

# PANORAMA DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS MUNDIAIS 2023

VIA DE 1,5°C

SUMÁRIO EXECUTIVO

## © IRENA 2023

A menos que se indique o contrário, o material nessa publicação pode ser livremente usado, compartilhado, reproduzido, impresso e/ou salvo, desde que seja enviada a informação adequada de que a IRENA é a fonte e a proprietária dos direitos autorais. O material incluso nessa publicação que seja atribuído a terceiros pode estar sujeito a termos de uso e restrições separados e pode ser necessário proteger permissões desses terceiros antes de qualquer uso desse material.

## CITAÇÃO

IRENA (2023), *Panorama das Transições Energéticas Mundiais 2023: Via do 1,5°C*, Agência Internacional para as Energias Renováveis, Abu Dhabi.

Esse sumário executivo é traduzido do *“World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C pathway”* ISBN: 978-92-9260-527-8” (2023). Em caso de discrepância entre essa tradução e o original em inglês, prevalece o original em inglês.

**Disponível para descarregamento:** [www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications)

**Para mais informações ou para fornecer feedback:** [publications@irena.org](mailto:publications@irena.org)

## ACERCA DA IRENA

A Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA) serve como a plataforma principal para a cooperação internacional, um centro de excelência, um repositório de conhecimento político, tecnológico, financeiro e de recursos e um impulsionador da ação em campo para o avanço da transformação do sistema energético global. Uma organização intergovernamental global estabelecida em 2011, a IRENA promove a adoção generalizada e o uso sustentável de todas as formas de energia renovável, incluindo a bioenergia, energia geotérmica, energia hidrelétrica, energia dos oceanos, solar e eólica, na busca do desenvolvimento sustentável, do acesso à eletricidade, à segurança energética e ao crescimento e prosperidade econômicos baseados nas baixas emissões de carbono.

[www.irena.org](http://www.irena.org)

## ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Esta publicação e o material incluso são fornecidos “como estão”. Todas as precauções razoáveis foram tomadas pela IRENA para verificar a confiabilidade do material incluso nesta publicação. Entretanto, nem a IRENA, nem nenhum de seus responsáveis, agentes, fornecedores de dados ou outros conteúdos de terceiros, fornece uma garantia de nenhum tipo, quer expressa, quer implícita, e não aceita nenhuma responsabilidade ou compromisso por nenhuma consequência derivada do uso da publicação ou material aqui inclusos.

As informações aqui contidas não representam necessariamente as opiniões de todos os Membros da IRENA. A menção de empresas específicas ou certos projetos ou produtos não implica que eles sejam autorizados ou recomendados pela IRENA em detrimento de outros de uma natureza semelhante que não estejam mencionados. As designações usadas e a apresentação do material aqui incluso não implicam a expressão de nenhuma opinião por parte da IRENA com relação ao status legal de qualquer região, país, território, cidade ou área ou de suas autoridades, ou com relação à delimitação de fronteiras.

# ÍNDICE

Prefácio .....	04
<b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b> .....	06
Uma brecha de investimento duradoura .....	11
Superando barreiras para a transição .....	12
Desenvolvimento de estruturas para um sistema energético baseado em energias renováveis .....	14
Emprego e meios de subsistência .....	16
Impactos socioeconômicos da transição energética .....	19
O caminho a seguir: Priorização de ações ousadas e transformadoras .....	20
Reescrevendo a cooperação internacional .....	21
Scenários .....	23

## FIGURAS

<b>Figura S1</b> Barreiras e soluções chave da transição energética .....	13
<b>Figura S2</b> Emprego global extensível a toda economia, diferença percentual média entre PES e cenário de 1,5°C, por direcionador, 2023-2050 .....	16
<b>Figura S3</b> Empregos no setor energético global no cenário do PES e 12,5°C, 2021-2050 .....	17
<b>Figura S4</b> Quota de empregos nas energias renováveis por região, 2050 .....	18

## TABLES

<b>Tabela S1</b> Acompanhar o progresso de componentes chave do sistema energética para alcançar a meta de 1,5°C .....	08
--	----



# PREFÁCIO

---

O Relatório de Síntese da Sexta Avaliação do IPCC transmitiu uma mensagem preocupante – nossa capacidade coletiva de aderir a uma via de 1,5°C está em jogo. Nesta década, o nosso sucesso na redução das emissões de gases com efeito de estufa determinará se o aumento da temperatura global pode ser limitado a 1,5°C ou mesmo a 2°C. As ramificações de cada fração de grau não podem ser exageradas – especialmente, para as populações mais vulneráveis do mundo, que já sofrem os impactos destrutivos das alterações climáticas. A omnipresença das catástrofes induzidas pelo clima – sejam elas inundações, secas ou incêndios – demonstra a necessidade premente de uma correção de rumo.

Até 2030, devemos simultaneamente concretizar os objetivos da agenda de desenvolvimento sustentável e reduzir significativamente as emissões. A energia desempenha um papel essencial na correção do curso climático e na realização do desenvolvimento sustentável. O caminho de 1,5°C da IRENA, estabelecido no World Energy Transitions Outlook, posiciona a eletrificação e a eficiência como principais motores de transição, possibilitados por energias renováveis, hidrogênio limpo e biomassa sustentável. Cada vez mais, os países estão posicionando estas vias tecnológicas no centro de sua ação climática, bem como de suas estratégias econômicas, de segurança energética e de acesso universal.

O Volume 1 do World Energy Transitions Outlook 2023 fornece uma visão geral do progresso, acompanhando a implementação e as brechas em todos os setores energéticos. Ele mostra que a maioria do progresso alcançado até à data ocorreu no setor da energia, onde um círculo virtuoso de tecnologia, política e inovação nos fez percorrer um longo caminho; mas a escala e a extensão da implementação ficam muito abaixo do que é necessário para permanecer na via de 1,5°C. Uma tendência igualmente preocupante é a concentração geográfica dessas implantações, que permanece limitada a alguns países e regiões. Esse padrão, que persistiu durante a última década, excluiu quase metade da população global, e particularmente a população dos países com necessidades significativas de acesso à energia.

O argumento comercial para as energias renováveis é forte, mas as barreiras profundamente enraizadas decorrentes dos sistemas e estruturas criados para a era dos combustíveis fósseis continuam a dificultar o progresso. A World Energy Transitions Outlook estabelece uma visão para superar estas barreiras. Ela prevê três pilares que constituiriam as bases para um caminho a seguir: primeiro, construir as infraestruturas necessárias e investir em escala em redes, e rotas terrestres e marítimas, para acomodar novos locais de produção, padrões comerciais e centros de demanda; segundo, promover uma arquitetura política e regulatória evoluída que possa facilitar investimentos direcionados; e, finalmente, realinhar estrategicamente as capacidades institucionais para ajudar a garantir que as competências e capacidades correspondam ao sistema energético que aspiramos criar.

Isso também requer um realinhamento da forma como funciona a cooperação internacional. As instituições financeiras multilaterais deveriam priorizar a construção de infraestruturas que sustentariam o novo sistema energético. Isso ajudaria, de forma coerente e simultânea, a concretizar as prioridades de desenvolvimento e climáticas, desencadeando dinâmicas econômicas e sociais virtuosas. É importante ressaltar que isso permitiria o investimento do setor privado em países e regiões que enfrentam atualmente barreiras, como os elevados custos de capital. A maioria deste financiamento deve assumir a forma de empréstimos concessionais, enquanto para os mais vulneráveis, como os países menos desenvolvidos (PMA) e os pequenos Estados insulares em desenvolvimento (PEID), é necessária uma parte do financiamento através de subsídios.

O trabalho da IRENA há muito que enfatiza a necessidade de uma abordagem holística à transição energética, abrangendo não apenas os desenvolvimentos tecnológicos, mas também os aspectos socioeconômicos. Isso requer uma compreensão das transformações abrangentes que ocorrerão à medida que o mundo passa dos combustíveis fósseis para as energias renováveis e para uma maior eficiência energética.

# PANORAMA DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS MUNDIAIS 2023

VOLUME  
1

VOLUME  
2

O Volume 2 do World Energy Transitions Outlook 2023 discute os impactos socioeconômicos do Cenário 1,5°C da IRENA, em comparação com o Cenário Energético Planejado – os dois roteiros da IRENA apresentados no Volume 1. Ele se baseia no trabalho de modelagem macroeconômica da IRENA e fornece aos decisores políticos informações sobre como a atividade econômica, o emprego e o bem-estar podem ser afetados no escopo da via de 1,5°C, em comparação com as atuais configurações políticas. Essa análise pode ajudar os países a conceber políticas que maximizem os benefícios da transição energética e minimizem os encargos de ajustamento.

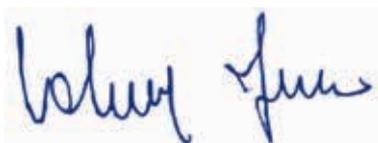
Qualquer mudança econômica estrutural resultará em vencedores e perdedores; portanto, garantir resultados benéficos para todas as regiões e povos exigirá um amplo conjunto de políticas. Estas devem ser guiadas pela compreensão de que o sector da energia é essencial para todas as atividades humanas em toda economia; que a economia existe, finalmente, para servir o bem-estar humano; e que as economias e as sociedades dependem da integridade dos ecossistemas do planeta.

A criação de políticas bem sucedidas não deve limitar-se apenas ao setor da energia; diferentes ministérios governamentais e diversos investidores devem estar envolvidos na tomada de decisões relativas à transição energética.

Ecoando as mensagens das edições anteriores do Outlook, este volume descreve o quadro político holístico abrangente necessário para proporcionar uma transição energética justa e eficaz.

A promessa coletiva incorporada no Acordo de Paris era garantir uma existência climaticamente segura para as gerações atuais e futuras. Simplesmente não podemos continuar implementando mudanças incrementais; não há tempo para que um novo sistema energético evolua gradualmente ao longo dos séculos, como foi o caso do sistema baseado em combustíveis fósseis.

A transição energética deve também se tornar uma ferramenta estratégica para promover um mundo mais igualitário e inclusivo. A 28.ª Conferência das Partes na CQNUAC (COP28) e o Balanço Global devem não só confirmar o nosso desvio da via de 1,5°C, mas também fornecer um plano estratégico para nos conduzir de volta ao caminho certo. Acredito que o World Energy Transitions Outlook pode oferecer um contributo fundamental para modelar a nossa ação coletiva após este importante marco da ação climática.



**Francesco La Camera**  
*Diretor-Geral, IRENA*





**A transição energética está fora do caminho certo.** As consequências da pandemia de COVID-19 e as repercussões da crise na Ucrânia agravaram ainda mais os desafios enfrentados pela transição. Os riscos não poderiam ser maiores - cada fração de grau nas alterações da temperatura global pode desencadear consequências significativas e de longo alcance para os sistemas naturais, as sociedades humanas e as economias.

**Limitar o aquecimento global a 1,5°C exige reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em cerca de 37 gigatoneladas (Gt) a partir dos níveis de 2022 e alcançar emissões líquidas zero no setor energético até 2050.** Apesar de alguns progressos, permanecem brechas significativas entre a atual implantação de tecnologias de transição energética e os níveis necessários para se atingir o objetivo do Acordo de Paris de limitar o aumento da temperatura global a 1,5°C com relação aos níveis pré-industriais até ao final deste século. Uma via compatível com 1,5°C requer uma transformação em grande escala na forma como as sociedades consomem e produzem energia.

**Os compromissos e planos atuais ficam muito abaixo da via de 1,5°C da IRENA e resultarão em um déficit de emissões de 16 Gt em 2050.** Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), estratégias de desenvolvimento de longo prazo com baixas emissões de gases de efeito estufa (LT-LEDS) e metas líquidas zero, se totalmente implementadas, poderiam reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em 6% até 2030 e em 56% até 2050, em comparação aos níveis de 2022. Porém, a maioria dos compromissos climáticos ainda não foi traduzida em estratégias e planos nacionais detalhados - implementados através de políticas e regulamentos - ou apoiados com financiamento suficiente. De acordo com o Cenário Energético Planejado da IRENA, o déficit de emissões relacionadas com a energia deverá atingir 34 Gt até 2050, sublinhando a necessidade urgente de uma ação abrangente para acelerar a transição.

**A implantação anual de cerca de 1.000 GW de energia renovável é necessária para permanecer na via de 1,5°C.** Em 2022, foram adicionados cerca de 300 GW de energias renováveis a nível mundial, representando 83% da nova capacidade, em comparação a uma quota combinada de 17% para combustíveis fósseis e adições nucleares. Tanto o volume, como a quota de energias renováveis precisam crescer substancialmente, o que é técnica e economicamente viável.

**As políticas e os investimentos não avançam consistentemente na direção certa.** Embora tenha havido acréscimos recorde de capacidade de energia renovável em 2022, o ano também registrou os níveis mais elevados de subsídios aos combustíveis fósseis de sempre, à medida que muitos governos buscavam amortecer o impacto dos elevados preços da energia para consumidores e empresas. Os investimentos globais em todas as tecnologias de transição energética atingiram um máximo recorde de 1,3 trilhões de dólares em 2022, mas os investimentos de capital em combustíveis fósseis foram quase o dobro dos investimentos em energias renováveis. Com as energias renováveis e a eficiência energética na melhor posição para cumprir os compromissos climáticos - bem como os objetivos de segurança energética e de acessibilidade energética - os governos precisam redobrar seus esforços para garantir que os investimentos estejam no caminho certo.

**Todos os anos, o fosso entre o que é alcançado e o que é necessário continua aumentando.** Os indicadores de transição energética da IRENA (Tabela S1) mostram que uma aceleração significativa em todos os setores e tecnologias energéticas é necessária, desde uma eletrificação mais profunda dos transportes e do calor no uso final, até ao uso direto de energias renováveis, eficiência energética e adições de infraestruturas. Os atrasos apenas aumentam o já considerável desafio de cumprir os níveis de redução de emissões definidos pelo IPCC em 2030 e 2050 para uma via de 1,5°C (IPCC, 2022a). Esta falta de progresso também aumentará as necessidades futuras de investimento e os custos do agravamento dos efeitos das alterações climáticas.

**TABELA S1 Acompanhar o progresso de componentes chave do sistema energético para alcançar a meta de 1,5°C**

Indicadores	Anos recentes	2030 <sup>1)</sup>	2050 <sup>1)</sup>	Progresso (fora/no caminho certo)
<b>ELETRIFICAÇÃO COM ENERGIAS RENOVÁVEIS</b>				
Quota de energias renováveis na geração de energia	28% <sup>2)</sup>	68%	91%	
Adições de capacidade de energia renovável <sup>3)</sup>	295 GW/ano <sup>4)</sup>	975 GW/ano	1 066 GW/ano	
Adições anuais de energia solar fotovoltaica <sup>3)</sup>	191 GW/ano <sup>5)</sup>	551 GW/ano	615 GW/ano	
Adições anuais de energia eólica <sup>3)</sup>	75 GW/ano <sup>6)</sup>	329 GW/ano	335 GW/ano	
Necessidades de investimento para geração de energias renováveis <sup>7)</sup>	486 Bilhões de dólares/ano	1 300 Bilhões de dólares/ano	1 380 Bilhões de dólares/ano	
Necessidades de investimento para redes elétricas e flexibilidade <sup>8)</sup>	274 Bilhões de dólares/ano	605 Bilhões de dólares/ano	800 Bilhões de dólares/ano	
<b>ENERGIAS RENOVÁVEIS DIRETAS EM USOS FINAIS E AQUECIMENTO URBANO</b>				
Quota das energias renováveis no consumo energético final <sup>9)</sup>	17%	35%	82%	
Área de coletor solar térmico <sup>10)</sup>	585 milhão m²/ano	1 552 milhão m²/ano	3 882 milhão m²/ano	
Uso moderno de bioenergia (uso direto) <sup>11)</sup>	21 EJ	46 EJ	53 EJ	
Consulta geotérmica (uso direto) <sup>12)</sup>	0.9 EJ	1.4 EJ	2.2 EJ	
Geração de calor urbano baseada em energias renováveis <sup>13)</sup>	0.9 EJ	4.3 EJ	13 EJ	
Necessidades de investimento para usos finais de energias renováveis e aquecimento urbano <sup>14)</sup>	13 Bilhões de dólares/ano <sup>15)</sup>	290 Bilhões de dólares/ano	210 Bilhões de dólares/ano	

RENOVÁVEIS

► continuação

**(continuação) TABELA S1 Acompanhar o progresso de componentes chave do sistema energético para alcançar a meta de 1,5°C**

	Indicadores	Anos			Progresso (fora/no caminho certo)
		recentes	2030 <sup>1)</sup>	2050 <sup>1)</sup>	
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	Taxa de melhoria da intensidade energética	1.7%/ano <sup>16)</sup>	3.3%/ano	2.8%/ano	
	Necessidades de investimento para conservação e eficiência energética <sup>17)</sup>	295 Bilhões de dólares/ano <sup>18)</sup>	1780 Bilhões de dólares/ano	1525 Bilhões de dólares/ano	
<b>ELETRIFICAÇÃO</b>	Quota da eletricidade direta no consumo final de energia	22% <sup>19)</sup>	29%	51%	
	Carros elétricos de passageiros na estrada	10.5 milhão <sup>20)</sup>	360 milhão	2180 milhão	
	Necessidades de investimento para infraestrutura de carregamento de VEs e apoio à adoção de VEs	30 Bilhões de dólares/ano <sup>21)</sup>	137 Bilhões de dólares/ano	364 Bilhões de dólares/ano	
	Necessidades de investimento em bombas de calor	64 Bilhões de dólares/ano <sup>22)</sup>	237 Bilhões de dólares/ano	230 Bilhões de dólares/ano	
<b>HIDROGÊNIO</b>	Produção de hidrogênio limpo	0.7 Mt/ano <sup>23)</sup>	125 Mt/ano <sup>24)</sup>	523 Mt/ano <sup>25)</sup>	
	Capacidade do eletrolisador	0.5 GW <sup>26)</sup>	428 GW	5 722 GW	
	Necessidades de <sup>27)</sup> investimento em infraestruturas de hidrogênio limpo e derivados	1.1 Bilhões de dólares/ano <sup>28)</sup>	100 Bilhões de dólares/ano	170 Bilhões de dólares/ano	
<b>CCS E BECCS</b>	Emissões CCS/U diminuídas	0.04 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano <sup>29)</sup>	1.4 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano	3.2 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano	
	BECCS e outros para reduzir as emissões totais	0.002 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano <sup>30)</sup>	0.8 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano	3.8 GtCO <sub>2</sub> capturado/ano	
	Necessidades de investimento para remoção e infraestrutura de carbono	6.4 Bilhões de dólares/ano <sup>31)</sup>	38 Bilhões de dólares/ano	107 Bilhões de dólares/ano	

► Notas: consulte a próxima página

## PANORAMA DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS MUNDIAIS 2023

**Tabela S1 - notas:** [1] O requisito de investimentos anuais médios deve atingir o alvo de 1,5°C durante os períodos de 2023 - 2030 e 2023 - 2050 é exibido nas filas de investimentos sob 2030 e 2050, respectivamente. Todos os valores de investimento referentes aos anos recentes estão em dólares americanos correntes; as características particulares dos anos recentes usados para os indicadores são: [2] 2020; [3] as adições de capacidade líquida para 2030 e 2050 estão excluindo o estoque de substituição das unidades descontinuadas (EOL); [4] 2022; [5] 2022; [6] 2022; [7] 2022; [8] 2022; [9] 2020; [10] 2021; [11] 2020 - os usos não energéticos não estão incluídos; [12] 2020; [13] 2020; [14] os futuros investimentos necessários nas energias renováveis nos usos finais, o aquecimento a nível distrital, os biocombustíveis e combustíveis inovadores de base biológica; [15] 2022; [16] O valor dos anos recentes é uma média entre 2010 e 2020; [17] os investimentos futuros em conservação eficiência energética incluem os efetuados em plásticos de base biológica e materiais orgânicos, a reciclagem química e mecânica e recuperação energética; [18] 2021; [19] 2020; [20] 2022; [21] 2022; [22] 2022; [23] 2021; [24] a quota de hidrogênio verde é de 40% em 2030; [25] a quota de hidrogênio verde é de 94% em 2050; [26] 2022; [27] os futuros investimentos necessários em eletrolisadores, infraestrutura, estações de H2, instalações de abastecimento de navios e armazenamento de longa duração; [28] 2022; [29] Inclui captação de CO2 no processamento do gás natural, hidrogênio, outros suprimentos de combustíveis, eletricidade e aquecimento, indústria, captação direta do ar das instalações em operação, 2022; [30] A captação total atual corresponde ao abastecimento de combustível, 2022; [31] 2022. CCS/U = captação e armazenamento/uso de carbono; BECCS = bioenergia, captação e armazenamento de carbono; EV = veículos elétricos; RE = energia renovável; yr = ano; m2 = metro quadrado; EJ = exajoule; Gt = gigatonelada.



**A quota das energias renováveis no conjunto energético global aumentaria de 16% em 2020 para 77% até 2050 no cenário de 1,5°C da IRENA.** O fornecimento total de energia primária permaneceria estável devido ao aumento da eficiência energética e ao crescimento das energias renováveis. As energias renováveis aumentariam em todos os setores de uso final, enquanto uma elevada taxa de eletrificação em setores como os transportes e os edifícios exigiria um aumento de doze vezes na capacidade de eletricidade renovável até 2050, em comparação aos níveis de 2020. Globalmente, as adições anuais de capacidade de energia renovável precisariam atingir uma média de 1066 GW por ano, de 2023 a 2050, no cenário de 1,5°C.

**A electricidade se tornaria no principal vetor energético, representando mais de 50% do consumo energético final total até 2050 no cenário de 1,5°C.** A implantação de energias renováveis, as melhorias na eficiência energética e a eletrificação dos setores de uso final contribuiriam para essa mudança. Além disso, a biomassa e o hidrogênio modernos desempenhariam papéis mais significativos, respondendo a 16% e 14% do consumo final total de energia até 2050, respectivamente.

**Até 2050, 94% do hidrogênio seria baseado em energias renováveis no cenário de 1,5°C.** O hidrogênio desempenharia um papel fundamental na descarbonização dos usos finais e na flexibilidade do sistema energético. O Cenário 1,5°C prevê que o consumo de energia total final diminua 6% entre 2020 e 2050, devido a melhorias de eficiência, à implantação de energias renováveis e a mudanças no comportamento e nos padrões de consumo.

## Uma brecha de investimento duradoura

**150 trilhões de dólares cumulativos são necessários para atingir a meta de 1,5°C até 2050, com uma média de mais de 5 trilhões de dólares em termos anuais.** Embora o investimento global em todas as tecnologias de transição energética tenha atingido um máximo recorde de 1,3 trilhões de dólares em 2022, o investimento anual deve mais do que quadruplicar para permanecer na via de 1,5°C. Em comparação com o Cenário Energético Planeado – em que é necessário um investimento cumulativo de 103 trilhões de dólares – 47 trilhões de dólares adicionais em investimento cumulativo são necessários até 2050 para permanecer na trajetória dos 1,5°C. Cerca de 1 trilhão de dólares de investimentos anuais em tecnologias baseadas em combustíveis fósseis atualmente previstas no Cenário Energético Planeado deve, portanto, ser redirecionado para tecnologias e infraestruturas de transição energética.

**O investimento em energias renováveis continua concentrado em um número limitado de países e centrado somente em algumas tecnologias.** O investimento em energias renováveis (incluindo energia e usos finais) atingiu 0,5 trilhões de dólares em 2022 (IRENA e CPI, 2023); entretanto, isso representa cerca de um terço do investimento médio necessário todos os anos em energias renováveis no cenário de 1,5°C. Além disso, 85% do investimento global em energias renováveis beneficiou menos de 50% da população mundial e África foi responsável por apenas 1% da capacidade adicional em 2022 (IRENA, 2023a; IRENA e CPI, 2023). Os investimentos em soluções de energias renováveis fora da rede em 2021 alcançaram 0,5 bilhões de dólares (IRENA e CPI, 2023) – muito abaixo dos 15 bilhões de dólares necessários anualmente até 2030. Embora existam muitas opções tecnológicas, a maioria dos investimentos foi em energia solar fotovoltaica e eólica, com 95% canalizados para essas tecnologias (IRENA e CPI, 2023). É necessário que um maior financiamento seja canalizado para outras tecnologias de transição energética, como os biocombustíveis, a energia hidroelétrica e a energia geotérmica, bem como para setores além da energia, que têm quotas mais baixas de energias renováveis no consumo final total de energia (por exemplo, aquecimento e transportes).

**Cerca de 75% do investimento global em energias renováveis entre 2013 e 2020 veio do setor privado.**

Entretanto, o capital privado tende a fluir para as tecnologias e países com menos riscos associados, sejam eles reais ou previstos. Em 2020, 83% dos compromissos em energia solar fotovoltaica vieram de financiamento privado, enquanto a energia geotérmica e hidroelétrica dependeu principalmente de financiamento público - apenas 32% e 3% dos investimentos nestas tecnologias, respectivamente, vieram de investidores privados em 2020 (IRENA e CPI, 2023). Uma intervenção mais forte do setor público é necessária para canalizar investimentos para países e tecnologias de uma forma mais igualitária.

**As finanças e as políticas públicas devem se concentrar no capital privado, mas uma maior diversidade geográfica e tecnológica de investimento exige contribuições públicas específicas e ampliadas.**

Durante muitos anos, a política se centrou na mobilização de capital privado. O financiamento público é urgentemente necessário para se investir em infraestruturas energéticas básicas no mundo em desenvolvimento, bem como para impulsionar a implantação de tecnologias menos maduras (especialmente, em usos finais como aquecimento e transporte, ou produção de combustível sintético) e em áreas onde os investidores privados raramente se aventuram. De outra forma, o fosso no investimento entre o Norte Global e o Sul Global pode continuar a aumentar.

## Superando barreiras para a transição

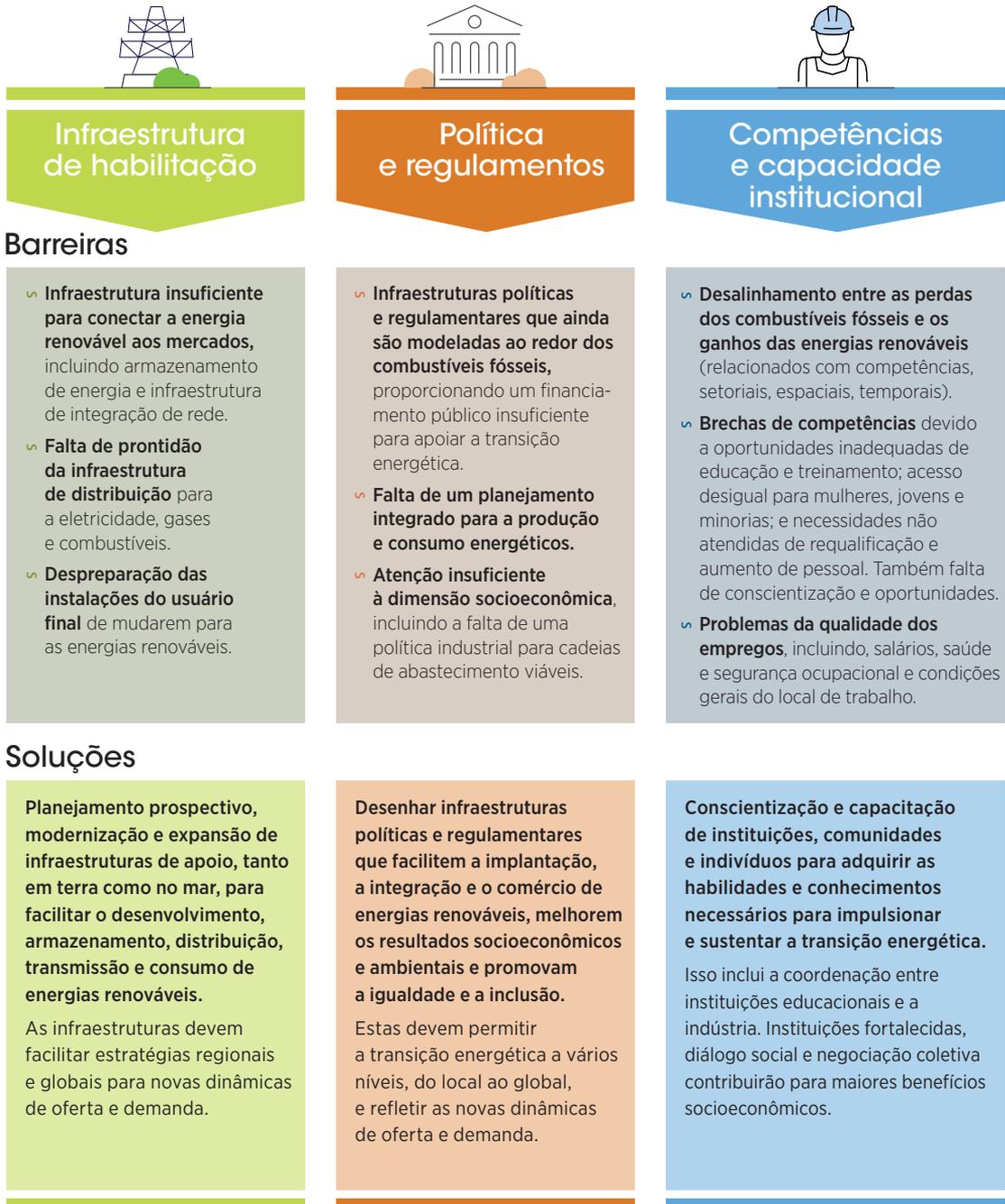
**Os decisores políticos precisam encontrar o equilíbrio certo entre medidas reativas e estratégias proativas de transição energética que promovam um sistema mais resiliente, inclusivo e seguro para o clima.**

Várias das causas profundas das crises atuais decorrem do sistema energético baseado em combustíveis fósseis, como a dependência excessiva de um número limitado de exportadores de combustíveis, a produção e o consumo de energia ineficientes e desperdiçadores e a falta de contabilização dos impactos ambientais e sociais negativos. Uma transição energética baseada em energias renováveis pode reduzir ou eliminar muitas delas. É, portanto, a velocidade da mudança que determinará os níveis de segurança energética e de resiliência econômica e social a nível nacional e oferecerá novas oportunidades para melhorar o bem-estar humano a nível mundial.

**A aceleração do progresso em todo o mundo exige uma mudança nas estruturas e sistemas construídos para a era dos combustíveis fósseis.** A transição energética pode ser uma ferramenta para modelar proativamente um mundo mais igualitário e inclusivo. Isso significa superar as barreiras existentes nas infraestruturas, políticas, forças de trabalho e instituições que dificultam o progresso e impedem a inclusão (Figura S1).

**Mais pode ser feito no curto prazo.** Embora a transição energética exija sem dúvida tempo, existe um potencial significativo para implementar muitas das opções tecnológicas disponíveis atualmente. As tendências ascendentes na implantação destas soluções demonstram que os argumentos técnicos e econômicos são sólidos. Entretanto, políticas abrangentes em todos os setores são necessárias para acelerar a implantação, bem como para instigar a revisão sistêmica e estrutural necessária para concretizar os objetivos climáticos e de desenvolvimento.

FIGURA S1 Barreiras e soluções chave da transição energética





Uma transformação profunda e sistêmica do sistema energético global deve ser alcançada dentro de 30 anos



**O balanço global na Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP28) de 2023 deve servir como um catalisador para intensificar a ação nos anos até 2030 para implementar opções de transição energética existentes.** Embora o planejamento deva proporcionar espaço para a inovação e ações políticas adicionais, é fundamental um aumento significativo das soluções existentes. Por exemplo, o avanço da eficiência e da eletrificação baseado em energias renováveis é uma via de custos efetivos para o setor energético, bem como para os transportes e os imóveis. O hidrogênio limpo e seus derivados, e as soluções de biomassa sustentável, também oferecem diversas soluções para usos finais.

**O período a seguir ao COP28 será fundamental para os esforços para conter as alterações climáticas e a alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável sublinhados na Agenda 2030.** A transição energética é crucial para concretizar as prioridades econômicas, sociais e ambientais. É imperativo que os governos, as instituições financeiras e o setor privado reavaliem urgentemente as suas aspirações, estratégias e planos de implementação para se realinhar a transição energética com a trajetória desejada.

## Desenvolvimento de estruturas para um sistema energético baseado em energias renováveis

**Uma transformação profunda e sistêmica do sistema energético global deve ser alcançada dentro de 30 anos.** Esse calendário condensado necessita de uma mudança estratégica que não se limite ao foco na descarbonização do fornecimento e do consumo de energia, no sentido de conceber um sistema energético que não só reduza as emissões de carbono, mas também apóie uma economia global resiliente e inclusiva. Como resultado, o planejamento precisa se estender para além das fronteiras e dos estreitos limites dos combustíveis, para se concentrar nos requisitos do novo sistema energético e nas economias que ele irá sustentar.

**A concentração nos facilitadores de um sistema dominado pelas energias renováveis pode ajudar a resolver as barreiras estruturais que impedem o progresso na transição energética.** A busca de medidas de mitigação setoriais e de combustíveis é necessária, mas é insuficiente para a transição para um sistema energético adequado ao domínio das energias renováveis. Desde a produção e transporte de energia até ao processamento de carvão, petróleo e gás, a infraestrutura global dedicada à energia deve mudar. Isto irá impactar a geração de energia, a produção industrial e a indústria transformadora, bem como as ferrovias, os oleodutos, os estaleiros navais e outros meios de fornecimento de combustíveis fósseis. Aumentar o foco na criação de sistemas ajudará a acelerar o desenvolvimento de uma nova infraestrutura energética e a sustentar sua implementação.



**Os governos podem modelar proativamente um sistema energético baseado em energias renováveis, superar as falhas e ineficiências das estruturas atuais e influenciar de forma mais eficaz os resultados.**

A definição simultânea e proativa de estruturas físicas, políticas e institucionais será essencial para concretizar os objetivos de desenvolvimento e climáticos e alcançar um mundo mais resiliente e igualitário. Estas bases devem constituir os pilares de uma estrutura que apóia a transição energética.

**As atualizações, a modernização e a expansão das infraestruturas físicas aumentarão a resiliência e criarão flexibilidade para um sistema energético diversificado e interligado.**

A transmissão e a distribuição terão de acomodar a natureza altamente localizada e descentralizada de muitos combustíveis renováveis, bem como as diferentes rotas comerciais. O planeamento de interligações que habilitem o comércio de eletricidade e rotas marítimas para o hidrogénio e derivados deve considerar dinâmicas globais muito diferentes e ligar proativamente os países, para promover a diversificação e a resiliência dos sistemas energéticos. As soluções de armazenamento devem ser generalizadas e concebidas tendo em mente os impactos geoeconómicos. A aceitação pública também é crítica para qualquer empreendimento de grande escala e pode ser garantida através da transparência do projeto e de oportunidades para as comunidades expressarem suas perspectivas.

**Os facilitadores políticos e regulamentares devem priorizar sistematicamente a aceleração da transição energética e a redução do papel dos combustíveis fósseis.**

Atualmente, os sistemas políticos e regulamentares subjacentes continuam sendo modelados em torno dos combustíveis fósseis. Embora seja inevitável que os combustíveis fósseis permaneçam no cenário energético durante algum tempo, sua participação deverá diminuir drasticamente enquanto nos aproximamos do meio do século. Os quadros políticos e os mercados devem, portanto, se concentrar na aceleração da transição e fornecer os fundamentos essenciais para um sistema resiliente e inclusivo.

**Uma força de trabalho bem qualificada é a base de uma transição energética bem sucedida.**

Uma ampla gama de perfis profissionais será necessária. O preenchimento destes postos de trabalho exigirá uma ação concertada na educação e no desenvolvimento de competências, e os governos têm um papel fundamental na coordenação de esforços para alinhar as ofertas do setor da educação com as necessidades projetadas da indústria - seja na forma de treinamento profissional ou de cursos universitários. Para atrair talentos para o setor, é crucial que os empregos sejam dignos e que as mulheres, os jovens e as minorias, tenham acesso igual ao treinamento profissional, às redes de contratação e às oportunidades de carreira.

## Emprego e meios de subsistência

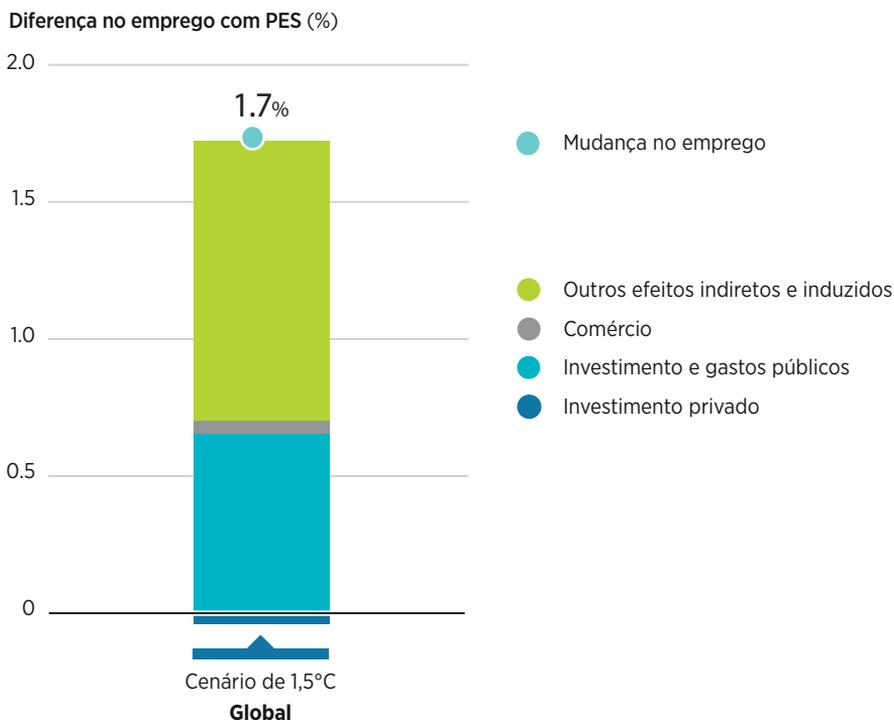
**A via de 1,5°C criaria mais emprego em toda a economia.** O cenário de 1,5°C levaria, em termos médios anuais, a um aumento de 1,7% no emprego em toda economia do que o PES durante o período 2023-2050 (Figura S2). Refletindo os investimentos antecipados, o emprego anual em toda a economia global seria 1,8% maior, em média, nos anos até 2040, mas apenas 1,5% maior na última década (2041-2050).



O cenário de 1,5°C levaria a um aumento de 1,7% no emprego em toda economia do que o PES durante o período 2023-2050.



**FIGURA S2 Emprego global extensível a toda economia, diferença porcentual média entre PES e cenário de 1,5°C, por direcionador, 2023-2050**



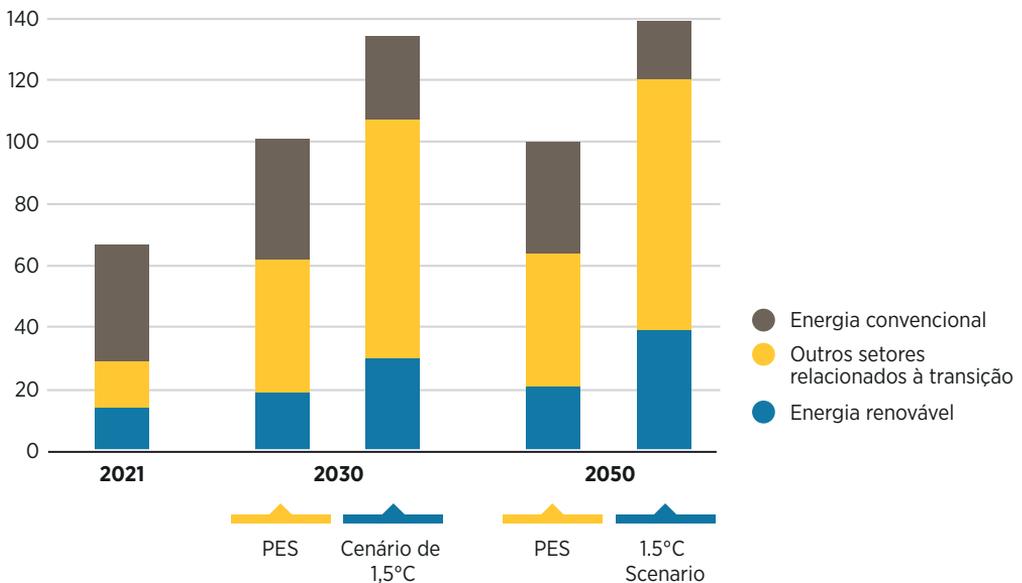
Nota: PES = Cenário Energético Planejado.

**A transição energética aumentará o emprego no setor energético. Dados os investimentos antecipados, até 2030, o número de empregos no setor da energia poderá crescer para 101 milhões no escopo do PES.** No cenário de 1,5°C, o número seria de 134 milhões – o dobro dos atuais 67 milhões (Figura S3). Entre o cenário PES e o cenário de 1,5°C, as perdas substanciais de empregos no setor dos combustíveis fósseis (cerca de 12 milhões) são mais do que compensadas por ganhos de 45 milhões de empregos no setor da transição energética – nomeadamente nas energias renováveis (cerca de 11 milhões) e em outros setores relacionados com a transição energética (eficiência energética, redes elétricas e flexibilidade, infraestruturas de carregamento de veículos e hidrogênio em cerca de 34 milhões) até 2030. As mudanças no emprego após 2030 são substanciais.

**No cenário de 1,5°C, espera-se que o emprego no setor das energias renováveis triplique com relação aos níveis de 2021, para cerca de 40 milhões de empregos no mundo todo até 2050.** Está previsto que os empregos no setor da energia solar aumentem para cerca de 18 milhões (ou seja, cerca de 45% do total de empregos no setor das energias renováveis) até 2050, no cenário de 1,5°C, um aumento de quase quatro vezes em comparação com 2021. A energia eólica também registrará uma grande criação de empregos e deverá aumentar cinco vezes a partir de 2021, atingindo mais de 6 milhões (cerca de 17% do total de empregos em energias renováveis). Os empregos no setor da bioenergia aumentarão de mais de 4 milhões (33% dos empregos no setor das renováveis) em 2021 para mais de 10 milhões (27% dos empregos no setor das renováveis) em 2050.

**FIGURA S3 Empregos no setor energético global no cenário do PES e 1,5°C, 2021-2050**

Empregos globais (em milhões)

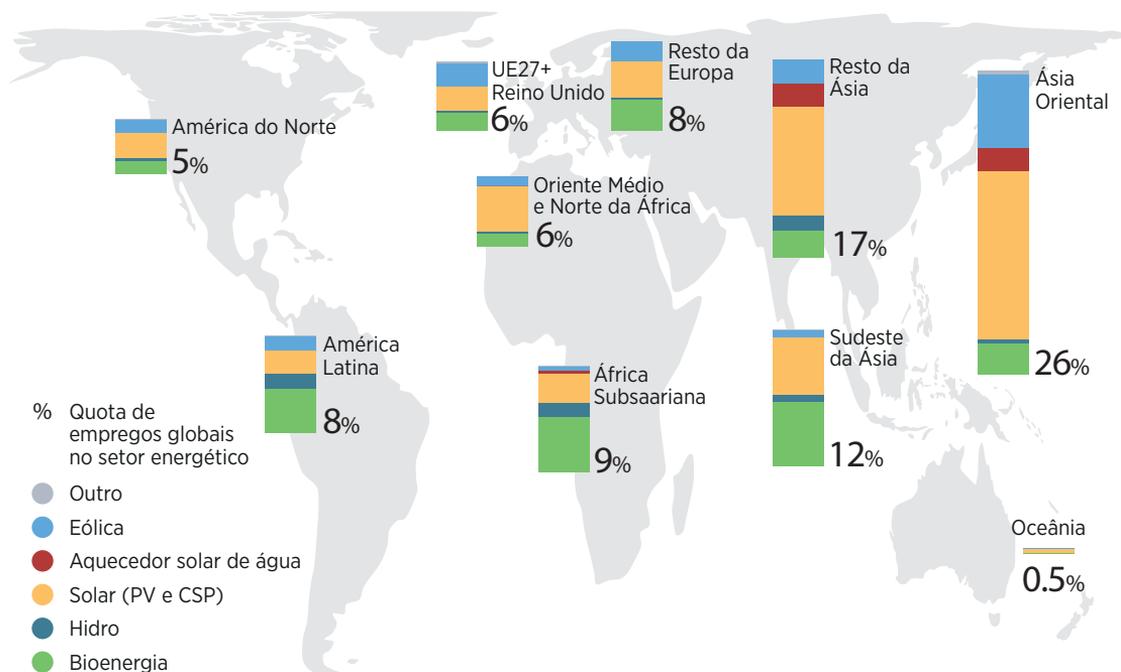


Nota: PES = Cenário Energético Planejado.

## PANORAMA DAS TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS MUNDIAIS 2023

**Porém, esses empregos estão distribuídos de forma desigual entre as regiões.** A Figura S4 mostra a distribuição regional e tecnológica dos empregos em energias renováveis no cenário de 1,5°C até 2050. É esperado que a Ásia responda por uma quota de 55% dos empregos globais em energias renováveis, seguida pela Europa com 14%, as Américas com 13% e a África Subsaariana com 9%. Embora fatores como o tamanho das populações e das economias influenciem a distribuição regional, esses resultados também refletirão em que medida os países serão capazes de ampliar a implantação de energias renováveis e se têm cadeias de abastecimento internas significativas.

**FIGURA S4** Quota de empregos nas energias renováveis por região, 2050



Nota: "Outros" inclui onda geotérmica/marés. CSP = potência solar concentrada; EU = União Europeia; PV = Fotovoltaica; UK = Reino Unido.

## Impactos socioeconômicos da transição energética

**Até agora, os decisores políticos concentraram-se principalmente nas facetas tecnológicas, institucionais, regulamentares e políticas da transição energética, com menos atenção a suas implicações socioeconômicas.**

As narrativas atuais de transição podem não se repercutir em todos os investidores, em grande parte devido à omissão das dimensões socioeconômicas centrais. Embora não sejam exclusivas da transição energética, as questões distributivas (relativas à renda, à riqueza, ao investimento e às despesas sociais, ao uso de energia e materiais, aos impactos das alterações climáticas e outras) devem ser abordadas para maximizar os benefícios socioeconômicos e reforçar a aceitação e o apoio à transição. Preencher brechas na ambição da política climática e adotar mudanças estruturais essenciais implica uma colaboração global sem precedentes.

**A conexão das facetas socioeconômicas e tecnológicas/regulatórias da transição energética exige intervenções políticas que transcendam a simples substituição dos combustíveis fósseis por energias renováveis.**

Os decisores políticos devem buscar a coerência entre a política energética e outras políticas nacionais a longo prazo para promoverem uma transição energética inclusiva e justa. Estes devem se focar nas pessoas e abraçar a diversidade e a inclusão em vários grupos demográficos da população (por exemplo, mulheres, jovens, trabalhadores mais velhos, pessoas com deficiência, trabalhadores migrantes, povos indígenas, desempregados, trabalhadores vulneráveis). Para além dos benefícios econômicos e de emprego específicos acima discutidos, uma vantagem fundamental da transição energética reside na sua capacidade de melhorar o bem-estar global. A IRENA mede os potenciais impactos no bem-estar através de seu índice de bem-estar. O índice é composto por cinco dimensões – econômica, social, ambiental, distributiva e acesso – cada uma informada por dois subindicadores.

**Alcançar um mundo justo, inclusivo e mais sustentável não pode ser confiado apenas às forças do mercado.**

As prioridades devem ser determinadas em um debate aberto, com escolhas políticas orientadas pelo diálogo social. Os governos e os investidores devem participar ativamente na remodelação das estruturas econômicas e sociais. Isso reitera uma premissa fundamental dos relatórios socioeconômicos da IRENA: a criação de políticas deve ser inspirada por um quadro holístico que equilibre as considerações tecnológicas com os imperativos sociais, econômicos e ambientais.



## O caminho a seguir: Priorização de ações ousadas e transformadoras

**Alcançar a correção necessária do rumo na transição energética exigirá medidas ousadas e transformadoras que reflitam a urgência da situação atual.** Uma expansão considerável das energias renováveis precisa ser acompanhada de investimentos em infraestruturas facilitadoras. Políticas abrangentes são necessárias não só para facilitar a implantação, mas também para garantir que a transição tenha amplos benefícios socioeconômicos.

**Os compromissos de zero emissões líquidas devem ser incorporados na legislação e traduzidos em planos de implementação com recursos adequados.** Sem este passo crucial, os anúncios sobre o clima não passarão de aspirações e o progresso necessário estará fora de alcance. O sistema energético atual está profundamente enraizado em estruturas socioeconômicas que evoluíram ao longo dos séculos. Isso significa que uma mudança estrutural significativa deve ocorrer em um período de tempo condensado de menos de três décadas para que os objetivos do Acordo de Paris sejam cumpridos com sucesso.

**Todas as decisões de investimento e planejamento relativas às infraestruturas energéticas atuais devem considerar a estrutura e a geografia da economia hipocarbônica do futuro.** As infraestruturas energéticas têm uma vida longa, por isso, o investimento em infraestruturas fixas deve considerar o longo prazo. A eletrificação dos usuários finais irá remodelar a demanda. A energia renovável exigirá a modernização das infraestruturas existentes, com reforço e expansão da rede tanto na terra, como no mar. A produção de hidrogênio verde também ocorrerá em locais diferentes dos campos de petróleo e gás atuais. Os desafios técnicos e os custos econômicos da reconfiguração das infraestruturas devem ser considerados e os aspectos ambientais e sociais devem ser adequadamente abordados desde o início.

**Uma transição energética justa e inclusiva ajudará a superar as profundas disparidades que afetam a qualidade de vida de centenas de milhões de pessoas.** As políticas de transição energética devem estar alinhadas com mudanças sistêmicas mais amplas que visam salvaguardar o bem-estar humano, promover a igualdade entre países e comunidades e alinhar a economia global com restrições climáticas, ambientais e de recursos mais amplas.

**Apoiar os países em desenvolvimento para acelerar a transição energética poderia melhorar a segurança energética, evitando ao mesmo tempo que o fosso global em matéria de descarbonização se agravasse.** Um mercado energético diversificado reduziria os riscos da cadeia de abastecimento, melhoraria a segurança energética e garantiria a criação de valor local para os produtores de matérias-primas. O acesso à tecnologia, ao treinamento, ao desenvolvimento de capacidades e ao financiamento acessível será vital para desbloquear todo potencial das contribuições dos países para a transição energética global, especialmente para os países ricos em energias renováveis e recursos relacionados.

**O bem-estar e a segurança humanos devem permanecer no centro da transição energética.** Mudanças sistêmicas para além do setor energético serão necessárias para superar problemas generalizados relacionados com o bem-estar e a segurança humanos, bem como desigualdades profundamente enraizadas; uma transição energética baseada em energias renováveis pode ajudar a aliviar algumas das condições subjacentes a essas questões. Quanto mais a transição energética puder ajudar a resolver esses grandes desafios, maior será a sua aceitação e legitimidade popular, desde que também as necessidades e os interesses da comunidade estejam bem representados e integrados no planejamento da transição.

## Reescrevendo a cooperação internacional

**O dinamismo dos setores energéticos e a evolução geopolítica exigem um maior escrutínio das modalidades, instrumentos e abordagens de cooperação internacional para garantir a sua relevância, impacto e agilidade.** Para alcançar uma transição energética bem sucedida, a cooperação internacional precisa ser reforçada e redesenhada. A centralidade da energia para o desenvolvimento global e a agenda climática é indiscutível e a cooperação internacional no domínio da energia aumentou exponencialmente nos últimos anos. Essa cooperação desempenha um papel decisivo na determinação dos resultados da transição energética e é um caminho crítico para se alcançar maior resiliência, inclusão e igualdade.

**A crescente variedade de intervenientes envolvidos na transição energética exige uma avaliação dos papéis para se alavancarem os respetivos pontos fortes e alocarem de forma eficiente recursos públicos limitados.** Os imperativos do desenvolvimento e da ação climática, juntamente com as mudanças na dinâmica da oferta e da procura de energia, exigem coerência e alinhamento em torno de ações prioritárias. Por exemplo, o investimento em sistemas de comércio transfronteiriço e global de produtos energéticos exigirá cooperação internacional em uma escala sem precedentes. É, portanto, essencial reconsiderar os papéis e as responsabilidades das entidades nacionais e regionais, das organizações internacionais e das instituições financeiras internacionais e dos bancos multilaterais de desenvolvimento para garantir a sua contribuição ideal para a transição energética.

**Alcançar a transição energética exigirá esforços coletivos para canalizar fundos para o Sul Global.** Em 2020, as instituições financeiras de desenvolvimento (IFD) multilaterais e bilaterais forneceram menos de 3% do total dos investimentos em energias renováveis. No futuro, terão de direcionar mais fundos, em melhores condições, para projetos de transição energética em grande escala. Além disso, o financiamento das IFDs foi fornecido principalmente através de financiamento de dívida a taxas de mercado (exigindo reembolso com taxas de juro cobradas ao valor de mercado), enquanto os subsídios e empréstimos concessionais representaram somente 1% do financiamento total para energias renováveis (IRENA e CPI, 2023). Essas instituições estão em uma posição única para apoiar projetos transfronteiriços e de grande escala que podem fazer uma diferença notável na aceleração da transição energética global.



**PANORAMA DAS TRANSIÇÕES**  
ENERGÉTICAS MUNDIAIS 2023



# WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023

O *World Energy Transitions Outlook* destaca uma visão da transição do panorama energético que reflita os objetivos do Acordo de Paris, apresentando uma via para limitar o aumento global da temperatura a 1,5°C e forçar a descida das emissões de CO<sub>2</sub> a zero líquido até o meio do século. O relatório se baseia em dois dos cenários chave da IRENA que visam alcançar um progresso na via do objetivo climático dos 1,5°C:

## Cenário Energético Planejado

O **Cenário Energético Planejado** é o caso de referência principal para esse estudo, fornecendo uma perspectiva dos desenvolvimentos do sistema energético baseada nos planos energéticos governamentais e em outros alvos e políticas vigentes no momento da análise, com foco nos países do G20.

## Cenário de 1,5°C

O **Cenário de 1,5°C** descreve uma via de transição energética alinhada com o objetivo climático de 1,5°C de forma a limitar o aumento da temperatura média global até ao final deste século a 1,5°C, com relação aos níveis pré-industriais. Ele prioriza soluções tecnológicas disponíveis para uso imediato, que possam ser escaladas de forma a poder se cumprir o objetivo de 1,5°C.



