumulou ganhos ao redor de 5% ao longo dos últimos dez anos, patamar inferior ao verificado mundialmente.

Além do fornecimento seguro e acessível, integra o rol de pilares da transição energética na América Latina a adoção de esforços para promover a descarbonização de setores de uso final, em especial de transportes, responsável por cerca de 40% das emissões do setor de energia.

GRÁFICO 13

Distribuição setorial das emissões relativas ao setor de energia na América Latina (2020) (Em MtCO₂e)



Fonte: Energy Statistics Data Browser. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WEOCSAM&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCSHareBySector>.

Soto *et al.* (2022) postulam que as ações contínuas de eletrificação e melhorias de eficiência energética colaboram para a mitigação de emissões em segmentos de uso final. Enquanto ganhos de eficiência implicam necessidades reduzidas de investimento no setor elétrico, a expansão da eletromobilidade proporciona redução de emissões no setor de transportes, embora dependa do ritmo da descarbonização da matriz elétrica, dado que sua adoção em grande escala elevaria a demanda por eletricidade.

Em que pese os benefícios de ganhos de eficiência, que podem produzir reduções de pelo menos 20% no consumo de energia (Yepez e Urteaga, 2023), a América Latina tem progredido de forma modesta nesse quesito, com reduções anuais de intensidade energética inferiores a outros países e regiões.⁵² Apesar disso, Lapillone e Sudries (2023) indicam que a adoção de iniciativas de eficiência energética⁵³ tem se disseminado na região, com maior intensidade no transcorrer da última década.⁵⁴

O uso mais eficiente de energia se mostra como condição para a introdução de veículos elétricos, segmento que deve conquistar mais espaço nos sistemas de transporte da região. Apesar de não apresentar o mesmo ritmo de expansão verificado em mercados como China e Europa, espera-se que o mercado regional de veículos elétricos cresça para US\$ 3,5 bilhões em 2028, ante os atuais US\$ 1,46 bilhão. Brasil e México lideram as vendas de veículos híbridos e elétricos, enquanto Colômbia e Costa Rica buscam aderir a este movimento por meio da adoção de incentivos financeiros (Barneda, 2023; Carlier, 2023; Moya, 2023). O Chile, por sua vez, lidera a eletrificação de sistemas de transporte coletivo, com cerca de 40% da frota regional de ônibus elétricos⁵⁵ (Monroy, 2023).

A reconfiguração dos sistemas de energia para acomodar crescentes quantidades de fontes intermitentes e permitir o crescimento da frota de veículos híbridos e elétricos pode ser viabilizada a partir do desenvolvimento de soluções de baterias e sistemas de armazenamento (Soto *et al.*, 2022).

A América Latina, devido à abundância de minerais estratégicos, posiciona-se como parte central dessas novas indústrias verdes (Vasquez, Steinbuchs e Estevez, 2023). A riqueza mineral renderia para a região oportunidades para capitalizar inovações no segmento de armazenamento e produzir benefícios em termos de desenvolvimento, agregação de valor e encadeamentos produtivos (CDMX, 2023).

52. Nos últimos quinze anos, os Estados Unidos e a UE reduziram sua intensidade energética entre 2% e 1,8% ao ano, enquanto a América Latina obteve reduções anuais médias de apenas 0,5% (Vasquez, Steinbuchs e Estevez, 2023).

53. As medidas incluem aplicações de eficiência para o setor residencial, suporte para eletrificação de modais de transporte, padrões de eficiência para motores elétricos, requerimentos mandatórios para grandes consumidores e padrões mínimos de desempenho (Minimum Energy Performance Standards – MEPS).

54. De acordo com o mapeamento realizado em dezesseis países, foram doze novas medidas por ano entre 2010 e 2018 e 24 novas medidas desde 2019, comparado a quatro por ano entre 2000 e 2009.

55. O país é seguido pela Colômbia, com 1.589 veículos, ou 31% da frota regional de ônibus elétricos. México, Brasil e outros países completam a lista com menos de 1.000 ônibus cada (Monroy, 2023).

Enquanto Bolívia, Argentina e Chile dispõem de mais de 60% dos recursos de lítio identificados globalmente, em particular na região conhecida como “triângulo do lítio”, os dois últimos, somados ao Brasil, encontram-se entre os cinco principais produtores da *commodity* (tabela 5).

TABELA 5

Produção estimada e distribuição global de reservas e recursos de lítio (2022)
(Em toneladas métricas)

País	Produção estimada	Reservas ¹	Recursos ²
Argentina	6.200	2.700.000	20.000.000
Austrália	61.000	6.200.000	7.900.000
Brasil	2.200	250.000	730.000
Canadá	500	930.000	2.900.000
Chile	39.000	9.300.000	11.000.000
China	19.000	2.000.000	6.800.000
Portugal	600	60.000	270.000
Zimbábue	800	310.000	690.000
Bolívia	-	-	21.000.000
Estados Unidos	-	1.000.000	12.000.000
Outros países	-	3.300.000	14.028.000
Total	129.300	26.050.000	97.318.000

Fonte: US Geological Survey. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-lithium.pdf>.

Notas: ¹ As reservas constituem os recursos que podem ser economicamente extraídos ou produzidos no momento de sua determinação (US Geological Survey, 2023).

² Refere-se aos recursos minerais ou de outro tipo para os quais a localização, a qualidade, a quantidade e o teor são conhecidos ou estimados a partir de evidências geológicas específicas, embora sem a devida comprovação de viabilidade técnica e econômica (US Geological Survey, 2023).

Obs.: Áustria, Congo, República Tcheca, Finlândia, Alemanha, Gana, Mali, México, Namíbia, Sérvia e Espanha têm reservas reportadas. Além desses países e da Bolívia, outros três países apresentam disponibilidade de recursos de lítio: Rússia, Peru e Cazaquistão.

Embora a crescente demanda por lítio proporcione oportunidades, a atividade de extração implica desafios para a preservação de ecossistemas e a proteção aos direitos de comunidades locais. Em paralelo, há receios a respeito da conformação de arranjos de interação pautados pelo “colonialismo verde” ou “extrativismo verde”, por meio dos quais se cristalizariam desigualdades e a condição subordinada da América Latina como fornecedora de *commodities* para a transição energética (Dorn, 2022; Blair et al., 2023).

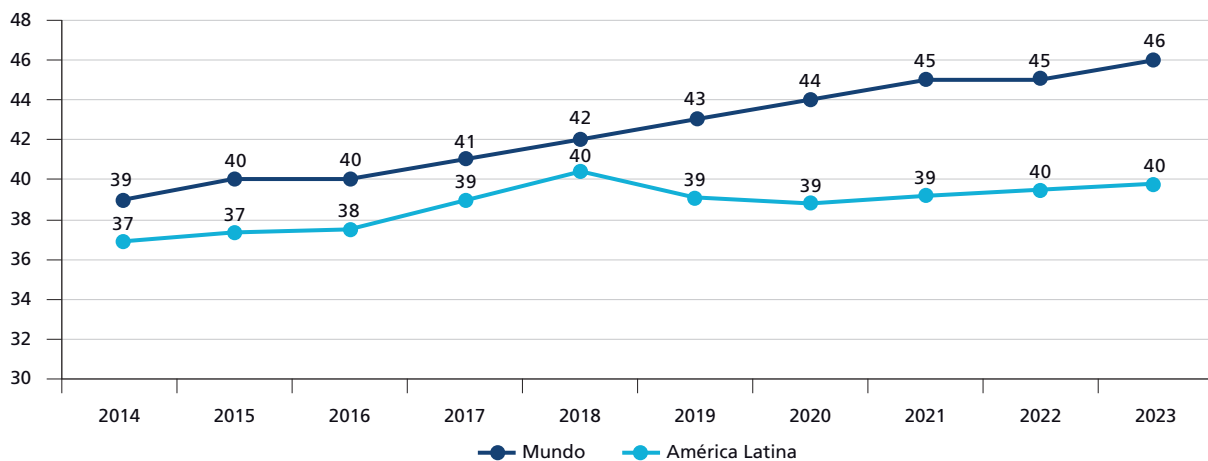
TEXTO para DISCUSSÃO

Os combustíveis de baixas emissões também são fonte de oportunidades, incluindo-se não somente os biocombustíveis, mas também o hidrogênio verde,⁵⁶ cujo potencial de aplicação na América Latina se assenta na disponibilidade de recursos renováveis (Machado, 2023; Oliveira, 2022). Há projetos operacionais e em desenvolvimento no Brasil, na Colômbia, na Argentina, no Chile e no Uruguai (Cuberos, 2022), em que pese as incertezas quanto às futuras fontes de demanda e o ritmo de maturação dessa tecnologia (Koop, 2023).

Por fim, salienta-se que a concretização de trajetórias efetivas de transição depende da construção de ambientes econômicos, regulatórios e político-institucionais favoráveis à descarbonização. Apesar das ressalvas anteriormente assinaladas, observa-se a estagnação dos avanços da América Latina no subíndice de preparação para a transição (gráfico 14), situando a região abaixo da média mundial, posição que sugere limitações em termos de recursos, infraestrutura, arquitetura institucional e regulatória e capital humano.

GRÁFICO 14

Subíndice preparação para a transição: América Latina e mundo (2014-2023)



Fonte: WEF. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/global-dashboard/>.

Elaboração dos autores.

56. Diferentemente do chamado “hidrogênio cinza”, produzido a partir de combustíveis fósseis, o hidrogênio verde é obtido a partir de fontes renováveis de energia por meio de processos de eletrólise da água, podendo ser utilizado como alternativa sustentável em setores-chave, como transporte, indústria e geração de energia. As suas aplicações incluem a produção de células de combustível para geração de eletricidade, combustível para veículos elétricos e matéria-prima para produtos químicos. Há desafios associados aos custos para a produção de hidrogênio verde, que ainda não se mostram competitivos quando comparados com os combustíveis fósseis (Oliveira, 2022).

As dificuldades em termos de preparação para a transição manifestam-se nos custos elevados de capital na região, superiores em comparação a outros mercados, inclusive de países emergentes. A discrepância, que restringe a mobilização de recursos para a transição energética, está associada a diversos fatores, incluindo ambientes marcados por volatilidade macroeconômica, riscos cambiais, sistemas financeiros pouco desenvolvidos, além da instabilidade política (Palacios e Cárdenas, 2022).

O objetivo de acelerar a transição na região demanda superar esses desafios e implementar ações tidas como habilitadoras, entre as quais se destacam: i) aperfeiçoar a governança e promover a participação ativa de entidades públicas e privadas; ii) incorporar a integração e a interconexão regional nas estratégias energéticas de longo prazo; e iii) adotar programas de eficiência para reduzir a intensidade energética e promover a competitividade (Martínez, 2023).

Desses aspectos que limitam as trajetórias de transição energética e desenvolvimento sustentável na América Latina, salientam-se as tradicionais dificuldades institucionais e de governança da região, cujos efeitos mostram-se limitadores em termos de atração de investimentos e concretização de projetos de infraestrutura (Zapata-Cantu e González, 2021). Ou seja, há indícios que permitem conectar os insuficientes investimentos em energias renováveis e transição energética na região aos inadequados indicadores associados às condições facilitadoras e de governança da região para a transição energética.

Rescalde (2015), ao observar o panorama dos países da América Latina em relação aos instrumentos e incentivos institucionais para as energias renováveis, argumenta que a capacidade institucional, as estruturas regulatórias e as condições macroeconômicas, entre outros fatores, como o compromisso político com a ação climática, limitam ou potencializam a efetividade das políticas energéticas e de seus instrumentos de aplicação. Estache e Serebrisky (2020), em contrapartida, enfatizam a necessidade de promover reformas nas estruturas de regulação para diferentes setores de infraestrutura, incluindo energia, ainda marcados pela ineficiência, por procedimentos pouco transparentes e pela limitada capacidade de adaptação às mudanças que emergem dos ambientes político, econômico e tecnológico.⁵⁷

57. Locatelli *et al.* (2017), por exemplo, identifica deficiências que se manifestam em projetos atrasados, orçamentos com sobrepreço e em “elefantes brancos”, isto é, empreendimentos caros e sem valor público que justifique a sua execução. As causas dessas ineficiências incluem processos de tomada de decisão com ausência de responsabilização e prestação de contas, bem como procedimentos administrativos e burocráticos complexos, que permitem decisões *ad hoc* e subjetivas, sujeitas, inclusive, a favorecimentos pessoais e subornos.

Soma-se a isto o imperativo de reforçar as políticas de fiscalização e monitoramento e firmar parcerias capazes de catalisar recursos para expansão das fontes renováveis, condição necessária para descarbonizar os sistemas elétricos e viabilizar avanços em setores de uso final. Para esta finalidade, sublinha-se não somente a construção de mecanismos de coordenação regional, mas também a exploração de complementaridades e sinergias com parceiros extrarregionais, incluindo potências tecnológicas e financeiras como a China.

5 SINERGIAS E POTENCIALIDADES ENTRE CHINA E AMÉRICA LATINA PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A partir dos indicadores de transição energética apresentados, é possível identificar esforços empreendidos tanto pela China quanto pela América Latina no processo de descarbonização. No entanto, ainda que a região tenha a seu dispor grande potencial para desenvolver sistemas de geração de energia limpa e acelerar sua trajetória de transição energética, perceberam-se lacunas importantes na questão do financiamento.

Alternativamente, a China, com seu sistema energético extremamente dependente de recursos fósseis, sobretudo o carvão, tem intensificado esforços na promoção de sua transição energética, ao ponto de se transformar em potência global no desenvolvimento de tecnologias verdes e energias renováveis, com protagonismo de diversas grandes empresas. A parceria econômica com a região, com participação significativa em inúmeros projetos que afetam o desenvolvimento econômico, pode impactar as trajetórias de transição energética.

Entre 2012 e 2022, o IED global chinês ultrapassou US\$ 1 trilhão, segundo o Banco Mundial.⁵⁸ Em 2020, o país ocuparia a liderança pela primeira vez em termos de fluxo. O volume de IED chinês representou mais de 10% da quota global durante cinco anos consecutivos e esteve entre os três maiores por dez anos seguidos (Peng, Ji e Kong, 2023; China's ODI..., 2022).

A agenda política doméstica da China no tema climático tem enfatizado a busca pela harmonização entre as medidas visando ao crescimento econômico e à sustentabilidade. No entanto, à medida que estas políticas avançam, as ações internacionais da China têm provocado percepções diversas entre os observadores da sua política externa. Embora em nível discursivo sejam perceptíveis as mudanças na estrutura das prioridades estabelecidas pelo governo chinês na orientação do desempenho

58. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicador/BM.KLT.DINV.CD.WD?locations=CN>.

internacional das suas empresas e instituições, tal transformação ainda não é evidente nos projetos patrocinados no exterior.⁵⁹

Em termos acumulados, o IED chinês ao longo dos últimos dez anos concentrou-se em combustíveis fósseis, com cerca de US\$ 52 bilhões direcionados apenas ao carvão (Zhou e Ma, 2023). Na dimensão dos empréstimos e financiamentos, facilitados principalmente por meio do Banco de Desenvolvimento da China (CDB) e do Banco de Exportação e Importação da China (Chexim), estes chegaram, inclusive, a eclipsar o volume desembolsado por instituições tradicionais, como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI) (Horn, Reinhart e Trebesch, 2019; Ray e Simmons, 2020).⁶⁰

A América Latina, contudo, parece constituir notável exceção. Ainda que as empresas chinesas estejam envolvidas em projetos de grande porte em setores como petróleo e gás na região, o foco desses investimentos tende a ser mais diversificado, com destaque, em particular, para projetos envolvendo usinas hidrelétricas (UHEs), tanto na geração de energia quanto em sua transmissão e distribuição. Há também aumento notável da atenção a fontes alternativas, como a energia fotovoltaica e eólica.

O envolvimento de empresas chinesas no setor de energia hidrelétrica foi responsável pela maior parte dos volumes de IED e/ou financiamento direcionados a projetos de energias renováveis na região. Ao longo da última década, a China expandiu sua participação na geração de energia hidrelétrica na região por meio da aquisição de ativos, financiamento de projetos e contratos de construção de novas centrais.

A China Three Gorges (CTG), maior estatal chinesa de geração de energia hidrelétrica, adquiriu participação em usinas importantes no Brasil desde 2014, como Santo Antônio do Jari (Amapá), Cachoeira Caldeirão (Amapá) e São Manoel (Mato Grosso) e, desde então, expandiu sua participação na América Latina.⁶¹ Hoje, a empresa conta com operações em países como Equador, Bolívia, Chile e Peru. Destaca-se a aquisição do portfólio de dez centrais elétricas da Duke Energy no Brasil, por US\$ 1,2 bilhão, com capacidade de geração superior a 2 GW, e das hidrelétricas Jupuíá e Ilha Solteira, por

59. Os investimentos externos chineses concentram-se nos cinco setores responsáveis por mais de 80% das emissões mundiais em 2021: cimento e concreto, ferro e aço, petróleo e gás, produtos químicos e mineração de carvão (WEF, 2021).

60. Em 2023, dois anos após o compromisso anunciado pelo Presidente Xi Jinping perante a Assembleia Geral da ONU de não patrocinar mais usinas à carvão no exterior, apesar dos resultados positivos verificados na redução desses projetos e no cancelamento daqueles em fase de planejamento, a iniciativa não resultou no aumento dos financiamentos de projetos de energias renováveis (Han e Wei; 2022; China's..., 2023; Zhou e Ma, 2023).

61. Disponível em: <https://china.aiddata.org/>.

US\$ 3,7 bilhões, no leilão de usinas realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) no Brasil.⁶² Com isso, a empresa chinesa tornou-se a segunda maior geradora privada no Brasil. A empresa também adquiriu ativos no Peru, por US\$ 3,6 bilhões, contando, por exemplo, com uma barragem de 456 MW da Odebrecht (Lima, 2017).

Destaca-se também, em termos de volume de investimento, o empreendimento da Sinohydro no Equador, a usina Coca Codo Sinclair, por US\$ 3,4 bilhões, que poucos anos após sua inauguração enfrenta diversos problemas estruturais derivados da construção do projeto (Kliman *et al.*, 2019).

Os financiamentos chineses também aumentaram substancialmente na última década. A Argentina recebeu, até o momento, a maior parcela dos recursos (em número de contratos e volume financeiro). Isto se deve, em grande parte, ao contrato de construção das barragens La Barrancosa e Condor Cliff, um complexo hidrelétrico localizado na província de Santa Cruz. Quanto a outras grandes hidrelétricas adquiridas por intermédio de suporte financeiro chinês, vale destacar a aquisição dos ativos da Duke Energy pela CTG, em 2016, por meio de sua subsidiária Rio Paraná Energia, operação financiada pelo Banco Industrial e Comercial da China (ICBC), na ordem de US\$ 1 bilhão (Rio Paraná Energia, 2017).

No Chile, a australiana Pacific Hydro e a norueguesa Stakraft garantiram um empréstimo de dez anos no valor de US\$ 171 milhões de um consórcio que incluiu o Bank of China (BOC) e outras três instituições financeiras estrangeiras, isto é, SMBC, Natixis e DNB, respectivamente do Brasil, da França e da Noruega, para refinar a barragem La Higuera, de 155 MW (Baini, 2017).

Essa expansão decorreu da combinação entre o processo de internacionalização das estatais chinesas no período e do aproveitamento do extenso potencial hidrelétrico presente na região, em especial dos países que integram a região amazônica. O processo não foi diferente em relação à atuação das empresas chinesas na construção e operação de linhas de transmissão e distribuição, com a participação de grandes companhias, como a State Grid.

O grande destaque no setor está na construção das linhas de transmissão da UHE Belo Monte. Após vencer a licitação para a construção das duas linhas de transmissão para a usina hidrelétrica de Belo Monte, a segunda maior do Brasil e a quarta maior

62. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_transmissao/documentos/Resultado_leilao_07-2015.pdf.

do mundo, com capacidade instalada de 11 GW, a State Grid introduziu no projeto o sistema de transmissão de ± 800 kV UHVDC,⁶³ que permite o transporte eficiente de energia por distâncias intercontinentais, minimizando as perdas energéticas. Essas linhas de alta tensão conectam pontos separados por mais de 4,6 mil quilômetros. A primeira linha de transmissão foi estabelecida por meio da formação da *joint-venture* Belo Monte Transmissora de Energia, uma colaboração entre a State Grid e as subsidiárias da Eletrobras, Eletronorte e Furnas, marcando a estreia da tecnologia UHV da empresa chinesa em empreendimentos internacionais (Cui e Zheng, 2019).

Não obstante, projetos chineses de construção de UHEs na América Latina têm sido frequentemente envolvidos em controvérsias e enfrentado forte oposição de diversos setores sociais. Um exemplo é a usina Coca Codo Sinclair, no Equador, considerada a obra de infraestrutura mais cara da história do país, com investimentos estimados em mais de US\$ 3,2 bilhões. Construída pela estatal chinesa Sinohydro, com financiamento subsidiado pelo Chexim, a usina enfrentou problemas significativos logo após o início de sua operação relacionados a casos de rupturas e danos ambientais (Kliman *et al.*, 2019).⁶⁴

Outras UHEs operadas pela China também enfrentaram desafios semelhantes, como a usina de Rositas, na Bolívia, que recebeu investimentos concessionais do Chexim no valor de US\$ 1,3 bilhão. O projeto, iniciado pelo governo boliviano em 2016 e executado pela CTG, por meio de sua subsidiária China International Water & Electric, em parceria com a Empresa Constructora Reedco, tem sido alvo de protestos por parte das comunidades locais preocupadas com a inundação de terras. Apesar dos protestos, o governo boliviano tem resistido às tentativas de interrupção das obras da hidrelétrica (Jemio, 2020).

Apesar de ainda muito incipientes em comparação aos projetos de energia hidrelétrica, ganharam ímpeto nos últimos anos aqueles relacionados a energias alternativas como a solar e a eólica, também com financiamentos chineses. Notavelmente, o Chexim concedeu empréstimo de US\$ 332 milhões para o projeto da usina fotovoltaica Cauchari Solar, na Argentina, concluído em 2019. Empresas chinesas como Shanghai

63. Corrente contínua de ultra-alta tensão.

64. A construção da hidrelétrica supostamente teria ignorado estudos de impacto ambiental que alertaram quanto à erosão do leito do rio e aos danos à vegetação circundante. Consequentemente, houve a ruptura do Sistema Trans-Equatoriano de Oleodutos e do Oleoduto de Petróleo Bruto Pesado, resultando em novos alertas de emergência devido ao risco de rompimentos adicionais. O projeto, que havia sido rejeitado múltiplas vezes desde a década de 1980 devido aos riscos ambientais, gerou grande controvérsia (Kliman *et al.*, 2019).

Electric Group Co, Jiangsu Talesun Solar Ltd. e Power Construction Corporation of China Ltd. colaboraram com a Sociedade Estatal de Energia e Mineração de Jujuy (JEMSE), estatal argentina, na empreitada.

Enquanto isso, a Fazenda Solar Ituverava, na Bahia, operada pela Enel Green Power Brasil Participações, com capacidade de 254 MW, exigiu investimento de US\$ 400 milhões, com cofinanciamento de um consórcio entre o BOC e o Santander. O financiamento foi apoiado pela China Export & Credit Insurance Corporation (Sinosure) e garantido pela Enel (Maisch, 2017).

Bancos e empresas chinesas participaram no desenvolvimento e na aquisição de parques eólicos em vários países. Uma das principais provedoras de energia eólica e fabricantes de turbinas eólicas e outros componentes da indústria, a Xinjiang Goldwind, iniciou suas operações na América Latina com a construção do parque eólico Villonaco, no Equador, cujas operações tiveram início em 2013. Desde então, a empresa expandiu atividades para outros países da região, incluindo Argentina, Brasil, Chile e Uruguai (Gubinelli, 2020). A firma adquiriu, em 2017, os parques Loma Blanca I, II, III e VI, localizados na província de Chubut, e Miramar, com uma capacidade total de 349 MW, da Sideco Americana, por US\$ 25 milhões (Bajo..., 2020).

Em 2019, a China General Nuclear Power (CGN), estatal chinesa do setor de energia nuclear, adquiriu o portfólio eólico da Atlantic Energias Renováveis, da gestora britânica Actis. Com essa aquisição, a CGN assumiu a propriedade de vários parques eólicos em todo o Brasil, a saber: Parque Eólico Lagoa do Barro, com capacidade de 195 MW, localizado no estado do Piauí; o Complexo Morrinhos (180 MW), situado na Bahia; o Parque Eólico Renascença V (30 MW), no Rio Grande do Norte; e o Complexo Santa Vitória do Palmar (207 MW), no Rio Grande do Sul. No mesmo ano, a empresa também adquiriu ativos com capacidade total de 540 MW, da empresa italiana Enel Green Power. A aquisição de portfólio incluiu os parques solares de Nova Olinda (292 MW), no Piauí, e Lapa (158 MW), na Bahia, além do parque eólico Cristalândia (90 MW), também localizado no estado baiano (Enel..., 2019).

Em 2016, a State Power Investment Corporation (SPIC) expandiu suas operações para a América Latina ao adquirir os ativos de energias renováveis da empresa australiana Pacific Hydro no Brasil e no Chile. Em parceria com a Pacific Hydro, a SPIC se envolveu no parque eólico de Punta Sierra, localizado na região de Coquimbo, no Chile. Esse projeto recebeu investimento de cerca de US\$ 197 milhões do Banco Industrial e Comercial da China (ICBC) e do China Construction Bank (CCB), em colaboração com

outros bancos estrangeiros, e incluiu o fornecimento de turbinas eólicas pela empresa Xinjiang Goldwind.⁶⁵ O ICBC também forneceu cofinanciamento para o Parque Eólico El Corti, em Buenos Aires, e para o Parque Eólico Punta Sierra, no Chile, em colaboração com o CCB, o Commonwealth Bank da Austrália (CBA) e o Banco Nacional da Austrália (NAB).

Embora a atuação das empresas e dos bancos chineses nas indústrias relacionadas à transição energética na América Latina focalize indubitavelmente o segmento de energias renováveis, é importante mencionar também o recente progresso na fabricação de veículos elétricos (*electric vehicles* – EVs). Em 2022, a China registrou crescimento de 82% nas vendas desses veículos, representando quase 60% das compras globais. Este número superou significativamente o observado em países pioneiros na adoção de EVs, como os Estados Unidos, a Noruega e outras nações escandinavas (Ellerbeck, 2023).

No Brasil, a BYD, maior fabricante mundial de veículos elétricos e baterias recarregáveis, opera fábricas de montagem de chassis de ônibus 100% elétricos e de produção de módulos fotovoltaicos, ambas localizadas em Campinas (São Paulo). Além disso, possui uma fábrica no Polo Industrial de Manaus (Amazonas), especializada na produção de baterias de fosfato de ferro-lítio.⁶⁶ Recentemente, a BYD comprou a fábrica onde a Ford produzia os modelos Ka e EcoSport, em Camaçari, na Bahia, e anunciou, em 2023, a intenção de expandir suas indústrias para México, Argentina e Colômbia.

A Chery, outra fabricante chinesa de EVs, juntamente com o Grupo Caoa, também conta com fábricas no Brasil, as únicas da América Latina, localizadas em Jacareí (São Paulo) e Anápolis (Goiás). Os planos de expansão da produção de EVs por empresas chinesas na região integram a motivação oficialmente declarada pelo governo chinês de promover o setor no exterior, superando barreiras impostas no mercado internacional (sobretudo nos Estados Unidos e em outros países ocidentais), construindo cadeias globais de provedores e aproximando mercados consumidores (He, 2024).

Enquanto maior fabricante mundial de equipamentos de energia renovável e país que mais investe em tecnologias verdes e transição energética, a China emergiu como aliado-chave para os países latino-americanos, com potencial para desempenhar um papel significativo na diversificação de suas matrizes energéticas e na redução da dependência dos combustíveis fósseis. Essa aptidão ganha ainda mais força considerando

65. Disponível em: <https://china.aiddata.org/>.

66. Disponível em: <https://bydbrasil.com.br/sobre/>.

que o país se consagrou, por meio de seus bancos e empresas, como um dos grandes investidores em países em desenvolvimento. Outro componente notório do ímpeto chinês em participar do mercado latino-americano de transição energética é o apoio dos bancos estatais aos projetos mencionados.

A China, portanto, pode contribuir com o endereçamento do trilema de energia da América Latina por meio do fornecimento de recursos, insumos e tecnologias, com ganhos em termos de segurança energética, equidade e sustentabilidade ambiental. É fundamental, porém, que os países da América Latina estabeleçam melhorias em termos de governança e sejam capazes de fortalecer suas capacidades habilitadoras para a transição. Esse imperativo se vê reforçado quando se considera que os financiamentos e investimentos chineses são também responsivos aos fatores de atração ou de demanda (*pull factors*), o que inclui políticas, estruturas de governança e incentivos que favoreçam o desenvolvimento de projetos renováveis (Li e Taeihagh, 2022).

A expansão dessa parceria pode implicar a descarbonização das economias latino-americanas. No entanto, deve-se avaliar e mensurar permanentemente os impactos socioambientais dos projetos, principalmente os de grande porte, com possíveis externalidades negativas sobre comunidades e biomas próximos. Assim, é pertinente que a regulação pública permaneça em constante monitoramento e avaliação da qualidade, segurança e eficiência dos projetos desenvolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição energética é essencial ao enfrentamento das mudanças climáticas. No entanto, avaliar seu progresso constitui um processo desafiador devido à diversidade de estágios de desenvolvimento e infraestruturas energéticas em que se encontram os países, além de ser necessário compreender suas distintas inclinações e seus interesses em perseguir os objetivos de descarbonização e desenvolvimento sustentável.

Considerando esse desafio, identificou-se no ETI uma ferramenta abrangente e multifacetada, embora não isenta de questionamento, capaz de contribuir para avaliar os progressos e desafios relacionados à transição energética. Com base em seus indicadores, que se fragmentam em subíndices de desempenho e preparação (quadro 1), constatou-se a conjuntura desafiadora da transição energética global em termos de sustentabilidade, equidade e segurança energética. Conforme pontuado, os choques externos dos últimos anos contribuíram para desintegrar as cadeias de abastecimento de energia, incrementar os custos de vida e elevar o nível das emissões de CO₂.

Com base nesses desafios, elencaram-se estratégias que podem ser concebidas e implementadas para reduzir a dependência de fontes fósseis e viabilizar as metas de neutralidade de carbono que se disseminaram nos últimos anos. Destacou-se, neste sentido, a ampliação das fontes renováveis como meio para assegurar segurança energética e promover a sustentabilidade ambiental, bem como a importância de ações para favorecer ganhos de eficiência energética e a eletrificação de setores de uso final. A modernização das redes de transmissão e a garantia de sua resiliência, a adoção de soluções flexíveis de armazenamento e os investimentos em novas tecnologias de baixo carbono igualmente se mostraram essenciais para acelerar o ritmo da transição.

Evidentemente, os dilemas para construção de sistemas de energia sustentáveis, justos e resilientes variam de acordo com as realidades e capacidades nacionais e regionais, marcadas por diferenças e disparidades relevantes. No caso da China, os desafios situam-se na dimensão da sustentabilidade, considerando a ampla participação do carvão na matriz energética do país. Apesar disso, foram constatados progressos recentes nos indicadores de desempenho e preparação, melhorias estas que inseriram a China entre os vinte primeiros colocados no *ranking* do ETI.

Os avanços na transição energética chinesa resultaram da diversificação do fornecimento de eletricidade, com incremento da participação de fontes renováveis, em especial das energias eólica e solar (gráficos 4 e 5). Houve, também, redução da intensidade de emissões no setor de geração de eletricidade (gráfico 7), bem como êxitos referentes aos esforços de conservação e eficiência energética. Os resultados positivos também se expressaram nos indicadores de financiamento e investimento, capital humano e educação, infraestrutura e P&D.

Em contrapartida, as décadas de rápida expansão econômica e industrial legaram ao país persistentes problemas de poluição atmosférica, do solo e da água. As respostas político-institucionais a estes desafios incluíram a implementação da política “1+N”, que estabelece os princípios orientadores para que as metas de pico e neutralidade sejam alcançadas até 2030 e 2060, respectivamente. As diretrizes do Plano de Ação se traduziram em diversas metas setoriais, abrangendo os segmentos de energia, indústria, construção, economia circular e transportes (quadro 3).

Apesar de certo ceticismo relacionado à concretização das metas de descarbonização chinesas, evidenciou-se seu papel dominante nos investimentos globais em tecnologias de baixo carbono (gráfico 8), especialmente em energia solar, eólica, veículos elétricos e baterias. A liderança não se resumiu à fabricação e à exportação

de tecnologias de baixo carbono, mas também envolveu inovações materializadas no desenvolvimento de novas soluções e aplicações capazes de fazer frente à crise climática.

A América Latina, em contrapartida, caracteriza-se pela sua posição de liderança em termos de sustentabilidade, graças à participação elevada das fontes renováveis nos sistemas de energia de seus países (tabela 3). Em termos dinâmicos, observou-se a expansão recente das fontes eólica e solar, movimento que coincidiu com a redução da intensidade de emissões no setor de geração (gráfico 10). Houve, também, crescimento do consumo de energia a partir do gás natural e relativo declínio da geração hidrelétrica nas últimas décadas.

A despeito das potencialidades da região para a produção de energias limpas, há diversos desafios para a transição energética, especialmente nas dimensões de equidade e segurança (tabela 4). A necessidade de atração de investimentos e da modernização das redes para acomodar crescentes quantidades de fontes intermitentes de energia se soma ao imperativo de ampliar as iniciativas voltadas para possibilitar ganhos de eficiência energética.

A concepção de estratégias para tornar o fornecimento de eletricidade menos dependente de combustíveis fósseis e a adoção de iniciativas para favorecer a eletrificação de setores de uso final também se deparam com barreiras associadas às condições habilitadoras para a transição energética, incluindo limitações em termos de recursos, infraestrutura, arquitetura institucional e regulatória e capital humano (gráfico 14).

Dessa forma, enfatizou-se a conexão entre a influência da qualidade da governança na América Latina e os insuficientes investimentos em energias renováveis e transição energética. A heterogeneidade dos países latino-americanos em termos de capacidade institucional, eficiência regulatória e estabilidade macroeconômica, contudo, dificulta um exame mais detalhado a respeito das relações entre condições habilitadoras e caminhos seguros, acessíveis e sustentáveis de transição na América Latina, lacuna que abre caminhos para futuras agendas de pesquisa.

Considerando as potencialidades e os desafios para a transição energética na América Latina, é imperativo fortalecer a cooperação regional para aprimorar políticas de eficiência energética e expandir o uso de fontes renováveis, bem como estabelecer parcerias com atores extrarregionais, como a China, líder na produção de equipamentos de energia renovável e principal investidor em tecnologias verdes e transição energética.

Nesse contexto, o país asiático emerge como aliado-chave para os países latino-americanos. Suas contribuições manifestam-se especialmente no preenchimento de lacunas de investimentos e financiamentos para o desenvolvimento de projetos em geração e transmissão de energia renovável, além de oportunidades atreladas ao segmento de indústrias verdes, em particular de veículos elétricos. Adicionalmente, há potencial considerável em termos de cooperação técnica.

O monitoramento e a avaliação permanente das necessidades e possíveis projetos e iniciativas podem colaborar para consolidar as parcerias já estabelecidas, bem como promover novas alternativas para a garantia da produção de energia segura, eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

14FYP energy plan: more plans on energy storage and hydrogen – China’s emissions analysis. **Carbon Brief**, 24 Mar. 2022. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/china-briefing-24-march-2022-14fyp-energy-plan-more-plans-on-energy-storage-and-hydrogen-chinas-emissions-analysis/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

AALTO, P. *et al.* Introduction: electrification and the energy transition. In: _____. (Ed.). **Electrification: accelerating the energy transition**. [s.l.]: Academic Press, 2021. p. 3-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822143-3.00006-8>.

ABRÃO, R. A. A geopolítica das energias renováveis: o Brasil em meio a um cenário global em transformação. **Monções**, v. 11, n. 22, p. 118-150, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/rmufgd.v11i22.14541>. Acesso em: 3 out. 2023.

ALLISON, G. China’s dominance of solar poses difficult choices for the west. **Financial Times**, 22 June 2023. Disponível em: <https://www.ft.com/content/fd8e7175-9423-4042-a6f7-c404afdfcda4>. Acesso em: 12 nov. 2023.

AL-SAIDI, M. White knight or partner of choice? The Ukraine war and the role of the Middle East in the energy security of Europe. **Energy Strategy Reviews**, v. 49, 2023.

AMARAL, T. *et al.* Financiamentos chineses de projetos de energias renováveis na América Latina: uma análise à luz dos desafios das mudanças climáticas. **Boletim de Economia e Política Internacional**, n. 35, p. 10-65, 2023.

ANTJE, K. *et al.* Calling energy inequalities into the transition agenda. **Energy Research and Social Science**, v. 101, 2023.

ARAÚJO, K. The emerging field of energy transitions: progress, challenges, and opportunities. **Energy Research and Social Science**, p. 112-121, 2014.

ARAÚJO, J. V.; CABRÉ, M. M. **Energía solar y eólica en Colombia**: panorama y resumen de políticas 2022. Estocolmo: Stockholm Environment Institute, 2023. Disponível em: <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2023/03/solar-eolica-colombia-sei2023.016.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2023.

BAINI, T. Pacific Hydro, Statkraft refinance La Higuera: Australian and Norwegian companies get a 10-year, \$171m loan to pay off a facility from 2011. **Latin Finance**, 26 Mar. 2017. Disponível em: <https://latinfinance.com/topics/corporate-sovereign-strategy/2019/03/26/pacific-hydro-statkraft-refinance-la-higuera/>.

BAJO la lupa: las dificultades de Goldwind en Argentina. **BN Americas**, 17 dic. 2020. Disponível em: <https://www.bnamericas.com/es/analisis/bajo-la-lupa-las-dificultades-de-goldwind-en-argentina>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BARNEDA, D. Olade planteó un nuevo escenario de la electromovilidad en América Latina. **Mejor Energía**, 21 agosto 2023. Disponível em: <https://www.mejorenergia.com.ar/noticias/2023/08/21/1799-olade-planteo-un-nuevo-escenario-de-la-electromovilidad-en-america-latina>. Acesso em: 26 dez. 2023.

BAUER, S. *et al.* **Uma corrida para o topo**: América Latina 2023. California: Global Energy Monitor, mar. 2023. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2023/03/GEM-LATAM-report-Portuguese.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2023.

BELAID, F.; AL-SARIHI, A.; AL-MESTNEER, R. Balancing climate mitigation and energy security goals amid converging global energy crises: the role of green investments. **Renewable Energy**, v. 205, p. 534-542, Mar. 2023.

BEYZA, J.; YUSTA, J. M. The effects of the high penetration of renewable energies on the reliability and vulnerability of interconnected electric power systems. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 215, 2021.

BHANDAY, R. R. *et al.* Demanding development: the political economy of climate finance and overseas investments from China. **Energy Research and Social Science**, v. 93, 2022.

BHATTACHARYYA, R. Green finance for energy transition, climate action and sustainable development: overview of concepts, applications, implementation and challenges. **Green Finance**, v. 4, n. 1, p. 1-35, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3934/gf.2022001>.

BLAIR, J. J. *et al.* The 'alterlives' of green extractivism: lithium mining and exhausted ecologies in the Atacama Desert. **International Development Policy**, v. 16, 2023.

BLOOMBERGNEF – BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **Energy transition investment trends 2022**: tracking global investment in the low-carbon energy transition. [s.l.]: BloombergNEF, Jan. 2022. Disponível em: <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends-Exec-Summary-2022.pdf>.

_____. **Energy transition investment trends 2022**: tracking global investment in the low-carbon energy transition. [s.l.]: BloombergNEF, Jan. 2023. Disponível em: <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/energy-transition-investment-trends-2023.pdf>.

BOER, D. de; DANTING, F. Impressive Progress in China's 1+N Policy Framework. **CCICED**, 11 Mar. 2022. Disponível em: <https://cciced.eco/climate-governance/how-is-progress-in-chinas-1n-policy-framework/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

BORDOFF, J.; O'SULLIVAN, M. L. The age of energy insecurity: how the fight for resources is upending geopolitics. **Foreign Affairs**, 10 Apr. 2023. Disponível em: <https://www.foreignaffairs.com/world/energy-insecurity-climate-change-geopolitics-resources>. Acesso em: 2 jun. 2023.

BRICOUT, A. *et al.* From the geopolitics of oil and gas to the geopolitics of the energy transition: is there a role for European supermajors? **Energy Research and Social Science**, v. 88, 2022.

BRIDLE, R. *et al.* **Subsidies to coal power generation in China**. Winnipeg: IISD, Nov. 2016. (Report). Disponível em: <https://www.iisd.org/publications/report/subsidies-coal-power-generation-china>.

CABRÉ, M.; GALLAGHER, K.; LI, Z. Renewable energy: the trillion dollar opportunity for Chinese overseas investment. **China and World Economy**, v. 26, n. 6, p. 27-49, 2018.

CARLIER, M. Electric vehicles in Latin America: statistics & facts. **Statista**, 19 Dec. 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/topics/9634/electric-vehicles-in-latin-america/#topicOverview>. Acesso em: 26 dez. 2023.

CDMX – CENTRO DE ESTUDIOS CHINA-MEXICO. **Programa de becas para investigadores sobre China del Centro de Estudios China-México**. [s.l.]: CDMX, 2023.

CHANEY, E.; GODEMENT, F. China's climate pledges and the coal-driven economy. **Institut Montaigne**, 27 May 2021. Disponível em: <https://www.institutmontaigne.org/en/expressions/chinas-climate-pledges-and-coal-driven-economy>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHEN, D. *et al.* The impact of energy regulation on energy intensity and energy structure: firm-level evidence from China. **China Economic Review**, v. 59, n. 101351, p. 101351, 2020.

CHERP, A. *et al.* Integrating techno-economic, socio-technical and political perspectives on national energy transitions: a meta-theoretical framework. **Energy Research and Social Science**, v. 37, p. 175-190, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.015>.

CHINA: fighting air pollution and climate change through clean energy financing. **World Bank Group**, 21 June 2020. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/results/2020/06/21/china-fighting-air-pollution-and-climate-change-through-clean-energy-financing>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHINA. National Development and Reform Commission. Action Plan for Carbon Dioxide Peaking before 2023. **NDRC**, Oct. 27, 2021. Disponível em: https://en.ndrc.gov.cn/policies/202110/t20211027_1301020.html. Acesso em: 1 dez. 2024.

CHINA says a third of electricity will come from renewables by 2025. **Reuters**, 1 June 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/china-says-third-electricity-will-come-renewables-by-2025-2022-06-01/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

CHINA'S development banks provided no green energy finance in 2022 -research. **Reuters**, 13 Nov. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/world/china/chinas-development-banks-provided-no-green-energy-finance-2022-research-2023-11-14/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

CHINA'S ODI among world's top 3 in 10 consecutive years. **Xinhua**, 9 Nov. 2022. Disponível em: http://english.scio.gov.cn/pressroom/2022-11/09/content_78509342.htm. Acesso em 14 mar. 2024.

COZZI, L. *et al.* For the first time in decades, the number of people without access to electricity is set to increase in 2022. **IEA**, 3 Nov. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/for-the-first-time-in-decades-the-number-of-people-without-access-to-electricity-is-set-to-increase-in-2022>. Acesso em: 2 jun. 2023.

CRIJNS-GRAUS, W. *et al.* International comparison of research and investments in new renewable electricity technologies: a focus on the European Union and China. **Energies**, v. 15, n. 17, p. 6383, 2022.

CUBEROS, L. América Latina avanza hacia el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde. **Dialogue Earth**, 22 nov. 2022. Disponível em: <https://dialogochino.net/es/clima-y-energia-es/360893-60802-america-latina-avanza-hacia-el-desarrollo-de-proyectos-de-hidrogeno-verde/>. Acesso em: 21 dez. 2023.

CUI, S.; ZHENG, Z. China and Brazil development finance cooperation: a case study of the Belo Monte Transmission Line Project. *In*: PETERS, E. D. (Ed.). **China's Financing in Latin America and the Caribbean**. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2019. p. 235-258.

DOH, J.; BUDHWAR, P.; WOOD, G. Long-term energy transitions and international business: concepts, theory, methods, and a research agenda. **Journal of International Business Studies**, v. 52, n. 5, p. 951-970, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00405-6>. Acesso em: 10 jun. 2023.

DORN, F. M. Green colonialism in Latin America? Towards a new research agenda for the global energy transition. **European Review of Latin American and Caribbean Studies**, n. 114, p. 137-146, 2022.

ELLERBECK, S. Electric vehicle sales leapt 55% in 2022: here's where that growth was strongest. **WEF**, 11 May 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2023/05/electric-vehicles-ev-sales-growth-2022/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

ENEL sells 540 MW of renewable capacity in Brazil for 700 million euros. **Enel Green Power**, 16 Jan. 2019. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/midias/press/2019/01/enel-sells-540-mw-of-renewable-capacity-in-brazil-for-700-million-euros>. Acesso em: 22 maio 2023.

ENERGY crisis revives coal demand and production. **Reuters**, 19 Oct. 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/energy-crisis-revives-coal-demand-production-2022-10-19/>. Acesso em: 2 jun. 2023.

ESPINOSA, P.; MELGAR, L. Accelerating Latin America's Clean-Energy Revolution. **Project Syndicate**, 29 Nov. 2023. Disponível em: <https://www.project-syndicate.org/commentary/latin-america-and-caribbean-clean-energy-transition-challenges-and-opportunities-by-patricia-espinoza-and-lourdes-melgar-2023-11>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FENG, T.; SUN, L.; ZHANG, Y. The relationship between energy consumption structure, economic structure and energy intensity in China. **Energy Policy**, v. 37, n. 12, p. 5475-5483, 2009.

FERRIS, N. Weekly data: the massive potential for solar energy in the Global South. **Energy Monitor**, 10 May 2021. Disponível em: <https://www.energymonitor.ai/tech/renewables/weekly-data-the-massive-potential-for-solar-energy-in-the-global-south/>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FOUQUET, R. Historical energy transitions: speed, prices and system transformation. **Energy Research and Social Science**, v. 22, p. 7-12, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.014>.

FU, F. Y. *et al.* The dynamic role of energy security, energy equity and environmental sustainability in the dilemma of emission reduction and economic growth. **Journal of Environmental Management**, v. 280, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111828>. Acesso em: 11 jun. 2023.

FU, Y.; LAI, K. K.; YU, L. Multi-nation comparisons of energy architecture performance: a group decision-making method with preference structure and acceptability analysis. **Energy Economics**, v. 96, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105139>. Acesso em: 13 jun. 2023.

GASPAR FILHO, V.; SANTOS, T. Energy security transition: clean energy, critical minerals, and new dependencies. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 25, 2022.

GIELEN, D. *et al.* The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, v. 24, p. 38-50, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GRECO, S. *et al.* On the methodological framework of composite indices: a review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. **Social Indicators Research**, v. 141, p. 61-94, 2019.

GRINZSTEJN, C.; RODRIGUEZ, M. E.; ESTILL, G. **O dilema da China**: entre a liderança na transição energética e a dependência do carvão. Rio de Janeiro: BRICS Policy Center, 2022.

GUBINELLI, G. Goldwind pondrá en funcionamiento sus 5 parques eólicos de Argentina en los próximos 2 meses. **Energia Estratégica**, 14 dic. 2020. Disponível em: <https://www.energiaestrategica.com/goldwind-pondra-en-funcionamiento-sus-5-parques-eolicos-de-argentina-en-los-proximos-2-meses/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

GUEDEL, A.; EICHENBERGER, O. EU Green Deal vs. US Inflation Reduction Act. **KPMG**, Sept. 15, 2023. Disponível em: <https://kpmg.com/ch/en/insights/esg-sustainability/eu-green-deal-vs-us-inflation-reduction-act.html>.

GUÉNETTE, J-D.; KENWORTHY, P.; WHEELER, C. **Implications of the War in Ukraine for the global economy**. Washington: World Bank, Apr. 2022. (EFI Policy Note, n. 3). Disponível em: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/5d903e848db1d1b83e0ec8f744e55570-0350012021/related/Implications-of-the-War-in-Ukraine-for-the-Global-Economy.pdf>.

GUERRERO, A. L. Geopolitics of global energy transformation and territorial dynamics of energy transition in South America. **Ambiente e Sociedade**, v. 24, 2021.

HAN, C; WEI, S. China's no new coal power overseas pledge, one year on. **China Dialogue**, 22 Sept. 2022. Disponível em: <https://chinadialogue.net/en/energy/chinas-no-new-coal-power-overseas-pledge-one-year-on/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

HAWKINS, A.; CHEUNG, R. China on course to hit wind and solar power target five years ahead of time. **The Guardian**, 29 June 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/world/2023/jun/29/china-wind-solar-power-global-renewable-energy-leader>.

HE, L. China vows to help its EV champions succeed overseas despite threats of sanctions. **CNN**, 27 Feb. 2024. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2024/02/07/cars/china-ev-global-push-intl-hnk/index.html>. Acesso em: 11 mar. 2024.

HIRSH, R. F.; JONES, C. F. History's contributions to energy research and policy. **Energy Research and Social Science**, v. 1, 2014, p. 106-111. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.02.010>. Acesso em: 2 out. 2023.

HODSON, H. EVs are poised to make China the world's biggest car exporter. **Economist**, 13 Nov. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3ltNnJf>. Acesso em: 22 fev. 2024.

HORN, S; REINHART, C; TREBESCH, C. **China's overseas lending**. Cambridge: NBER, 2019. (Working Paper, n. 26050).

HUANG, J. *et al.* How successful are the restoration efforts of China's lakes and reservoirs? **Environment International**, v. 123, p. 96-103, 2019.

HUND, D. *et al.* **A framework for fostering effective energy transitions**. Geneva: WEF; McKinsey & Company, 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/a-framework-for-fostering-effective-energy-transitions>.

IMAHASHI, R. Coal use set to hit all-time high in 2022 amid energy crisis. **Nikkei Asia**, 16 Dec. 2022. Disponível em: <https://asia.nikkei.com/Business/Energy/Coal-use-set-to-hit-all-time-high-in-2022-amid-energy-crisis-IEA>. Acesso em: 3 jun. 2023.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Tracking clean energy innovation**: a framework for using indicators to inform policy. Paris: IEA, Nov. 2020.

_____. **An energy sector roadmap to carbon neutrality in China**: executive summary. Paris: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china/executive-summary>.

_____. **Tracking clean energy innovation: focus on China.** Paris: IEA, Mar. 2022a. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/6a6f3da9-d436-4b5b-ae3b-2622425d2ae4/TrackingCleanEnergyInnovation-FocusonChina_FINAL.pdf.

_____. **Global energy review: CO2 emissions in 2021.** Paris: IEA, Mar. 2022b. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>.

_____. **The role of critical minerals in clean energy transitions.** Paris: IEA, Mar. 2022c. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>.

_____. **World energy outlook 2022.** Paris: IEA, Oct. 2022d. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>.

_____. **CO2 emissions in 2022.** Paris: IEA, Mar. 2023a. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>. Acesso em: 3 jun. 2023.

_____. **World energy investment 2023.** Paris: IEA, May 2023b.

_____. **World energy outlook 2023.** Paris: IEA, Oct. 2023c. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.

_____. **Latin America energy outlook.** Paris: IEA, Nov. 2023d.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **World energy transitions outlook 2022: 1,5°C Pathway – executive summary.** Abu Dhabi: Irena, Mar. 2022. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/files/irena/agency/publication/2022/mar/irena_weto_summary_2022.pdf?la=en&hash=1da99d3c3334c84668f5caae029bd9a076c10079.

_____. **Renewable capacity statistics 2023.** Abu Dhabi: Irena, Mar. 2023a. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023>. Acesso em: 13 nov. 2023.

_____. **World energy transitions outlook 2023: 1,5°C Pathway.** Abu Dhabi: Irena, June 2023b. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>.

_____. **Renewable power generation costs in 2022.** Abu Dhabi: Irena, Ago. 2023c. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022o>.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL FOR CLIMATE CHANGE. **Climate change 2023: synthesis report.** Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY; AfDB – AFRICAN DEVELOPMENT BANK. **Renewable energy market analysis: Africa and its regions**. Abu Dhabi; Abidjan: Irena, Jan. 2022. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Renewable-Energy-Market-Analysis-Africa>.

ITA – INTERNATIONAL TRADE ADMINISTRATION. **China country comercial guide: energy**. Disponível em: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/china-energy>. Acesso em: 22 fev. 2024.

JEMIO, M. T. O polêmico referendo para reativar a represa boliviana de Rositas. **Dialogue Earth**, 20 fev. 2020. Disponível em: <https://dialogochino.net/pt-br/mudanca-climatica-e-energia-pt-br/23572-o-polemico-referendo-para-reativar-a-represa-boliviana-de-rositas/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

JI, Q.; ZHANG, D. How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China? **Energy Policy**, v. 128, p. 114-124, 2019.

JINNAH, S. Makers, takers, shakers, shapers: emerging economies and normative engagement in climate governance. **Global Governance**, v. 23, p. 285-306, 2017.

KLIMAN, D. *et al.* Grading China's Belt and Road. **CNAS**, 8 Apr. 2019. Disponível em: <https://www.cnas.org/publications/reports/beltandroad>. Acesso em: 14 mar. 2024.

KONG, B.; GALLAGHER, K. P. The new coal champion of the world: the political economy of Chinese overseas development finance for coal-fired power plants. **Energy Policy**, v. 155, 2021.

KOOP, F. Gás natural: faca de dois gumes na transição energética da América Latina. **Dialogue Earth**, 18 jan. 2018. Disponível em: <https://dialogochino.net/pt-br/mudanca-climatica-e-energia-pt-br/50409-natural-gas-latin-america-energy-transition/>. Acesso em: 21 dez. 2023.

_____. Q&A: 'Latin America has different versions of the energy transition'. **Dialogue Earth**, 21 Aug. 2023. Disponível em: <https://dialogochino.net/en/climate-energy/377476-latin-america-has-different-versions-of-the-energy-transition/>. Acesso em: 21 dez. 2023.

KUC-CZARNECKA, M. E.; OLCZYK, M.; ZINECKER, M. Improvements and spatial dependencies in energy transition measures. **Energies**, v. 14, n. 13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14133802>.

LAMPIS, A. *et al.* Energy transition or energy diversification? Critical thoughts from Argentina and Brazil. **Energy Policy**, v. 171, 2022.

LAPILLONE, B.; SUDRIES, L. Empowering sustainable development through energy efficiency. **Enerdata**, Mar. 2023. (Executive Brief). Disponível em: <https://d1owejb4br3l12.cloudfront.net/publications/executive-briefing/empowering-sustainable-development-through-energy-efficiency-latin-america.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2023.

LEI, L. High renewables development costs are a 'symptom' of inflexible power grids: IRENA chief. **Eco-Business**, 31 Oct. 2023. Disponível em: <https://www.eco-business.com/news/high-renewables-development-costs-are-a-symptom-of-inflexible-power-grids-irena-chief/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

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

LIMA, E. Odebrecht vende 3ª maior hidrelétrica do Peru para consórcio chinês. **UOL**, 25 ago. 2017. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/efe/2017/08/25/odebrecht-vende-3-maior-hidroeletrica-do-peru-para-consorcio-chines.htm>. Acesso em: 14 mar. 2024.

LINS, C.; MASCOTTE, B. **Integração energética na América Latina: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Cebri, 2020.

LIU, H. *et al.* The carbon brief profile: China. 2023. **Carbon Brief**, 29 Nov. 2023. Disponível em: <https://interactive.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-china/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

LIU, Z. *et al.* Legal System of Soil Pollution Remediation in China and its regulation and guidance to soil pollution remediation. **Sustainability**, v. 15, n. 15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151511504>.

LIU, S.; WANG, Y.; WANG, Y. South Korea and Japan will end overseas coal financing: will China catch up?. **World Resources Institute**, 14 June 2021. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/south-korea-and-japan-will-end-overseas-coal-financing-will-china-catch>. Acesso em: 3 jun. 2023.

LOCATELLI, G. *et al.* Corruption in public projects and megaprojects: there is an elephant in the room. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 3, p. 252-268, 2017.

LONG, X. *et al.* Nonrenewable energy, renewable energy, carbon dioxide emissions and economic growth in China from 1952 to 2012. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 680-688, 2015.

LÓPEZ-BELLIDO, L.; WERY, J.; LÓPEZ-BELLIDO, R. J. Energy crops: prospects in the context of sustainable agriculture. **European Journal of Agronomy: the Journal of the European Society for Agronomy**, v. 60, p. 1-12, 2014.

LOSEKANN, L.; TAVARES, F. B. **Política Energética no BRICS: desafios da transição energética**. Rio de Janeiro: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2495).

MA, T. *et al.* China's improving inland surface water quality since 2003. **Science Advances**, v. 6, n. 1, p. 3798, 2020.

MACHADO, N. América Latina tem 319 GW em renováveis anunciadas até 2030; Brasil lidera. **Eixos**, 10 mar. 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/america-latina-tem-319-gw-em-renovaveis-anunciadas-ate-2030-brasil-lidera/>. Acesso em: 21 dez. 2023.

MAISCH, M. Enel brings online 546 MW of solar projects in Brazil. **PV magazine**, 19 Sept. 2017. Disponível em: <https://www.pv-magazine.com/2017/09/19/enel-brings-online-546-mw-of-solar-projects-in-brazil/>. Acesso em 14 mar. 2024.

MAIZLAND, L. China's fight against climate change and environmental degradation. **Council on Foreign Relations**, 19 May 2021. Disponível em: <https://www.cfr.org/backgrounder/china-climate-change-policies-environmental-degradation>. Acesso em: 22 fev. 2024.

MAJKUT, J. *et al.* Security implications of nord stream sabotage. **CSIS**, 29 Sept. 2022. Disponível em: <https://www.csis.org/analysis/security-implications-nord-stream-sabotage>. Acesso em: 14 nov. 2023.

MARTÍNEZ, R. Q. **Energy transition powering transformative sustainable development in Latin America and the Caribbean**. Santiago de Chile: CEPAL, May 2023. Disponível em: https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/ppt_challenges_eclac.pdf. Acesso em: 21 dez. 2023.

MARTÍNEZ, D. M.; EBENHACK, B. W.; WAGNER, T. **Energy efficiency: concepts and calculations**. Amsterdam: Elsevier, 2019. Disponível em: <https://www.energy.gov/eere/analysis/energy-efficiency-vs-energy-intensity>.

MAZZOCCO, I.; SEBASTIAN, G. Electric shock: interpreting China's electric vehicle export boom. **CSIS**, 14 set. 2023. Disponível em: <https://www.csis.org/analysis/electric-shock-interpreting-chinas-electric-vehicle-export-boom>. Acesso em: 22 fev. 2024.

MEI, D. *et al.* **A race to the top China 2023**. California: Global Energy Monitor, 2023. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2023/06/GEM-RTTT-China-2023-report-English.pdf>.

MONROY, M. Conoce el ranking que tiene a Chile liderando la electromovilidad en Latinoamérica. **La Tercera**, 9 nov. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3vaGf1b>. Acesso em: 21 dez. 2023.

MORTON, K. China's ambition on climate change in a post-pandemic world. *In*: GABUSI, G. (Ed.). **Drivers of global change**: responding to East Asian economic and institutional innovation. Torino: Twai, 2022. cap. 8.

MOTA, C. Como seca histórica no Brasil traz risco de inflação e racionamento de energia. **BBC**, 31 maio 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-57290389>. Acesso em: 19 jan. 2024.

MOYA, D. La apuesta de América Latina por la electromovilidad: Costa Rica, México y Brasil lideran la carrera. **Diario Financiero**, 20 oct. 2023. Disponível em: <https://dfsud.com/america/la-apuesta-de-america-latina-por-la-electromovilidad-costarica-mexico>. Acesso em: 26 dez. 2023.

MYLLYVIRTA, L. What is causing the record rise in both China's coal production and imports? **Crea**, 8 June 2023. Disponível em: <https://energyandcleanair.org/record-rise-in-chinas-coal-production-and-imports/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

NAM, E.; JIN, T. Mitigating carbon emissions by energy transition, energy efficiency, and electrification: difference between regulation indicators and empirical data. **Journal of Cleaner Production**, v. 300, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126962>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NEDOPII, C. *et al.* What China's new guidelines on 'green development' mean for the Belt and Road. **China Dialogue**, 18 Aug. 2021. Disponível em: <https://dialogue.earth/en/business/what-chinas-new-guidelines-on-green-development-mean-for-the-belt-and-road/>. Acesso em: 21 maio 2023.

NENGCHANG, C.; XIAOXIA, H.; DASONG, L. China launches first national soil survey in 40 years. **Dialogue Earth**, 2 Aug. 2022. Disponível em: <https://chinadialogue.net/en/pollution/china-launches-first-national-soil-survey-in-40-years/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

NEOFYTOU, H.; NIKAS, A.; DOUKAS, H. Sustainable energy transition readiness: a multicriteria assessment index. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 131, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109988>. Acesso em: 14 jun. 2023.

NURTON, J. Patenting trends in renewable energy. **WIPO Magazine**, Mar. 2020. Disponível em: https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2020/01/article_0008.html. Acesso em: 22 fev. 2024.

OLIVEIRA, R. C. **Panorama do hidrogênio no Brasil**. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2787).

O'SULLIVAN, M.; OVERLAND, I.; SANDALOW, D. The geopolitics of renewable energy. **SSRN Electronic Journal**, p. 17-27, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2998305>. Acesso em: 4 out. 2023

OVERLAND, I. *et al.* The GeGaLo index: geopolitical gains and losses after energy transition. **Energy Strategy Reviews**, v. 26, 2019. Disponível em: https://www.nupi.no/content/pdf_preview/20748/file/IndexofGeopoliticalGainsandLosses.pdf.

PABLO-ROMERO, M.; SÁNCHEZ-BRAZA, A.; ROMERO, M. Renewable energy in Latin America. **AIMS Energy**, v. 10, n. 4, p. 695-717, 2022.

PALACIOS, L.; AYALA, J. J. G. **Financing the energy transition in Latin America and the Caribbean: an incomplete puzzle**. New York: Center on Global Energy Policy, Sept. 2023. Disponível em: <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/financing-the-energy-transition-in-latin-america-and-the-caribbean-an-incomplete-puzzle/>.

PALACIOS, L.; CÁRDENAS, M. A bold plan to finance Latin America's energy transition. **Americas Quarterly**, 24 Feb. 2022. Disponível em: <https://americasquarterly.org/article/a-bold-plan-to-finance-latin-americas-energy-transition/>. Acesso em: 26 dez. 2023.

PALTSEV, S. The complicated geopolitics of renewable energy. **Bulletin of the Atomic Scientists**, v. 72, n. 6, p. 390-395, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00963402.2016.1240476>. Acesso em: 4 out. 2023.

PAZ, A. M. **Reference module in Earth systems and environmental sciences**. [s.l.]: Elsevier, 2013.

PENG, D.; JI, Y; KONG, Q. OFDI and firms' sustainable productive capacity: evidence from Chinese industrial firms. **International Review of Economics and Finance**, v. 83, p. 641-652, 2023.

PORTER, S. The energy trilemma: finding the right balance between sustainability, security and affordability. **Forbes**, 11 Apr. 2023. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/deloitte/2023/04/11/the-energy-trilemma-finding-the-right-balance-between-sustainability-security-and-affordability/?sh=552641e465a8>. Acesso em: 30 set. 2023.

QUITZOW, R. *et al.* Advancing a global transition to clean energy: the role of international cooperation. **Economics**, v. 13, p. 1-18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2019-48>. Acesso em: 13 jun. 2023.

RAGOSA, G.; WARREN, P. Unpacking the determinants of cross-border private investment in renewable energy in developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 854-865, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.166>. Acesso em: 16 jun. 2023.

RAY, R.; SIMMONS, A. B. Tracking China's overseas development finance. **Global Development Policy Center**, 7 Dec. 2020. Disponível em: <https://www.bu.edu/gdp/2020/12/07/tracking-chinas-overseas-development-finance/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

REN21. **Renewables 2022: global status report**. Paris: REN21 Secretariat, 2022. Disponível em: <https://www.ren21.net/gsr-2022/snapshots/china/china/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

RIO PARANÁ ENERGIA. Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2017. **China Three Gorges**, 31 Dec. 2017. Disponível em: <http://ctgbr.com.br/wp-content/uploads/2018/09/DemonstracoesFinanceiras-31.12.2017.pdf>.

RITCHIE, H. Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from? **Our World in Data**, 18 Sept. 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>. Acesso em: 10 nov. 2023.

RITCHIE, H.; ROSER, M. China: CO2 country profile. **Our World in Data**, 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/co2/country/china#citation>.

RESCALDE, M. Y. The different paths for renewable energies in Latin American countries: the relevance of the enabling frameworks and the design of instruments. **Wires Energy Environment**, v. 5, n. 3, p. 305-326, 2015.

RÖEDER, M.; WELFLE, A. Bioenergy. In: LETCHER, T. M. (Ed.). **Managing global warming: an interface of technology and human issues**. Massachusetts: Academic Press, 2019. p. 379-398. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814104-5.00012-0>.

SANDALOW, D. *et al.* **Guide to chinese climate policy 2022**. Oxford: The Oxford Institute for Energy Studies, 2022.

SCHONHARDT, S. China invests \$546 billion in clean energy, far surpassing the U.S. **Scientific American**, 30 Jan. 2023. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/china-invests-546-billion-in-clean-energy-far-surpassing-the-u-s/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SETH, S.; MCGILLIVRAY, M. Composite indices, alternative weights, and comparison robustness. **Social Choice and Welfare**, v. 51, p. 657-679, 2018.

SHEN, Y. *et al.* A dataset of low-carbon energy transition index for Chinese cities 2003-2019. **Scientific Data**, v. 10, n. 1, p. 906, 2023.

SINGH, H. V. *et al.* The energy transitions index: an analytic framework for understanding the evolving global energy system. **Energy Strategy Reviews**, v. 26, p. 100382, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>.

SOTO, D. L. *et al.* **La ruta energética de América Latina y el Caribe**. Washington: BID, 2022.

SOVACOOOL, B. K. How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. **Energy Research and Social Science**, v. 13, p. 202-215, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>. Acesso em: 11 jun. 2023.

STEVENS, D. Las lecciones energéticas de las crisis de América Latina. **Nexos**, 2 mayo 2022. Disponível em: <https://medioambiente.nexos.com.mx/las-lecciones-energeticas-de-las-crisis-de-america-latina/>. Acesso em: 22 dez. 2022.

TAI, H. *et al.* **The energy transition: a region-by-region agenda for near-term action**. New York: McKinsey & Company, 2022. Disponível em: https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-energy-transition-a-region-by-region-agenda-for-near-term-action#/.

THE EVIDENCE is clear: the time for action is now – we can halve emissions by 2030. **IPCC**, 4 Apr. 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/>.

THE lesson from BYD's EV takeover: don't discount China. **Time**, 12 Jan. 2024. Disponível em: <https://time.com/6554994/china-byd-ev-takeover/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

TOLLEFSON, J. What the war in Ukraine means for energy, climate and food. **Nature**, 5 Apr. 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00969-9>. Acesso em: 8 dez. 2023.

UGARTECHE, O.; LEÓN, C.; GARCÍA, J. China and the energy matrix in Latin America: governance and geopolitical perspective. **Energy Policy**, v. 177, June 2023.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **China's policy strategies for green low-carbon development: perspective from South-South cooperation**. Geneva: United Nations, Nov. 2023. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/gds2023d6_en.pdf.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **China's climate policy documents: 1+N and updated NDC.** Beijing, UNDP, 2021. (Issue Brief, n. 6).

UNSTATS – UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS STATISTICS DIVISION. **The Sustainable Development Goals Report 2022.** New York: United Nations, 2022. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf>.

US GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries 2023.** Virginia: U.S. Geological Survey, Jan. 2023. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>.

VASQUEZ, C.; STEINBUKS, J.; ESTEVEZ, R. From potential to action: energy efficiency in Latin America. **World Bank Blogs**, 2 Oct. 2023. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/energy/potential-action-energy-efficiency-latin-america>. Acesso em: 28 dez. 2023.

WANG, Z. *et al.* Energy structure change and carbon emission trends in China. **Energy, Oxford**, v. 115, p. 369-377, 2016.

WEC – WORLD ENERGY COUNCIL. **World energy trilemma index 2022.** London: WEC, 2022. Disponível em: <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2022>.

WEF – WORLD ECONOMIC FORUM. **Fostering effective energy transition: 2021 edition.** Geneva: WEF, Apr. 2021. (Insight Report). Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2021/in-full/appendix-methodology/>.

_____. **Fostering effective energy transition: 2022 edition.** Geneva: WEF, May 2022. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2022/>.

_____. **Fostering effective energy transition: 2023 edition.** Geneva: WEF, June 2023. (Insight Report). Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/in-full/china/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

WHITE, E. How China cornered the market for clean tech. **Financial Times**, 9 Aug. 2023. Disponível em: <https://www.ft.com/content/6d2ed4d3-c6d3-4dbd-8566-3b0df9e9c5c6>. Acesso em: 20 set. 2023.

YANG, G. *et al.* China's ambitious low-carbon goals require fostering city-level renewable energy transitions. **Science**, v. 26, n. 3, p. 106263, 2023.

YEPEZ, A.; URTEAGA, J. A. América Latina y el Caribe pueden mitigar el cambio climático aprovechando su eficiencia energética. **BID**, 20 abr. 2023. Disponível em: <https://blogs.iadb.org/energia/es/america-latina-y-el-caribe-pueden-mitigar-el-cambio-climatico-aprovechando-su-eficiencia-energetica/>. Acesso em: 21 set. 2023.

YORK, R.; BELL, S. E. Energy transitions or additions? Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy. **Energy Research and Social Science**, v. 51, 2019, p. 40-43.

ZAPATA-CANTU, L.; GONZÁLEZ, F. Challenges for innovation and sustainable development in Latin America: the significance of institutions and human capital. **Sustainability**, v. 13, 2021.

ZHANG, H. *et al.* Changes in China's river water quality since 1980: management implications from sustainable development. **Clean Water**, v. 6, n. 1, 2023.

ZHAO, F. J. *et al.* Soil contamination in China: current status and mitigation strategies. **Environmental Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 750-759, 2015.

ZHOU, L.; MA, Z. After a decade of fossil fuel investing, can China fulfill its promise of a "Green" Belt and Road Initiative? **World Resources Institute**, 24 Oct. 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/greening-chinas-belt-and-road-initiative>. Acesso em: 14 mar. 2024.

APÊNDICE A

QUADRO A.1

Detalhamento dos indicadores do ETI

Dimensões	Indicadores	Detalhamento
Desempenho do sistema (50%)	Equidade (33%)	Acesso urbano a eletricidade (percentual da população urbana)
		Acesso rural a eletricidade (percentual da população rural)
		Acesso a combustíveis e tecnologias limpas para cozinhar (percentual da população)
		Preços de eletricidade domésticos, incluindo impostos (USc15p/kWh PPP)
		Preços de eletricidade para indústria (USc15p/kWh)
		Preços de gás por atacado (US\$/MMBTU)
		Subsídios de energia (percentual do PIB)
		Importações líquidas de combustível (percentual do PIB)
		Vantagens comparativas em tecnologias de baixo carbono
	Segurança (33%)	Diversificação dos parceiros de importação
		Diversidade da Oferta Total de Energia
		Importações líquidas de energia (percentual da Oferta Total de Energia)
		Diversidade da oferta de eletricidade
		Flexibilidade no sistema elétrico
		Resiliência do fornecimento de gás
		Índice de Duração Média de Interrupção do Sistema
	Sustentabilidade (33%)	Índice de Frequência Média de Interrupção do Sistema,
		Intensidade energética (MJ/\$2017 PPP PIB)
		Consumo de energia <i>per capita</i> (GJ/capita)
		Emissões de CO2 <i>per capita</i> (T/capita)
		Intensidade de CO2 na Oferta Total de Energia (Kg/GJ)
Intensidade de CH4 na produção de energia (kT/GJ)		
Parcela de energias limpas no consumo final de energia (%)		

(Continua)

(Continuação)

Dimensões	Indicadores	Detalhamento
Preparação para a transição (50%)	Estrutura regulatória e investimento (50%)	Índice de Acesso à Energia Sustentável RISE
		Índice de Eficiência Energética RISE
		Índice de Energia Renovável RISE
		Índice de Cozinha Limpa RISE
		Compromisso do País com Carbono Zero
		Estabilidade política
		Pontuação da Taxa Eficaz de Carbono
		Classificação de crédito
		Crédito doméstico ao setor privado (percentual do PIB)
		Restrições regulatórias ao IED
		Estado de Direito
		Fluxos internacionais para países em desenvolvimento (percentual do PIB)
		Investimentos em energias renováveis (percentual do PIB)
	Fatores habilitadores (50%)	Pontuação da implantação de capacidade renovável
		Qualidade da infraestrutura de transportes
		Preparação da infraestrutura digital
		Empregos em energia renovável em relação ao total da força de trabalho industrial
		Qualidade da educação
		Disponibilidade de mão de obra qualificada
		Ambiente de negócios inovador
Investimento público em P&D como percentual do PIB		
Desenvolvimento de tecnologias ambientais como percentual de todas as tecnologias		

Fonte: World Economic Forum (WEF). Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/#report-nav>.
Elaboração dos autores.

Obs.: PIB – produto interno bruto; RISE – Regulatory Indicators for Sustainable Energy; IED – Investimento Externo Direto; P&D – pesquisa e desenvolvimento.

APÊNDICE B

QUADRO B.1

Classificação dos países de acordo com o nível de desenvolvimento e/ou a região

Classificação	Países
Economias avançadas	Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chipre, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Coreia do Sul, Luxemburgo, Malta, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Portugal, Singapura, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido, Estados Unidos.
Comunidade dos Estados Independentes	Armênia, Azerbaijão, Geórgia, Cazaquistão, Quirguistão, Tadjiquistão, Ucrânia
Ásia emergente e em desenvolvimento	Bangladesh, Brunei, Camboja, China, Índia, Indonésia, Laos, Malásia, Mongólia, Nepal, Filipinas, Sri Lanka, Tailândia, Vietnã
Europa emergente e em desenvolvimento	Albânia, Bósnia e Herzegovina, Bulgária, Croácia, Hungria, Letônia, Macedônia, Montenegro, Polônia, Moldávia, Romênia, Sérvia, Eslováquia, Turquia
América Latina e Caribe	Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Trinidad e Tobago, Uruguai, Venezuela
Oriente Médio, Norte da África e Paquistão	Argélia, Bahrein, Egito, Irã, Jordânia, Kuwait, Líbano, Marrocos, Omã, Paquistão, Qatar, Arábia Saudita, Tunísia, Emirados Árabes Unidos, Iêmen.
África subsaariana	Angola, Botsuana, Camarões, República Democrática do Congo, Costa do Marfim, Etiópia, Gabão, Gana, Quênia, Ilhas Maurício, Moçambique, Namíbia, Nigéria, Senegal, África do Sul, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábue.

Fonte: World Economic Forum (WEF). Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/#report-nav>.
Elaboração dos autores.

APÊNDICE C

TABELA C.1

Distribuição dos países nas quatro categorias, por dimensão e classificação das economias por região e/ou desenvolvimento econômico

Países líderes			
Dimensão	Equidade	Segurança	Sustentabilidade
Economias avançadas	11	12	14
Comunidade dos Estados Independentes	2	4	1
Ásia emergente e em desenvolvimento	3	4	6
Europa emergente e em desenvolvimento	6	5	8
América Latina e Caribe	3	4	9
Oriente Médio, Norte da África e Paquistão	5	3	1
África subsaariana	1	3	14
Total	31	35	53
Países avançados			
Dimensão	Equidade	Segurança	Sustentabilidade
Economias avançadas	3	7	16
Comunidade dos Estados Independentes	2	1	2
Ásia emergente e em desenvolvimento	5	3	4
Europa emergente e em desenvolvimento	3	7	6
América Latina e Caribe	3	6	7
Oriente Médio, Norte da África e Paquistão	3	3	7
África subsaariana	10	6	2
Total	29	33	44
Países estabilizadores			
Dimensão	Equidade	Segurança	Sustentabilidade
Economias avançadas	12	8	0
Comunidade dos Estados Independentes	2	0	1
Ásia emergente e em desenvolvimento	0	1	1
Europa emergente e em desenvolvimento	2	1	0
América Latina e Caribe	5	7	4
Oriente Médio, Norte da África e Paquistão	6	5	0
África subsaariana	1	2	1
Total	28	24	7

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Dimensão	Países em risco		
	Equidade	Segurança	Sustentabilidade
Economias avançadas	5	4	1
Comunidade dos Estados Independentes	1	2	3
Ásia emergente e em desenvolvimento	6	6	3
Europa emergente e em desenvolvimento	4	2	1
América Latina e Caribe	9	3	0
Oriente Médio, Norte da África e Paquistão	1	4	7
África subsaariana	6	7	1
Total	32	28	16

Fonte: World Economic Forum (WEF). Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/country-deep-dives-a57a63d0d5/#report-nav>.
Elaboração dos autores.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Bastos Dias

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos

Vivian Barros Volotão Santos

Deborah Baldino Marte (estagiária)

Luíza Cardoso Mendes Velasco (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Camila Guimarães Simas

Leonardo Simão Lago Alvite

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro
por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria
ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

