

# Energia Mundial Emprego 2025



## AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA

A AIE examina todo o espectro da energia. Questões como oferta e demanda de petróleo, gás e carvão, tecnologias de energia renovável, mercados de eletricidade, eficiência energética, acesso à energia, gestão da demanda e muito mais. Por meio de seu trabalho, a AIE defende políticas que aprimorem a confiabilidade, a acessibilidade e a sustentabilidade da energia em seus 32 países. Países membros, 13 países associados e outros.

Esta publicação e qualquer mapa aqui incluído não prejudicam o estatuto ou a soberania de qualquer território, a delimitação de fronteiras e limites internacionais e a denominação de qualquer território, cidade ou área.

### Países membros da AIE:

Austrália  
Áustria  
Bélgica  
Canadá  
República Tcheca  
Dinamarca  
Estônia  
Finlândia  
França  
Alemanha  
Grécia  
Hungria  
Irlanda  
Itália  
Japão  
Coréia  
Letônia  
Lituânia  
Luxemburgo  
México  
Holanda  
Nova Zelândia  
Noruega  
Polônia  
Portugal  
República Eslovaca

Espanha  
Suécia  
Suíça  
República da Turquia  
Reino Unido  
Estados Unidos

A Comissão Europeia também participa nos trabalhos da AIE (Agência Internacional de Energia).

### Países associados à IEA:

Argentina  
Brasil  
China  
Egito  
Índia  
Indonésia  
Quênia  
Marrocos  
Senegal  
Cingapura  
África do Sul  
Tailândia  
Ucrânia

Fonte: AIE (Agência Internacional de Energia).

Agência Internacional de Energia

Site: [www.iea.org](http://www.iea.org)

## Resumo

A série de relatórios *World Energy Employment (WEE)* fornece um acompanhamento e análise abrangentes da força de trabalho global no setor energético, incluindo estimativas de seu tamanho e distribuição por regiões, setores e tecnologias. Também avalia como as necessidades de mão de obra no setor energético evoluirão até 2035 em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia).

O *WEE 2025* – quarta edição – examina como a mão de obra qualificada

As necessidades e a escassez mudaram desde que a série destacou esses problemas pela primeira vez em 2022, e explora suas implicações para os sistemas de educação e treinamento, salários, políticas e a expansão global da infraestrutura energética. O relatório deste ano apresenta, pela primeira vez, estimativas detalhadas por ocupação, oferecendo novas perspectivas sobre as habilidades e os requisitos de educação que moldam a força de trabalho do setor energético.

A análise baseia-se no *Inquérito Anual sobre Emprego no Setor Energético da AIE (Agência Internacional de Energia)*, que recolheu respostas de mais de 700 empresas do setor energético, sindicatos e instituições de ensino, proporcionando novas perspectivas sobre a dinâmica laboral, a escassez de mão de obra e a evolução das necessidades de competências. O relatório inclui ainda análises setoriais aprofundadas que oferecem uma visão detalhada das tendências em diferentes segmentos do setor energético.

Índice

|                                                                                                                                         |           |                                                                                              |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Resumo .....                                                                                                                            | 2         | Estratégias de requalificação, aprimoramento de habilidades e treinamento especializado..... | 66         |
| Índice.....                                                                                                                             | 3         | Atrair jovens e grupos sub-representados.....                                                | 70         |
| Resumo executivo.....                                                                                                                   | 5         | Salários .....                                                                               | 78         |
| Introdução .....                                                                                                                        | 9         | Trabalho informal .....                                                                      | 79         |
| <b>Capítulo 1. Visão geral .....</b>                                                                                                    | <b>10</b> | Diálogo social .....                                                                         | 80         |
| Crescimento do emprego global no setor de energia.....                                                                                  | 15        | <b>Capítulo 4. Abastecimento de combustível, setor de energia e usos finais.....</b>         | <b>82</b>  |
| Tendências de emprego no setor energético em 2024.....                                                                                  | 15        | <b>Abastecimento de combustível e minerais críticos.....</b>                                 | <b>83</b>  |
| Emprego total no setor energético por subsetor e região .....                                                                           | 19        | Fornecimento de petróleo e gás .....                                                         | 84         |
| Tendências ocupacionais .....                                                                                                           | 20        | Fornecimento de carvão .....                                                                 | 89         |
| Salários .....                                                                                                                          | 24        | Fornecimento de bioenergia .....                                                             | 91         |
| Sexo .....                                                                                                                              | 26        | Hidrogênio de baixa emissão .....                                                            | 93         |
| Perspectivas.....                                                                                                                       | 28        | Minerais críticos .....                                                                      | 94         |
| <b>Capítulo 2. O futuro das competências em energia .....</b>                                                                           | <b>30</b> | <b>Setor de energia.....</b>                                                                 | <b>96</b>  |
| Escassez de mão de obra qualificada .....                                                                                               | 33        | Visão geral do setor de energia.....                                                         | 97         |
| Envelhecimento da força de trabalho e menor ingresso de jovens no mercado de trabalho .....                                             | 37        | Energia solar fotovoltaica.....                                                              | 100        |
| Níveis de educação profissional.....                                                                                                    | 42        | Vento.....                                                                                   | 103        |
| Competências digitais e IA .....                                                                                                        | 43        | Nuclear.....                                                                                 | 105        |
| Educação .....                                                                                                                          | 45        | Energia hidrelétrica.....                                                                    | 109        |
| Investimento.....                                                                                                                       | 49        | Geração de energia a gás.....                                                                | 111        |
| Planejamento da força de trabalho .....                                                                                                 | 51        | Geração de energia a carvão.....                                                             | 113        |
| Competitividade e segurança energética.....                                                                                             | 52        | Grades .....                                                                                 | 114        |
| Aperfeiçoamento e requalificação.....                                                                                                   | 55        | <b>Setores de uso final: Veículos e tecnologias de eficiência .....</b>                      | <b>119</b> |
| <b>Capítulo 3. Respostas políticas para lidar com a escassez de mão de obra.....</b>                                                    | <b>57</b> | Veículos .....                                                                               | 120        |
| Opções de políticas para atrair e treinar mais trabalhadores.....                                                                       | 59        | Eficiência energética.....                                                                   | 123        |
| Trajetórias típicas de educação e treinamento para ocupações em energia de baixa emissão ....                                           | 64        | Bombas de calor .....                                                                        | 126        |
| Opções de políticas para expandir a educação e o treinamento profissional em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento ..... | 65        |                                                                                              |            |

**Anexos..... 127**

Metodologia – o modelo de emprego em energia mundial..... 128

Metodologia – Pesquisas de Emprego da AIE ..... 134

Definições e classificações ..... 136

Tipos de qualificações: Diplomas, certificados, certificações e licenças..... 139

Ocupações, níveis de qualificação e requisitos educacionais típicos ..... 141

Glossário ..... 142

Abreviações e acrônimos ..... 146

Agradecimentos ..... 148

# Sumário executivo

**Em 2024, o crescimento do emprego global no setor energético superou o crescimento do emprego na economia em geral pelo terceiro ano consecutivo.** O investimento

contínuo e robusto em infraestrutura energética sustentou a expansão do emprego no setor, com um aumento de 2,2%, quase o dobro da taxa de 1,3% em toda a economia, elevando o

total de empregos no setor energético para 76 milhões. Desde 2019, 5,4 milhões de empregos foram criados.

Foram criados trabalhadores no setor de energia – cerca de 2,4% de todos os novos empregos em todo o mundo.

Em alguns países, sua contribuição é muito maior, chegando a um em cada cinco novos empregos na China e um em cada dez nos Estados Unidos desde 2022. O ritmo de expansão nos últimos anos representou uma mudança radical em relação às tendências pré-pandemia, quando o setor de energia adicionava menos de um terço do número de empregos anualmente em comparação com o período entre 2019 e 2024.

**O setor elétrico tornou-se o maior empregador do setor energético, ultrapassando o fornecimento de combustíveis pela primeira vez, à medida que a Era da Eletricidade ganha força.** Nos últimos cinco anos, o emprego no setor elétrico – incluindo geração, transmissão, distribuição e armazenamento – aumentou em 3,9 milhões, representando quase três quartos de todas as novas vagas de emprego no setor energético. A energia solar fotovoltaica tem sido o principal motor da demanda, respondendo por metade das novas vagas de emprego no setor elétrico desde 2019. A energia nuclear, as redes de transmissão e o armazenamento de energia nuclear representaram outro quarto dos novos empregos no setor elétrico desde 2019, apesar de enfrentarem diversos desafios, como o aumento dos custos dos componentes e a escassez de mão de obra qualificada. Os desafios persistentes no mercado de energia offshore também desaceleraram o crescimento do emprego no setor eólico, com demissões na fabricação de turbinas, onde os empregos diminuíram 6% em 2024.

**A transição para a eletrificação também está mudando a natureza do emprego em setores relacionados.** O emprego na fabricação de veículos continuou a crescer,

impulsionado por um forte aumento nas vagas relacionadas a veículos elétricos (VE), que cresceram em quase 800 mil no ano passado. Na China, quase 40% de todos os empregos

na fabricação de veículos estão agora ligados a VEs e suas baterias. O emprego em outros usos finais de energia cresceu 2%, com a eletrificação em edifícios e na indústria contribuindo com uma parcela considerável desse aumento. Tanto no setor de veículos quanto no de eficiência energética, parte desse crescimento se deve ao treinamento e à mudança de função de trabalhadores em segmentos relacionados – como técnicos de aquecimento aprendendo a instalar bombas de calor ou operários da indústria automobilística migrando para linhas de montagem de VEs –, mas também reflete a criação de novos empregos em áreas como a fabricação de baterias e a instalação de equipamentos industriais elétricos.

**A demanda por trabalhadores está aumentando em todos os setores do sistema energético, não apenas no da eletricidade, visto que o mundo continua sedento por energia.**

Nos últimos anos, os empregos no setor de fornecimento de carvão apresentaram um ressurgimento na Índia, China e Indonésia, levando a níveis de emprego globais 8% maiores em 2024 do que em 2019, apesar de uma queda de 20% nas economias avançadas nesse período. O fornecimento de petróleo e gás recuperou a maior parte dos empregos perdidos em 2020, à medida que a capacidade de produção global continuou a se expandir. No entanto, parece que muitas empresas estão entrando em um novo período de retração diante da queda nos preços e nas receitas do petróleo, com diversas grandes petrolíferas anunciando cortes de empregos em 2025.



**Os mercados emergentes e as economias em desenvolvimento (MEEDs) lideraram o crescimento do emprego no setor energético em 2024, refletindo seu status como centros de demanda energética global em rápida ascensão.** No geral, o crescimento do emprego foi mais forte nas economias emergentes, lideradas pela Índia (5,8%), Indonésia (4,8%) e Oriente Médio (3,5%), em comparação com 2,2% na China e apenas 0,4% nas economias avançadas. Ainda assim, o emprego permanece mais concentrado em economias com empresas de energia bem estabelecidas e cadeias de suprimentos relacionadas à energia. Por exemplo, no Oriente Médio, Coreia do Sul e Canadá, mais de 4% da força de trabalho está empregada no setor energético – quase o dobro da média global de 2%.

**A demanda por empregos deverá continuar a crescer em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia).** O crescimento do emprego no setor de energia está a caminho de moderar para 1,3% em 2025, refletindo um crescimento mais lento, embora ainda positivo, do investimento em energia em meio à contínua incerteza econômica e do mercado de energia. Prevê-se que esse ritmo moderado de crescimento continue sob as atuais políticas, levando a um aumento do emprego no setor de energia entre 3,4 e 4,6 milhões até 2035, dependendo do ritmo de expansão da infraestrutura energética. O setor de energia elétrica continua sendo a principal fonte de crescimento líquido de empregos; no entanto, setores como o de fornecimento de petróleo enfrentam trajetórias divergentes, dependendo da direção das políticas futuras e das condições de mercado, o que ressalta a importância de abordagens flexíveis para o planejamento, contratação e retenção da força de trabalho. Todos os cenários dependem, em última análise, da capacidade das empresas de garantir a mão de obra qualificada de que necessitam – uma restrição que exige maior atenção em um cenário alinhado com emissões líquidas zero até 2050, no qual as necessidades totais de mão de obra no setor de energia aumentariam em quase 15 milhões até 2035.

**A escassez de mão de obra qualificada tornou-se uma das principais preocupações das empresas, especialmente em funções técnicas aplicadas.** Mais de 700 empresas do setor de energia e comércio

Sindicatos e educadores participaram da Pesquisa Anual de Emprego no Setor Energético da AIE (Agência Internacional de Energia), e mais da metade relatou gargalos críticos de contratação – um aumento constante em relação aos anos anteriores. Essa escassez é mais aguda em funções técnicas aplicadas, que representam mais da metade da força de trabalho do setor energético – mais que o dobro de sua participação de 25% na economia em geral. O emprego nessas funções cresceu em 2,5 milhões desde 2019. A maioria das principais ocupações no setor energético que enfrentam restrições são consideradas funções técnicas aplicadas, incluindo eletricitas, instaladores de tubulações, trabalhadores de linhas de transmissão de energia elétrica e engenheiros, particularmente na área nuclear. Muitas dessas categorias mais amplas já estão em falta em toda a economia em geral.

**O envelhecimento da força de trabalho no setor energético está agravando a escassez de mão de obra e de competências.** A força de trabalho do setor energético é mais velha do que a média da economia em geral, e poucos trabalhadores qualificados estão ingressando no setor para substituir os aposentados e atender à crescente demanda. Certos subsetores enfrentam desafios mais severos do que outros. Nas áreas de energia nuclear e redes elétricas, para cada jovem trabalhador que ingressa no setor, há 1,7 e 1,4 trabalhadores próximos da aposentadoria, respectivamente, em comparação com a média de 1,2 em toda a economia. A pressão é maior nas economias avançadas, onde, em todo o setor energético, há 2,4 trabalhadores próximos da aposentadoria para cada trabalhador com menos de 25 anos, em comparação com uma proporção de cerca de 1:1 em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento. Os desequilíbrios tendem a piorar – entre hoje e 2035, serão necessárias duas em cada três novas contratações apenas para substituir os trabalhadores do setor energético que se aposentam.

**Criar uma reserva de mão de obra qualificada é uma prioridade estratégica para a segurança energética.** A capacidade dos países de manter a segurança energética, expandir as redes elétricas, ampliar a produção de energia limpa, modernizar usinas nucleares ou atrair investimentos depende cada vez mais de ter os recursos adequados.

força de trabalho disponível. Hoje, a escassez já está tendo impactos tangíveis: cerca de 60% das empresas relataram falta de mão de obra, colocando em risco cronogramas, confiabilidade do sistema e controle de custos.

**Os graduados com formação relevante para o setor energético não estão acompanhando o ritmo crescente da demanda por mão de obra qualificada.** A procura por trabalhadores técnicos aplicados em toda a economia cresceu 16% entre 2015 e 2022, mas o número de graduados em programas de formação profissional relevantes aumentou apenas 9%. Essa escassez generalizada está afetando diretamente o setor energético, dificultando a contratação e a retenção de profissionais qualificados pelas empresas. Quase 50% das empresas relataram recrutar profissionais de setores afins ou aumentar o treinamento interno para suprir as lacunas. Para evitar que a discrepância entre as competências necessárias e a demanda se agrave até 2030, o número de graduados ingressando no setor energético precisaria aumentar em cerca de 40% globalmente, e ainda mais em uma trajetória alinhada com a meta de emissões líquidas zero até 2050. Expandir a capacidade de formação para esse nível custaria aproximadamente US\$ 2,6 bilhões por ano em todo o mundo – menos de 0,1% do investimento global em educação pública. Algumas regiões já fizeram progressos significativos na atração de mais jovens para a formação profissional relevante. Na China, Indonésia e Norte da África, a proporção de jovens que ingressam em cursos de graduação relacionados à energia cresceu 25% na última década, enquanto a Europa já possui uma das maiores proporções de jovens cursando esses programas.

**A requalificação de trabalhadores no setor de energia pode ajudar a suprir a falta de mão de obra qualificada.** Análises anteriores da AIE (Agência Internacional de Energia) mostraram que mais de 40% das empresas de energia pesquisadas preferem contratar internamente para reter o conhecimento específico do setor, enquanto neste ano 50% dos trabalhadores de combustíveis fósseis afirmaram que priorizariam permanecer no setor de energia caso buscassem um novo emprego. Nem todos os trabalhadores que enfrentam demissão têm uma situação fácil.

Caminho de transição. Com requalificação profissional direcionada, cerca de dois terços dos trabalhadores do setor de petróleo e gás possuem as habilidades básicas necessárias para migrar facilmente para outros setores da energia; o mesmo ocorre com cerca de metade dos trabalhadores ligados às cadeias de suprimento de energia a partir de combustíveis fósseis. Em contrapartida, uma parcela menor de mineiros de carvão pode ser requalificada rapidamente, principalmente aqueles em mercados com altos níveis de informalidade. Portanto, os trabalhadores e as comunidades do setor de carvão necessitam de apoio mais especializado para garantir uma transição justa e centrada nas pessoas.

**A inteligência artificial (IA) está emergindo como uma poderosa ferramenta de produtividade no setor de energia, mas as aplicações atuais pouco contribuem para aliviar a grave escassez de profissionais técnicos especializados.** As empresas observam os maiores ganhos a longo prazo com a IA na eficiência administrativa e no desempenho dos sistemas, com aplicações iniciais já simplificando o processo de licenciamento, melhorando a segurança e aprimorando o treinamento por meio da realidade virtual (RV). No entanto, as empresas de energia estão atrás de outros setores em termos de capacidades de inteligência artificial, com uma concentração de trabalhadores qualificados em IA cerca de 40% menor do que em outros setores. tecnologia, finanças, educação e mídia. E enquanto o investimento em IA Embora as habilidades e capacidades estejam aumentando no setor de energia, os casos de uso atuais não reduzem significativamente a demanda por trabalhadores técnicos aplicados em construção, operações e manutenção, que são funções predominantemente manuais e dominadas por tarefas que a IA ainda não está bem preparada para substituir.

**Os formuladores de políticas dispõem de uma série de ferramentas para atrair mais trabalhadores para a educação e o treinamento relacionados à energia.** A *Pesquisa de Emprego em Energia da AIE (Agência Internacional de Energia)* identifica os custos de treinamento, a perda salarial e o baixo conhecimento dos programas como as principais barreiras de entrada. As respostas políticas que se mostraram eficazes incluem incentivos financeiros direcionados, programas de aprendizagem e campanhas que promovem carreiras profissionais na área de energia.



Atrair mais mulheres para áreas técnicas e profissionais – onde atualmente representam menos de 5% da força de trabalho – está entre as alavancas mais impactantes para aumentar a participação feminina geral no setor de energia, atualmente em torno de 20%. As empresas estão recorrendo ao engajamento direto com instituições de ensino para ajudar a suprir a falta de habilidades, patrocinando estudantes ou oferecendo treinamento para funções difíceis de preencher, principalmente em programas de formação profissional e pós-graduação. A colaboração no desenvolvimento curricular ainda é limitada, com menos de 25% das empresas relatando envolvimento nessas iniciativas, embora muitas expressem interesse em um engajamento mais profundo.

**Atrair trabalhadores também depende de salários competitivos e de uma melhor qualidade de emprego.** No *Inquérito sobre Emprego no Setor Energético da AIE (Agência Internacional de Energia)*, trabalhadores e representantes citaram a remuneração, a segurança no emprego e um ambiente de trabalho seguro como os principais fatores na avaliação de uma função e destas questões. A questão da remuneração tem sido um foco frequente do diálogo social tripartite e da negociação coletiva no setor energético. Em geral, as funções especializadas em energia oferecem salários mais altos do que funções não especializadas comparáveis, mas a variação salarial é significativa em todo o setor. Petróleo, gás e energia nuclear oferecem os salários mais altos, refletindo maiores exigências de qualificação e uma maior capacidade de atrair talentos. Em 2025, o setor de petróleo e gás registrou os maiores aumentos salariais na maioria das regiões, com uma média de 3,7%, seguido pelo setor nuclear com 3,2%, enquanto o carvão e as energias renováveis cresceram 1,2% e 0,8%, respectivamente.

**Espera-se que o emprego no setor energético continue sendo uma importante fonte de crescimento de vagas e um alicerce fundamental para o apoio público às políticas energéticas.** À medida que a segurança energética ganha maior destaque nas agendas nacionais, uma força de trabalho bem treinada torna-se essencial para atrair cadeias de suprimentos, implantar novos ativos e garantir operações confiáveis. A ação coordenada entre governos, indústria e representantes dos trabalhadores pode ajudar a evitar que a escassez de mão de obra qualificada se torne um gargalo crítico e, em vez disso, permitir que o setor energético ofereça empregos de alta qualidade e bem remunerados, fortaleça a competitividade e apoie os países no cumprimento de suas metas de segurança e sustentabilidade de forma acessível.

## Introdução

O relatório *World Energy Employment 2025 (WEE 2025)* oferece uma visão abrangente do estado atual da força de trabalho global no setor energético, uma perspectiva da demanda por empregos até 2035 e uma análise das oportunidades e desafios que essas tendências representam para os formuladores de políticas e outras partes interessadas no setor de energia.

Os resultados relativos ao emprego no setor energético apresentados neste relatório foram obtidos através de um modelo quantitativo que estima o emprego em função dos principais fatores de procura no setor energético, tais como investimento, capacidade e produção. A calibração do modelo utiliza estatísticas oficiais do trabalho, relatórios do setor e observações de emprego ao nível da empresa e do projeto. As projeções futuras de emprego estão alinhadas com os cenários apresentados no relatório *World Energy Outlook 2025 (WEO 2025)* da AIE (Agência Internacional de Energia) .

Tal como nos anos anteriores, estas estimativas de emprego são desagregadas por tecnologia energética (por exemplo, geração de energia nuclear), bem como por atividade económica (por exemplo, construção), região e ano. Os novos desenvolvimentos do modelo deste ano incluem uma extensão dos resultados do modelo, retrocedendo até 2015 e projetando-se até 2035, o relatório *WEE 2025* apresenta , pela primeira vez, uma análise detalhada das nossas estimativas de emprego por ocupação, com base em estatísticas internacionais da força de trabalho sobre emprego por setor.

O escopo da força de trabalho abrangida pelo modelo também foi expandido para incluir novas categorias de trabalhadores em setores de uso final, incluindo iluminação eficiente e aquecimento e resfriamento renováveis. Isso,

Juntamente com outros refinamentos do modelo e atualizações nos dados de entrada, isso resultou em uma revisão para cima de 6,7 milhões em nossa estimativa da força de trabalho global de energia em 2024, em comparação com as estimativas publicadas no *WEE 2024*. Mais detalhes sobre essas revisões, bem como sobre a metodologia e as definições utilizadas para este modelo, são fornecidos nos anexos.

O relatório deste ano também se baseia em um conjunto de três pesquisas específicas conduzidas pela AIE para coletar novas informações sobre a dinâmica da força de trabalho no setor de energia, cada uma direcionada a um conjunto diferente de partes interessadas: a *Pesquisa de Emprego na Indústria da AIE*, a *Pesquisa de Emprego no Setor de Trabalho da AIE* e a *Pesquisa de Emprego de Educadores da AIE*.

O relatório *WEE 2025* apresenta uma análise aprofundada sobre o Futuro das Competências em Energia nos Capítulos 2 e 3. Esta análise foi fundamentada nos resultados do modelo de emprego e dos inquéritos mencionados anteriormente, bem como nas informações geradas a partir de discussões com representantes da indústria, do setor laboral, da educação e da área política, realizadas no [Workshop sobre o Futuro das Competências em Energia](#). O evento será realizado na sede da AIE em maio de 2025.

O relatório deste ano também inclui novas análises aprofundadas sobre as tendências da procura de emprego por ocupação, a capacidade educacional e muito mais. Essas análises baseiam-se em extensos trabalhos e dados disponibilizados por organizações como a OIT, a OCDE e a UNESCO.

Consulte os anexos para obter mais detalhes sobre as definições formais.

e as abordagens analíticas utilizadas.

---

# Capítulo 1. Visão geral

---

## O crescimento do emprego no setor energético global continua a superar o do resto da economia.

Em 2024, o crescimento do emprego no setor energético foi quase o dobro da taxa de crescimento da economia em geral, aumentando 2,2% e atingindo 76 milhões de trabalhadores. A força de trabalho do setor energético, que inclui empregos nos setores de energia elétrica, fornecimento de combustíveis e minerais críticos, eficiência energética e fabricação de veículos, representou um em cada cinquenta empregos em todo o mundo. No total, o setor energético criou mais de 5 milhões de empregos desde 2019, o que corresponde a 2,4% do total de empregos criados na economia global durante o período de cinco anos.

Simultaneamente, o crescimento do emprego em toda a economia desacelerou para apenas 1,3% em nível global em 2024, em comparação com 2% no ano anterior e o pico recente de 2,9% em 2021, à medida que os níveis globais de emprego se normalizaram após a forte recuperação pós-pandemia. Esse crescimento mais lento foi em parte consequência da escassez de mão de obra em muitas regiões, visto que as taxas de desemprego globais permaneceram em [médias historicamente baixas](#). de 5% [em 2024, reduzindo a capacidade](#) dos empregadores de aproveitar a força de trabalho ociosa. Mesmo com a contínua diminuição das pressões inflacionárias e das taxas de juros, [o crescimento econômico](#) foi mais discreta do que o esperado, inclusive [na República Popular](#) da China (doravante, "China"), na Índia e na Europa, com a notável exceção dos Estados Unidos.

O crescimento exponencial da força de trabalho no setor energético após a pandemia, [impulsionado por um forte aumento nos investimentos](#), Representa uma mudança radical em relação às tendências anteriores, com o setor de energia adicionando menos de um terço do número de empregos anuais entre 2015 e 2019 em comparação com o período entre 2019 e 2024. O setor de energia elétrica foi o destaque, à medida que o setor energético entrou na Era da Eletricidade. O crescimento do emprego no setor de energia elétrica acelerou em todos os anos.

entre 2015 e 2019, mas desde então tem crescido a uma taxa anualizada de 4%, impulsionada principalmente pela expansão da tecnologia de energia solar fotovoltaica.

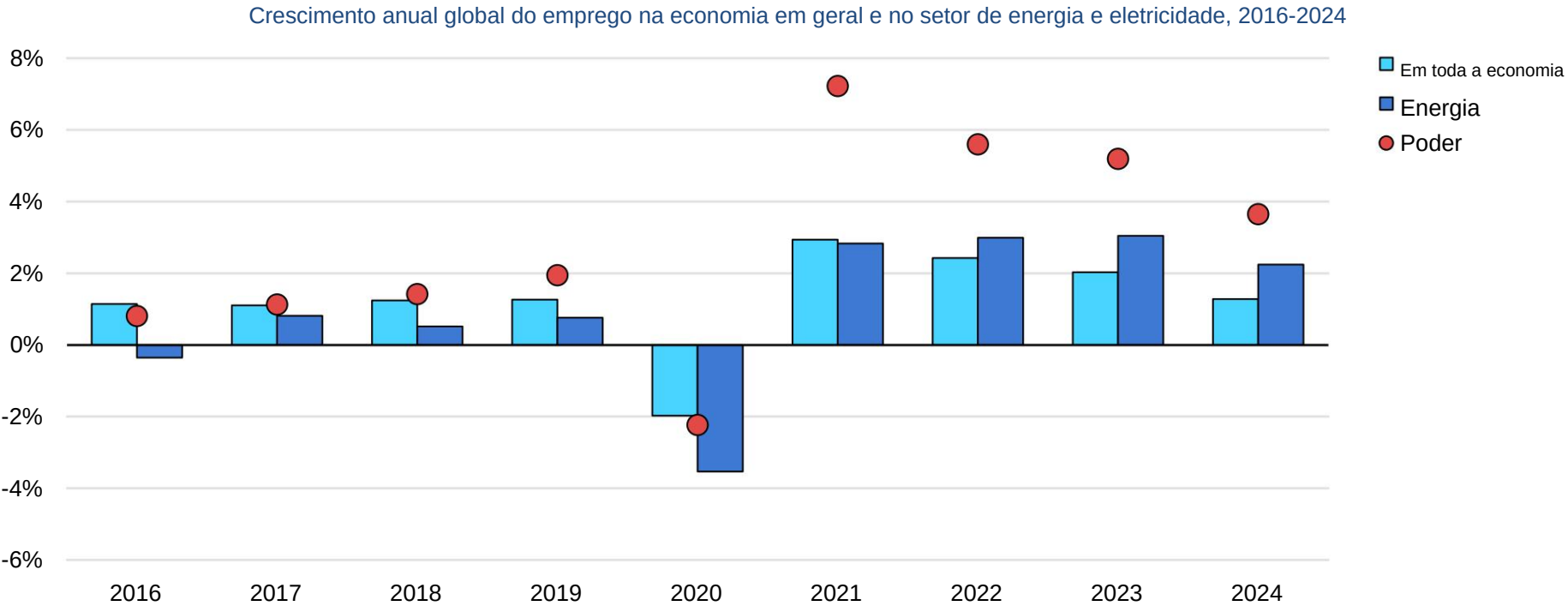
Outras partes do sistema energético também registraram crescimento contínuo do emprego em 2024. O emprego no setor de fornecimento de combustíveis recuperou as acentuadas perdas de postos de trabalho sofridas em 2020, enquanto os empregos em usos finais de energia, como veículos elétricos, continuaram seu crescimento constante. A maioria das novas vagas no setor energético concentrou-se na construção civil, na indústria e em outras funções ligadas ao aumento dos investimentos no desenvolvimento de novas infraestruturas energéticas, onde o emprego cresceu 2,5% em 2024.

As mudanças nas políticas em 2025 alteraram significativamente as expectativas do mercado, com a perspectiva econômica obscurecida pela crescente incerteza em relação aos regimes tarifários, seus impactos econômicos mais amplos e a elevada instabilidade geopolítica que pode afetá-los diretamente.

partes da cadeia global de suprimentos de energia. Como resultado, as estimativas da AIE (Agência Internacional de Energia) mostram que o crescimento do emprego relacionado à energia deverá desacelerar para 1,3% em 2025 – a menor taxa observada desde a pandemia de Covid-19 em 2020.

Excepcionalmente, o setor de energia deverá permanecer imune a essa desaceleração mais ampla, com a expectativa de que o emprego mantenha uma taxa de crescimento de 3,4% em 2025, praticamente inalterada em relação ao ritmo de 2024. O crescimento é impulsionado por um aumento contínuo na demanda por eletricitistas, trabalhadores de linha, engenheiros e técnicos necessários para entregar e operar novos projetos.

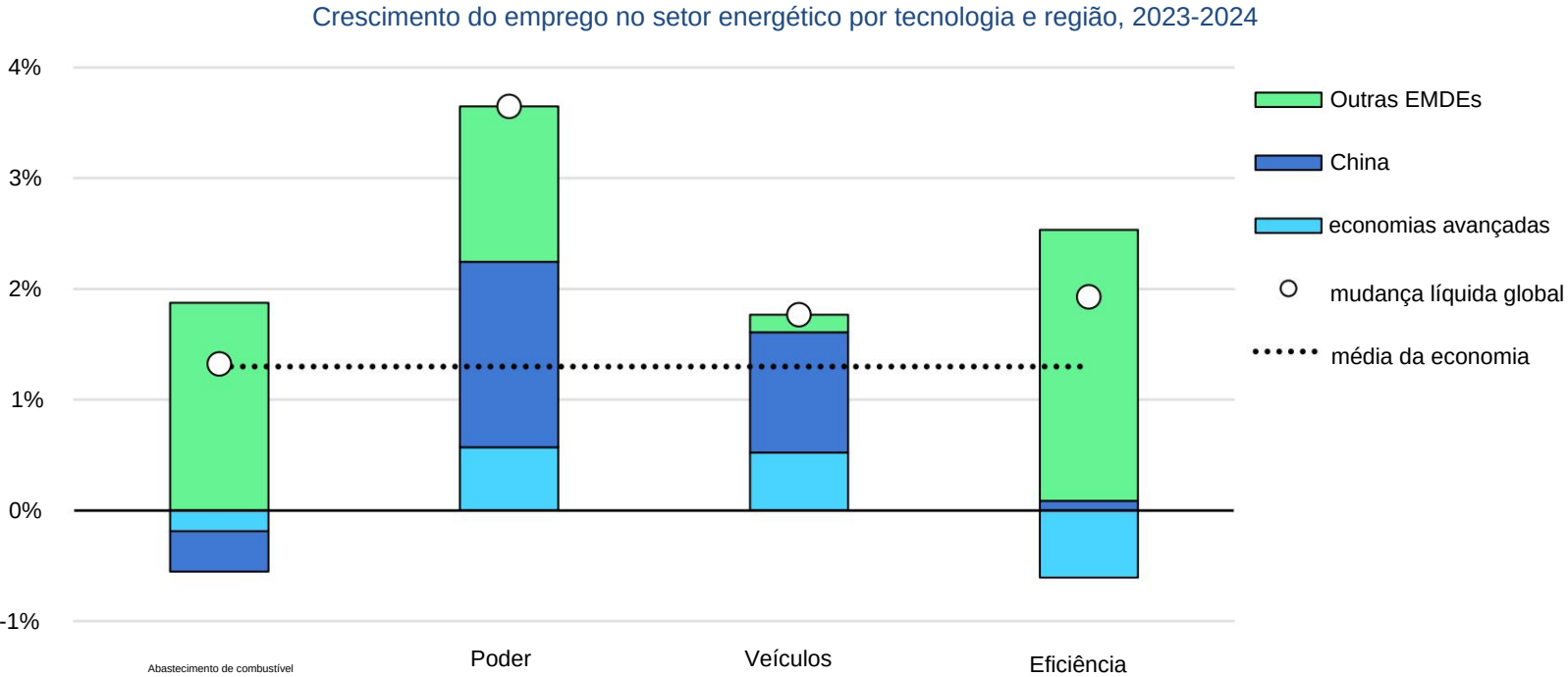
O setor de energia tem impulsionado um forte crescimento do emprego no setor desde 2020, à medida que o setor energético entrou na Era da Eletricidade.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O setor de energia inclui empregos em geração, transmissão, distribuição e armazenamento de energia.  
Fonte: Análise da AIE sobre o emprego em toda a economia, com base em dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

**Em 2024, o emprego em quase todos os subsetores relacionados à energia superou o crescimento da economia como um todo.**



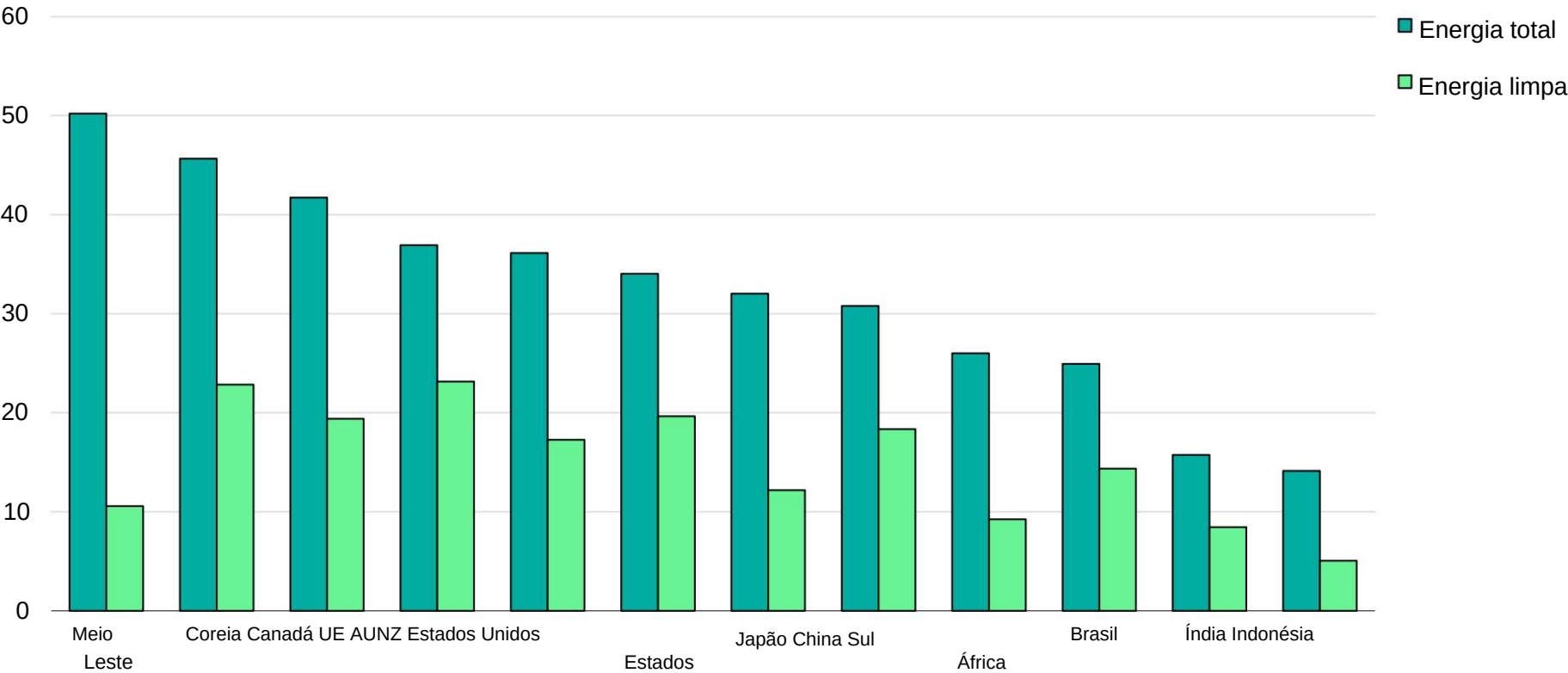
IEA. CC BY 4.0.

Observações: Energia inclui geração, transmissão, distribuição e armazenamento de energia. Abastecimento de combustível inclui combustíveis fósseis, bioenergia, combustíveis nucleares, hidrogênio e minerais críticos. Veículos inclui a fabricação de veículos com motor de combustão interna (MCI), veículos elétricos e baterias para veículos elétricos. Eficiência inclui eficiência industrial, reformas prediais, bombas de calor e outros sistemas eficientes de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC), eletrodomésticos eficientes, iluminação eficiente e energias renováveis em edifícios.



Globalmente, um em cada cinquenta empregos em toda a economia está no setor de energia.

Empregos no setor energético por mil habitantes, por região, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: UE = União Europeia; AUNZ = Austrália e Nova Zelândia.  
Fonte: Análise da IEA baseada em dados do ILOSTAT.

## O emprego aumentou em todos os subsetores de energia em 2024, com o setor de energia elétrica crescendo a um ritmo quase duas vezes maior que os demais.

O setor de energia – incluindo geração, transmissão, distribuição e armazenamento – ultrapassou os segmentos de fornecimento de combustíveis e se tornou o maior empregador da indústria energética, atingindo 22,6 milhões de empregos em 2024. A construção de novas usinas de geração de energia foi o principal motor desse crescimento. Desde 2019, os empregos relacionados à construção no setor aumentaram 5,3% ao ano. Em 2024, quase um terço de todos os empregos na área de geração estavam ligados à construção de novas infraestruturas.

As tecnologias de baixa emissão dominaram as novas construções e agora sustentam quase três vezes mais empregos do que a geração de energia a partir de carvão, gás e petróleo sem controle de emissões, em conjunto. A energia solar fotovoltaica representou mais de 60% das novas construções. A capacidade de geração de energia adicionada em 2024 atingiu um novo recorde, criando 310 mil empregos – aproximadamente metade do aumento total de empregos no setor de geração de energia. A retomada da energia nuclear também contribuiu, com a criação de cerca de 70 mil empregos em 2024, um aumento de 6% em relação ao ano anterior.

A transmissão, distribuição e armazenamento de energia elétrica representaram 8,5 milhões de empregos em todo o mundo em 2024, embora o crescimento nesses segmentos tenha sido mais modesto, com um aumento de apenas 2,6% no número de empregos em relação ao ano anterior. Apesar do [aumento significativo](#) nos investimentos em infraestrutura de redes elétricas, [que são extremamente necessários, O setor tem](#) enfrentado dificuldades devido à conjuntura econômica, com os preços de cabos e transformadores quase dobrando desde 2018. A escassez de mão de obra agrava esses desafios, com uma grave falta de eletricitistas de alta tensão e profissionais qualificados.

especialistas em fabricação de equipamentos e engenheiros de projetos experientes em fabricantes de equipamentos originais (OEMs).

O emprego no setor de fornecimento de energia – carvão, petróleo, gás, bioenergia, hidrogênio e combustíveis nucleares – continuou a se recuperar de forma constante da queda durante a pandemia. Os empregos no fornecimento de combustíveis fósseis cresceram em 220.000 em 2024, atingindo 18,4 milhões, e agora estão acima dos níveis pré-pandemia, mas ainda abaixo do pico observado entre 2010 e 2015, quando o investimento em exploração de petróleo e gás estava no seu auge. O fornecimento de carvão apresentou um ressurgimento inesperado, impulsionado pela abertura de novas minas na Índia e na Indonésia e pela forte demanda na China. Aproximadamente 470.000 empregos foram adicionados ao fornecimento de carvão desde 2019, chegando a 6,1 milhões em 2024. O emprego no setor de petróleo e gás também continuou sua recuperação pós-pandemia e recuperou a maior parte dos empregos perdidos em 2020, deixando o setor com cerca de 12,4 milhões de trabalhadores em 2024. A capacidade global de produção de petróleo continuou a se expandir, apesar da perspectiva de demanda fraca, com grande parte do aumento da capacidade [liderado por produtores nas Américas](#), que representaram dois terços do aumento do emprego no setor de petróleo e gás desde 2020. [No entanto, a queda nos preços das commodities](#) neste ano levou as principais empresas petrolíferas internacionais a aumentarem as demissões, o que contribuiu para uma queda esperada de 0,8% no emprego no setor de petróleo e gás em 2025. O fornecimento de energia com baixas emissões – incluindo bioenergia moderna, hidrogênio e combustíveis nucleares – tem crescido de forma constante, com o emprego total aumentando 3% ao ano desde 2019, chegando a 2,3 milhões em 2024.

O setor de energia, com foco em tecnologias de uso final, incluindo veículos, bombas de calor e medidas de eficiência energética, gerou aproximadamente 570 mil novos empregos em 2024. A força de trabalho na fabricação de veículos atingiu cerca de 17,5 milhões de pessoas globalmente, crescendo em paralelo com o aumento das vendas de veículos. Muitas montadoras continuaram a migrar suas linhas de produção para veículos elétricos, [que representaram 20% das vendas globais de automóveis](#). Em 2024, esse número subiu em relação aos 4% registrados em [2020. Essa mudança teve um impacto limitado na maioria dos](#) empregos na fabricação de veículos, que se concentram em peças automotivas em geral, como assentos e janelas. No entanto, as empresas que produzem componentes para motores de combustão interna (MCI) estão começando a apresentar mudanças estruturais em suas decisões de contratação.

Nos setores da construção civil e industrial, o crescimento global de empregos em eficiência energética desacelerou, passando de um pico recente de 2,6% para 1,9% em 2024, totalizando cerca de 14,3 milhões de trabalhadores. Quase todo esse aumento foi impulsionado por mercados emergentes e economias em desenvolvimento (MEEDs), visto que as principais economias reduziram alguns incentivos para melhorias na eficiência energética, contribuindo para uma desaceleração da taxa global de melhoria da eficiência energética para apenas 1%.

As tendências de emprego no setor energético em 2024 mostraram uma divergência acentuada entre as economias avançadas e as economias em desenvolvimento. As economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) criaram 1 milhão de empregos nos setores de fornecimento de combustíveis e energia combinados – um aumento de 3% em relação a 2023 – enquanto as economias avançadas registraram uma queda significativa

Crescimento mais lento de 1%, com um aumento de apenas 90.000 trabalhadores. Um dos principais impulsionadores do crescimento nos mercados emergentes e em desenvolvimento foi a China, cujos ganhos em empregos na área de energia solar fotovoltaica foram superiores a...

Compensou a queda no emprego no setor de carvão em 2024. A China também continuou a progredir em áreas onde outras regiões estavam atrasadas, como redes elétricas e armazenamento, com um aumento de 4% no emprego, em comparação com apenas 2% em outros lugares. Além disso, consolidou sua clara liderança na fabricação de energia limpa, respondendo por quase três quartos do crescimento do emprego nessa categoria em 2024. A China agora representa mais da metade do emprego global na indústria de transformação em bombas de calor, eletrolisadores e energia eólica, dois terços em veículos elétricos, 80% em energia solar fotovoltaica e mais de 90% em baterias.

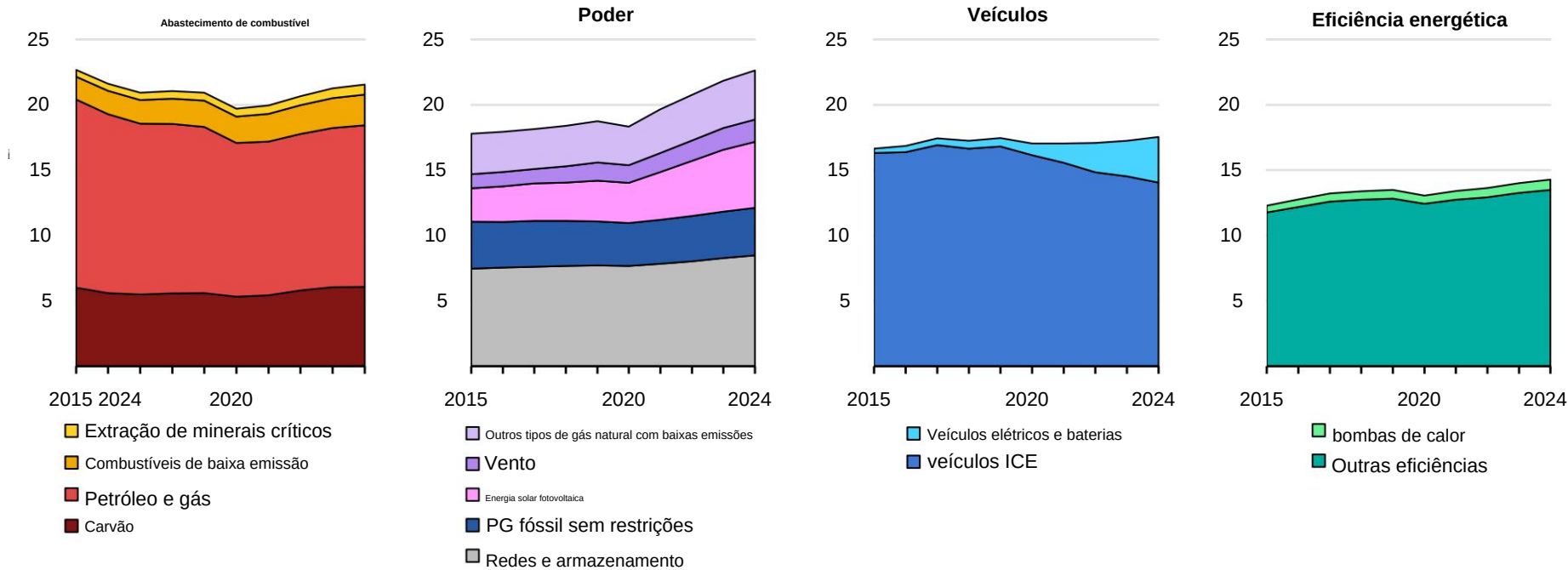
Nas economias avançadas, foram criados 125 mil empregos no setor de energia em 2024 (+2,4%), compensando uma perda de 50 mil no fornecimento de combustíveis fósseis. (-1,7%). As economias avançadas também registraram um sólido aumento de 1,2%.

Na indústria de fabricação de veículos, os veículos elétricos e suas baterias representam agora 13% dos empregos no setor nessas regiões. A desaceleração no ritmo de melhoria da eficiência energética nas economias avançadas também se refletiu nos resultados do emprego, com uma queda de 1,5% nos empregos relacionados à eficiência energética em 2024.

O fornecimento de combustíveis fósseis permaneceu a principal fonte de crescimento de empregos no setor energético em 2024 para muitos mercados emergentes e em desenvolvimento fora da China, representando metade ou mais da criação líquida de empregos no Oriente Médio, África e América Central e do Sul. A geração de energia de baixa emissão adicionou cerca de 210 mil empregos, principalmente na construção civil, visto que muitas dessas regiões continuaram a enfrentar desafios para atrair investimentos para a transição para a produção de energia limpa.

# O emprego no setor energético recuperou-se da pandemia em todos os principais subsetores de energia.

Emprego global no setor energético por tecnologia, 2015-2024

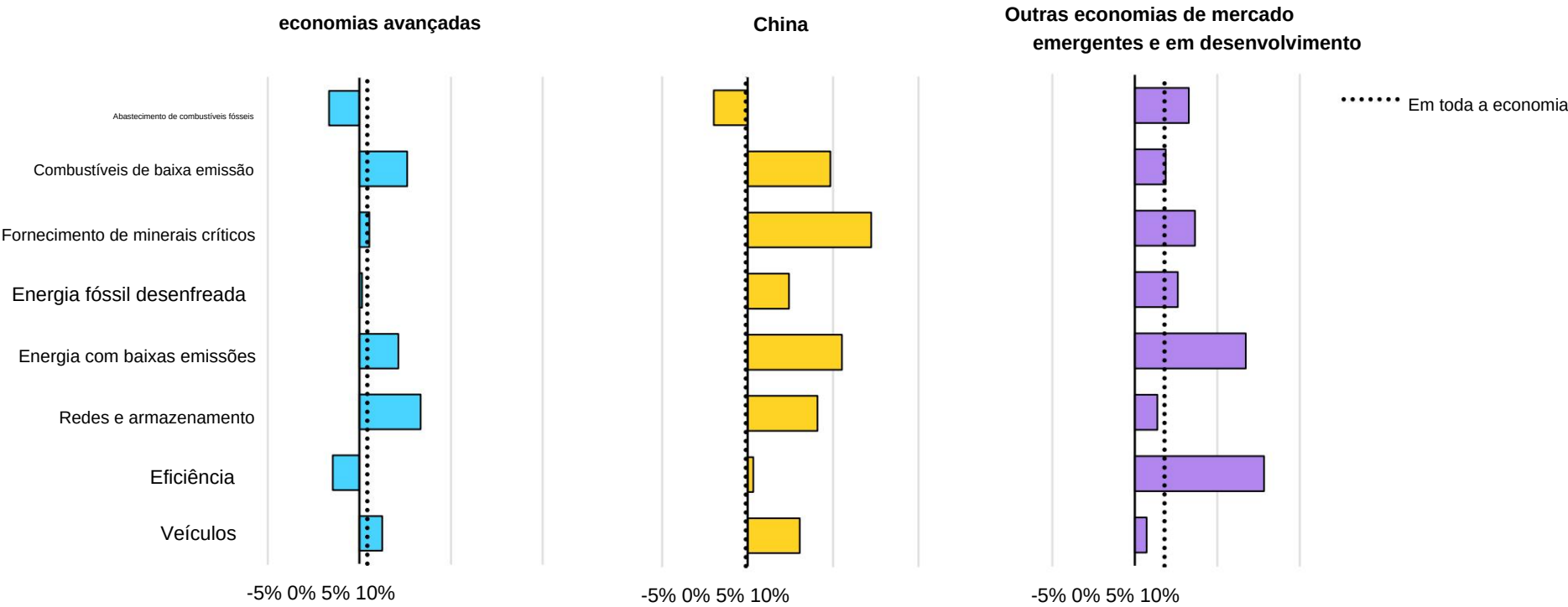


IEA. CC BY 4.0.

Notas: PG = geração de energia; veículos ICE = veículos com motor de combustão interna; EVs = veículos elétricos; e energia solar PV = energia solar fotovoltaica. Redes e armazenamento incluem transmissão, distribuição e armazenamento de energia. Combustíveis de baixa emissão incluem o fornecimento de bioenergia, combustíveis nucleares e hidrogênio. Outras medidas de eficiência incluem reformas em edifícios, aquecimento, ventilação e ar condicionado eficientes e renováveis (exceto bombas de calor), e eletrodomésticos e iluminação eficientes.

A China e outras economias emergentes e em desenvolvimento registraram aumento de empregos em quase todos os subsetores de energia, enquanto o cenário para as economias avançadas foi mais heterogêneo.

Crescimento do emprego por tecnologia e região, 2023-2024



IEA. CC BY 4.0.

Observações: Redes e armazenamento incluem transmissão, distribuição e armazenamento. Combustíveis de baixa emissão incluem o fornecimento de bioenergia, combustíveis nucleares e hidrogênio. Eficiência inclui reformas em edifícios, bombas de calor e outros sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado renováveis e eficientes, além de eletrodomésticos e iluminação eficientes.

Os setores de abastecimento de combustível, energia e consumo final são fontes essenciais de emprego em todas as regiões.

Emprego no setor energético por região e setor, 2024 (milhares de trabalhadores)

|                                                    | Norte América | Central e Sul América | Europa | África | China  | Índia | Outros países da Ásia Pacífico | Meio Leste | Eurásia | Global |
|----------------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------------------------------|------------|---------|--------|
| Abastecimento: Carvão                              | 100           | <50                   | 100    | 200    | 2 800  | 1 500 | 1.000                          | <50        | 300     | 6 100  |
| Abastecimento: Petróleo e gás                      | 1 700         | 1 100                 | 600    | 1 500  | 1 400  | 800   | 1 200                          | 2 800      | 1 300   | 12.400 |
| Fornecimento: Combustíveis de baixa emissão        | 200           | 500                   | 300    | 400    | 200    | 400   | 300                            | <50        | <50     | 2 300  |
| Energia: Geração                                   | 1 100         | 700                   | 1 600  | 600    | 5 800  | 1 900 | 1 800                          | 400        | 400     | 14 200 |
| Energia: Transmissão e Distribuição, armazenamento | 1.000         | 500                   | 1.000  | 500    | 2 400  | 1 800 | 800                            | 200        | 200     | 8.500  |
| Usos finais: Veículos                              | 2 200         | 700                   | 3.500  | 200    | 6 300  | 1 200 | 2 800                          | 200        | 300     | 17.500 |
| Usos finais: Eficiência                            | 1 900         | 600                   | 3 300  | 600    | 3 800  | 1 600 | 1 700                          | 500        | 400     | 14 300 |
| Minerais críticos                                  | <50           | 100                   | <50    | 400    | <50    | <50   | 100                            | <50        | <50     | 800    |
| Toda a energia                                     | 8 200         | 4 200                 | 10 400 | 4 200  | 22.900 | 9 200 | 9 700                          | 4 100      | 3.000   | 76.000 |

Notas: Transmissão e distribuição de energia, armazenamento = transmissão, distribuição e armazenamento. O fornecimento de combustíveis de baixa emissão inclui bioenergia, hidrogênio e combustíveis nucleares. Veículos incluem a fabricação de todos os veículos rodoviários de quatro rodas (automóveis de passageiros, veículos comerciais leves, ônibus e caminhões) e baterias para veículos elétricos. Eficiência refere-se à eficiência energética na indústria e em edifícios (abrangendo reformas, bombas de calor, outros sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado eficientes e renováveis, além de eletrodomésticos e iluminação eficientes). Os valores podem não totalizar devido ao arredondamento. Global Os totais de emprego no setor energético são superiores aos das edições anteriores do relatório WEE devido à inclusão de novas categorias de emprego no setor energético e a outras revisões de modelagem. Consulte a seção Metodologia no Anexo para obter mais informações.

# A elevada procura por funções técnicas aplicadas no setor energético deixa-o vulnerável à escassez generalizada de trabalhadores, como eletricistas e instaladores de tubagens, na economia em geral.

A análise da AIE fornece, pela primeira vez, uma análise detalhada de nossa

Estimativas de emprego por ocupação para quantificar as necessidades atuais e futuras de mão de obra qualificada. As definições ocupacionais utilizadas nesta análise seguem a [Classificação Internacional Padrão de Ocupações](#) da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

(ISCO-08), com cada uma dessas ocupações associada a um nível de habilidade vinculado aos seus requisitos educacionais típicos.

Os trabalhadores técnicos aplicados representam a maior parte da força de trabalho do setor energético, com 41 milhões de pessoas. Esse grupo inclui técnicos, trabalhadores especializados e artesãos, operadores de máquinas e montadores, que correspondem a 54% da força de trabalho do setor energético – mais que o dobro da participação dessas ocupações na economia em geral.

Trabalhadores de ofícios especializados – como eletricistas, soldadores, encanadores e instaladores de sistemas fotovoltaicos – constituem o maior subsetor ocupacional de trabalhadores técnicos aplicados e registraram o maior aumento anual. Esse grupo adicionou quase 1,6 milhão de pessoas desde 2015, chegando a 18,9 milhões de trabalhadores em 2024. Esse crescimento é impulsionado principalmente pelo boom da construção em novos projetos de energia, especialmente no setor elétrico. A demanda por eletricistas, encanadores e instaladores de tubulações está sobrecarregando a mão de obra disponível, o que sugere que o rápido crescimento da construção no setor energético pode estar intensificando a escassez de mão de obra qualificada em toda a economia. A maioria desses trabalhadores requer [formação profissional formal](#) ou [formação profissional avançada](#) qualificações, acrescentando prazos mais longos para trazer trabalhadores mais qualificados [para o mercado de trabalho](#).

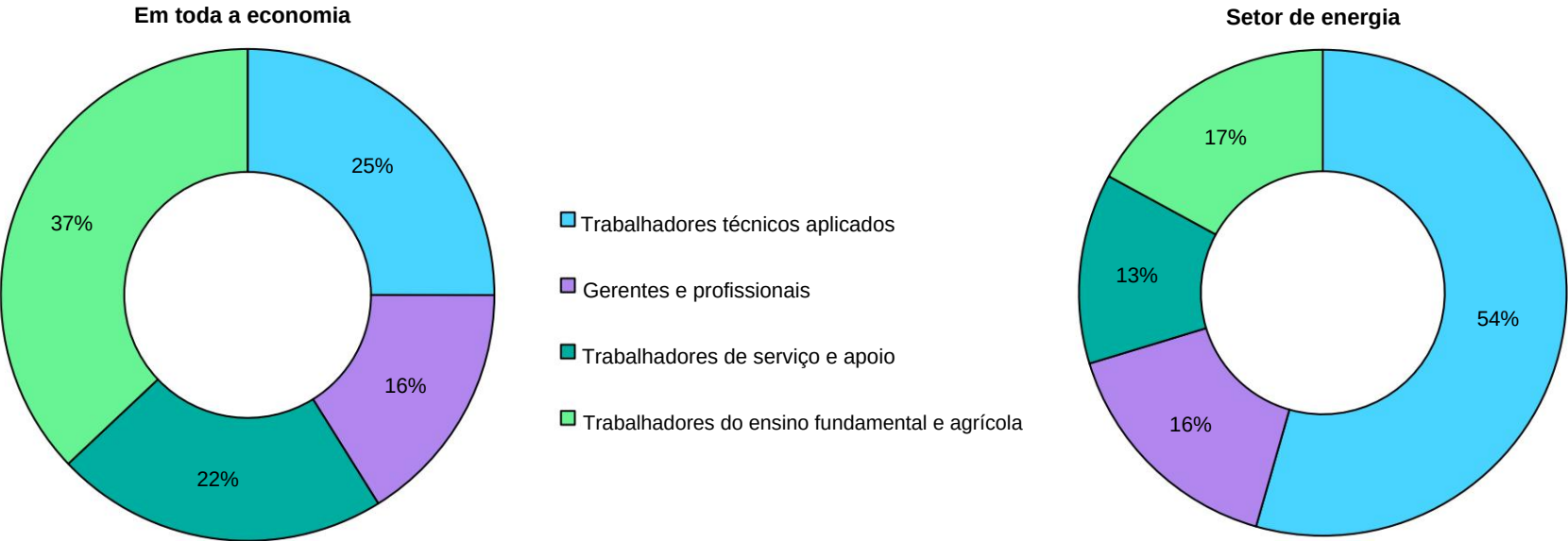
Empregos elementares e agrícolas – incluindo ocupações elementares e trabalhadores agrícolas básicos – representaram o segundo maior crescimento no emprego no setor de energia desde 2015, com um acréscimo de mais de 1,3 milhão de vagas.

Embora os trabalhadores do ensino fundamental e da agricultura geralmente desempenhem um papel menor no setor de energia do que na economia em geral – representando 17% da força de trabalho, em comparação com 37% no geral – eles podem representar até 28% da força de trabalho em setores com forte presença da construção civil, como energias renováveis e baterias. Essas ocupações normalmente exigem níveis de escolaridade mais básicos, porém, no setor de energia, muitas vezes requerem especialização adicional ou treinamento em serviço para garantir a segurança e o desenvolvimento adequado de projetos complexos.

De acordo com a *Pesquisa Anual de Emprego no Setor de Energia da AIE (Agência Internacional de Energia)*, muitas empresas relatam dificuldades na contratação de profissionais para funções técnicas. Recebemos contribuições de mais de 700 empresas de energia, sindicatos e educadores. Quase metade das empresas pesquisadas relatou gargalos críticos na contratação, o que levou a atrasos em projetos, prazos de entrega mais longos, aumento de custos e salários mais altos. As empresas também relataram escassez de candidatos com os níveis de qualificação desejados, muitas vezes recorrendo à contratação de pessoas menos qualificadas ou ao treinamento no local de trabalho. A taxa de novos graduados com diplomas e certificações relevantes para o setor de energia tem se mantido estável ou em queda na maioria das economias, o que contribui para problemas mais amplos na formação de trabalhadores qualificados. Uma análise mais aprofundada dessas tendências e seu impacto é explorada no Capítulo 2.

Os trabalhadores técnicos aplicados representam 54% da força de trabalho do setor energético, mais do que o dobro da percentagem na economia em geral.

Participação global do emprego ocupacional, em toda a economia e no setor de energia, 2024



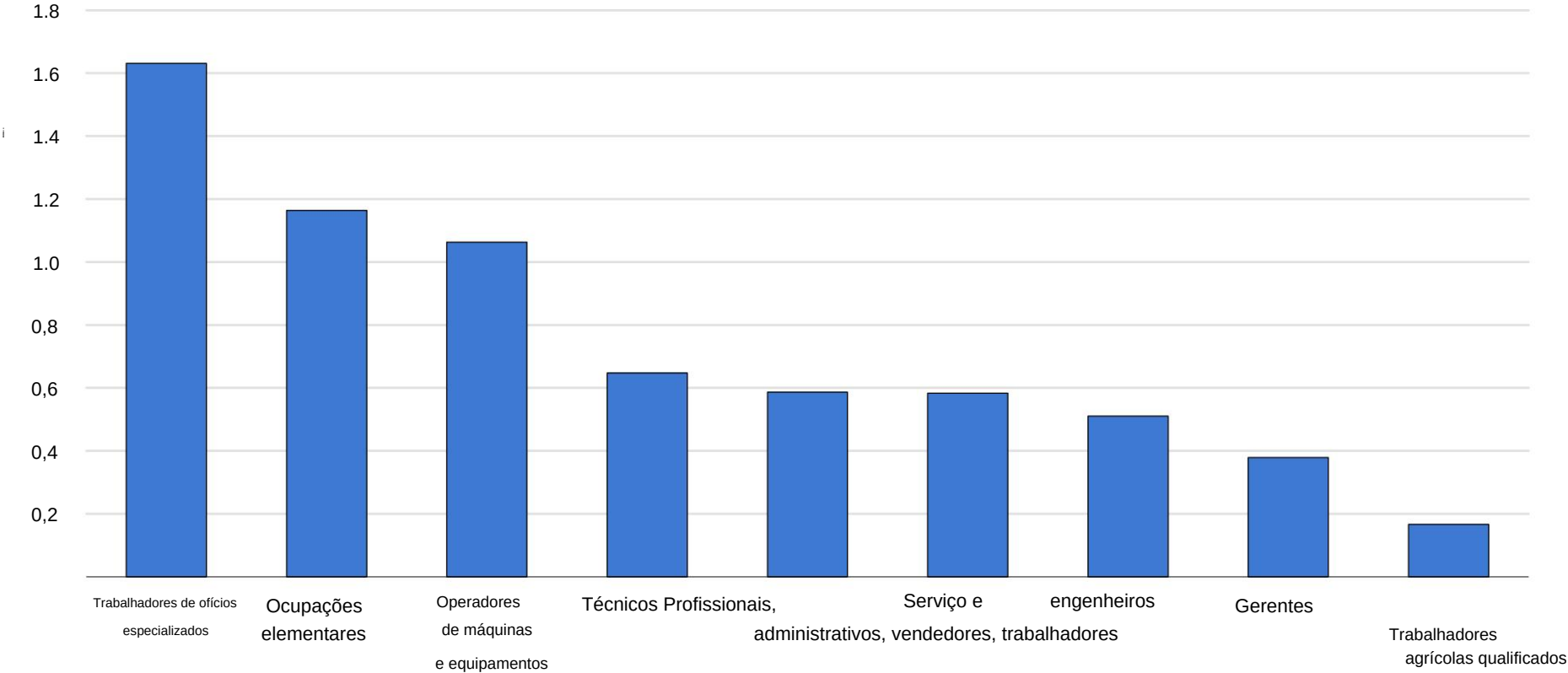
IEA. CC BY 4.0.

Notas: Os trabalhadores técnicos aplicados incluem os grupos ocupacionais ISCO-08 de artesãos e operários (por exemplo, eletricitistas, soldadores, encanadores, instaladores de tubulações), técnicos e profissionais associados (por exemplo, técnicos elétricos ou de subestações) e operadores de instalações e máquinas (por exemplo, operadores de usinas de energia, operadores de plataformas de perfuração, operadores de máquinas pesadas). Os gerentes e profissionais incluem os grupos ocupacionais ISCO-08 de gerentes (por exemplo, gerentes de projeto), profissionais e engenheiros (por exemplo, engenheiros nucleares). Os trabalhadores de serviços e apoio incluem os grupos ocupacionais ISCO-08 de trabalhadores administrativos (por exemplo, assistentes administrativos) e trabalhadores de serviços e vendas (por exemplo, representantes de atendimento ao cliente). (A frase "Elementary and agricultural" parece estar incompleta e sem contexto suficiente para tradução precisa. A tradução a seguir parece ser uma tradução literal e não faz sentido no contexto e parece ser uma tradução literal e precisa. A tradução a seguir ... Os trabalhadores incluem os grupos ocupacionais ISCO-08: trabalhadores agrícolas (por exemplo, produtores de culturas para bioenergia) e ocupações elementares (por exemplo, trabalhadores manuais).



# O setor de energia criou empregos para mais de 1,6 milhão de trabalhadores qualificados desde 2015.

Criação de empregos por grupo ocupacional no setor de energia, 2015-2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: Os grupos ocupacionais seguem a [classificação ISCO-08](#). classificações e níveis de habilidade associados. Consulte a seção Metodologia no Anexo para obter mais informações.

Empregos no setor energético mundial em 2025

Visão geral das categorias ocupacionais e requisitos educacionais

| Categoria ocupacional                                | Número de trabalhadores do setor energético | Escolaridade exigida                                                                      | Nível de habilidade | Exemplos de funções de trabalho                                                                 |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gestores e profissionais (16%)                       |                                             |                                                                                           |                     |                                                                                                 |
| Gerentes                                             | 4.300.000 (6%)                              | Ensino superior, diplomas universitários                                                  | Alto                | Gerente de projetos em energia solar de grande escala, gerente de exploração em petróleo e gás. |
| Profissionais, engenheiros                           | 7.800.000 (10%)                             |                                                                                           | Alto                | Engenheiro nuclear, engenheiro eletricitista                                                    |
| Trabalhadores técnicos aplicados (54%)               |                                             |                                                                                           |                     |                                                                                                 |
| Técnicos                                             | 8 600 000 (11%)                             | Qualificações profissionais avançadas                                                     | Alto                | Técnico de baterias, técnico de subestação                                                      |
| Trabalhadores de ofícios especializados              | 18 900 000 (25%)                            | Ensino secundário superior e/ou formação e treinamento profissional formal (FTP)          | Médio               | Eletricistas, soldadores, encanadores, instaladores de tubulações                               |
| Operadores de fábrica e máquinas, e montadores       | 13 900 000 (18%)                            |                                                                                           | Médio               | Operadores de usinas de energia, operadores de plataformas de perfuração                        |
| Trabalhadores de serviços e apoio (13%)              |                                             |                                                                                           |                     |                                                                                                 |
| Trabalhadores administrativos                        | 5.300.000 (7%)                              | Ensino secundário superior educação e/ou formação e treinamento profissional formal (ETP) | Médio               | Assistente administrativo, auxiliar de estoque                                                  |
| Trabalhadores de atendimento e vendas                | 4.400.000 (6%)                              |                                                                                           | Médio               | Vendedor, representante de atendimento ao cliente                                               |
| Trabalhadores do ensino fundamental e agrícola (17%) |                                             |                                                                                           |                     |                                                                                                 |
| Trabalhadores agrícolas                              | 800 000 (>1%)                               | Ensino fundamental ou ensino médio incompleto                                             | Baixo               | Trabalhador florestal fornece matéria-prima para bioenergia.                                    |
| Ocupações elementares                                | 12.100.000 (16%)                            |                                                                                           | Baixo               | Auxiliares de apoio, trabalhadores manuais                                                      |

Observações: Os valores podem não totalizar devido ao arredondamento. Os grupos ocupacionais seguem [as classificações da ISCO](#), e os níveis de habilidade associados. Consulte a seção Metodologia no Anexo para obter mais informações.

## As empresas do setor energético estão sob pressão para aumentar os salários a fim de atrair e reter talentos.

Os salários reais aumentaram na maior parte do setor energético em 2025. Em muitos casos, os salários do setor energético tiveram um desempenho melhor do que o crescimento dos salários reais em toda a economia, que tem sido lento. Na primeira metade desta década, o crescimento salarial foi freado pelo aumento da inflação pós-pandemia e pela desaceleração dos ganhos de produtividade. No entanto, essa situação não é uniforme em todas as regiões. Os países de baixa renda, em particular, têm enfrentado dificuldades para registrar um crescimento significativo dos salários reais durante grande parte da última década, e muitas economias avançadas têm lutado para elevar o crescimento da produtividade, historicamente baixo desde a crise financeira de 2008. Existem exceções notáveis, especialmente na China e nos Estados Unidos, onde o crescimento salarial tem sido forte nos últimos anos, impulsionado em parte pelos setores de alta tecnologia e extrativistas.

O crescimento salarial variou entre os diferentes subsetores de energia, com o posicionamento relativo de cada um permanecendo bastante consistente ao se observar diferentes regiões. Ainda assim, as tendências salariais predominantes em cada país tenderam a ter um efeito maior. O setor de petróleo e gás apresentou o crescimento salarial mais forte, com aumentos em torno de 3% a 5% nas principais economias, à medida que o setor expande novas instalações de importação e exportação de gás natural liquefeito (GNL), o que está em consonância com a tendência histórica da indústria de oferecer salários altamente competitivos para atrair e reter os melhores talentos. A energia nuclear registrou taxas de crescimento salarial real impressionantes, variando de 2% a 5% na China, Índia e Estados Unidos. A recuperação pós-pandemia no setor de fornecimento de carvão fez com que seu crescimento salarial acompanhasse de perto esse crescimento.

entre 2% e 4% na maioria das regiões. Os rendimentos médios em energias renováveis, contudo, não acompanharam esses aumentos, visto que a energia solar enfrenta menos dificuldades na contratação de mão de obra qualificada do que a energia nuclear, e o setor eólico enfrenta significativas dificuldades econômicas em muitas regiões.

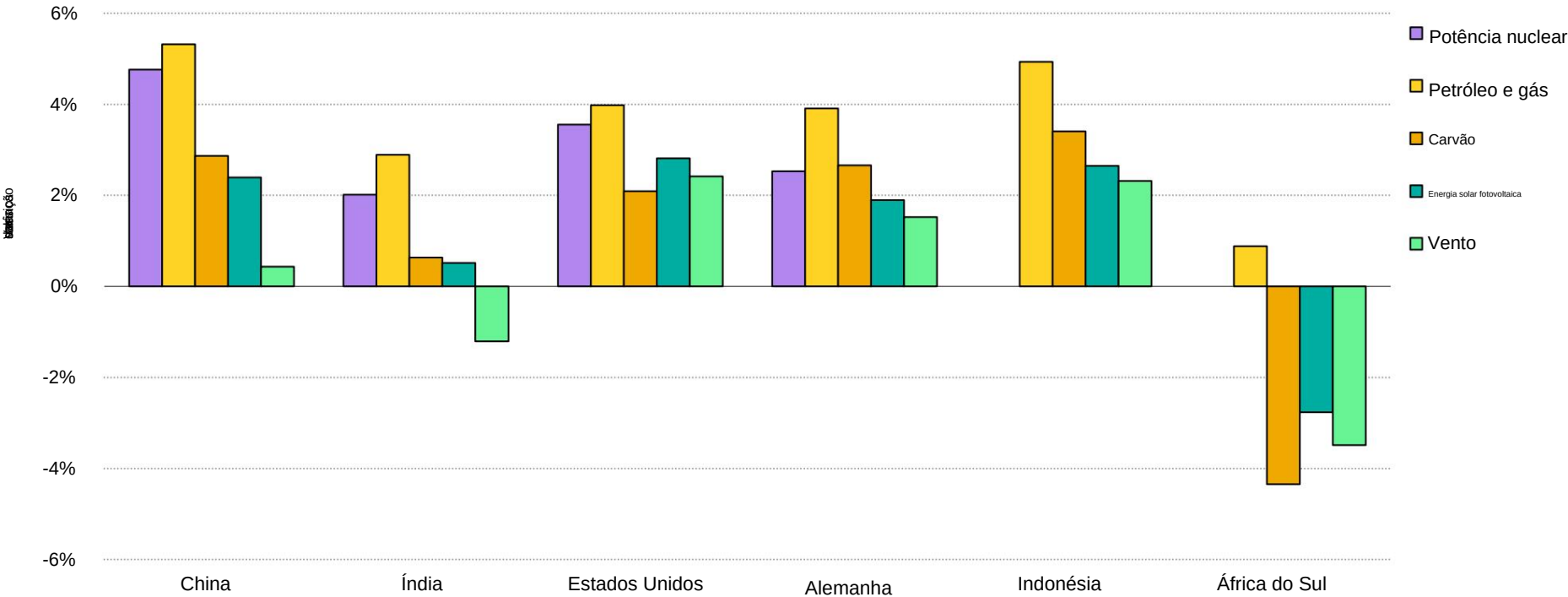
Em setores com mercados de trabalho restritos e escassez de mão de obra qualificada, as empresas de energia estão reconhecendo a necessidade de aumentar os salários para continuar atraindo e retraindo talentos. Na *Pesquisa de Emprego do Setor da AIE (Agência Internacional de Energia)*, 40% dos entrevistados do setor disseram ter aumentado as ofertas salariais para facilitar a contratação.

Ao mesmo tempo, muitas empresas do setor energético enfrentam pressões de preços que limitam sua capacidade de aumentar os salários. Entre os entrevistados, Entre os que relataram enfrentar escassez de mão de obra qualificada, um quarto citou a incapacidade de oferecer salários suficientemente competitivos como um fator contribuinte às suas carências. Superar as restrições salariais pode desempenhar um papel importante para que as empresas de energia aumentem sua competitividade.

Os resultados da *Pesquisa de Emprego e Trabalho da AIE* mostram que o salário é o principal fator que influencia a escolha de um emprego. No entanto, muitas das funções mais procuradas – trabalhadores de ofícios e comércio, operadores e montadores – – ainda oferecem salários abaixo da média global da economia. As empresas precisam lidar com essas tensões com cautela para manter o fluxo de mão de obra qualificada e a competitividade de custos.

O fornecimento de combustíveis fósseis e a energia nuclear registram fortes aumentos salariais, enquanto as energias renováveis estão perdendo terreno.

Variação dos salários reais por país e tecnologia, 2024-2025



IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Análise da AIE baseada em dados do Instituto de Pesquisa Econômica e do FMI.

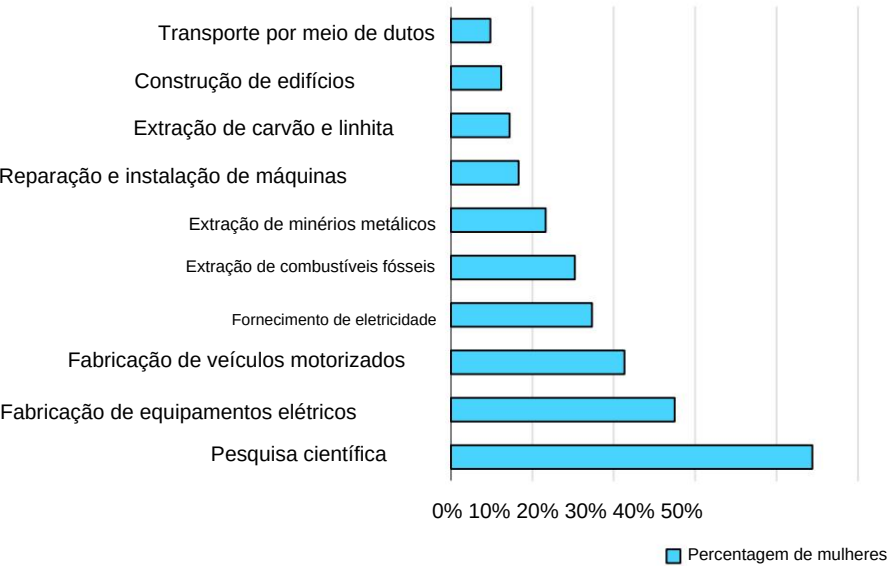


# Reduzir a desigualdade de gênero depende de atrair mais mulheres para profissões técnicas.

As mulheres representam cerca de um quinto dos empregos no setor de energia, aproximadamente metade da participação na economia em geral. Essa proporção permaneceu praticamente inalterada nos últimos anos, em parte porque o crescimento mais rápido do emprego se concentra em ocupações onde as mulheres tradicionalmente representam menos de 5% de trabalhadores, como soldadores, eletricitistas e operários de linha de produção. A representação feminina é muito maior em certas funções, como pesquisa científica (45%) e fabricação de equipamentos elétricos (29%),

A participação feminina em cargos de liderança sênior tem apresentado tendências promissoras, crescendo mais rapidamente do que a média da economia desde 2015. Os setores de energias renováveis e nuclear registraram avanços particularmente expressivos, enquanto o fornecimento de petróleo e gás apresentou ganhos apenas marginais e o carvão apresentou declínios. A participação feminina em cargos de liderança no setor de energia atualmente é de 18%, ante 13% em 2015, mas ainda em certas funções, como pesquisa científica (45%) e fabricação de equipamentos elétricos (29%),

Participação das mulheres nos setores de energia e áreas afins, 2023

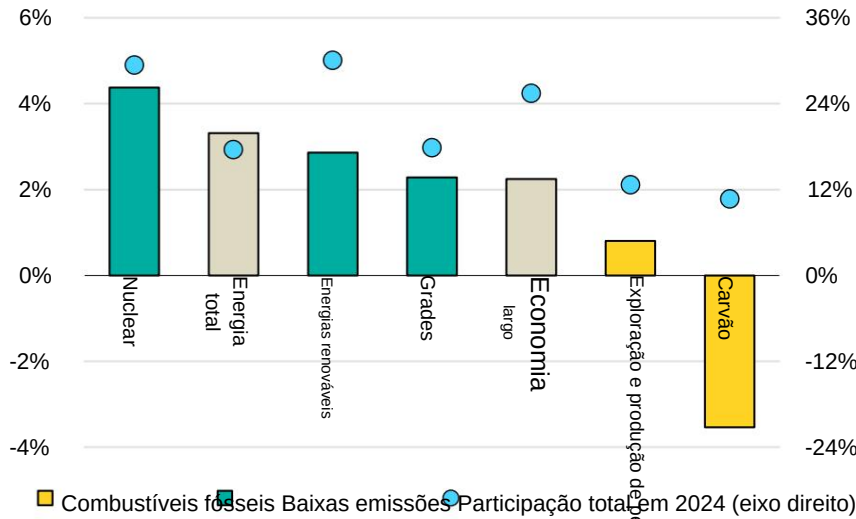


IEA. CC BY 4.0.

Nota: O fornecimento de eletricidade refere-se ao ISIC-35: Fornecimento de eletricidade, gás, vapor e ar condicionado.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da OIT.

Variação na participação feminina em cargos de liderança sênior na economia e por subsetor de energia, 2015-2024



IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Análise da AIE com base em dados do Explorador de Dados sobre Gênero e Energia da AIE (2023) (Orbis, banco de dados comercial da Moody's).

Diversos fatores contribuem para os baixos níveis de participação feminina no setor de energia. Entre eles, estão percepções negativas sobre mulheres em certas profissões, culturas de trabalho e acesso limitado a cursos de formação profissional. Várias iniciativas oferecem ferramentas promissoras para abordar algumas dessas questões. Programas como [o Chicago Women in Trades](#) são exemplos disso. Nos Estados Unidos, [Construir Juntos](#) no Canadá e [no Roteiro para Mulheres em Ofícios](#) da Austrália [Combinamos divulgação](#), treinamento e reforma de políticas para [aumentar a participação das mulheres](#). Essas reformas incluem o fornecimento de incentivos para contratar e treinar mulheres, a introdução de metas de gênero em projetos públicos, o fortalecimento das medidas de segurança e inclusão no local de trabalho e a melhoria dos caminhos de programas de formação profissional para o aprendizado profissional.

Esforços também estão sendo desenvolvidos em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento, onde a participação das mulheres na força de trabalho do setor energético é menor. Por exemplo, um relatório [recente do Banco Mundial](#) sobre [a Costa do Marfim...](#) destacou um programa de educação e formação profissional (EFP) com perspectiva de gênero que melhora

O apoio às estudantes, incluindo instalações mais seguras, bolsas de estudo e mentoria, é fundamental. No entanto, taxas mais elevadas de informalidade, barreiras financeiras persistentes e apoio limitado à inserção profissional continuam a dificultar o progresso mais amplo nos mercados de desenvolvimento emergentes. Em muitos casos, mesmo após concluírem a formação, as mulheres enfrentam dificuldades na transição para o emprego formal, o que evidencia a necessidade de uma ação mais coordenada para alinhar os sistemas de formação às oportunidades do mercado de trabalho.

## Os empregos no setor energético crescem em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), mas os planos de desenvolvimento da força de trabalho precisam levar em conta uma ampla gama de futuros.

O emprego global relacionado à energia deverá crescer em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia) – mas a magnitude e o ritmo desse crescimento variam de acordo com os estágios de transição e as políticas adotadas. No cenário [de Políticas Declaradas \(STEPS\) da AIE](#), [Considerando que as intenções](#) políticas atuais serão implementadas, espera-se que o emprego global no setor energético cresça a um ritmo moderado até 2035. Nesse cenário, o setor de energia elétrica continua sendo o principal motor de crescimento, com a força de trabalho aumentando 14%, para 26 milhões de pessoas até 2035. O fornecimento de combustíveis fósseis permanece uma fonte significativa de emprego, particularmente no setor de petróleo e gás, onde os empregos diminuem ligeiramente para 93% dos níveis atuais. Os empregos na fabricação de veículos elétricos se aproximam da paridade com os de veículos com motor de combustão interna e representam mais da metade das vendas de veículos nos principais mercados até 2035. Os empregos relacionados à eficiência energética crescem 1,2% ao ano, à medida que o ritmo de melhorias na eficiência energética se acelera nos projetos STEPS.

O [Cenário de Políticas Atuais \(CPS\)](#) Considera apenas as políticas e regulamentações já em vigor e adota uma visão geralmente cautelosa sobre a velocidade com que as novas tecnologias energéticas são implantadas.

O crescimento do emprego até 2035 é, portanto, mais moderado, especialmente nos segmentos de energia de baixa emissão. No total, o CPS tem cerca de 1,3 milhão de trabalhadores a menos no setor de energia em 2035 do que o STEPS. Em contrapartida, o fornecimento de combustíveis fósseis apresenta uma força de trabalho maior do que no STEPS, com um aumento de 8% no emprego em petróleo e gás em relação aos níveis atuais, embora ainda se observe uma queda de 12% nos empregos em mineração de carvão. O emprego em geração de energia de baixa emissão e veículos elétricos também apresenta crescimento.

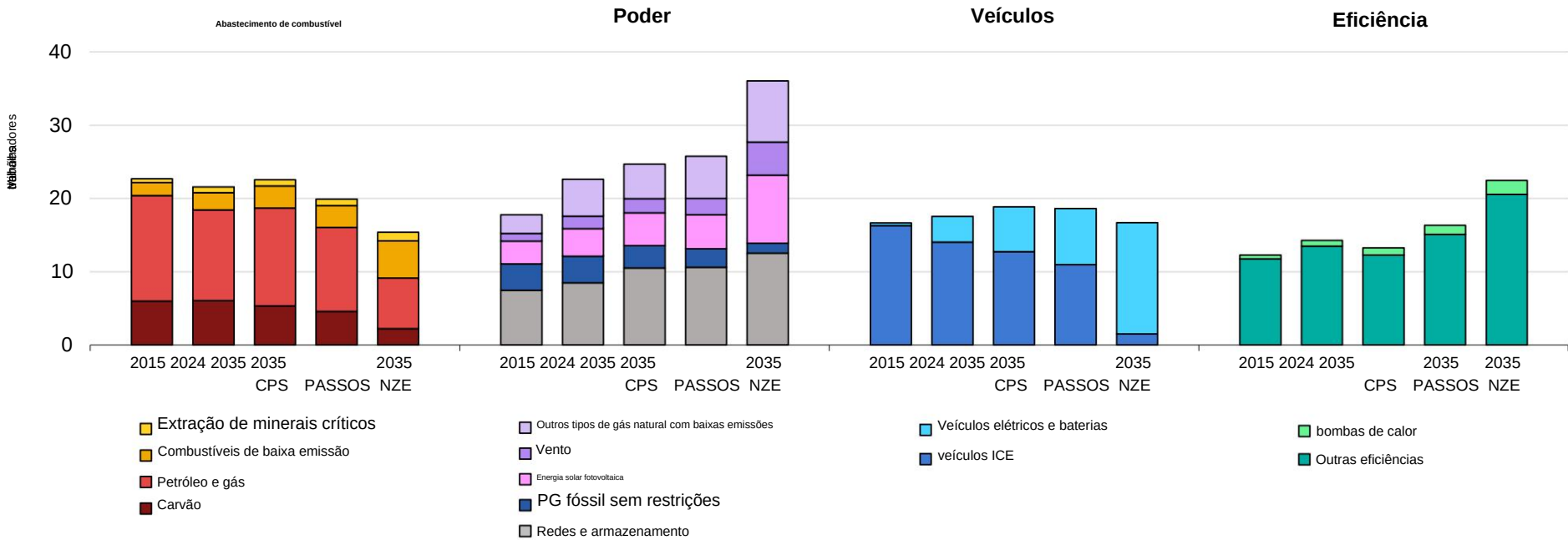
O setor manufatureiro continua a crescer, mas os empregos relacionados à eficiência diminuem 7%, uma vez que as taxas de melhoria da eficiência permanecem mais lentas do que no projeto STEPS.

No cenário [de Emissões Líquidas Zero até 2050 \(Cenário NZE\)](#), A força de trabalho no setor energético expande-se significativamente, à medida que o investimento aumenta para apoiar uma transição mais rápida. O emprego no setor elétrico cresce 60%, atingindo 36 milhões de pessoas em 2035, impulsionado por grandes investimentos contínuos em tecnologias de baixa emissão. A transição para veículos elétricos acelera ainda mais, com os veículos elétricos e suas baterias representando mais de 90% do total de empregos na fabricação de veículos até 2035. Ao mesmo tempo, o emprego no fornecimento de combustíveis fósseis apresenta novas quedas – particularmente no fornecimento de carvão, que cai mais de 60%, seguido pelo fornecimento de petróleo e gás, com uma redução de 40% – embora algumas dessas perdas sejam compensadas por ganhos no fornecimento de combustíveis de baixa emissão.

Ainda assim, os três cenários apontam para mudanças estruturais comuns: aumento do emprego nos setores de energia e redes elétricas, uma grande transição na fabricação de veículos e perdas contínuas no setor de carvão. Nesses setores, as empresas podem ter maior clareza no planejamento de sua força de trabalho, enquanto outros subsetores apresentam tendências divergentes em diferentes cenários, o que leva as empresas a adotarem uma abordagem mais dinâmica em relação às necessidades de pessoal e às questões de contratação e retenção. Investir em equipes versáteis e multifuncionais, modelos de treinamento flexíveis e programas de requalificação profissional será fundamental para lidar com as mudanças nos padrões tecnológicos e nas políticas públicas.

O setor de energia elétrica cresce em todos os cenários, enquanto a tendência de médio prazo para outros setores pode variar dependendo das políticas adotadas.

Emprego global no setor energético por tecnologia e cenário, 2015, 2024 e 2035



IEA. CC BY 4.0.

Notas: PG = geração de energia; veículos com motor de combustão interna = veículos com motor de combustão interna; EVs = veículos elétricos; energia solar fotovoltaica = energia solar fotovoltaica. CPS = Cenário de Políticas Atuais; STEPS = Cenário de Políticas Declaradas; NZE = Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050. Combustíveis de baixa emissão incluem o fornecimento de bioenergia, combustíveis nucleares e hidrogênio. Redes e armazenamento incluem transmissão, distribuição e armazenamento. Outras fontes de geração de energia de baixa emissão incluem geração de energia em fontes renováveis, exceto energia solar fotovoltaica, eólica, nuclear e captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) de origem fóssil. Outras eficiências incluem reformas em edifícios, aquecimento, ventilação e ar condicionado eficientes e renováveis (exceto bombas de calor) e eletrodomésticos e iluminação eficientes.



---

# Capítulo 2. O futuro das competências em energia

---

## Foco especial: Formar uma força de trabalho qualificada no setor energético para o futuro.

O foco especial deste ano aprofunda-se na crescente escassez de mão de obra qualificada no setor de energia, um problema que a AIE (Agência Internacional de Energia) vem alertando nos últimos dois anos. Impulsionado pelo aumento dos investimentos, o setor de energia continuou a superar a economia em geral na criação de empregos pelo terceiro ano consecutivo. ano consecutivo em 2024 – uma mudança drástica em relação ao período pré-pandemia. No entanto, muitos setores da indústria de energia continuam a ter dificuldades para acompanhar as necessidades de contratação, com intensa competição por trabalhadores qualificados em algumas ocupações. Os empregadores estão cada vez mais fazendo concessões em relação às qualificações desejadas, aumentando os salários para atrair talentos e dependendo mais do treinamento em serviço (OTJ).

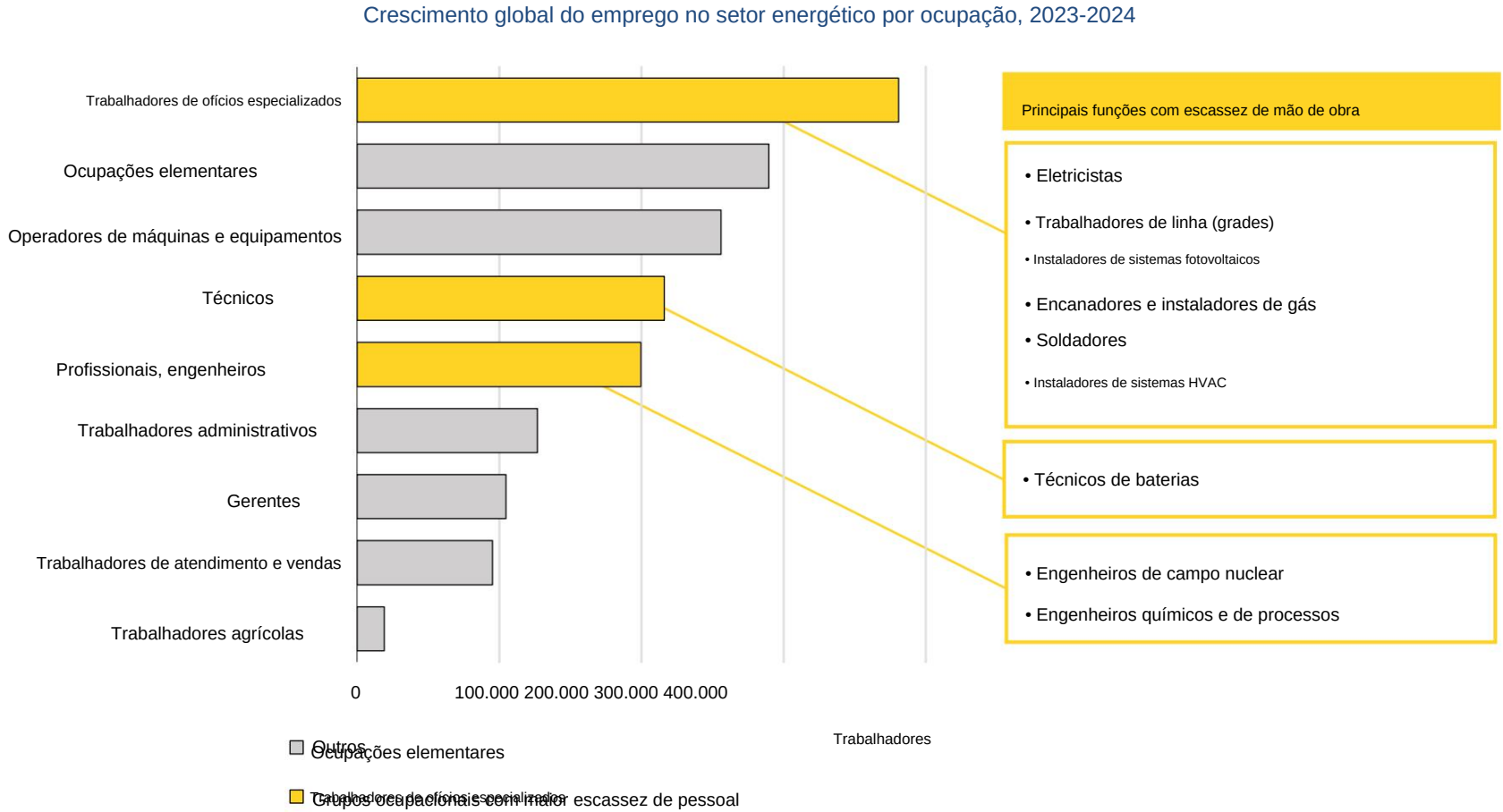
O treinamento é necessário para compensar a lacuna nas habilidades exigidas. Essas pressões têm implicações para a competitividade e acarretam riscos potenciais para a segurança dos trabalhadores, a qualidade dos projetos e a entrega dentro do prazo.

A *Pesquisa Anual de Emprego no Setor de Energia (IEA)* de 2025 mostra um aumento no número de empresas que relatam dificuldades de contratação em comparação com anos anteriores. Muitas estão recorrendo a novas medidas para preencher posições críticas, refletindo um aperto estrutural nos mercados de trabalho do setor de energia. Ao mesmo tempo, os empregadores buscam novas habilidades, visto que a natureza do trabalho no setor de energia continua a evoluir. Com a rápida expansão da energia limpa e a crescente integração da inteligência artificial (IA) e ferramentas digitais, as habilidades exigidas dos trabalhadores estão mudando. A expertise técnica tradicional permanece essencial; portanto, equilibrar a retenção dessas competências fundamentais com a integração de novas tecnologias e competências está se tornando um desafio cada vez mais complexo para o recrutamento e o desenvolvimento da força de trabalho.

Este capítulo examina a dimensão e a natureza desses desafios relacionados à força de trabalho – identificando as ocupações mais afetadas pela escassez, avaliando o alinhamento dos percursos de educação e formação e explorando as implicações para a segurança energética e a competitividade.

O Capítulo 3 aprofunda essa análise, delineando respostas políticas e estratégias para governos, indústria e representantes dos trabalhadores, a fim de alinhar o desenvolvimento de competências com as necessidades de longo prazo do setor.

As profissões técnicas especializadas são as que apresentam o crescimento mais rápido no setor de energia, com seis funções-chave em falta.



IEA. CC BY 4.0.

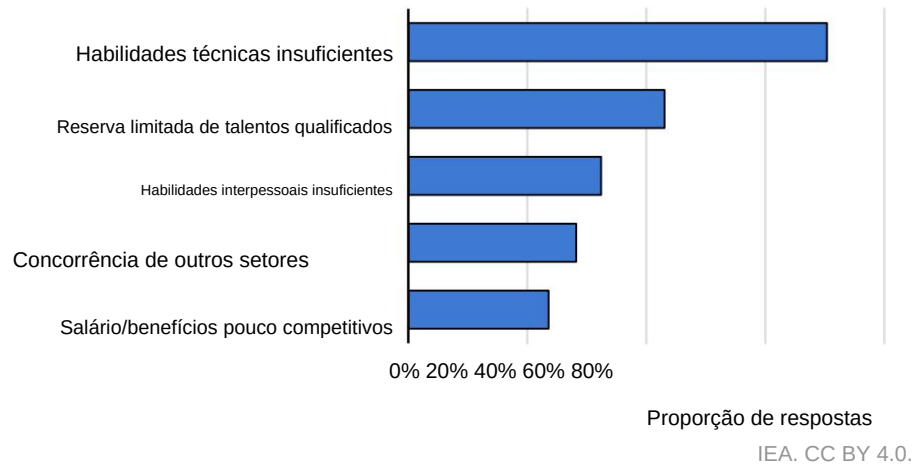
Nota: HVAC = aquecimento, ventilação e ar condicionado. Análise da IEA baseada na classificação de Nível 1 (grupos principais) da [Classificação Internacional Padrão de Ocupações \(ISCO\)](#). A lista das principais ocupações no setor de energia foi elaborada por meio da análise da AIE (Agência Internacional de Energia) de múltiplas fontes de dados, incluindo relatórios da indústria e do governo, produtos estatísticos oficiais, pesquisas do setor e o [Lightcast](#), dados de anúncios de emprego. As ocupações foram identificadas e comparadas entre regiões, sendo sintetizadas na lista final aquelas que apareceram com maior frequência e consistência entre os países. A pesquisa teve um escopo global e incluiu os seguintes países: Bangladesh (2023), Índia (2022), Indonésia (2025), China (2022), Argentina (2025), Brasil (2024), Colômbia (2025), Nigéria (2022), Quênia (2020), Canadá (2024), Estados Unidos (2024) e a União Europeia (2024).

## Os empregadores do setor energético enfrentam a maior dificuldade para contratar trabalhadores técnicos aplicados.

Uma parcela crescente de empresas de energia relata dificuldades na contratação de trabalhadores técnicos aplicados. Das mais de 400 empresas de energia pesquisadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) em 2025, cerca de 60% relataram dificuldades de contratação devido à escassez de habilidades e mão de obra<sup>1</sup>. No último ano, cerca de 50% dos empregadores pesquisados ajustaram seus requisitos de contratação devido à falta de candidatos qualificados, sugerindo que podem ter reduzido seus pré-requisitos de habilidades para os funcionários, ampliado o escopo dos perfis de trabalhadores procurados ou se tornado mais abertos a oferecer oportunidades de treinamento por conta própria. proporção observada na economia em geral.

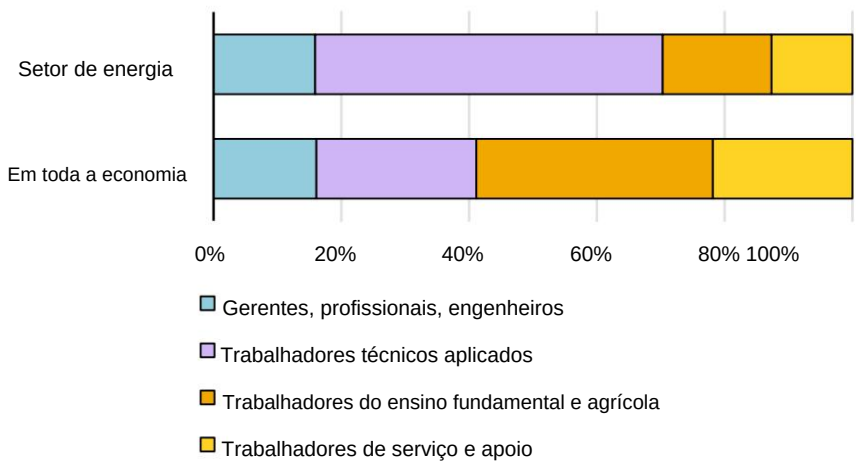
A escassez de mão de obra qualificada é um desafio persistente em toda a economia, e o setor de energia enfrenta dificuldades específicas devido à sua forte dependência de trabalhadores técnicos aplicados para construir e manter novas infraestruturas energéticas. Essa categoria ocupacional inclui técnicos (como técnicos de baterias), profissionais qualificados (como eletricitas, soldadores e instaladores de tubulações) e operadores de máquinas e equipamentos (como operadores de usinas elétricas), que juntos representam mais da metade do emprego total no setor de energia – o dobro da

Principais motivos para a escassez de mão de obra relatados por empregadores do setor energético.



Fonte: Pesquisa de Emprego Industrial da AIE, 2025.

Participação dos grupos ocupacionais no setor de energia em relação à economia em geral, 2024



<sup>1</sup> Embora intimamente relacionadas, a escassez de competências e a escassez de mão de obra refletem desafios distintos. A escassez de competências surge quando poucos trabalhadores possuem as habilidades exigidas pelos empregadores. A escassez de mão de obra... ocorrem quando poucos trabalhadores preenchem as vagas disponíveis, geralmente devido à fraca oferta de mão de obra local ou

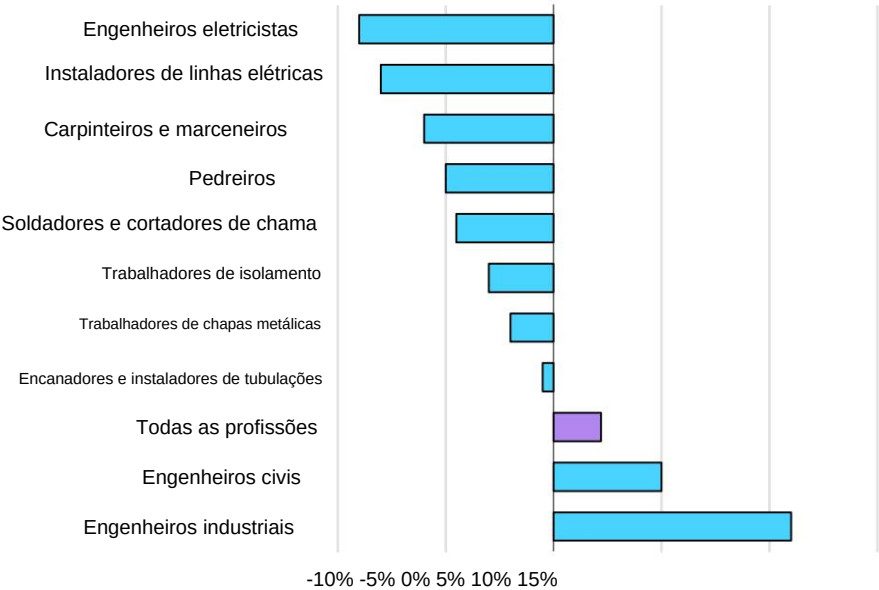
Fatores que resultam em baixo interesse dos trabalhadores em determinadas funções, como salários ou condições de trabalho pouco atrativos. Esses efeitos podem ser agravados pela incompatibilidade de competências e pelas altas taxas de vagas não preenchidas.

As funções técnicas especializadas, o maior subconjunto de trabalhadores técnicos aplicados, enfrentam a escassez mais aguda, representam cerca de 25% do emprego no setor de energia e foram responsáveis por mais de 20% do crescimento anual em 2024. A análise da AIE, baseada em relatórios governamentais, pesquisas do setor, estatísticas oficiais e dados de anúncios de emprego, sugere que seis das principais ocupações no setor de energia com maior escassez são funções técnicas especializadas, nomeadamente eletricistas, trabalhadores de linhas de transmissão, instaladores de painéis solares fotovoltaicos, instaladores de tubagens e gás, soldadores e instaladores de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC).

A escassez de trabalhadores técnicos aplicados, especialmente em funções especializadas, é mais grave em partes do setor energético com alta demanda por construção. Devido à rápida expansão da infraestrutura de energia limpa, esses subsectores dependem muito mais de ocupações relacionadas à construção do que outras partes do setor energético, empregando cerca de 50% mais trabalhadores da construção civil do que a média do setor.

Muitas funções na construção civil e em áreas afins que exigem mão de obra especializada são muito requisitadas em toda a economia, o que agrava os desafios do setor energético. Muitas empresas de energia em todo o mundo relatam dificuldades persistentes na contratação para essas posições, inclusive nos Estados Unidos, onde existem [mais de um milhão de vagas em áreas técnicas](#), permanecem vagas, e na [União Europeia](#) onde soldadores, [eletricistas](#), [encanadores](#), instaladores de tubulações e metalúrgicos estavam entre as principais funções não preenchidas em 2024.

### Alterações no emprego por ocupações na UE27, 2021-2023



Crescimento 2021-2023

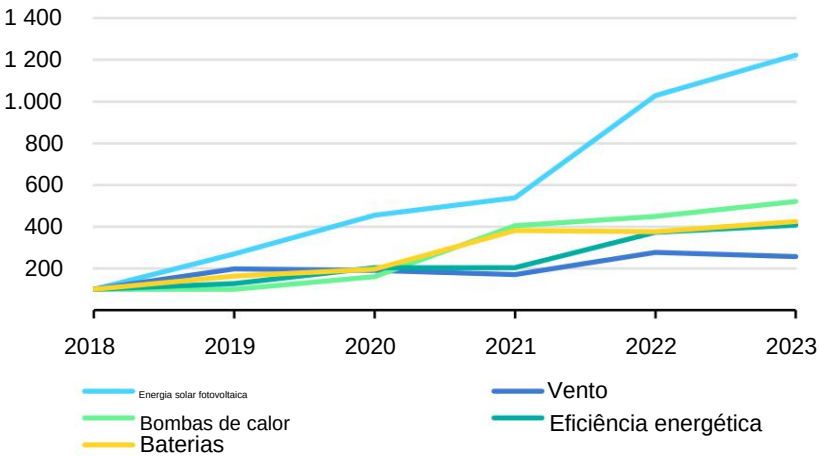
IEA. CC BY 4.0.

Nota: UE = União Europeia.

Fonte: Análise da AIE com base nos Serviços Europeus de Emprego (EURES) (2024) [Relatório sobre a escassez e o excedente de mão de obra em 2024](#).

Indicadores do mercado de trabalho, como anúncios de vagas (uma medida indireta da crescente demanda não atendida por determinadas habilidades e ocupações), mostram um aumento acentuado na demanda por profissionais qualificados em alguns setores da indústria de energia. Entre 2018 e 2023, o número de vagas para profissionais qualificados em setores-chave, que incluem energia eólica, solar, bombas de calor, eficiência energética e baterias, cresceu a uma taxa média anual de 40%, com o setor solar registrando o maior aumento, com uma taxa de crescimento anual composta de 65%.

### Anúncios de vagas para técnicos, operários especializados e profissionais afins por ano e por setor, 2018-2023



IEA. CC BY 4.0.

Notas: Os países abrangidos incluem Canadá, Alemanha, Espanha, Suíça, Reino Unido, Estados Unidos (2018-2023); Austrália, Áustria, Singapura (2019-2023); e Bélgica, França, Itália (2021-2023).

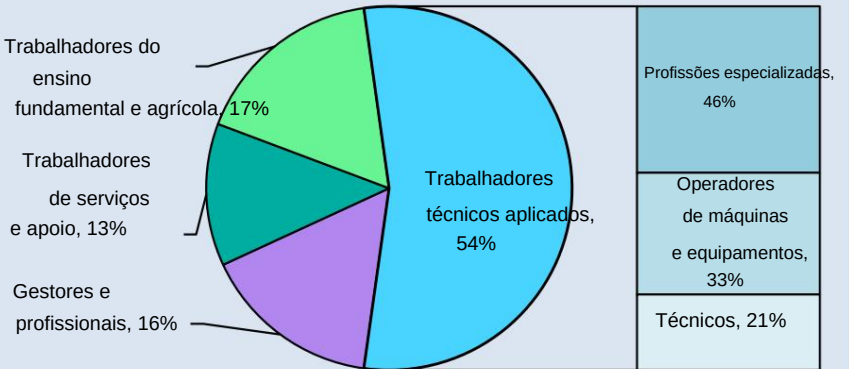
Fonte: Análise da IEA baseada em dados da [Lightcast](#)

Devido à persistente escassez de mão de obra, muitas empresas de energia estão recorrendo cada vez mais a empreiteiros e subempreiteiros, especialmente para Desenvolvimento, construção, instalação e manutenção de projetos. Quase 30% das mais de 400 empresas de energia pesquisadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) planejam depender mais de terceirizados nos próximos anos, citando os desafios crônicos na contratação de funcionários permanentes qualificados como o principal motivo. No entanto, essa dependência adiciona complexidade, já que os terceirizados atuam em diversos setores, colocando o setor de energia em concorrência direta com projetos de construção e infraestrutura pela mesma força de trabalho limitada. Isso também pode retardar os esforços para treinar a força de trabalho do setor de energia de maneira padronizada.

### Nota sobre trabalhadores técnicos aplicados

Neste relatório, a força de trabalho do setor energético é dividida em vários grupos ocupacionais, com base no sistema de categorização da OIT (ver Metodologia, Definições e classificações, no Anexo). Cada categoria ocupacional está associada a diferentes níveis de qualificação (baixo, médio, alto) e à formação educacional correspondente (por exemplo, profissionalizante, profissionalizante avançado e ensino superior, que inclui bacharelado, mestrado e doutorado). Atualmente, a maior parte da escassez de mão de obra ocorre entre os trabalhadores técnicos aplicados de qualificação média a alta, que representam mais de 50% da força de trabalho do setor energético. Técnicos, trabalhadores especializados e operadores de máquinas e equipamentos são um subconjunto dos trabalhadores técnicos aplicados, sendo os técnicos classificados como ocupações de alta qualificação, que exigem formação profissional avançada, e os outros dois como funções de qualificação média, que exigem formação profissional padrão.

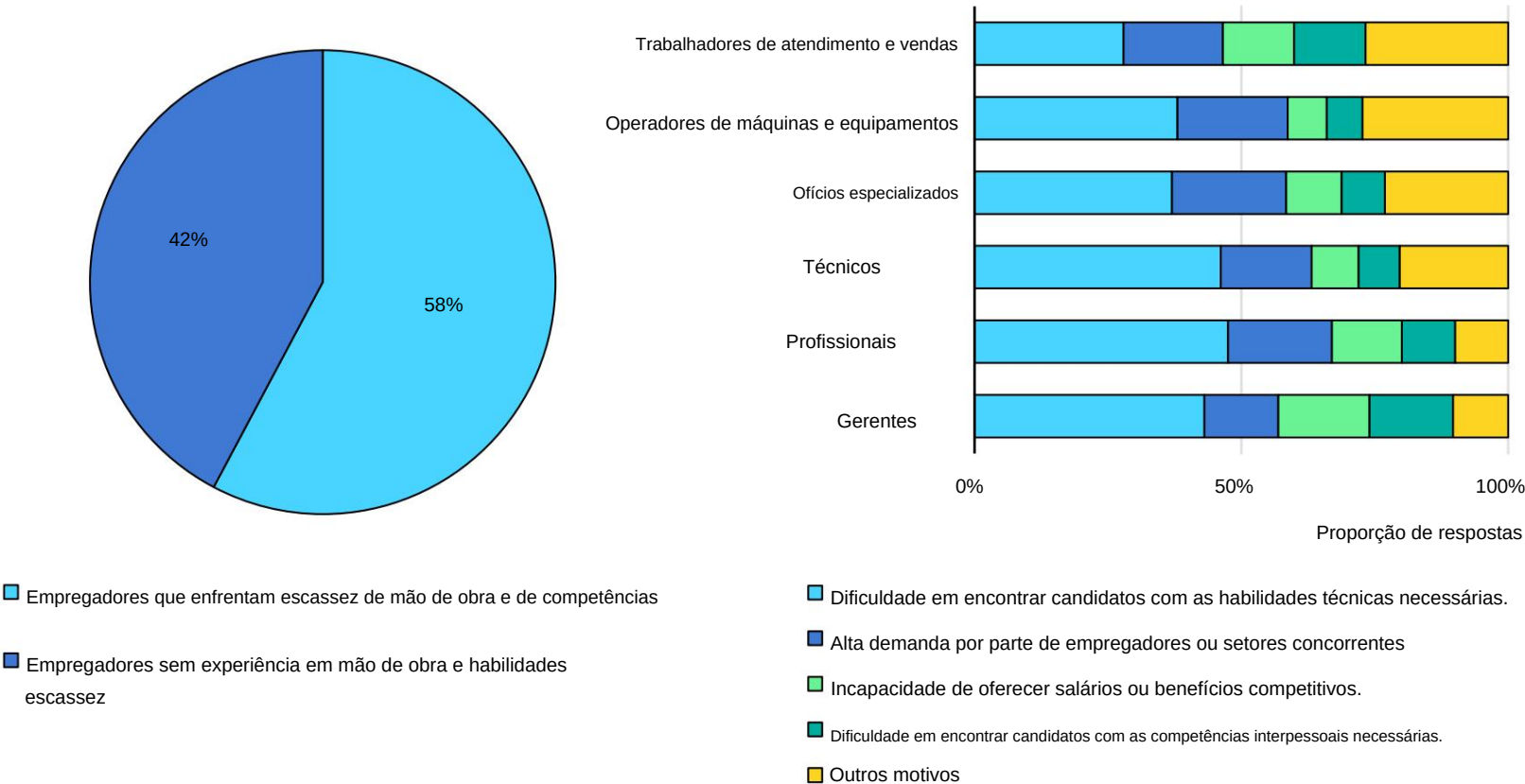
### Classificação dos trabalhadores técnicos aplicados por função, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Quase 60% dos empregadores do setor energético relatam escassez de mão de obra qualificada, concentrada em funções técnicas aplicadas.

Percentual de empregadores entrevistados pela IEA que enfrentam escassez de mão de obra e de habilidades, e os motivos associados à dificuldade relatada na contratação para determinados grupos ocupacionais.



Nota: Esta análise baseia-se num inquérito realizado junto de mais de 400 empregadores do setor energético. Outras razões apontadas para a dificuldade de contratação incluem os longos prazos de contratação devido a processos internos, de segurança ou regulamentares, percepções negativas sobre as condições de trabalho no setor, pouco interesse em carreiras no setor energético e barreiras geográficas ou de realocação.

Fonte: Pesquisa de Emprego Industrial da AIE, 2025.

# O envelhecimento da força de trabalho e a menor entrada de jovens no setor de energia estão contribuindo para a escassez de mão de obra qualificada.

A escassez de mão de obra qualificada no setor de energia é impulsionada por duas tendências que se cruzam: a força de trabalho está envelhecendo mais rapidamente do que a média da economia em geral, com muitos profissionais próximos da aposentadoria, enquanto um número menor de jovens com as qualificações necessárias está ingressando na área. Essa dinâmica é evidente na maioria das regiões, embora sua gravidade varie conforme a localização e o subsetor. Desde 2015, a situação se agravou, com o aumento da proporção de trabalhadores do setor de energia com mais de 55 anos e a diminuição da participação de participantes mais jovens em todas as principais regiões, exceto na África Subsaariana. Ao mesmo tempo, a participação de participantes mais jovens diminuiu na Ásia-Pacífico, Europa, América Central e do Sul e Norte da África, enquanto aumentou na África Subsaariana e na América do Norte.

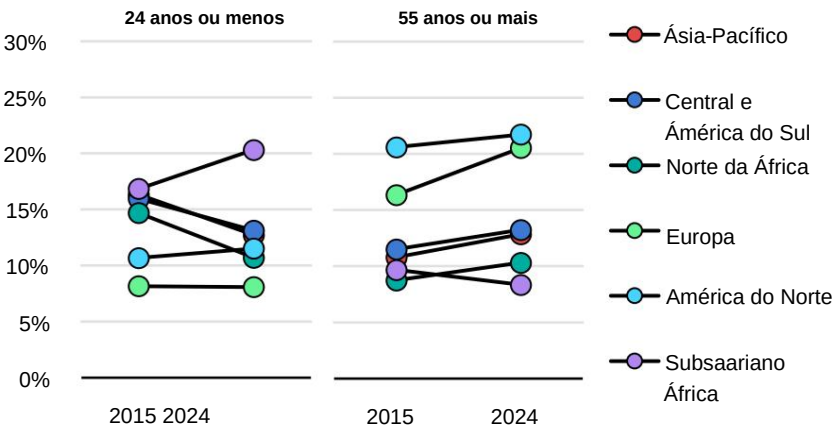
O problema do aumento das taxas de aposentadoria é mais agudo nas economias avançadas. Prevê-se que, nos próximos 15 anos, 13 países da OCDE apresentem um aumento significativo.

para ver sua população diminuir. No setor de energia, a AIE constata que as economias avançadas têm 2,4 trabalhadores a dez anos da aposentadoria para cada trabalhador com menos de 25 anos, enquanto nas economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) esse número é inferior a um.

Nos Estados Unidos, quase 30% Prevê-se que 20% dos eletricitistas sindicalizados se aposentem dentro de uma década. No mesmo período, o Reino Unido prevê uma escassez de 1 milhão de empregos, representando 20% da força de trabalho da engenharia. apresenta-se. Problemas semelhantes foram amplamente destacados, especialmente para funções que exigem mão de obra especializada, no Canadá, Japão e a União Europeia.

Em algumas economias avançadas, uma parcela crescente de trabalhadores mais jovens está ingressando no setor energético. Nos Estados Unidos, houve um ressurgimento de jovens ingressando em setores de energia qualificada e empregos comerciais, que são em parte impulsionados pelo aumento do custo do ensino superior e pela percepção de maior segurança no emprego. No entanto, o ritmo de entrada dos jovens no setor ainda é insuficiente. para corresponder ao das

Percentagem de trabalhadores do setor energético por faixa etária em regiões selecionadas, 2015 e 2024



IEA. CC BY 4.0.

Embora a maioria dos mercados emergentes e em desenvolvimento (MEDs) disponha de uma força de trabalho mais jovem, muitos também enfrentam desafios. de uma força de trabalho envelhecida no curto prazo. A Índia e a Indonésia verão suas populações em idade ativa começarem a diminuir. antes de 2040, embora essa mudança já tenha começado. em países



como a China e o Brasil. Mesmo na África subsaariana, onde

Com o envelhecimento da população, certas ocupações relevantes para o setor energético ainda enfrentam desafios devido às aposentadorias. Por exemplo, na África do Sul, a idade média dos [trabalhadores da construção civil](#) é de 100 [anos](#). [Profissões como](#) eletricitistas, instaladores de tubulações, soldadores ou encanadores têm 55 anos de idade.

Algumas partes do setor energético são significativamente mais antigas do que outras. Nas redes nucleares e de eletricidade, a proporção de trabalhadores a dez anos da aposentadoria em relação aos novos entrantes com menos de 25 anos é de 1,7 e 1,4, respectivamente, bem acima da média de 1,2 para toda a economia. Nesses setores, o envelhecimento da força de trabalho foi impulsionado, em parte, por explosões históricas de contratação que criaram grandes grupos de trabalhadores agora próximos da aposentadoria, por desafios na atração de trabalhadores mais jovens devido à mudança na percepção dessas indústrias e pela baixa rotatividade típica em setores tão regulamentados e sindicalizados. Em todo o setor de energia, a escassez de mão de obra qualificada também foi impulsionada por preocupações com a qualidade do emprego e a competitividade salarial. Nas economias avançadas, pesquisas mostram que muitos [trabalhadores estão deixando seus empregos – ou optando por não ingressar neles. – setores comerciais como a construção civil, devido aos salários mais baixos e às condições de trabalho menos atrativas.](#)

Nos mercados emergentes e em desenvolvimento (MEDD), a falta de formação disponível, especialmente em países onde as indústrias de energia limpa ainda estão em desenvolvimento, leva os empregadores a procurar talentos noutras regiões em vez de formar trabalhadores locais.

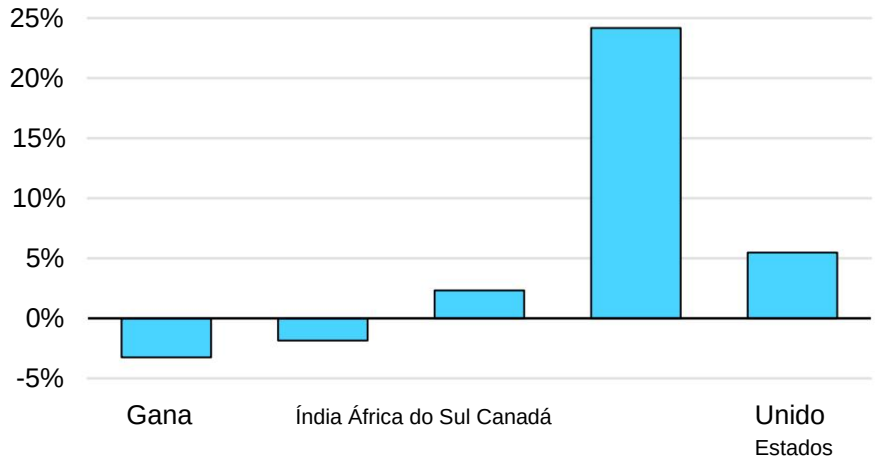
Uma base reduzida de trabalhadores com formação formal significa que a escassez de mão de obra qualificada [coexiste frequentemente](#) com altos níveis de desemprego em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento. Na África do Sul, o Departamento de Ensino Superior e Formação lista regularmente eletricitistas e soldadores como [profissões com escassez de mão de obra qualificada](#).

ocupações enquanto o país enfrenta uma das [taxas de desemprego mais altas](#) no mundo.

Muitos países em desenvolvimento enfrentam uma complicação adicional com a fuga de trabalhadores qualificados para oportunidades mais bem remuneradas no exterior, particularmente de economias emergentes, onde os graduados frequentemente migram para economias avançadas em busca de melhores salários, progressão na carreira e acesso à tecnologia. Esses padrões são visíveis desde os estágios iniciais da carreira, já que muitos estudantes buscam o ensino superior em economias avançadas onde décadas de investimento levaram a

[maior disponibilidade](#) de ofertas educacionais do que nos EMDEs.

Proporção líquida de estudantes com mobilidade internacional em países selecionados, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O fluxo líquido de estudantes com mobilidade internacional é igual ao número de estudantes que entram no país menos o número de estudantes que saem, dividido pelo total de matrículas de estudantes nacionais. Os dados abrangem apenas estudantes matriculados em cursos de graduação.

Fonte: Reprodução de dados da IEA a partir da [UNESCO Instituto de Estatística](#).

Embora a migração possa trazer benefícios econômicos por meio de remessas, ela reduz o número de profissionais nacionais necessários para planejar, implantar e manter a infraestrutura energética. Essa combinação de lacunas na formação interna e migração internacional intensifica as dificuldades em atrair e reter a próxima geração de trabalhadores do setor energético, uma questão destacada por diversos países em desenvolvimento durante o [Workshop da AIE sobre o Futuro das Competências em Energia](#).

A formação de uma força de trabalho qualificada no setor energético exige um número suficiente de graduados na área por meio do ensino formal. Na União Europeia, o forte enfoque na formação profissional em diversos Estados-Membros mantém a concentração de jovens graduados em cursos relevantes para o setor energético relativamente alta em comparação com outras economias avançadas, e esses índices aumentaram cerca de 7% desde 2015.

Nos países emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), o número de jovens graduados ainda fica atrás do de muitas economias avançadas, mas está crescendo mais rapidamente. Por exemplo, na China, Indonésia e Norte da África, a concentração de jovens graduados em cursos profissionalizantes relevantes para o setor de energia cresceu 25% ou mais desde 2015.

Muitos governos implementaram iniciativas para melhorar a percepção do [ensino profissionalizante](#), e [aumentar a adesão](#). Na China, por exemplo, o [Plano Nacional de Implementação da Reforma do Ensino Profissional de 2019](#) [Tem-se concentrado na expansão da capacidade das universidades técnicas de oferecer cursos de bacharelado e mestrado em áreas de ciências aplicadas](#). No Brasil, os esforços para [reformar o ensino profissionalizante](#) têm se concentrado na expansão da capacidade das universidades técnicas de oferecerem diplomas de bacharelado e mestrado, levando a um modelo de ensino secundário superior mais flexível, no qual os alunos podem obter um diploma duplo do ensino médio que inclui qualificações profissionais. Muitas delas estão explicitamente ligadas.

aos esforços mais amplos para combater o desemprego juvenil que, apesar de [estar diminuindo](#). [Em nível global](#), permanece significativamente mais alta do que o desemprego geral.

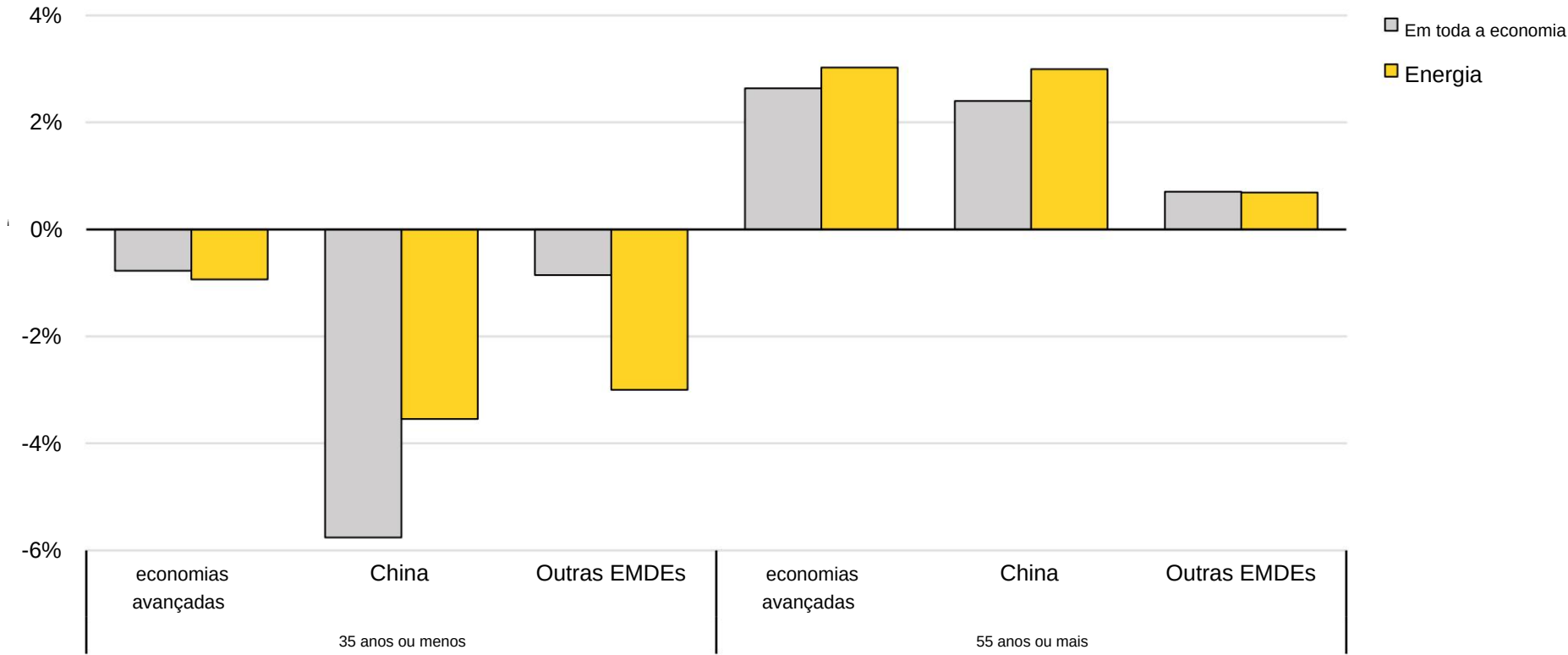
No entanto, atrair mais graduados para áreas de estudo relacionadas à energia não é suficiente por si só. Muitos dos que se formam em áreas relacionadas à energia podem não ingressar no setor energético. Por exemplo, graduados em engenharia são frequentemente procurados por outros setores. Em 2023, dos 4,3 milhões de [graduados em engenharia...](#) Nos Estados Unidos, apenas 1,7 milhão [de pessoas estavam empregadas em cargos](#) de engenharia, com mais de 600 mil trabalhando em funções de TI e software, e mais de 1 milhão em empregos não relacionados à ciência e engenharia. No Reino Unido, apenas 44% dos [recém-formados em engenharia empregados](#).

ingressou em um dos principais setores industriais relevantes para o setor de energia (mineração, manufatura, construção ou serviços públicos). Esses setores industriais tradicionais geralmente têm dificuldade em competir com os salários oferecidos em setores rivais, principalmente no setor de software.

À medida que o setor energético se esforça para atrair e reter talentos na próxima década, a força de trabalho do setor terá que enfrentar um desafio triplo: resolver a atual escassez de mão de obra qualificada, substituir o crescente número de trabalhadores que se aposentam e atender às necessidades de emprego de trabalhadores qualificados, visto que a demanda por energia continua a se expandir. Investir em trabalhadores mais jovens será particularmente importante para lhes proporcionar oportunidades econômicas, especialmente em regiões como a África, onde [menos de 10% dos jovens a mais ingressam no mercado de trabalho a cada ano](#). Emprego criado anualmente.

Em muitas regiões, a força de trabalho do setor energético está envelhecendo mais rapidamente do que a economia em geral.

Variação do emprego no setor energético por faixa etária e região, 2015-2023



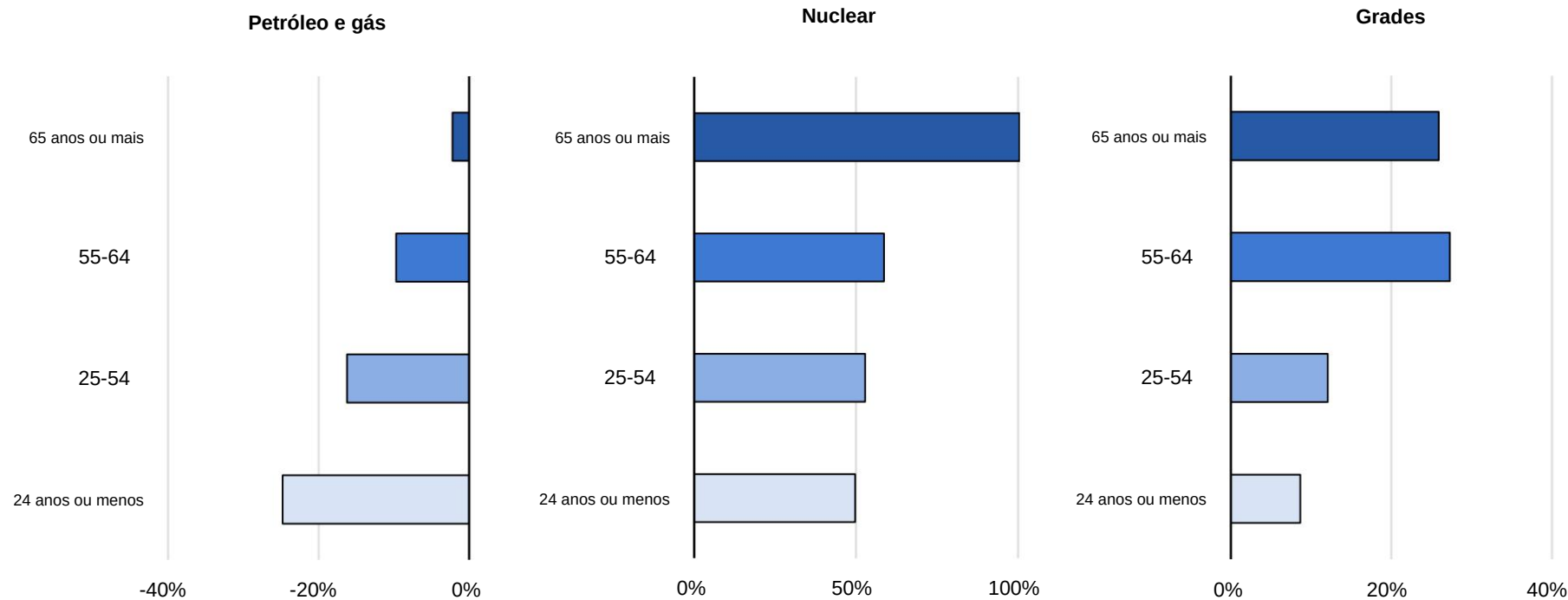
IEA. CC BY 4.0.

Nota: EMDEs = economias de mercado emergentes e em desenvolvimento. A variação percentual é calculada como a diferença entre a força de trabalho de 2023 e a força de trabalho de 2015 em cada faixa etária.

Fonte: Análise da IEA baseada em dados do ILOSTAT.

O envelhecimento da força de trabalho representa riscos crescentes para a instalação e manutenção de infraestruturas energéticas críticas.

Variação do emprego por faixa etária em subsetores selecionados do setor energético, 2015-2024

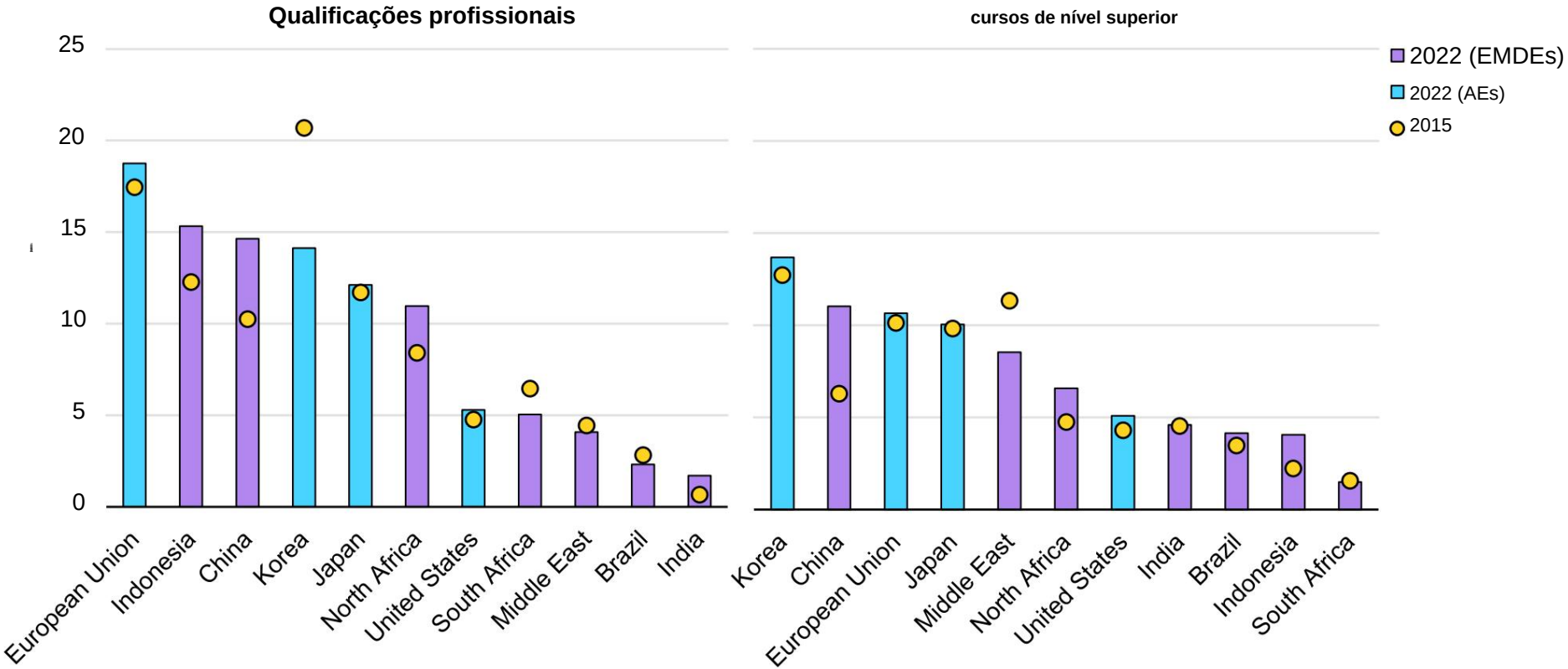


IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da OIT.

**Os níveis de educação profissional são mais elevados nas economias avançadas, mas estão crescendo mais rapidamente nos mercados emergentes e nas economias em desenvolvimento.**

Graduados de cursos profissionalizantes e de nível superior em áreas relacionadas à energia por mil jovens (2015-2022)



IEA. CC BY 4.0.

Notas: EMDEs = economias de mercado emergentes e em desenvolvimento. Os campos "relevantes para a energia" correspondem à [ISCED-F. Código de área 07](#) – Engenharia, manufatura e construção. Os graus acadêmicos incluem bacharelado, mestrado e doutorado ([ISCED](#), níveis 06-08), enquanto as qualificações profissionais são diplomas [profissionais](#) obtidos desde o ensino secundário inferior até o nível terciário de ciclo curto (níveis 02-05 da ISCED). Jovem refere-se à população entre 20 e 29 anos de idade.

Fonte: Análise da IEA com base em dados do [Ministério da Educação da China](#), [Ministério de Estatística e Implementação de Programas da Índia](#), [Panorama da Educação na OCDE](#) Instituto de Estatística da UNESCO, e a [Base de Dados de Estatísticas Demográficas da ONU](#).

## A falta de clareza nos casos de uso comercial e os altos custos estão criando barreiras para o desenvolvimento da alfabetização em IA.

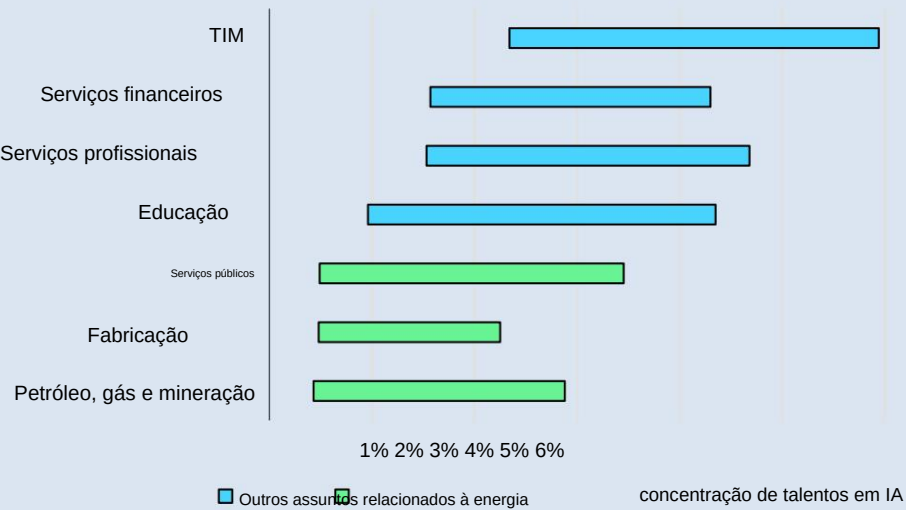
Tecnologias emergentes – particularmente a IA – são cada vez mais vistas como uma importante ferramenta no setor energético. Em uma pesquisa realizada pela AIE (Agência Internacional de Energia) com 400 empresas do setor, os dois principais benefícios de longo prazo previstos com a adoção da IA foram “maior eficiência administrativa” (como a agilização dos processos de licenciamento) e “melhoria da qualidade dos resultados” (como o monitoramento em tempo real do desempenho da rede elétrica).

A IA já está sendo aplicada em todo o setor de energia, especialmente em relação à eficiência administrativa, à melhoria da segurança dos trabalhadores e à detecção de falhas. Em ambientes operacionais extremos, como refinarias de petróleo ou [usinas nucleares](#), [Sistemas baseados em IA podem ajudar a prever falhas em equipamentos. Reduzindo a probabilidade de acidentes e intervenções manuais.](#) Os módulos de treinamento em Realidade Virtual estão reduzindo o tempo e os custos de treinamentos presenciais, especialmente em áreas de alto risco, como petróleo, gás e energia eólica offshore. A Inteligência Artificial tem sido aplicada para [otimizar tarefas administrativas](#), [relacionado a licenciamento e conformidade por meio de análise automatizada de documentos e detecção de lacunas de informação.](#)

À medida que a justificativa comercial para a IA se torna mais clara, a demanda por habilidades digitais está crescendo em todo o setor. No entanto, o setor de energia está ficando para trás em relação a outros setores na construção dessa capacidade digital. Entre 2018 e 2024, a concentração de talentos em IA nos setores de serviços públicos, petróleo, gás e mineração foi, em média, 40% menor do que em outros setores.

Setores como educação, serviços financeiros, tecnologia, informação e mídia. Enquanto outros setores se movimentaram rapidamente para atrair e integrar especialistas em IA, os setores adjacentes à energia têm lutado para manter ritmo.

Concentração de talentos em IA por setor, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: TIM = Tecnologia, informação e mídia. Um membro do LinkedIn é considerado um "talento em IA" se tiver adicionado explicitamente pelo menos duas habilidades em IA ao seu perfil e/ou se tiver trabalhado em uma função relacionada à IA. As habilidades em IA incluem, entre outras, aprendizado de máquina, inteligência artificial, processamento de imagens, redes neurais, processamento de linguagem natural, modelagem preditiva e aprendizado profundo. A "concentração de talentos em IA" é calculada dividindo-se o número de talentos em IA em um país pelo número de membros do LinkedIn nesse mesmo país (LinkedIn, 2025). Os países abrangidos por esta análise incluem Estados Unidos, Canadá, Alemanha, França, Índia, Brasil, Arábia Saudita, África do Sul e Reino Unido.

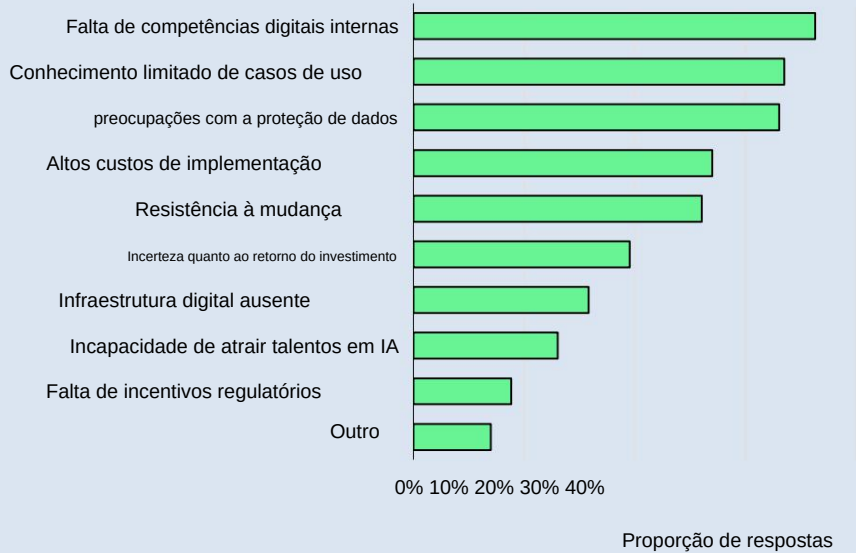
Fonte: Análise da IEA com base em dados do LinkedIn (2025).

Diversas barreiras estão dificultando o desenvolvimento da alfabetização digital necessária. Em primeiro lugar, as empresas de energia muitas vezes têm dificuldade em competir com empresas de tecnologia e finanças em termos de salários e benefícios, o que torna difícil atrair os melhores talentos digitais. Uma análise da AIE (Agência Internacional de Energia) sobre quatro ocupações-chave – engenheiro de software, cientista de dados, aprendizado de máquina e engenheiro de hardware – nos Estados Unidos e no Canadá revelou que os salários de nível inicial são, em média, 30% maiores. Em primeiro lugar, muitas organizações carecem de estratégias ou casos de uso de IA claramente definidos no setor tecnológico, o que dificulta a justificativa de investimentos em novas funções ou capacidades. Em terceiro lugar, pode haver oportunidades limitadas para treinar a equipe existente com as habilidades necessárias relacionadas à IA.

O impacto geral da IA na força de trabalho ainda está por ser visto. Embora a automação possa reduzir a mão de obra necessária para tarefas específicas e os custos de certas funções, a maioria das empresas cita o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade como os principais benefícios da IA.

O uso dessas ferramentas altera a natureza do trabalho. Em algumas profissões, isso exige que indivíduos e organizações repensem as funções de cada um. Alguns modelos de sucesso estão surgindo, com empresas firmando parcerias com universidades ou fornecedores de tecnologia para oferecer programas de treinamento específicos, enquanto outras estão investindo em plataformas internas para desenvolver capacidades digitais em toda a sua força de trabalho.

### Qual é o maior obstáculo à adoção de IA e tecnologias digitais nas suas operações diárias?



IEA. CC BY 4.0.

Nota: ROI = retorno sobre o investimento.

Fonte: Pesquisa de Emprego Industrial da AIE, 2025.

A adoção de ferramentas de IA enfrenta desafios ainda maiores em economias de mercado e desenvolvimento, onde a infraestrutura digital e a conectividade são limitadas, e níveis mais baixos de alfabetização digital podem gerar uma adoção desigual de ferramentas de IA de forma mais ampla. Dito isso, existem aplicações emergentes de ferramentas de IA para lidar com as lacunas de dados e capacidade energética nessas economias, como o aproveitamento de imagens de satélite. O sensoriamento remoto e os dados de sensores locais são utilizados para mapear regiões carentes e refinar as projeções de demanda. Mais exemplos e estudos de caso podem ser explorados no Observatório de Energia e IA da AIE (Agência Internacional de Energia).

## Na última década, houve escassez de novos graduados com diplomas relevantes para a área de energia.

Os recrutadores para a maioria das ocupações no setor de energia geralmente exigem ou preferem candidatos que tenham concluído algum tipo de educação formal, seja profissionalizante ou de nível superior. Cargos altamente qualificados – como engenheiros e gerentes – geralmente requerem formação de nível superior. Cargos técnicos aplicados, que incluem técnicos, operários e operadores de máquinas ou equipamentos, frequentemente exigem algum tipo de qualificação em educação e treinamento profissional (ETP), que normalmente combina instrução em sala de aula com aprendizado prático.

Ao longo da última década, o ensino profissional em áreas relevantes para a energia estagnou em muitos países, mesmo com o aumento da procura por essas qualificações no setor energético. O número de graduados com competências técnicas relevantes para a energia, que tem sido captado por certificações nas áreas da engenharia, produção e construção (ISCED-F), é baixo. O código de área 07, que inclui qualificações em profissões como eletricitas e soldadores (doravante denominadas "diplomas relevantes para a energia"), tem diminuído gradualmente per capita nas economias avançadas.

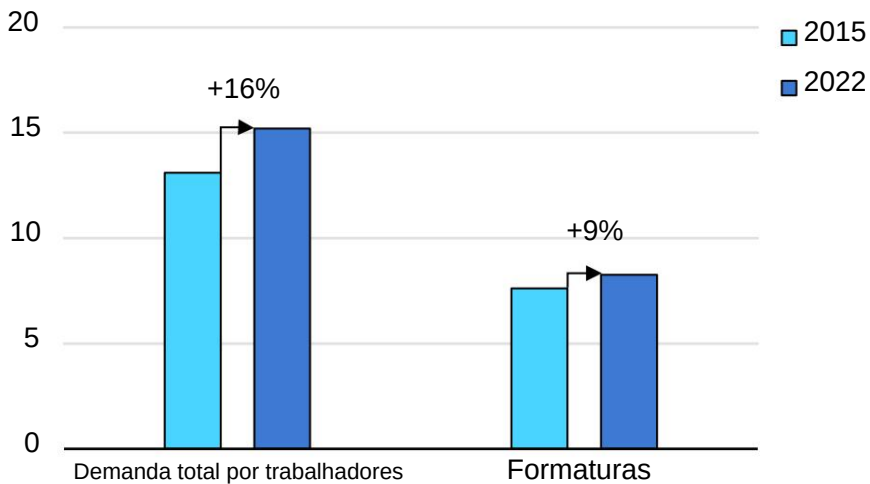
Os mercados emergentes e em desenvolvimento fora da China produzem menos graduados em cursos relevantes para a área de energia per capita do que o resto do mundo, e as tendências atuais sugerem que eles não estão conseguindo alcançar esse patamar.

A análise da IEA indica que o crescimento na oferta dessas qualificações não está acompanhando a demanda da indústria por funções técnicas aplicadas.

A demanda anual por trabalhadores técnicos aplicados em setores industriais que geralmente demandam uma alta parcela desses trabalhadores (incluindo mineração, manufatura, serviços públicos e construção) aumentou 16% entre 2015 e 2022, impulsionada pela expansão da força de trabalho.

e a substituição de trabalhadores aposentados, em comparação com um aumento de apenas 9% nas formaturas relevantes.

Demanda anual por trabalhadores técnicos aplicados de setores industriais e graduados em cursos profissionalizantes relevantes para a área de energia, 2015-2022



IEA. CC BY 4.0.

Nota: A procura total de trabalhadores representa a procura anual de novos trabalhadores técnicos aplicados (técnicos, trabalhadores especializados e operadores de máquinas e equipamentos) dos setores industriais (mineração, indústria transformadora, serviços públicos e construção). As graduações representam as graduações anuais em qualificações profissionais relevantes para o setor energético (ou seja, engenharia, indústria transformadora e construção).

Fonte: Análise da AIE com base em dados da OIT ([Organização Internacional de Estatísticas do Reino Unido](#)), Ministério da Educação da China, Ministério de Estatística e Implementação de Programas da Índia, Panorama da Educação na OCDE e o Instituto de Estatística da UNESCO.

A lacuna tende a aumentar ainda mais com as tendências atuais, principalmente em relação às funções no setor de energia. A análise da AIE sugere que, no Cenário de Políticas Declaradas (STEPS), em que as intenções políticas atuais são



Implementadas essas medidas, as atuais taxas de entrada de graduados de cursos profissionalizantes no setor de energia precisariam aumentar em 43% até 2030 para atender à demanda projetada, com exigências ainda maiores em um cenário alinhado com emissões líquidas zero no setor de energia até 2050.

Dito isso, o setor de energia atualmente representa apenas 5% da demanda industrial total por esses graduados. Atender às necessidades projetadas, considerando as tendências atuais, exigiria, portanto, um aumento de aproximadamente 2% no número total de graduados em cursos relevantes para a área de energia até 2030. O setor poderia, alternativamente, atrair uma parcela maior dos graduados atuais, mas isso é limitado pela escassez generalizada de trabalhadores técnicos aplicados em toda a economia e pela forte concorrência salarial de outros setores.

Quando as empresas de energia não conseguem preencher vagas com as qualificações desejadas, muitas compensam essa deficiência contratando candidatos menos qualificados e aumentando o treinamento no local de trabalho. Muitos trabalhadores na economia global não possuem necessariamente a formação formal normalmente exigida para suas funções, mas adquiriram essas habilidades ao longo do tempo, muitas vezes informalmente, e não as certificaram. Esse é frequentemente o caso em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), onde estima-se que [dois em cada três jovens adultos trabalham em áreas de baixa e média renda](#). Não possuem qualificações formais compatíveis com seus cargos.

Respostas de representantes da indústria em diversos setores de energia indicam que mais da metade das habilidades para cargos de nível inicial são adquiridas por meio de aprendizado e treinamento no trabalho. Essa parcela significativa ressalta a importância de aprimorar o alinhamento.

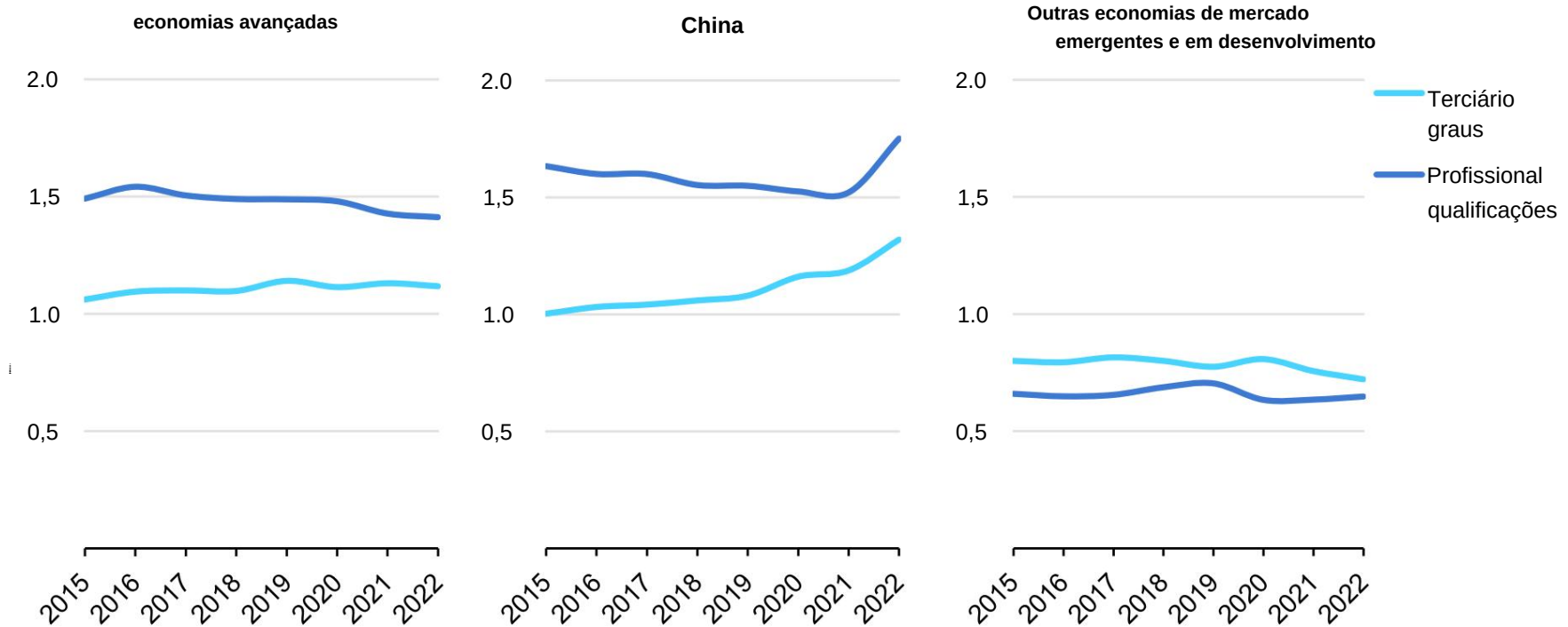
Entre as necessidades da indústria e os currículos educacionais, é fundamental garantir que a educação formal capacite os graduados com as habilidades exigidas pelos empregadores. Embora o treinamento em serviço continue sendo um pilar do desenvolvimento da força de trabalho, sua importância varia conforme a área, dependendo da especialização, das normas de segurança e da necessidade de uma mão de obra flexível. Por exemplo, eletricitistas e técnicos de HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) devem atender a rigorosos requisitos de certificação para garantir segurança e qualidade ao trabalharem de forma independente em diversos locais.

Com o surgimento de novas tecnologias no setor de energia, as empresas costumam ser as primeiras a oferecer treinamento, desenvolvendo programas internos ou redes de fornecedores certificados para suprir lacunas imediatas de habilidades. Essa abordagem liderada pela empresa reduz a necessidade de os trabalhadores buscarem treinamento por conta própria, mas também pode fragmentar os sistemas de treinamento, aumentar os custos para setores emergentes, limitar a mobilidade da mão de obra e restringir a concorrência de mercado, criando grupos fechados de trabalhadores qualificados.

Os formuladores de políticas não precisam encarar cada tecnologia emergente como exigindo uma nova certificação. Criar credenciais separadas para cada novo campo pode transferir custos para os trabalhadores ou para os orçamentos públicos. Em vez disso, muitas novas competências – como as relacionadas à energia solar fotovoltaica, sistemas de baterias ou infraestrutura para veículos elétricos – podem ser integradas aos padrões existentes. Parcerias entre empregadores, educadores e governos podem ajudar a alcançar esse equilíbrio por meio de currículos desenvolvidos em conjunto, programas de aprendizagem e instalações de treinamento apoiadas pela indústria, que alinhem o desenvolvimento da força de trabalho às necessidades em constante evolução do setor.

## As qualificações em engenharia e profissões técnicas estão estagnadas ou em declínio per capita em todo o mundo.

Graduações anuais em qualificações relevantes para a área de energia (ensino superior e profissional) por mil habitantes, 2015-2022



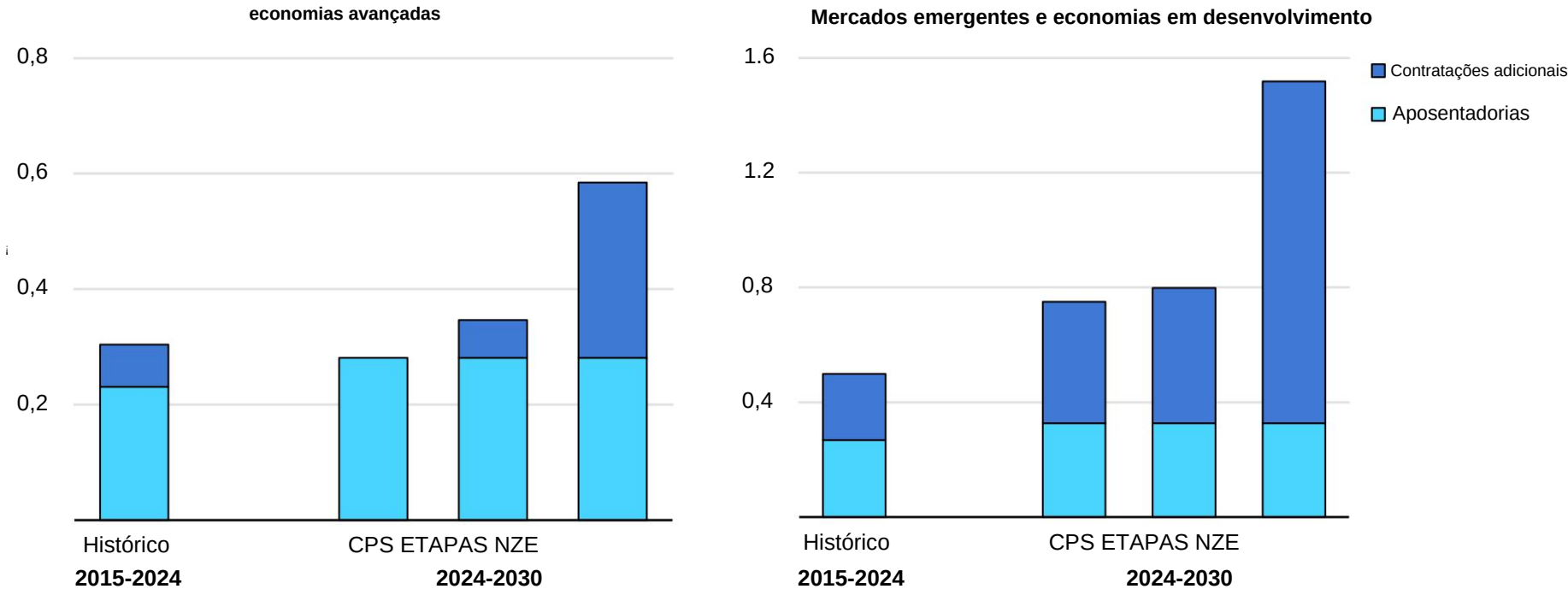
IEA. CC BY 4.0.

Observações: Os cursos de engenharia, manufatura e construção correspondem ao [ISCED-F](#). Código de campo 07. Para qualificações profissionais, esta categoria inclui qualificações em ofícios como eletricitistas e encanadores. Os graus terciários incluem cursos terciários de curta duração, bacharelados, mestrados e doutorados (ISCED). níveis 5-8), enquanto as qualificações vocacionais são diplomas vocacionais obtidos desde o ensino secundário inferior até o nível terciário de ciclo curto (níveis 2-5 da ISCED).

Fonte: Análise da IEA com base em dados do [Ministério da Educação da China](#), [Ministério de Estatística e Implementação de Programas da Índia](#), [Panorama da Educação na OCDE](#), [Instituto de Estatística da UNESCO](#), e a [Base de Dados de Estatísticas Demográficas da ONU](#).

**A demanda por trabalhadores técnicos aplicados deverá aumentar em todos os cenários, especialmente em mercados emergentes e economias em desenvolvimento.**

Demanda anual de trabalhadores técnicos aplicados no setor de energia, 2015-2024 e 2024-2030 por cenário.



IEA. CC BY 4.0.

Notas: CPS = Cenário de Políticas Atuais; STEPS = Cenário de Políticas Declaradas; NZE = Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050. Aposentadorias e novas contratações representam fontes de demanda do setor de energia por novos trabalhadores em funções técnicas aplicadas, incluindo técnicos, trabalhadores especializados e operadores de máquinas e equipamentos.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da OIT, UNESCO, OCDE, O Ministério da Educação da China, e o Ministério de Estatística e Implementação de Programas da Índia.

## A formação de uma força de trabalho qualificada no setor energético exige investimentos significativos na expansão da educação e formação profissional.

A educação e a formação relacionadas com a energia – incluindo a formação profissional, as qualificações técnicas e quaisquer certificações relevantes – representam uma pequena proporção das despesas totais com educação e formação em toda a economia. A análise da AIE (Agência Internacional de Energia) mostra que, entre 2015 e 2024, foram gastos cerca de 12 mil milhões de dólares anualmente em educação e formação profissional (EFP) para trabalhadores do setor energético em todo o mundo, o que equivale a cerca de 0,2% da despesa pública global em educação.

O maior crescimento na demanda por empregos relacionados à energia na próxima década será para trabalhadores com formação profissional, cujo ensino e treinamento têm maior probabilidade de serem autofinanciados do que financiados por fundos públicos ou empregadores em muitas economias avançadas. Os programas de formação profissional também costumam custar mais do que a educação geral (não profissionalizante), devido à necessidade de equipamentos especializados e ao foco no treinamento prático para o desenvolvimento de habilidades técnicas. Nos países da OCDE, os programas de formação profissional custam, em média, 16% a mais do que os programas de educação geral. Em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), o custo para o indivíduo também tende a ser muito maior devido ao financiamento público mais limitado, [com quase um terço dos custos sendo arcados por](#) recursos próprios. do financiamento total da educação pago pelo indivíduo.

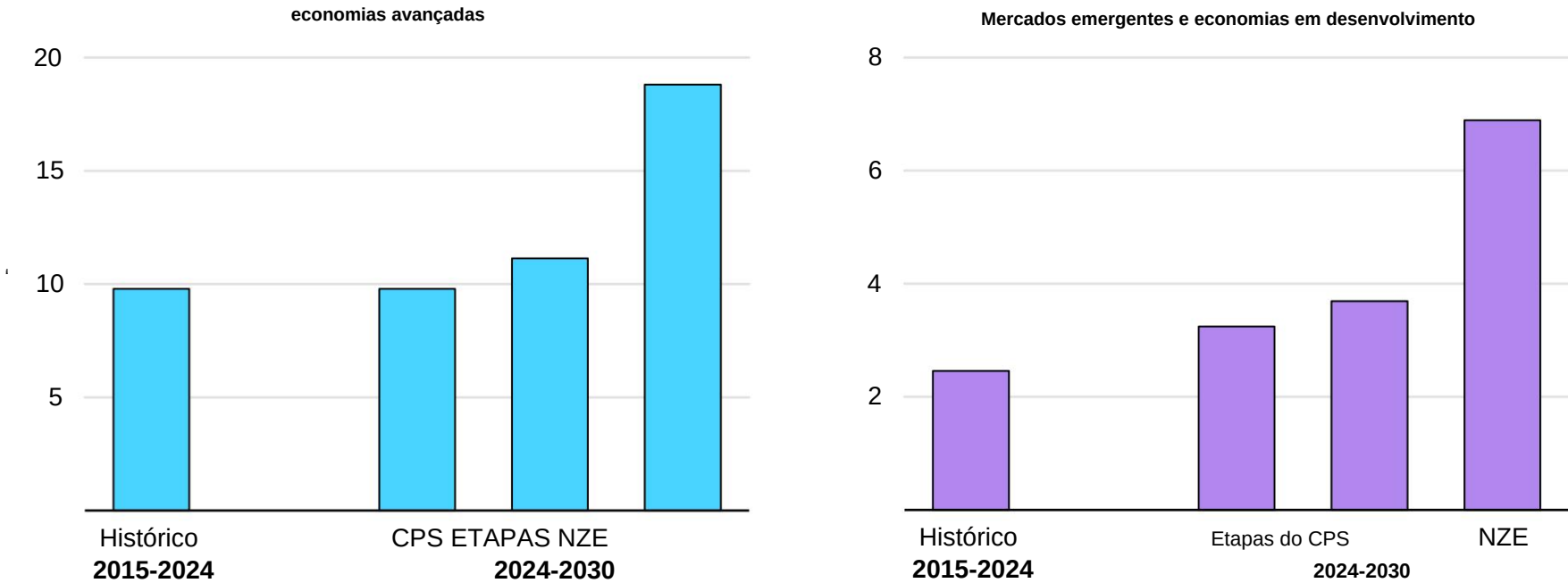
Para capacitar a força de trabalho com as habilidades necessárias para atender à crescente demanda por profissionais da área de energia, será preciso aumentar substancialmente os investimentos em treinamento técnico. De acordo com a análise da AIE (Agência Internacional de Energia), o aumento da demanda por trabalhadores nos próximos anos significa que os gastos com esses programas precisariam aumentar em 21% no cenário STEPS, no qual as intenções políticas atuais são implementadas.

Para as economias avançadas, isso representa um aumento de cerca de 14% em relação aos níveis atuais, enquanto para os países emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) os investimentos precisariam aumentar em 50% em relação aos níveis atuais, elevando o gasto global em programas de formação profissional relevantes para a energia para quase US\$ 15 bilhões até 2030. No cenário de Política Climática (CPS), que considera apenas as políticas já implementadas, o gasto global subiria para US\$ 13 bilhões, um aumento de 6% em relação aos níveis atuais. As necessidades de investimento podem aumentar significativamente à medida que a ambição climática cresce, chegando a até US\$ 26 bilhões globalmente em um cenário consistente com um aumento de 1,5°C na temperatura global.

Atender a essas necessidades exigirá investimentos públicos e privados substanciais no desenvolvimento de competências. Nos países emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), o apoio por meio da Ajuda Oficial ao Desenvolvimento (AOD) e de outros financiamentos públicos internacionais será fundamental, visto que os orçamentos estão cada vez mais restritos devido ao aumento do endividamento e o financiamento é priorizado para a educação infantil e o desenvolvimento de competências. Embora o apoio a todas as formas de educação nos EMDEs por meio da AOD tenha atingido um recorde de quase US\$ 17 bilhões em 2022, a parcela da educação no total da AOD diminuiu nos últimos anos. Em 2022, apenas 10% da AOD dos países do G7 foi [destinada diretamente a esse fim](#), em direção [a habilidades e empregos verdes](#). Apesar do compromisso assumido pelo G7 em 2022 de aumentar essa parcela, o financiamento total provavelmente ficará em linha com a [queda estimada de 18 a 22% na Ajuda Oficial ao Desenvolvimento \(AOD\) para a educação](#). De 2023 a 2025, devido ao impacto dos cortes na Ajuda Oficial ao Desenvolvimento (AOD) por parte de doadores importantes, incluindo França, Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos.

**Para atender às futuras necessidades de mão de obra qualificada, será necessário ampliar o investimento em cursos de formação profissional na área de energia.**

Custo anual da oferta de qualificações profissionais para o setor de energia, de 2015 a 2024, e por cenário, de 2024 a 2030.



IEA. CC BY 4.0.

Notas: PPP = paridade do poder de compra; CPS = Cenário de Políticas Atuais; STEPS = Cenário de Políticas Declaradas; NZE = Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da OIT, UNESCO, OCDE, O Ministério da Educação da China, e o Ministério de Estatística e Implementação de Programas da Índia.

## A falta de qualificações energéticas padronizadas globalmente representa um desafio para o planejamento da força de trabalho.

Um dos principais desafios no desenvolvimento da força de trabalho é a limitada padronização das competências e qualificações relacionadas à energia em diferentes setores e jurisdições, e até mesmo dentro dos próprios territórios.

Não existe um sistema globalmente harmonizado para o reconhecimento mútuo das transações de energia. Embora existam alguns quadros regionais (como o Quadro [Europeu de Qualificações \(EQF\)](#) e padrões de treinamento liderados pela indústria (como [as certificações da Global Wind Organisation \(GWO\)](#)) Para [facilitar a mobilidade transfronteiriça, a maioria das profissões regulamentadas](#), incluindo a de eletricitista, permanece sujeita a códigos nacionais e regionais e a requisitos de inspeção.

Consequentemente, os trabalhadores muitas vezes precisam passar por exames de licenciamento específicos de cada jurisdição, mesmo quando possuem qualificações prévias relevantes. Esses exames podem representar uma grande barreira de entrada, dados os seus custos, a disponibilidade limitada de vagas ou locais de prova e o acesso desigual a recursos de preparação. Há também uma falta de dados associados a certificações, treinamento em serviço e estágios, e, de forma mais ampla, lacunas no setor.

A falta de dados precisos sobre a força de trabalho no setor energético também dificulta a compreensão de como as competências são adquiridas e onde existem carências, sendo essa uma área de trabalho fundamental identificada no [Workshop da AIE de 2025 sobre o Futuro das Competências no Setor Energético](#).

Muitas profissões na área de energia exigem certificações que comprovem a capacidade profissional. Os titulares dessas certificações possuem a capacidade técnica para executar tarefas específicas com segurança e em conformidade com as normas locais. Essas certificações são particularmente importantes nos subsetores de energia, onde muitas pequenas e médias empresas atuam.

Empresas de médio porte estão envolvidas, com força de trabalho altamente distribuída, como é o caso da eficiência energética em edifícios e da instalação de sistemas fotovoltaicos. Essas qualificações são bastante heterogêneas: variam de licenças obrigatórias (como para eletricitistas) a certificações que são padrões de fato da indústria, mas não chegam a ser um requisito legal, até credenciais voluntárias que não são obrigatórias, mas podem sinalizar capacidade técnica. A ausência de estruturas harmonizadas para definir e categorizar as certificações limita ainda mais a comparação internacional. É provável que essa heterogeneidade também esteja presente dentro dos países, com sistemas de credenciamento sobrepostos ou inconsistentes, criando potenciais desafios para trabalhadores e empregadores à medida que as necessidades de habilidades evoluem na transição energética.

As vias de acesso a empregos no setor de energia variam significativamente dependendo da experiência prévia e do nível de qualificação dos trabalhadores. Embora muitas funções exijam formação formal por meio de programas acadêmicos, vocacionais ou de aprendizagem, existem opções mais flexíveis para cargos de nível inicial e para trabalhadores em transição de setores relacionados. Nesses casos, cursos de certificação de curta duração, microcredenciais ou treinamento em serviço podem ser pontos de entrada acessíveis. Para funções altamente especializadas, mesmo profissionais experientes podem precisar de capacitação modular ou treinamento em serviço direcionado para adquirir competências específicas da tecnologia (consulte o Capítulo 3 para obter mais detalhes).

# A escassez de mão de obra qualificada representa riscos para a competitividade das empresas de energia e para a operação e expansão seguras dos sistemas energéticos.

A escassez de profissionais qualificados no setor de energia já está tendo impactos significativos, retardando a recuperação de atrasos na entrega de projetos, aumentando os custos gerais e criando desafios de conformidade. Mais de 40% dos empregadores do setor de energia entrevistados pela AIE (Agência Internacional de Energia) relataram que as dificuldades de contratação levaram a gargalos operacionais, resultando em atrasos em projetos, estouros de orçamento e redução da capacidade operacional, entre outros problemas. Os cargos mais difíceis de preencher são os de técnicos aplicados, especialmente em funções especializadas, e engenheiros. também estão entre as profissões com maior escassez de mão de obra.



Fonte: Pesquisa de Emprego Industrial da AIE, 2025.

A escassez de mão de obra qualificada contribuiu, consequentemente, para o aumento dos custos dos projetos e, por fim, para o aumento dos preços da energia, em parte devido ao aumento dos salários por parte dos empregadores para atrair mais trabalhadores. No setor de energia solar e baterias dos EUA, a falta de mão de obra qualificada contribuiu para um aumento de 43% nos custos trabalhistas, entre 2021 e 2023. Em 2024, uma combinação de escassez de mão de obra e longos prazos de entrega para aquisição de equipamentos levou ao atraso de cerca de 53 GW em projetos de energia solar nos Estados Unidos. Na Índia, atrasos e aumentos de custos semelhantes estão ocorrendo, estão afetando os fabricantes de painéis solares e baterias de armazenamento, já que os empregadores têm dificuldades para contratar. Trabalhadores qualificados em número suficiente para atender às expansões de capacidade planejadas.

A falta de mão de obra qualificada também ameaça a qualidade da implementação da tecnologia. Na Europa, o Projeto de Assistência Regulatória Estima-se que bombas de calor mal instaladas só consigam operar com metade da sua eficiência esperada. Reduzindo a economia de energia e as contas de luz a longo prazo para as famílias. Instalações de baixa qualidade podem frustrar os usuários e minar a confiança pública em novas tecnologias energéticas.

Além da implantação, a falta de mão de obra qualificada afeta a manutenção de infraestruturas críticas. Em 2022, o setor nuclear francês... Enfrentaram longas interrupções para manutenção devido à escassez de mão de obra, contribuindo para que os níveis de produção de eletricidade atingissem o menor patamar em 30 anos, e levantando preocupações sobre a confiabilidade. Para atender às necessidades de mão de obra, algumas operadoras estão recontratando aposentados qualificados, e implementando estratégias de recrutamento direcionadas.

Embora os sistemas de energia impulsionem o crescimento de empregos no setor energético na próxima década, a força de trabalho necessária para implantar novas infraestruturas de rede, bem como para manter e modernizar as existentes, tem o potencial de se tornar um grande obstáculo. Globalmente, a força de trabalho do setor elétrico passou por mudanças demográficas significativas na última década, com a proporção de trabalhadores do setor atingindo a idade de aposentadoria crescendo mais que o dobro da proporção de trabalhadores entre 25 e 54 anos. Essa tendência corre o risco de se acelerar no futuro, com quase um trabalhador do setor elétrico se aposentando para cada dois empregos criados até 2035.

Em resposta, um número crescente de governos está investindo em novos programas destinados a atrair mais trabalhadores para áreas técnicas aplicadas e para a formação relacionada, como parte de seus esforços mais amplos para melhorar a competitividade. Por exemplo, a [União Europeia](#) prevê um investimento de 65 mil milhões de euros na qualificação dos seus trabalhadores, com uma ênfase significativa no setor energético. Na China, foi lançada uma nova [Iniciativa de Formação Profissional](#) para o período 2025-2027. visa combater o declínio nas qualificações profissionais. educação, aumentar a produtividade do trabalho e reduzir a inadequação da força de trabalho em setores, incluindo veículos elétricos avançados. Na Índia, o governo aprovou recentemente um [programa nacional](#). Para impulsionar a inovação, a produtividade e a economia.

crescimento através da reformulação do ensino profissional em estreita colaboração com a indústria. O programa direcionará investimentos significativos para modernização, manutenção e ampliação da capacidade das instalações de treinamento além de oferecer treinamento para 50.000 instrutores adicionais e desenvolver cursos para funções em profissões especializadas que apresentam alta demanda crescente.

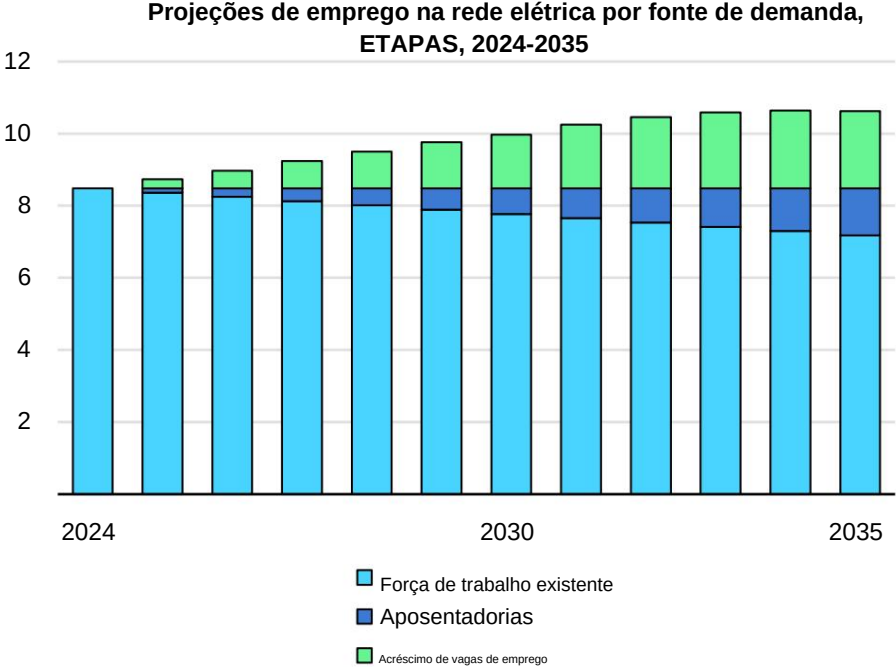
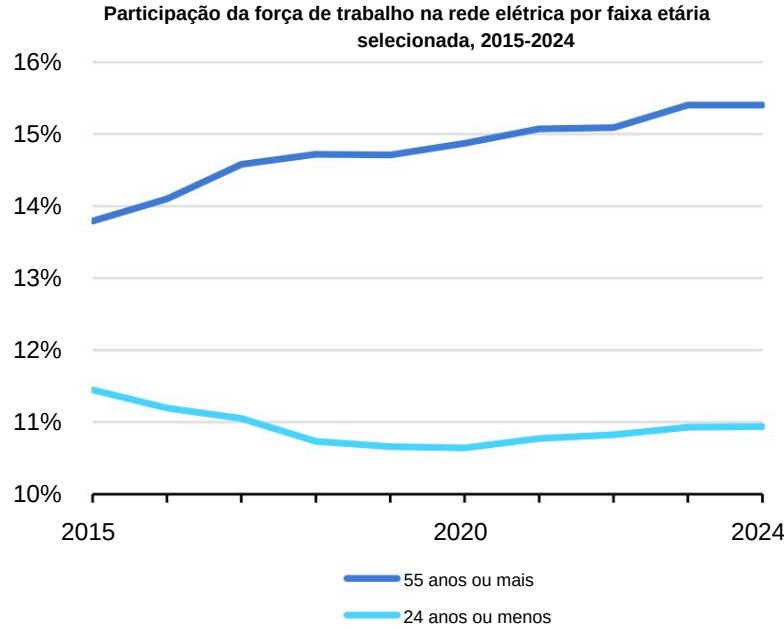
Tem havido também um foco crescente em atrair mais estudantes para cursos de ensino superior relacionados à energia, especialmente mestrados e doutorados, como forma de impulsionar a inovação. Países com alta formação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) também apresentam níveis crescentes de atividade inovadora no setor energético, como pedidos de patentes e publicações científicas.

Por exemplo, a Coreia, onde a proporção de graduados em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e o número de pedidos de patentes relacionados à energia per capita estão entre os mais altos, globalmente, tem viú sua força de trabalho na fabricação de baterias quase triplicar desde 2019 e aumentou o valor das exportações de seu setor de baterias em 30% entre 2020 \_\_\_\_\_ e 2023. As economias avançadas e a China desfrutam atualmente da maior concentração de jovens graduados do ensino superior em áreas relevantes para a energia, quase 10 graduados por cada 1.000 jovens, enquanto as economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) apresentam cerca de metade dessa taxa de formação.



# A escassez de mão de obra qualificada pode comprometer planos cruciais de expansão da rede elétrica e da geração de energia até 2035.

Participação histórica da força de trabalho na rede elétrica por faixa etária, 2015-2024, e projeções futuras no Cenário de Políticas Declaradas, 2024-2035



IEA. CC BY 4.0.

Notas: STEPS = Cenário de Políticas Declaradas. As projeções da força de trabalho que se aposentará baseiam-se na premissa de que os funcionários se aposentam aos 65 anos de idade.

Fonte: Análise da IEA baseada em dados do ILOSTAT.

## Nas comunidades locais, o aprimoramento e a requalificação da força de trabalho podem ajudar a gerar receitas adicionais e garantir economias locais sustentáveis.

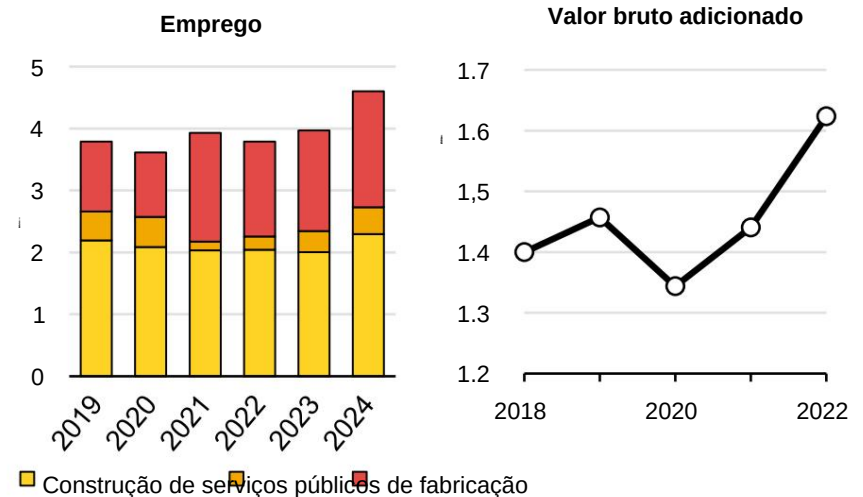
Em nível local, investir em mão de obra qualificada para instalar, operar e manter sistemas de energia pode gerar oportunidades de emprego que proporcionam novas fontes de renda para trabalhadores e comunidades. Esses investimentos são especialmente relevantes em comunidades em transição para longe das indústrias de combustíveis fósseis, que estão expostas a riscos de declínio socioeconômico como resultado da perda de empregos e renda decorrente do fechamento de indústrias tradicionais. Nessas comunidades, políticas e programas que invistam tanto na capacitação e requalificação profissional dos trabalhadores quanto no apoio à diversificação industrial local são essenciais para garantir que a transformação dos sistemas de energia leve a melhores resultados.

Na Espanha, a Estratégia de [Transição Justa de longo prazo](#), Lançado em 2019 para compensar os impactos do declínio do carvão na região, o projeto apresentou resultados tangíveis. Na antiga província mineira de Teruel, foram implementados [concursos públicos direcionados](#), e foram [oferecidos](#) incentivos ao investimento, [para atrair novos](#)

Projetos de energia renovável e indústrias de manufatura a montante que oferecem oportunidades de emprego para ex-trabalhadores do setor de carvão, criam empregos no setor industrial e oferecem treinamento profissional para desempregados. Um investimento de mais de 1,5 bilhão de euros está previsto para o desenvolvimento de energia renovável localmente, incluindo sete parques eólicos e sete usinas de energia solar. Até 2024, o emprego relacionado à energia, especialmente em eficiência energética e energias renováveis, aumentou em quase 21%. O valor adicionado bruto (VAB) gerado pelo setor de energia também aumentou 11% entre 2019 e 2022. No contexto mais amplo de Just

Zona de transição de [Aragão](#), Na região de Teruel, serão criados 5.500 [novos empregos no setor eólico](#), substituíram os empregos perdidos no setor de carvão, impulsionando a diversificação e o crescimento econômico.

Impacto da Estratégia de Transição Justa da Espanha no emprego em setores de baixa emissão de carbono relacionados à energia em Teruel, 2019-2024, e no valor adicionado bruto dos setores relacionados à energia, 2018-2022.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: Os dados ocupacionais relacionados com energia limpa referem-se aos códigos da Classificação Nacional de Ocupações (CNO) do INE (Instituto Nacional de Estatística da Espanha), com base na sua relevância para a eficiência energética e energias renováveis. Isso inclui, entre outros, engenheiros, eletricitas, mecânicos, técnicos e instaladores.

Os setores para ambos os valores incluem manufatura, construção e serviços públicos (o valor adicionado bruto também inclui mineração).

Fonte: Análise da AIE com base em dados [abertos do Governo de Aragón](#), (2025) e [Observatório da Formação Profissional](#) (2025).

A formulação de políticas direcionadas pode ir além das regiões afetadas pela transição energética, servindo como ferramenta para criar empregos em áreas que historicamente têm dificuldades para sustentar a indústria local e apoiar esforços mais amplos de resiliência energética. No Canadá, o programa [Energia Limpa para Comunidades Rurais e Remotas é um exemplo](#) disso. O programa oferece apoio financeiro para projetos de energia renovável e capacitação que reduzem o uso de combustíveis fósseis para aquecimento e eletricidade em comunidades indígenas, rurais e remotas. [A maioria dos projetos](#) Incorporar treinamentos e estágios que capacitem os [trabalhadores com habilidades](#) técnicas em áreas como instalação de painéis solares, manutenção de turbinas eólicas e gestão da cadeia de suprimentos de biomassa. Essa abordagem permite que as comunidades possuam, operem e gerenciem ativos de energia limpa, ajudando a manter os benefícios econômicos e de emprego locais e a aumentar a resiliência energética.

Nos mercados emergentes e em desenvolvimento, a implementação de tecnologias de energia descentralizadas pode ajudar a alcançar tanto o acesso à energia quanto a geração de empregos. Capacitar trabalhadores de diversos setores para operar e manter tecnologias de energia limpa também pode ajudar a gerar novas rendas e valor econômico local, além de multiplicar a criação de oportunidades econômicas para além do setor energético. No [Malawi](#), A implantação de 1,7 MW de energia solar deverá contribuir para [melhorar](#) o acesso à energia, aumentar a renda de 6.000 agricultores e apoiar a criação de 1.500 empregos sazonais por ano. No Gana e no Senegal, a Aliança para a Eletrificação Rural [estima](#) que até 40.000 empregos diretos poderiam ser criados até 2030 a partir do desenvolvimento de sistemas de energia descentralizados,

---

incluindo empregos de longo prazo na operação e manutenção de redes elétricas. Melhorar o acesso à energia, por sua vez, aumenta a capacidade das famílias de alimentar infraestruturas essenciais, o que leva a melhores resultados em saúde e educação, entre outros. Uma parte importante de muitos desses projetos é o desenvolvimento de capacidades, para que as comunidades locais possam gerir e manter esses sistemas, em vez de se tornarem dependentes de assistência externa para a sua manutenção e operação.

---

# Capítulo 3. Respostas políticas para lidar com a escassez de mão de obra

---

## Foco especial: Encontrar soluções para lidar com a escassez de mão de obra qualificada.

Os formuladores de políticas dispõem de uma série de ferramentas para lidar com a escassez de mão de obra qualificada no setor de energia, trabalhando com a indústria, educadores e representantes dos trabalhadores para desenvolver uma força de trabalho capaz de atender às necessidades emergentes do sistema energético. Este capítulo analisa opções políticas eficazes para requalificação e aprimoramento profissional, redução das barreiras à formação e atração de novos profissionais para carreiras na área de energia.

O documento destaca abordagens como o fortalecimento do envolvimento da indústria e da aprendizagem baseada no trabalho, a modernização dos currículos, a expansão da formação flexível, a melhoria da percepção das carreiras técnicas, o mapeamento de competências e a promoção do trabalho decente como meios de atrair mais trabalhadores para áreas relevantes para o setor energético. Essas estratégias são ilustradas por meio de estudos de caso reais e destacam onde foram aplicadas com sucesso.

Este capítulo também examina como a agenda de competências energéticas se encaixa nas prioridades mais amplas de educação e trabalho, tanto em economias avançadas quanto emergentes. Considera a melhor forma de estruturar os esforços políticos, enfatizando maneiras de manter as iniciativas de formação alinhadas às reais necessidades do mercado de trabalho e garantindo a coordenação entre empresas, formuladores de políticas, educadores e representantes dos trabalhadores. Abordagens eficazes devem ser adaptadas aos contextos nacionais e locais, levando em conta os níveis de qualificação existentes, a rigidez do mercado de trabalho, os objetivos educacionais mais amplos e uma distribuição equilibrada de responsabilidades entre os diversos setores.

Empregadores, governos e trabalhadores – evitando o risco de transferir os custos de treinamento de forma desproporcional para os indivíduos.

Por fim, o capítulo situa esses esforços dentro de tendências mais amplas nas políticas de educação e trabalho. A análise baseia-se em avaliações da AIE sobre políticas de energia, educação e trabalho; entrevistas aprofundadas com as principais partes interessadas; contribuições do Workshop de dois dias da AIE sobre o Futuro das Competências em Energia; e novas pesquisas adicionadas à *Pesquisa Anual de Emprego na Indústria de Energia da AIE* para captar as perspectivas de educadores, trabalhadores e seus representantes.

# Opções de políticas para atrair e treinar mais trabalhadores

| Área                                                                          | Possíveis medidas políticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Exemplos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Incentivar o interesse precoce por carreiras técnicas e comerciais.           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Oferecer percursos escolares técnicos no ensino secundário como alternativa a percursos académicos que levam à universidade.</li><li>• Expandir os programas de dupla matrícula e de pré-aprendizagem que permitem aos alunos do ensino médio obter créditos para certificações.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Opções de formação técnica na <a href="#">Alemanha</a></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Incentivos financeiros                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Oferecer programas de treinamento gratuitos ou com financiamento substancial para profissionais altamente qualificados.</li><li>• Oferecer compensação salarial para cobrir a perda de salário dos participantes durante cursos de requalificação/aprimoramento na área de energia.</li><li>• Oferecer créditos fiscais para mensalidades ou bolsas de treinamento para aprendizes e para empregadores que investem em treinamento e/ou patrocinam estagiários.</li></ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Fundo de Treinamento para Empregos Sustentáveis do Canadá</a></li><li>• <a href="#">Academias de Competências da UE</a></li><li>• <a href="#">Capacitação para a Transição Energética Justa na África do Sul</a></li><li>• <a href="#">Programa de Emprego • Da Dinamarca</a></li><li>• <a href="#">programa de compensação salarial</a></li></ul> |
| Envolvimento com a indústria e aprendizagem baseada no trabalho               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Expandir os programas de aprendizagem através de modelos de cofinanciamento, entre governo e indústria.</li><li>• Criar conselhos consultivos da indústria para orientar as atualizações do currículo nacional e garantir o alinhamento com as necessidades do mercado.</li><li>• Colaborar com indústrias emergentes para definir qualificações para novos campos (ex.: instalação de baterias).</li><li>• Incentivar faculdades, escolas técnicas e universidades a adotarem Processos periódicos de revisão curricular orientados pelas necessidades da indústria.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Formação combinada em sala de aula e prática no <a href="#">Canadá</a></li><li>• <a href="#">Sistema dual de formação profissional da Alemanha</a></li><li>• <a href="#">Força-tarefa europeia de competências para a energia solar</a></li><li>• <a href="#">Conselho Consultivo da Indústria do Vietnã para Energia renovável</a></li></ul>                  |
| Mudança na percepção pública sobre as trajetórias de carreira na área técnica | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lançar campanhas de marketing regionais e nacionais para destacar o valor, a inovação e as boas condições de trabalho associadas às profissões técnicas e às carreiras de engenharia.</li><li>• Apoiar iniciativas de equidade e inclusão de gênero, como programas de mentoria e campanhas de divulgação que incentivem mulheres e grupos sub-representados a ingressar em áreas técnicas.</li></ul>                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Programa de Educação para Jovens da Schneider Electric &amp; <a href="#">Programa de Empreendedorismo Em</a> 60 países • Os esforços do Paquistão para <a href="#">criar ambientes de trabalho inclusivos ambientes para mulheres</a></li><li>• Treinamento direcionado a mulheres na <a href="#">Colômbia</a></li></ul>                                       |

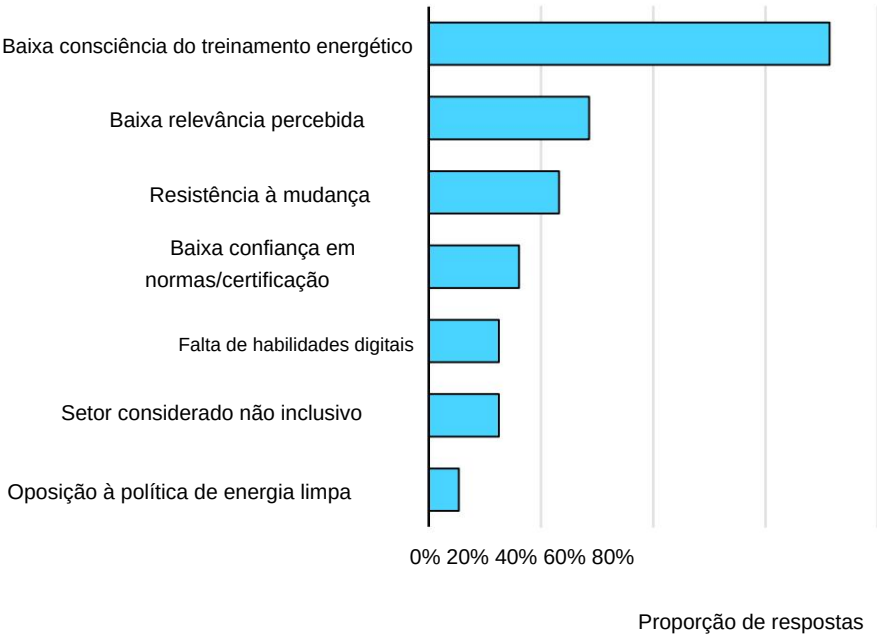
| Área                                                                     | Possíveis medidas políticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Exemplos                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modernização curricular e de credenciais</b>                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Introduzir certificações modulares e acumuláveis que permitam aos alunos progredir de credenciais de curta duração a diplomas completos.</li><li>• Integrar tecnologias emergentes (como IA) em estruturas de treinamento e certificação.</li><li>• Garantir que a formação esteja alinhada com as normas internacionais e estabelecer acordos de reconhecimento mútuo para melhorar a mobilidade dos trabalhadores.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cursos de pós-graduação de curta duração especializados na <a href="#">Nigéria</a></li><li>• Cursos de curta duração acreditados na <a href="#">África do Sul</a></li></ul>                                                                        |
| <b>Opções de treinamento acessíveis</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ofereça opções de treinamento flexíveis, incluindo módulos online, para aumentar a acessibilidade.</li></ul> <p>Oferecer programas de educação e treinamento locais fora das cidades para aumentar a acessibilidade.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Educação e formação baseadas na comunidade</a> Cursos para povos indígenas na Malásia</li><li>• Percursos de formação flexíveis direcionados a mulheres em <a href="#">Uganda</a></li></ul>                                            |
| <b>Monitoramento do mercado de trabalho e mapeamento de competências</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprimorar o monitoramento estatístico nacional do emprego nos setores de energia e tecnologia por meio de pesquisas complementares.</li><li>• Fortalecer os sistemas de previsão do mercado de trabalho para identificar e divulgar as competências prioritárias e as lacunas de certificação.</li><li>• Promover fóruns regulares entre a indústria, os sindicatos e Ministérios da Energia, Educação e Trabalho compartilharão observações e contribuirão para a elaboração de planos coordenados de emprego e qualificação profissional.</li><li>• Aprimorar o monitoramento das tendências salariais em ocupações que enfrentam desafios persistentes, escassez.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Roteiro de Competências Energéticas da África do Sul</a></li><li>• <a href="#">Parceria da UE para as Competências em Energias Renováveis</a></li><li>• Relatório de Energia e Emprego dos EUA (USEER) <a href="#">_____</a></li></ul> |
| <b>Promover o trabalho decente para atrair trabalhadores.</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Adote medidas para combater o trabalho informal e, ao mesmo tempo, aumente o trabalho formal.</li><li>• Treinamento e certificação.</li></ul> <p>Garantir o respeito às convenções da OIT e aos princípios do trabalho decente.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Participar de um diálogo social tripartite com representantes de empregadores e trabalhadores do setor energético.</li><li>• Promover e facilitar grupos e iniciativas multissetoriais para criar novas oportunidades de emprego decente em energia limpa.</li></ul>                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Projeto Surya na Índia</a></li><li>• Diálogo social tripartite no <a href="#">Chile</a></li><li>• Parceria Canadense <a href="#">para Empregos Sustentáveis Conselho</a></li></ul>                                                     |

# Políticas bem elaboradas e medidas de apoio podem atrair mais pessoas para a educação e formação relacionadas com a energia.

Atrair mais pessoas para a educação em energia e para carreiras relacionadas à energia é uma prioridade para muitos no governo e na indústria, visto que a demanda por trabalhadores em todos os setores de energia continua a crescer. Na *Pesquisa de Emprego de Educadores da AIE (Agência Internacional de Energia)*, o baixo conhecimento sobre oportunidades de treinamento relacionadas à energia foi identificado como a principal barreira não financeira pelos provedores de treinamento. A comunicação clara sobre os caminhos de treinamento, as perspectivas de carreira e os mecanismos de apoio disponíveis pode ajudar a atrair mais alunos. Mais de 90% dos entrevistados enfatizaram a necessidade de maior envolvimento dos governos e da indústria na disseminação de informações e na promoção de oportunidades de treinamento.

Considerando a escassez de potenciais trabalhadores que realizam treinamentos para atender às necessidades futuras projetadas tanto em economias avançadas quanto em mercados emergentes e países em desenvolvimento (MEEDs), compreender as barreiras aos programas de treinamento e abordá-las é fundamental. De acordo com o *Inquérito sobre o Emprego de Educadores da IEA*, as propinas e taxas de cursos, a perda de salários durante a formação, o acesso limitado a apoio financeiro e os custos adicionais relacionados com transportes e alojamento são os principais obstáculos. Reduzir estas barreiras financeiras através de programas de financiamento específicos, bolsas ou apoio em espécie, e oferecer formação em zonas rurais pode melhorar significativamente o acesso e a participação na formação.

Percentagem de fornecedores de formação e educação na área da energia que reportam barreiras não financeiras à adesão à formação, 2025

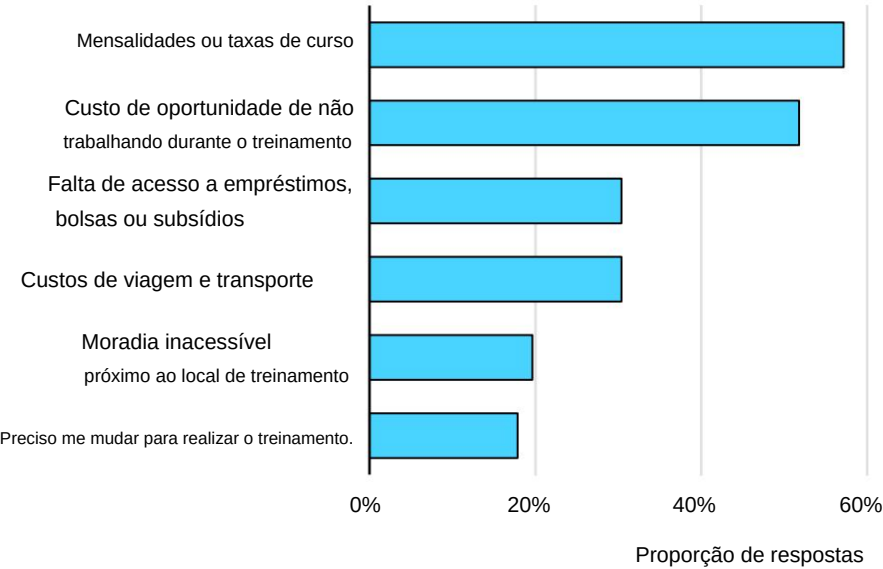


IEA. CC BY 4.0.

Fonte: *Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA, 2025.*



Percentagem de fornecedores de formação e educação na área da energia que reportam barreiras financeiras à adesão à formação, 2025



IEA. CC BY 4.0.

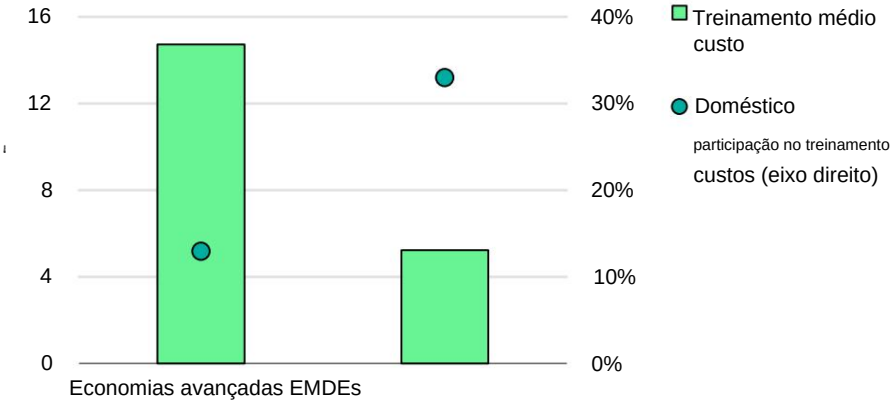
Fonte: *Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA, 2025.*

O apoio financeiro desempenha um papel fundamental para permitir uma participação mais ampla no desenvolvimento de competências na área da energia, especialmente nas economias emergentes e em desenvolvimento. Nas economias avançadas, Em média, 15% dos custos totais de formação profissional em todos os setores são pagos pelos próprios indivíduos, mas esse valor mais que dobra, chegando a 33%. em EMDEs.

Para algumas modalidades de formação, o custo pode ser totalmente suportado pelo indivíduo. Como o financiamento público é mais limitado na maioria dos países emergentes e em desenvolvimento, o apoio de parceiros internacionais pode ajudar a garantir que a formação de trabalhadores qualificados seja suficientemente acessível. Com apoio oficial.

O financiamento da Ajuda Oficial ao Desenvolvimento (AOD) para a educação está diminuindo. É provável também que o apoio financeiro passe a depender mais de programas de cofinanciamento com o setor privado, especialmente o setor energético.

Custos da formação profissional por região e percentagem dos custos suportados pelas famílias, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: EMDEs = economias de mercado emergentes e em desenvolvimento.

Fonte: *Análise da AIE com base em dados da OCDE (2024) e Banco Mundial (2024).*

Diversos países lançaram iniciativas de financiamento específicas para expandir a formação na área da energia e construir uma força de trabalho qualificada, capaz de apoiar as suas metas de transição energética. No Canadá, o Fundo de Formação para Empregos Sustentáveis, Lançado em 2024, o programa destina 70 milhões de dólares americanos, entre 2024 e 2028, a projetos de capacitação que ajudam os trabalhadores a aprimorar ou adquirir novas habilidades para empregos em energia de baixo carbono, incluindo construções sustentáveis. Mais de 10.000 trabalhadores receberão treinamento gratuito ou a preços subsidiados.

No Reino Unido, o [Fundo Nacional de Competências](#) O governo destinou mais de 260 milhões de dólares para financiar cursos de capacitação em habilidades como bombas de calor, instalação de painéis solares e manutenção de veículos elétricos, com [mais de 40.000 pessoas treinadas](#). nesses Bootcamps de Habilidades no período de 2022/23. A União Europeia [anunciou planos](#) Rever e implementar Academias de Competências da UE específicas, ligadas à transição verde e digital, com as redes elétricas e a energia eólica identificadas como setores estratégicos.

Na África do Sul, o [Programa de Competências para o Emprego na Transição Energética](#) [Justa](#) visa reduzir significativamente os custos de formação para empregos na transição energética, com o objetivo de capacitar [mais de 10.000 trabalhadores](#). anualmente, ao longo dos próximos 25 anos, com competências para tecnologias de baixas emissões. O [Plano de Investimento para uma Transição Energética Justa](#) mais abrangente.

O programa destina 89 milhões de dólares para a criação de centros de treinamento piloto, com apoio financeiro público e privado. Ele foi concebido especificamente para subsidiar treinamentos em setores como energia solar fotovoltaica, eólica e infraestrutura de redes elétricas, reunindo contribuições do setor privado, financiamento climático de doadores e recursos governamentais.

Caminhos típicos de educação e treinamento para ocupações no setor de energia de baixa emissão

Percursos de formação por ocupação com base em países selecionados da OCDE

|                                        | Opções de treinamento básico |               |               |                             |               | Opções adicionais de treinamento     |                                      |                                       |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Ocupação                               | Formação acadêmica           | VETERINÁRIO   |               | Formação profissionalizante |               | Certificação baseada em competências | Treinamento em serviço               |                                       |
| Instalador de painéis solares          | N / D*                       | 6 a 24 meses  | OU            | 24 a 36 meses               | E             | < 1 mês**<br>Padrão da indústria     | < 6 meses**                          |                                       |
| técnico de turbina eólica              | 24 a 48 meses                | OU            | 12 a 24 meses | OU                          | 24 a 36 meses | E                                    | < 1 mês<br>Padrão da indústria       | 6 a 12 meses                          |
| Trabalhadores de linhas de alta tensão | N / D*                       | 12 a 36 meses | OU            | 36 a 48 meses               | E             | 3 a 6 meses<br>Padrão da indústria   | N / D                                |                                       |
| Eletricista                            | 24 a 48 meses                | OU            | 24 a 48 meses | OU                          | 36 a 60 meses | E                                    | < 1 mês**<br>Tecnologia específica   | 6 a 12 meses<br>Tecnologia específica |
| Soldador                               | N / D*                       | 6 a 24 meses  | OU            | 36 a 48 meses               | E             | 1 a 6 meses<br>Padrão da indústria   | 3 a 6 meses<br>Tecnologia específica |                                       |

Notas: EFP = Educação e Formação Profissional. \*Possível caminho, mas raramente escolhido ou com oferta muito limitada; \*\* Formação voluntária. Os países da OCDE incluídos na amostra foram Canadá, Alemanha, Nova Zelândia, Reino Unido e Estados Unidos.

## Opções de políticas para expandir a educação e a formação profissional em mercados emergentes e em desenvolvimento.

A proporção de pessoas que concluem programas de educação e formação profissional (EFP) intersectoriais é significativamente menor nas economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) do que nas economias avançadas. Este é um fator que contribui para a escassez de trabalhadores qualificados e com formação formal nas EMDEs, agravada pelo subinvestimento persistente em instituições de educação e formação profissional e pela limitada colaboração entre a indústria e a educação. As repercussões são sentidas em todas essas economias, inclusive no setor de energia.

Para combater a informalidade generalizada da força de trabalho e os baixos níveis de qualificação, os mercados emergentes e em desenvolvimento (MEDs) estão adotando cada vez mais as chamadas “estratégias multicanal”, que combinam educação formal com treinamentos modulares de curta duração, iniciativas de requalificação e parcerias com a indústria. Diversos programas também certificam formalmente habilidades adquiridas informalmente. Essas abordagens visam fornecer habilidades prontas para o mercado de trabalho a diversos perfis de aprendizes, incluindo jovens, trabalhadores informais e profissionais em transição de setores adjacentes.

No cenário de Políticas Declaradas (STEPS), estima-se que haverá 4,7 milhões de novos empregos no setor de energia até 2035 em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), a maioria dos quais serão funções de média e alta qualificação. Esses trabalhadores geralmente precisam de educação e treinamento profissional ou ensino superior, como diplomas universitários. Atender a essa demanda será necessário

É necessário um aumento significativo nos sistemas de treinamento e educação para expandir o número de trabalhadores formalmente qualificados. Muitas economias de mercado e desenvolvimento lançaram programas especializados para ampliar a força de trabalho tecnicamente qualificada no setor de energia. [Nigéria](#), Por exemplo, foram introduzidos cursos de pós-graduação específicos para o setor de energias renováveis e criados programas de formação profissional com módulos de energia solar integrados aos currículos de engenharia elétrica, além de cursos de curta duração especializados. [O Centro Sul-Africano de Tecnologia em Energias Renováveis oferece cursos formais de curta duração](#), para credenciar técnicos de turbinas eólicas e sistemas fotovoltaicos. Até o momento, mais de 700 técnicos foram treinados e outras sete escolas profissionalizantes agora também podem oferecer os cursos na África do Sul.

Na Índia, existem diversas iniciativas para enfrentar esse desafio, incluindo o Conselho Nacional de Competências para Empregos Verdes. O Conselho tem

Implementou programas nacionais de formação para expandir o treinamento em energias renováveis e já capacitou mais de 100 mil estudantes e trabalhadores. A maioria deles em ocupações relacionadas à energia solar. No Vietnã, o [Programa de Desenvolvimento de Habilidades RENEW](#). Lançou novos currículos e treinamentos práticos focados em operação, manutenção e integração à rede de tecnologia de energia eólica, com o objetivo de alcançar mais de 4.000 estudantes e técnicos atuantes até o final de 2027.

## Estratégias de requalificação, aprimoramento e treinamento especializado para reter e melhorar a força de trabalho qualificada no setor de energia.

Com muitos países em processo de mudança de sua matriz energética para combustíveis mais limpos, a requalificação e o aprimoramento profissional de trabalhadores em setores impactados representam uma ferramenta importante para ajudar a suprir a escassez de mão de obra qualificada, além de proporcionar transições de emprego de qualidade.

Muitos empregos no setor de energia fóssil, como petróleo e gás, tendem a ter salários mais altos. Os sindicatos têm enfatizado que garantir que os novos [empregos em energia limpa sejam dignos ajuda a assegurar a aceitação social](#), de trabalhadores e comunidades e [defenderam os trabalhadores afetados](#)

Serem requalificados para novos empregos locais com garantias de salários justos e bons contratos de trabalho.

A *Pesquisa de Emprego e Trabalho da AIE (Agência Internacional de Energia)* constatou que manter o emprego no setor de energia era uma das três principais prioridades para os trabalhadores de combustíveis fósseis ao considerarem a transição para um emprego em energia limpa, juntamente com remuneração justa e um ambiente de trabalho seguro. Tanto o setor de combustíveis fósseis quanto o de energia limpa exigem uma grande proporção de trabalhadores técnicos aplicados, o que possibilita a transferência de trabalhadores de ocupações em combustíveis fósseis para energia limpa com algum aprimoramento e requalificação profissional. Com treinamento direcionado, cerca de dois terços dos trabalhadores da cadeia de suprimentos de petróleo e gás possuem as habilidades básicas necessárias para migrar para outras áreas do setor de energia; o mesmo se aplica a cerca de metade dos trabalhadores ligados às cadeias de suprimentos de energia a partir de combustíveis fósseis. [Análises recentes](#) detalhadas Um estudo realizado no Reino Unido revelou que alguns setores têm requisitos de competências particularmente semelhantes, estimando-se que cerca de 90% dos trabalhadores do setor de petróleo e gás do Reino Unido possuam competências transferíveis para o setor de energias renováveis, como

A análise da transferibilidade de competências, utilizando dados de anúncios de emprego online e classificações internacionais de competências e ocupações, pode ajudar a identificar sobreposições, melhorar a transferibilidade dos trabalhadores e [acelerar o preenchimento de vagas](#).

Contudo, embora as ocupações possam exigir conjuntos de competências semelhantes, alguns desses trabalhadores serão mais impactados do que outros nas transições energéticas. Por exemplo, uma parcela menor de mineiros de carvão pode ser requalificada rapidamente, particularmente aqueles em mercados com altos níveis de informalidade. Os trabalhadores e as comunidades do setor de carvão, portanto, necessitam de apoio especializado para garantir uma transição justa e centrada nas pessoas. Uma análise mais detalhada das necessidades de mão de obra qualificada a curto, médio e longo prazo, em termos de ocupação e nível de competências, seria útil para compreender se é necessária requalificação adicional, em vez de apenas aprimoramento profissional.

Existem também treinamentos complementares para requalificar ou aprimorar as habilidades dos trabalhadores. Esses treinamentos podem ser de curta duração e direcionados a necessidades específicas de energia ou tecnologia, bem como a requisitos regulatórios. Geralmente, são ministrados por meio de cursos de certificação de curta duração ou treinamento em serviço, que levam à obtenção de licenças ou qualificações específicas. Por exemplo, essa abordagem é utilizada para que um eletricista possa trabalhar como técnico em energia solar ou soldador.

Para se especializar em soldagem submarina, treinamentos modulares, microcredenciais e instruções fornecidas pelo empregador também podem desempenhar um papel importante, capacitando os trabalhadores com o conhecimento específico do produto ou da marca necessário para instalar, manter, reparar ou dar assistência técnica a equipamentos específicos.

A intervenção precoce e as iniciativas que auxiliam os trabalhadores a se requalificarem em tempo hábil podem prevenir a perda de empregos e a redução dos salários.

Oferecer opções aos trabalhadores afetados antes do encerramento das fábricas, como aconteceu em [Portugal](#), Permite que os trabalhadores se preparem para movimentações internas, aprimorem ou requalifiquem suas habilidades para novas funções ou se aposentem antecipadamente.

O financiamento para transferências de emprego e opções de requalificação também pode aumentar a adesão à requalificação. Na Suécia, o Acordo de Apoio à Educação para a Transição prevê o direito à licença para formação com apoio financeiro para os trabalhadores afetados.

As plataformas online podem fornecer informações acessíveis sobre oportunidades de transição de carreira e opções de requalificação e aprimoramento profissional. Por exemplo, o Reino Unido lançou o seu [Passaporte de Competências Energéticas \(Energy Skills Passport\)](#). Uma plataforma online que visa auxiliar trabalhadores do setor de petróleo e gás na transição para o setor de energias renováveis. A plataforma oferece análise de mapeamento de competências para ajudar os usuários a entenderem a quais funções similares poderiam se candidatar em outros setores de energia, além de fornecer validação de certificações e desenvolvimento de carreira por meio de orientação personalizada para aprimoramento de habilidades ou certificações adicionais. Programas de desenvolvimento de habilidades personalizados também estão disponíveis . por meio do Fundo de Treinamento para a Transição do Setor de Petróleo e Gás.

O envolvimento de múltiplas partes interessadas também desempenha um papel fundamental na transição de trabalhadores do setor de combustíveis fósseis para outros setores energéticos. No Chile, ex-trabalhadores do carvão estão sendo requalificados. para construir linhas de transmissão, com a necessidade de cerca de 2.000 trabalhadores, em função da transição energética. A iniciativa conta com o apoio do Ministério da Energia, da Comissão Nacional de Competências e Certificação, de centros de formação técnica e

A Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), que está envolvida em projetos relacionados à transição energética em 60 países.

Os trabalhadores afetados pela eliminação gradual do carvão em Alberta, Canadá, recebem apoio do [Programa Provincial de Transição da Força de Trabalho do Carvão](#). com assistência financeira para recolocação profissional e educação fornecida por meio de um [Voucher de Transição para o Setor de Carvão e Eletricidade \(CETT\)](#).

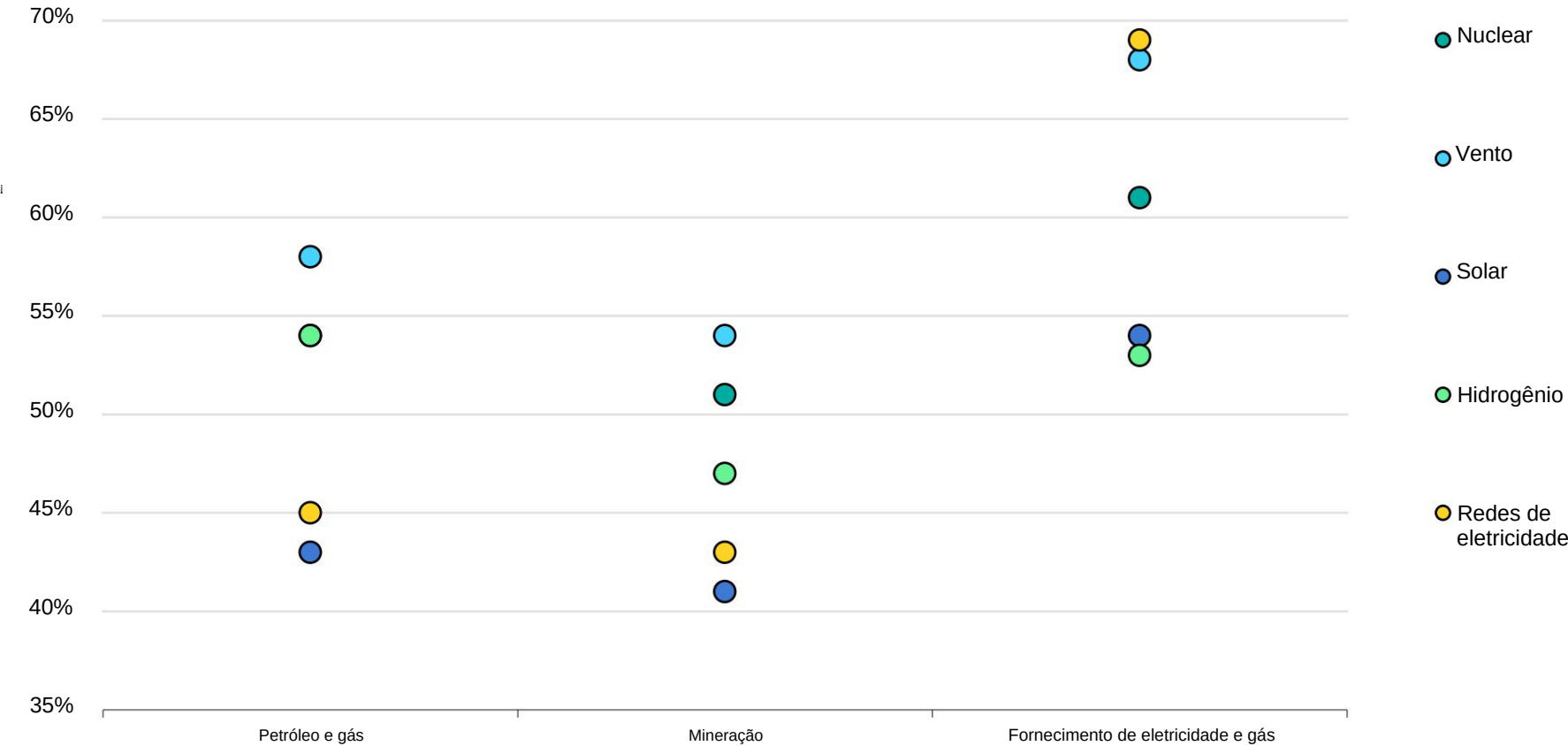
Serviços de transição para o emprego estão disponíveis no local de trabalho, com acesso a cursos de curta duração para o desenvolvimento de habilidades. Comitês de ajuste trabalhista, compostos por empregadores, trabalhadores e sindicatos, garantem a inclusão das partes interessadas no desenvolvimento de planos de transição para seus locais de trabalho e organizam treinamentos especializados, feiras de emprego e programas de busca de vagas regionais.

O compromisso com a requalificação e o apoio aos trabalhadores afetados foi um primeiro passo importante na [Estratégia de Transição Justa da Espanha](#) . Um acordo tripartite entre o governo, os empregadores e os sindicatos prevê medidas para a formação profissional e a criação de novos empregos para apoiar os trabalhadores.

A participação dos trabalhadores em um engajamento mais amplo com as partes interessadas nas transições energéticas também pode ser benéfica. Representantes dos funcionários fazem parte de conselhos nacionais que trabalham em transições justas, incluindo a [Comissão Escocesa para uma Transição Justa](#). [Comissão Presidencial do Clima da África do Sul](#) , e [a Autoridade para a Economia de Níveis Líquidos Zero da Austrália](#).

A transferência de competências entre os setores energéticos pode reduzir as necessidades de requalificação e reciclagem profissional.

Similaridade de competências entre os setores de combustíveis fósseis e de energias de baixa emissão no Reino Unido, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Reprodução dos [resultados da IEA](#) do Departamento de Segurança Energética e Net Zero do Reino Unido.

## Austrália: Requalificação de trabalhadores para suprir a escassez de competências e garantir uma transição justa.

Na Austrália, a requalificação dos trabalhadores afetados e a criação de novos empregos dignos têm sido fundamentais para obter a aceitação social da transição energética, com o apoio do envolvimento das partes interessadas tanto a nível local como nacional.

Compreender a transferibilidade de competências é um primeiro passo importante na requalificação de trabalhadores. A Iniciativa Australiana de Transição Energética Industrial constatou que cerca de 47% dos trabalhadores do setor de combustíveis fósseis podem ser [capazes de migrar para o setor de energias renováveis](#), mantendo o mesmo tipo de ocupação com o mínimo de requalificação. Estimou-se que outros 12% desses trabalhadores do setor de combustíveis fósseis seriam capazes de fazer a transição para Indústrias relacionadas à energia renovável, como a mineração.

Algumas ocupações serão mais fáceis de migrar do que outras. Notavelmente, existem diferenças significativas na transferência de habilidades de combustíveis fósseis para energia de baixa emissão, incluindo uma queda drástica na demanda por perfuradores, mineiros e operadores de explosivos (blasters) para 700 na geração de energia renovável, em comparação com os 17.200 trabalhadores que atuam atualmente em indústrias intensivas em carbono. Esses trabalhadores precisarão de requalificação completa para ingressar em outra ocupação no setor de energia de baixa emissão ou de outro tipo de apoio para fazer a transição para uma função semelhante em um setor não energético.

Os trabalhadores afetados podem conseguir fazer a transição para a cadeia de fornecimento de energia de baixa emissão ou para a produção de energia limpa, mantendo a mesma ocupação, nível de qualificação e salário. O envolvimento de múltiplas partes interessadas e a colaboração política em questões de energia, indústria, educação e mercado de trabalho podem ajudar os trabalhadores e as comunidades a garantir novos empregos com apoio à requalificação profissional.

Em Collie, Austrália Ocidental, cerca de 20% da população local trabalha na indústria do carvão e em suas cadeias de suprimentos. Planos de transição justa foram desenvolvidos com as partes interessadas em resposta ao fechamento das usinas termelétricas a carvão estatais previsto para 2029, com medidas para requalificação profissional e criação de novos empregos por meio do [Pacote de Transição de Collie](#), e o [Fundo de Transição Industrial de Collie](#) (AUD 700 milhões [dólares australianos]).

Para auxiliar nos esforços de requalificação profissional, novos apoios governamentais específicos estão disponíveis para trabalhadores e empregadores afetados, incluindo o [Plano de Empregos do Setor de Energia](#), que proporciona acesso a requalificação profissional e ajuda para os trabalhadores afetados encontrarem novos empregos. A possibilidade de adotar [Planos Regionais de Desenvolvimento da Força de Trabalho](#). Oferece um apoio mais amplo e é desenvolvido com as principais partes interessadas, incluindo empregadores, sindicatos e representantes da comunidade.



## Atrair jovens e grupos sub-representados com formação especializada e acessível pode aumentar significativamente a força de trabalho no setor energético.

A força de trabalho do setor energético pode se beneficiar de esforços dedicados para atrair trabalhadores de grupos demográficos atualmente sub-representados.

Esforços direcionados podem ajudar a atrair mais jovens trabalhadores, mulheres e outros grupos sub-representados para percursos de formação acessíveis.

Jovens qualificados são essenciais para garantir a segurança energética futura em todas as partes do mundo, mas o nível de graduados em educação e formação profissional varia de região para região. A cada ano, cerca de 7% da população jovem (entre 20 e 29 anos) conclui o ensino profissional na União Europeia, cerca de 5% no Japão e na Coreia do Sul, e aproximadamente 2,5% nos países emergentes e em desenvolvimento em geral. A China se destaca entre as economias emergentes, com cerca de 5%. Alguns setores exigem atenção urgente, como o mercado europeu de eletricidade, com [mais de um terço dos trabalhadores](#) Para jovens de [50 a 74 anos](#). A Rede Europeia de Energia para a Juventude está em processo de lançamento do [Guia de Carreiras para a Transição Energética](#). Ajudar os [jovens a compreender as diferentes opções de](#) educação e carreira na área de energia.

[Juventude pela Energia no Sudeste Asiático](#) Também defende que os legisladores invistam em educação e capacitação para a força de trabalho do futuro.

Programas específicos de divulgação estão ajudando a incentivar os jovens a ingressarem no setor de energia. Na Etiópia, Quênia e Uganda, o treinamento em projeto, instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos, aliado a programas de mentoria, está [ajudando a orientar os jovens](#), por meio de suas [carreiras no setor de energia](#). Em [Mianmar](#), Mais de 500 jovens foram treinados em [2024 e 2025](#) em projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos.

manutenção, bem como habilidades interpessoais para o mercado de trabalho, resultando em 68% dos graduados sendo contratados pelo setor em até três meses após a formatura.

### [Programa de Educação e Empreendedorismo para Jovens](#) da Schneider Electric

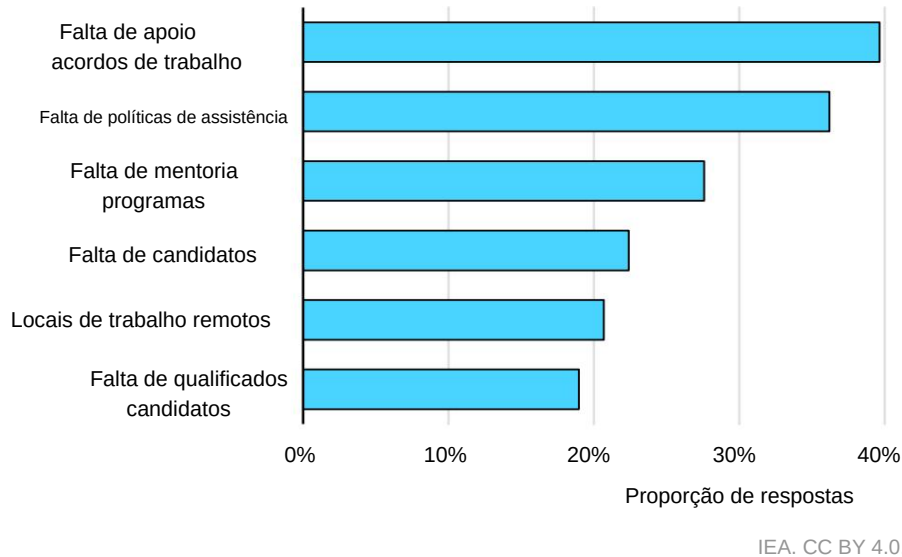
A iniciativa alcançou mais de 763 mil jovens, 10 mil formadores e empreendedores em 60 países, com o objetivo de envolver os jovens na gestão de energia. Além disso, a sua iniciativa Novas Competências para o Futuro oferece programas de mentoria, com foco especial em

Jovens vulneráveis incluídos, como aqueles que estão deslocados ou que não estão empregados, estudando ou em formação (NEET). [Empregos Verdes para Jovens no Canadá](#) Oferece treinamento e estágios remunerados para cidadãos canadenses, residentes permanentes e refugiados.

Jovens desfavorecidos que foram deslocados devido à guerra e a conflitos também se beneficiaram de iniciativas de treinamento específicas. Isso é especialmente importante, pois muitos desses jovens tiveram sua educação interrompida. O Projeto de Reassentamento da Organização Internacional para as Migrações (OIM) capacitou 30 jovens (15 homens e 15 mulheres) após seu retorno ao Sudão do Sul. Os alunos receberam [treinamento](#) em instalação, reparação e manutenção de sistemas solares e realizaram estágios [remunerados](#). No Líbano, a OIT, em parceria com a Fundação Safadi, oferece [formação remunerada em energia solar no local de trabalho](#). Mais de 80 jovens concluíram o treinamento, [incluindo refugiados libaneses e sírios](#).

As barreiras relacionadas ao gênero continuam a limitar a participação das mulheres em programas de treinamento no setor de energia. Como indica a *Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA* (*Agência Internacional de Energia*), os desafios mais frequentemente citados são a falta de flexibilidade no horário de trabalho, políticas insuficientes de assistência infantil e acesso limitado a programas de mentoria. Essas barreiras estruturais superam a questão do número de candidatas, sugerindo que muitas mulheres qualificadas são desencorajadas a ingressar no mercado de trabalho do setor de energia devido à insuficiência de sistemas de apoio. Abordar essas restrições por meio de serviços de apoio, políticas coesas e ações de divulgação direcionadas é fundamental para aproveitar o talento sub-representado.

### Razões para a sub-representação das mulheres relatadas por provedores de treinamento e educação, 2025



Fonte: *Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA*, 2025.

Programa de Assistência à Gestão do Setor de Energia do Banco Mundial (ESMAP) oferece um programa de emprego para mulheres no setor de energia e serviços públicos. Iniciativa do conjunto de ferramentas que oferece [aconselhamento e recursos](#) sobre como reforçar emprego feminino, incluindo a superação de barreiras.

No Paquistão, a Autoridade de Desenvolvimento de Água e Energia tem feito esforços significativos para [criar ambientes de trabalho inclusivos para as mulheres](#). A criação de creches no local de trabalho, a oferta de [serviços de](#) transporte seguros para as trabalhadoras e seus filhos e a licença-maternidade remunerada levaram a um aumento da representação feminina de 8,1% em 2010 para 15,8% em 2023, com taxas de retenção excepcionalmente altas.

No Uganda, um [programa piloto](#) Liderada pela GIZ em colaboração com a Direção de Formação Industrial (DIT), a iniciativa amplia o acesso das mulheres ao emprego no setor de energia por meio de percursos flexíveis de certificação. O programa apoia o reconhecimento de competências adquiridas anteriormente de forma informal, facilitando o acesso das mulheres a empregos no setor energético.

## Políticas direcionadas podem proporcionar oportunidades de emprego dignas para as comunidades locais, incluindo Povos Indígenas

Os povos indígenas estão amplamente sub-representados no setor energético.

Diversos novos projetos de energia serão construídos em terras indígenas, e importantes discussões estão sendo realizadas sobre o uso da terra e os benefícios econômicos, incluindo a geração de empregos locais. O treinamento de trabalhadores indígenas permitirá que eles desempenhem um papel mais importante nesses empreendimentos.

Na Austrália, cerca de 50% da infraestrutura energética de baixas emissões prevista estará localizada em terras das Primeiras Nações, o que criará milhares de empregos. A [participação](#) A participação de pessoas das Primeiras Nações no setor de energia cresceu nos últimos 15 anos, o que proporciona maiores taxas de [emprego em tempo integral e melhores salários](#). em comparação com outros setores. A Rede de Energia Limpa das Primeiras Nações publicou recentemente o relatório " [Energizando Empregos das Primeiras Nações em Energia Limpa](#)". O relatório apresenta um plano estratégico de 12 pontos que inclui iniciativas como programas coordenados de aprendizagem para técnicos de parques eólicos, metas de treinamento e emprego para projetos de energia renovável em larga escala e a integração do treinamento em programas como a reforma de moradias das Primeiras Nações.

A importância do reconhecimento dos direitos dos povos indígenas na transição energética, incluindo [a partilha de benefícios](#), foram criados na Malásia.

A CREATE Borneo, com o apoio de financiadores internacionais, incluindo a National Geographic, está trabalhando com povos indígenas no desenvolvimento de microrredes hidrelétricas e solares de propriedade da comunidade.

Como parte deste projeto, [haverá educação e treinamento em nível comunitário](#). Também são disponibilizados recursos para permitir que as populações locais fabriquem, operem e façam a manutenção dos sistemas de energia.

No Canadá, cerca de 6% da força de trabalho do setor energético [se identifica como indígena](#). [comparável ao](#) setor industrial em geral. Em 2022, cerca de 15.800 indígenas estavam diretamente empregados no setor de energia, com aproximadamente 10.800 trabalhando na indústria de petróleo e gás. Consequentemente, espera-se que a transição para energias de baixa emissão afete desproporcionalmente os trabalhadores indígenas.

[Lei de Empregos Sustentáveis do Canadá](#) Visa acelerar o apoio aos trabalhadores e comunidades impactados pela transição energética e destaca a necessidade de abordar barreiras específicas e criar oportunidades de emprego para os povos indígenas. Iniciativas adicionais incluem o [Programa de Subvenções para Casas Mais Sustentáveis do Canadá](#). Proporciona oportunidades para [treinar e recrutar consultores indígenas de energia](#) e aumentar sua participação na força de trabalho do setor energético.

## Mapeamento da força de trabalho e planejamento de longo prazo para garantir uma força de trabalho qualificada para o futuro.

O mapeamento da força de trabalho é uma etapa inicial crucial para compreender a atual e futura escassez de mão de obra qualificada no setor de energia. Um processo de planejamento multissetorial para atender às necessidades de educação e treinamento ajuda a alinhar o desenvolvimento da força de trabalho com a crescente demanda por trabalhadores qualificados no setor de energia. Abordagens de planejamento holísticas bem-sucedidas geralmente envolvem participantes de diversos setores, como governo, educação, indústria e trabalhadores, o que, em conjunto, possibilita melhores resultados por meio de currículos desenvolvidos em conjunto, programas de certificação, estágios, treinamentos e instalações educacionais com apoio da indústria, entre outras iniciativas compartilhadas descritas neste capítulo.

O desenvolvimento de dados consistentes e confiáveis sobre a força de trabalho existente e as tendências educacionais é fundamental para o processo de planejamento. Em um [workshop recente da IEA](#), Sobre o futuro das competências na área de energia, especialistas destacaram que um dos principais desafios do planejamento da força de trabalho é a falta de dados desagregados sobre competências e ocupações específicas, bem como as variações na qualidade dos dados entre os diferentes setores de energia. Envolver um conjunto robusto de partes interessadas para fornecer dados granulares mais abrangentes tornaria [o planejamento da força de trabalho mais preciso](#).

O investimento governamental na coleta de dados e na manutenção de bancos de dados ajudaria significativamente a aprimorar o mapeamento da força de trabalho. Por exemplo, a contribuição e a colaboração de importantes partes interessadas nos Estados Unidos levaram a informações mais precisas sobre empregos no setor de energia em nível regional e nacional. O Relatório de Energia e Emprego dos EUA ([USEER](#)) [Os trabalhadores se beneficiam da coleta adicional de informações por meio de pesquisas, que fornecem dados detalhados sobre o perfil demográfico e as ocupações deles.](#)

As abordagens multissetoriais oferecem uma estrutura ampla para iniciativas de formação, com os conselhos nacionais de competências e os parceiros sociais desempenhando um papel importante. Vários países já possuem programas nacionais de competências implementados, que podem servir de roteiro para outros no desenvolvimento e aprimoramento de iniciativas de formação.

Na África do Sul, é necessário um mapeamento abrangente das competências essenciais [para a cadeia de valor das energias renováveis, hidrogênio](#) e o [mercado de energia em geral](#). [Está ajudando](#) a orientar a implementação do treinamento e a formar parcerias entre educadores, governo e indústria. Cooperação internacional no planejamento da força de trabalho nas Filipinas, com o apoio dos [Estados Unidos](#) e [Dinamarca](#), ajudou a identificar [habilidades e competências a serem desenvolvidas](#) em seu crescente setor de energia eólica offshore.

Na Austrália, a [Powering Skills Organisation \(Organização para o Desenvolvimento de Competências\)](#) [coleta e publica](#) informações detalhadas sobre o emprego e a formação atuais e previstos no setor energético. Reunindo diversas partes interessadas, as informações são utilizadas para realizar o planejamento da força de trabalho, desenvolver produtos de aprendizagem relevantes e garantir que as opções de formação atuais sejam adequadas à finalidade.

Na Coreia, foram criados Conselhos de Competências Industriais específicos para o setor energético, com o objetivo de desenvolver e gerir as competências da força de trabalho na área da energia, impulsionadas pela indústria.

Na Europa, a colaboração transnacional entre as partes interessadas levou à formação de [uma parceria em larga escala](#) entre a indústria, os sindicatos e as instituições de [ensino em energias renováveis offshore](#), para fornecer orientação e apoio à qualificação de entre 20 000 e 54 000 novos trabalhadores.

O fortalecimento da colaboração entre provedores de treinamento e a indústria também é importante porque muitos programas carecem de contribuições estruturadas dos empregadores, o que pode resultar em descompassos entre o conteúdo ensinado e as competências exigidas no local de trabalho. Um maior envolvimento dos atores da indústria no desenvolvimento curricular, na aplicação do treinamento prático, nos programas de aprendizagem e nos processos de certificação pode ajudar a garantir que os graduados concluam seus cursos com o conhecimento aplicado e as habilidades técnicas necessárias. De acordo com a *Pesquisa de Emprego na Indústria da IEA (Agência Internacional de Educação)*, muitas empresas estão envolvidas no desenvolvimento da força de trabalho e financiam novos programas de treinamento. No entanto, menos de 25% dos entrevistados se envolvem ativamente com instituições de ensino. Exemplos de envolvimento da indústria com educadores incluem o sistema de formação profissional dual da Alemanha , que combina educação em sala de aula com estágios de aprendizagem, a força-tarefa europeia "Competências para a Energia Solar" , Conectando a indústria com provedores de treinamento e a indústria do Vietnã.

Conselho Consultivo para Energias Renováveis, que trabalha para coordenar o treinamento profissional e educacional com a indústria eólica e solar.

## Criar empregos decentes é um incentivo fundamental para que as pessoas entrem no mercado de trabalho.

Garantir que os empregos no setor energético sejam empregos decentes pode ajudar a superar a atual escassez de mão de obra qualificada, mas muitas ocupações em empregos verdes de baixa qualificação (incluindo em setores de energia de baixa emissão) geralmente têm pior qualidade de trabalho do que funções comparáveis em outros setores, de acordo com [análises da OCDE](#). Isso foi corroborado pela *Pesquisa de Emprego e Trabalho da AIE (Agência Internacional de Energia)*, na qual apenas 35% dos entrevistados classificaram os empregos em energia limpa como empregos de qualidade, com boas condições de trabalho e boa remuneração, sugerindo que os empregos no setor precisam ser aprimorados para se tornarem mais atrativos.

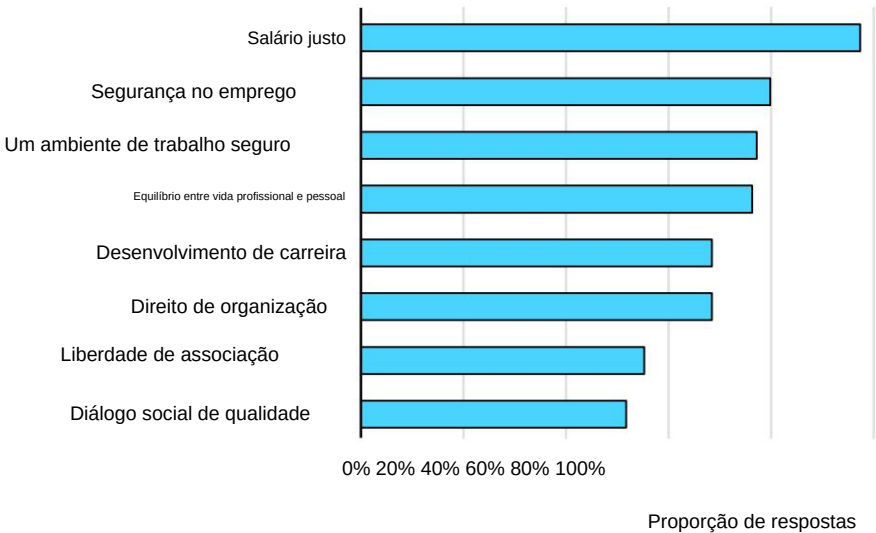
A OIT descreve [o trabalho decente](#), como emprego que proporciona uma renda justa, com segurança no emprego e proteção social, igualdade de oportunidades para homens e mulheres e liberdade para os trabalhadores expressarem suas preocupações, se organizarem e participarem das decisões que afetam seu trabalho. A *Pesquisa de Emprego e Trabalho do IEA* identificou os três principais requisitos para um trabalho decente como remuneração justa (90%), segurança no emprego (73%) e ambiente de trabalho seguro (71%).

Os desafios relacionados à localização do emprego devem ser considerados nas estratégias de transição justa, visto que muitos trabalhadores desejam permanecer no mesmo local. Os esforços para criar novos empregos equivalentes na mesma área devem ser priorizados e são importantes para a economia local. Quando os trabalhadores precisam se mudar, pode ser necessário auxílio adicional, como apoio à realocação. Os salários são um parâmetro importante para os trabalhadores avaliarem a atratividade dos empregos no setor de energia.

A *Pesquisa de Emprego e Trabalho da AIE (Agência Internacional de Energia)* revelou que 66% acreditam que garantir que os empregos no setor de energia paguem melhor do que a média nacional poderia...

ajudar a atrair mais trabalhadores para o setor. Isso se refletiu na *Pesquisa de Emprego da IEA sobre a Indústria*, que constatou que 40% dos entrevistados aumentaram os salários para lidar com as dificuldades de contratação. Os salários foram o critério mais importante para um emprego decente, com 90% dos entrevistados na *Pesquisa de Emprego da IEA* afirmando que uma remuneração justa era essencial para que um emprego fosse considerado decente.

Percentual de trabalhadores do setor energético e representantes dos trabalhadores que relatam condições de trabalho decentes, 2025



IEA. CC BY 4.0.

Fonte: *Pesquisa de Emprego e Trabalho da AIE, 2025*.

Uma análise da AIE (Agência Internacional de Energia) constatou que os salários continuam sendo mais altos no setor de petróleo e gás, seguido pelo setor nuclear. O setor de petróleo e gás também

O setor de energias com baixas emissões continua apresentando as maiores discrepâncias salariais entre trabalhadores com diferentes níveis de qualificação. Os salários em setores de energia com baixas emissões, como energia solar e eólica, tendem a ser mais altos do que no setor de carvão. Nesses setores, os salários em empregos relacionados à energia eólica tendem a ser mais altos do que em empregos relacionados à energia solar.

Os elevados níveis de trabalho informal também podem agravar a escassez de mão de obra e de competências, além de criar dificuldades adicionais no mapeamento da força de trabalho e no planejamento de habilidades devido à falta de informações sobre os funcionários e seus níveis de qualificação, incluindo formação e qualificações formais.

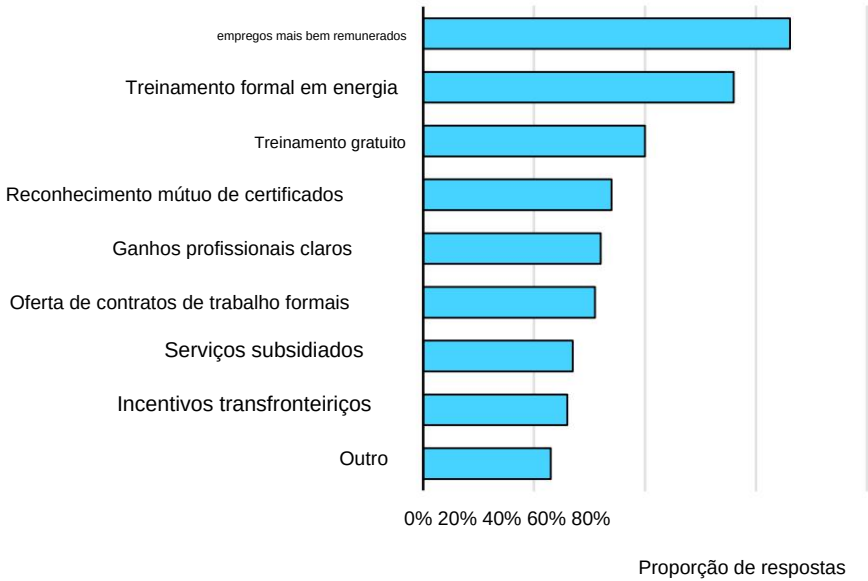
Os níveis de trabalho informal são particularmente elevados em alguns países emergentes e em desenvolvimento, chegando a mais de 80%. Na Indonésia e na Índia, em comparação com 4% na maioria das economias avançadas. O trabalho informal inclui todo trabalho remunerado.

que não é registrado, regulamentado ou protegido por estruturas legais ou regulamentares existentes, bem como trabalho não remunerado realizado em uma empresa geradora de renda. Mesmo em um setor amplo como o de energia, o trabalho informal sem contratos de trabalho formais ou proteção social existe na cadeia de suprimentos. Embora alguns países relatem níveis de informalidade mais baixos na mineração e no fornecimento de eletricidade do que na construção civil e no transporte, ela permanece persistentemente alta em diversos países emergentes e em desenvolvimento.

Medidas políticas poderiam ajudar a combater o trabalho informal em larga escala, o que, por sua vez, poderia garantir segurança no emprego, empregos decentes e boas condições de trabalho. A transição de trabalhadores do setor de energia do emprego informal para o formal também poderia ajudar a monitorar melhor as necessidades de mão de obra e de habilidades, além de garantir a existência de oportunidades de aprimoramento e requalificação profissional. Da mesma forma, os governos se beneficiariam com a receita adicional.

O que poderia ser destinado a fornecer proteção social, incluindo assistência médica para os trabalhadores.

Soluções identificadas por instituições de ensino e formação para atrair trabalhadores qualificados para o setor energético, 2025



IEA. CC BY 4.0

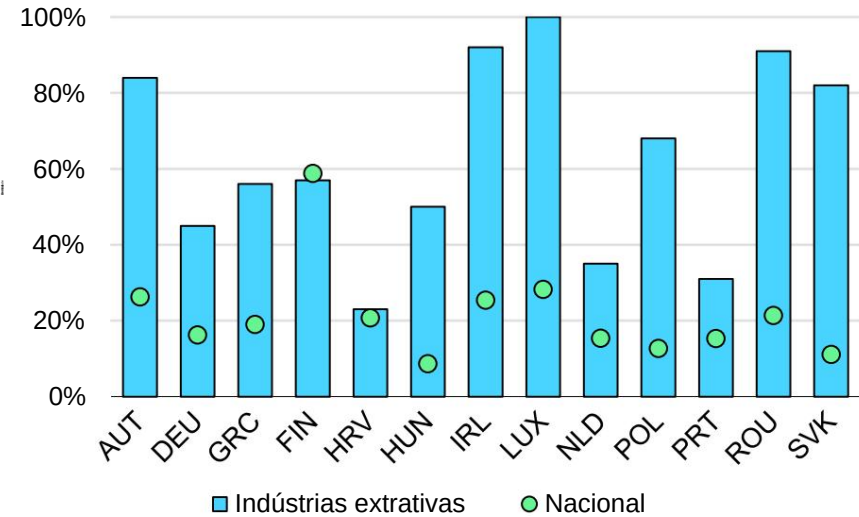
Fonte: Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA, 2025.

Treinamentos direcionados a trabalhadores informais também podem ajudar a melhorar a vida desses trabalhadores. Na Índia, a colaboração entre o Conselho Setorial para Empregos Verdes, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a ReNeW Power e a Associação de Mulheres Autônomas (SEWA) resultou na conclusão de treinamentos gratuitos para quase 600 mulheres em instalação, reparo e manutenção de sistemas solares, além de manuseio e reparo de bombas solares. O treinamento tem abrangência nacional.

Certificações reconhecidas, com participantes relatando melhorias nas oportunidades de emprego, salários, qualidade do trabalho e segurança social.

A iniciativa [visa capacitar até 1.000 mulheres](#). Trabalhando no setor informal de extração de salinas, onde a remuneração é baixa.

### Percentagem de trabalhadores sindicalizados nas indústrias extrativas em países selecionados da União Europeia.



IEA. CC BY 4.0

Nota: 'Indústrias extrativas' incluem a mineração de carvão mineral, linhita, minério de ferro, metais não ferrosos e outras atividades de mineração relevantes. Os valores representam a densidade sindical nas indústrias extrativas e a média nacional de sindicalização em países selecionados da UE: Áustria, Alemanha, Grécia, Finlândia, Croácia, Hungria, Irlanda, Luxemburgo, Países Baixos, Polónia, Portugal, Romênia e Eslováquia.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da ILOSTAT e da Eurofound.

As taxas de sindicalização não são as mesmas em todos os setores de energia. Isso pode ser observado no setor de indústrias extrativas da União Europeia, onde a densidade sindical tende a ser maior do que a média nacional, o que reflete as taxas de sindicalização predominantes no setor de carvão.

Esses trabalhadores que se transferem para novos setores geralmente esperam que os empregos futuros ofereçam remuneração e qualidade de trabalho semelhantes, além de promover o diálogo social de maneira comparável.

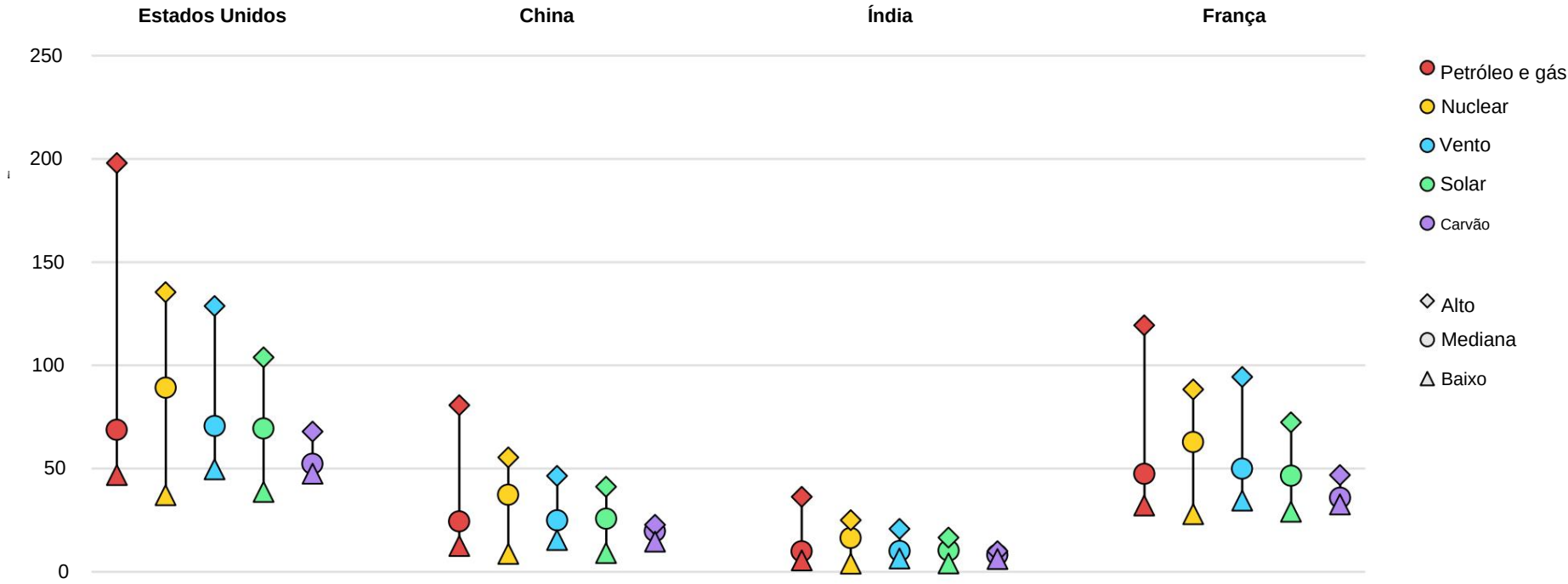
Muitas indústrias mais recentes, como a de energia solar fotovoltaica e a de baterias, [apresentam níveis mais baixos de sindicalização](#), devido a uma série de fatores. A sindicalização pode ser Embora seja um importante meio para pressionar por salários mais altos e melhor qualidade de emprego, trabalhadores não sindicalizados ainda podem obter bons salários, especialmente em contextos onde há alta concorrência por um número limitado de trabalhadores qualificados.

<sup>2</sup> Diálogo social: Todas as formas de negociação, consulta e troca de informações entre representantes de governos, empregadores e trabalhadores.



Os salários no setor de petróleo e gás continuam sendo os mais altos, seguidos pelos setores de energia nuclear e eólica.

Faixas salariais anuais medianas por subsetor de energia e país, 2025



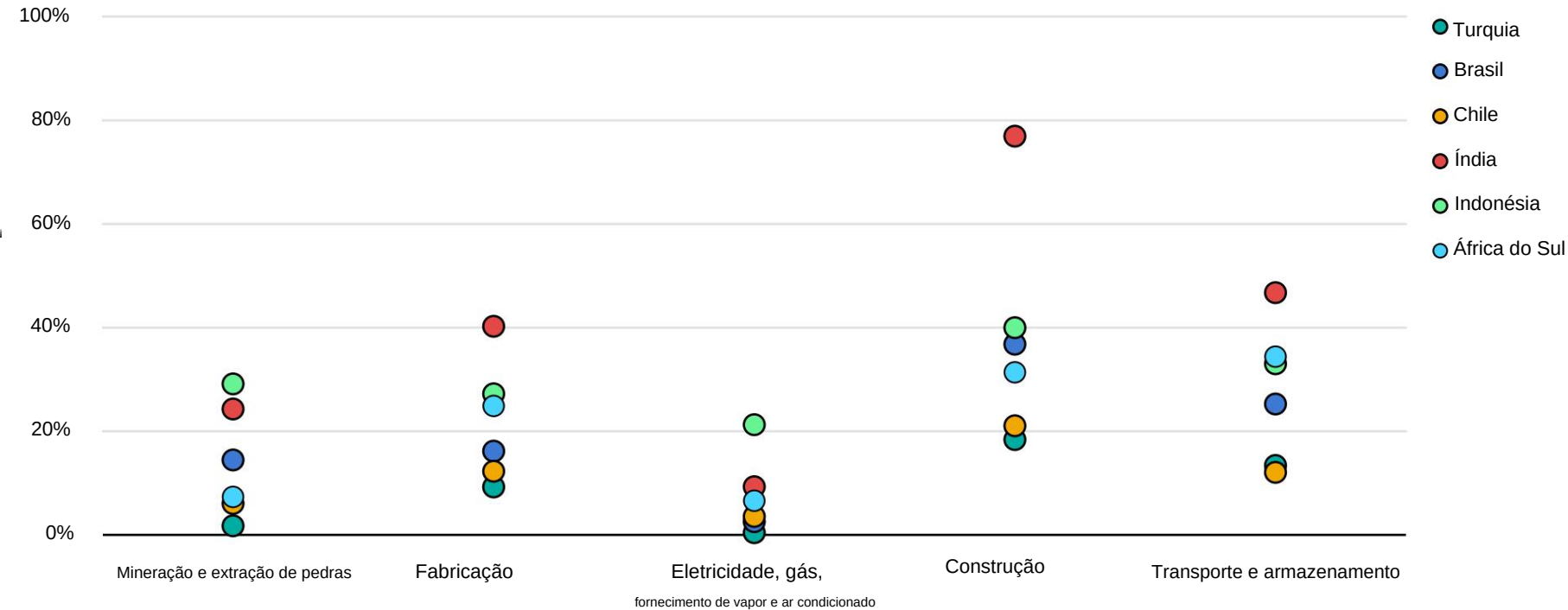
IEA. CC BY 4.0.

Nota: Todos os dados apresentados referem-se a salários brutos, com uma faixa de valores para a mediana salarial das ocupações mais bem remuneradas ("alta"), das menos remuneradas ("baixa") e da mediana salarial para cargos não executivos em um determinado setor. Por exemplo, na indústria de petróleo e gás dos Estados Unidos, o ponto mais alto representa a mediana salarial de um supervisor de serviços de poços e o ponto mais baixo representa a mediana salarial de um operário de campo petrolífero.

Fonte: Análise da AIE com base em dados do Instituto de Pesquisa Econômica (ERI).

O trabalho informal é mais frequente em países de baixa renda, embora seja menor nos setores de mineração e energia do que em outros setores.

Taxa de emprego informal por atividade econômica em países selecionados, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: AC = ar condicionado. Todos os valores são de 2024, exceto para a Indonésia (2023).  
Fonte: Estimativas da AIE com base em dados da OIT.

## O diálogo social está ajudando a definir o que constitui uma transição energética justa em todo o mundo.

O diálogo social é a negociação, consulta e troca de informações entre representantes de governos, empregadores e trabalhadores. Nesse contexto, as partes negociam acordos sobre temas importantes como remuneração, jornada de trabalho e outras condições de trabalho. A OCDE constatou que o trabalho decente é fundamental para o bem-estar da população.

Requisitos como o diálogo social e a negociação coletiva<sup>3</sup> podem ter um [impacto positivo](#) . influencia [as condições de trabalho](#) e pode melhorar a atratividade de um emprego.

O diálogo social e a participação das partes interessadas foram um dos [Princípios para Transições Energéticas Justas e Inclusivas](#), adotada pelo G20 em 2024. A importância do diálogo social também é destacada nas [Diretrizes da OIT para uma Transição Justa](#), e o recente [documento do Conselho Trabalhista de Energia Limpa da AIE \(2025\)](#).

---

A participação dos trabalhadores, inclusive por meio de um diálogo social eficaz, permite que os trabalhadores afetados participem das discussões sobre seus futuros e proporciona um processo formal para o planejamento e a implementação das transições energéticas. Informação e consulta são fundamentais para o diálogo social e são uma [prioridade para os sindicatos](#), para garantir [uma transição justa](#). No entanto, o nível e a qualidade do diálogo social sobre o tema da transição justa são [desiguais](#).

---

O diálogo social tripartite tem sido usado com sucesso para garantir uma transição energética justa e inclusiva em diversos países. No [Chile](#), O diálogo social tripartite [entre o governo, os empregadores e os sindicatos](#) que representam os trabalhadores em toda a cadeia de abastecimento sobre a eliminação gradual do carvão levou a transições de emprego bem-sucedidas para os trabalhadores, com apoio público para a formação. O diálogo social tripartite também levou à [Estratégia Espanhola para uma Transição Justa](#), o que resultou [na diversificação econômica com](#) novos projetos e criação de empregos nas regiões impactadas. O novo [Conselho de Parceria para Empregos Sustentáveis](#) do Canadá Tem como objetivo [garantir que todas as principais partes interessadas](#) sejam ouvidas nas discussões sobre a criação de empregos sustentáveis. Esse diálogo social tripartite, estabelecido pela Lei Canadense de Empregos Sustentáveis, assegura a inclusão das partes interessadas e a coordenação das atividades e medidas políticas.

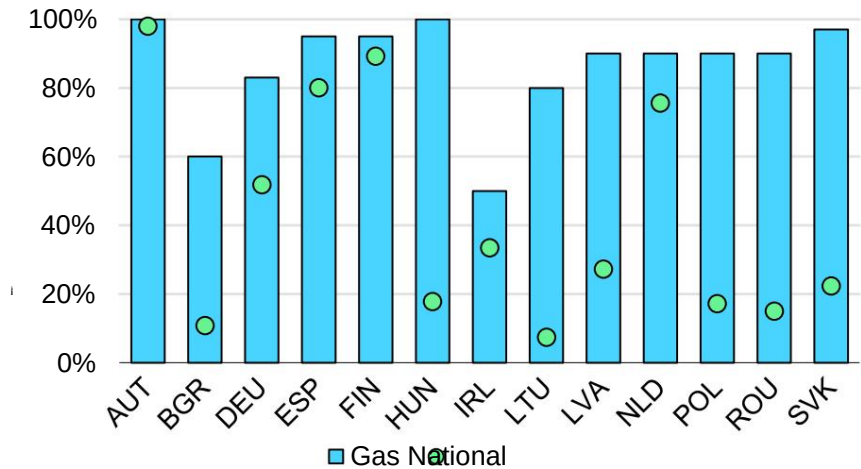
O diálogo social proporciona uma plataforma para a negociação coletiva – o processo pelo qual empregadores e trabalhadores, através de suas respectivas organizações e sindicatos, negociam níveis salariais, condições de trabalho e outras questões relacionadas ao trabalho – e também melhora os resultados para os trabalhadores. No entanto, a abrangência, o nível e o escopo da negociação coletiva variam de país para país, dependendo das leis e práticas. A negociação coletiva tem sido utilizada como ferramenta para preparar empresas e trabalhadores para as transições e acordos energéticos, incluindo a requalificação profissional.

---

<sup>3</sup> Negociação coletiva: Negociações entre empregadores e sindicatos com o objetivo de alcançar um acordo coletivo.

e capacitação e auxílio aos trabalhadores, bem como aposentadoria antecipada com apoio financeiro adicional.

Percentagem de trabalhadores abrangidos por um acordo de negociação coletiva no setor do gás em países seleccionados da União Europeia.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: Os valores representam a abrangência da negociação coletiva no setor de gás e a média nacional da abrangência da negociação coletiva em alguns países da UE: Áustria, Bulgária, Alemanha, Espanha, Finlândia, Hungria, Irlanda, Lituânia, Luxemburgo, Letônia, Países Baixos, Polónia, Romênia e Eslováquia.

Fonte: Análise da AIE com base em dados da ILOSTAT e da Eurofound.

Na Itália, um novo [acordo setorial](#). Abrangendo cerca de 40.000 trabalhadores do setor energético, o acordo inclui aumento salarial, melhorias nas condições de trabalho e foco na gestão da transição energética, com maior participação dos trabalhadores na criação de um manual de treinamento para certificar suas habilidades, o que pode auxiliar na transição para outros empregos no setor energético. As federações sindicais globais também podem assinar acordos voluntários em nível internacional, como o [Acordo-Quadro Global](#).

entre a empresa de energia EDF e a IndustriALL Global Union.

Este acordo baseia-se em princípios comuns, como um quadro de transição justa reforçado, com maior atenção à proteção e formação dos trabalhadores.

No setor de gás, a cobertura em muitos países da UE continua superior à média nacional. No entanto, [as evidências](#) Isso sugere que os trabalhadores do setor de energia de baixa emissão não estão tão bem representados nas negociações coletivas quanto aqueles que atuam em atividades de alta emissão. Medidas para promover um diálogo social de qualidade e a negociação coletiva podem ajudar a tornar os empregos no setor de energia mais atrativos para os trabalhadores durante as transições energéticas, de forma justa e inclusiva.

---

# Capítulo 4. Abastecimento de combustível, setor elétrico e usos finais.

---

Abastecimento de combustível e minerais críticos

Abastecimento de combustível e emprego em minerais críticos por região e setor, 2024 (milhares de trabalhadores)

|                                           | Norte América | Central e Sul América | Europa | África | China | Índia | Outros países da Ásia Pacífico | Meio Leste | Eurásia | Global |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|--------------------------------|------------|---------|--------|
| Abastecimento: Carvão                     | 100           | <50                   | 100    | 200    | 2 800 | 1 500 | 1.000                          | <50        | 300     | 6 100  |
| Abastecimento: Óleo                       | 1 100         | 900                   | 400    | 1.000  | 1 100 | 600   | 600                            | 2.000      | 800     | 8.500  |
| Abastecimento: Gás                        | 600           | 200                   | 200    | 400    | 400   | 200   | 600                            | 800        | 500     | 3 900  |
| Fornecimento: Bioenergia                  | 100           | 500                   | 200    | 400    | 200   | 400   | 300                            | <50        | <50     | 2 200  |
| Abastecimento: Outros combustíveis limpos | <50           | <50                   | <50    | <50    | <50   | <50   | <50                            | <50        | <50     | 100    |
| Minerais críticos                         | <50           | 100                   | <50    | 400    | <50   | <50   | 100                            | <50        | <50     | 800    |
| Oferta: Total                             | 2.000         | 1 800                 | 1.000  | 2.500  | 4.500 | 2.700 | 2.500                          | 2 800      | 1 700   | 21 600 |

Nota: 'Outros combustíveis limpos' inclui o fornecimento de energia nuclear e hidrogênio.

### O emprego no setor de fornecimento de petróleo e gás expandiu-se globalmente, impulsionado pelo desenvolvimento de projetos de GNL (Gás Natural Liquefeito).

A produção e distribuição de petróleo e gás empregaram 12,4 milhões de pessoas em 2024, um aumento de 210 mil em relação ao ano anterior. Apesar desse crescimento de 2%, os empregos no setor de petróleo e gás ainda não retornaram aos níveis pré-Covid-19, refletindo uma lenta recuperação desde as demissões do início da pandemia. Cerca de dois terços desses trabalhadores estavam empregados no fornecimento de petróleo, e o restante em atividades relacionadas ao gás natural. O fornecimento de petróleo e gás adicionou 142 mil e 73 mil empregos, respectivamente. O emprego no fornecimento de gás natural, que não inclui trabalhadores da geração de energia ou do varejo, foi impulsionado por novas instalações de gás natural liquefeito (GNL) e pela fabricação associada de equipamentos relacionados. Os empregos no setor de petróleo e gás diminuíram ligeiramente nas economias avançadas, com o crescimento agora concentrado quase exclusivamente em mercados emergentes e economias em desenvolvimento (MEEDs). Notavelmente,

As economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) fora da China criaram mais de 260 mil empregos em 2024, um aumento de 3% em relação ao ano anterior.

A maior parte dos novos empregos no setor de petróleo e gás está ligada ao desenvolvimento de poços e infraestrutura de apoio, tanto para a exploração de novos campos quanto para a manutenção da produção dos ativos existentes. Aproximadamente um terço da força de trabalho estava envolvida no desenvolvimento de novos projetos.

Capacidade de produção, incluindo perfuração, instalação de infraestrutura e montagem mecânica.

Os ganhos de emprego gerados por novos projetos ficaram dispersos pelo mundo, com altas taxas de crescimento no Sudeste Asiático e na África.

Entre os principais projetos lançados em 2024, destaca-se o projeto integrado de gasoduto e campo de gás Block BO Mon, no [Vietnã](#). Com capacidade [de produção](#) de 490 milhões de pés cúbicos por dia (Mcf/d), Uganda possui um enorme complexo industrial.

O desenvolvimento da produção de petróleo em Tilenga e o projeto do Oleoduto de Petróleo Bruto da África Oriental (EACOP) ao redor do Lago Albert estão gerando uma receita estimada em [22.000 toneladas](#). gerará empregos locais diretos durante a fase de construção.

O Oriente Médio continua sendo o centro do emprego no setor de petróleo e gás, representando mais de um quinto da força de trabalho global do setor.

Os empregos no setor de petróleo e gás representam dois terços do emprego total no setor de energia no Oriente Médio – em comparação com uma média global de apenas 16% – e destacam o papel dominante do setor na economia e no mercado de trabalho da região. Em 2024, as empresas do Oriente Médio aumentaram seus investimentos de capital em fornecimento de petróleo e gás em 10%, criando cerca de 83.000 novos empregos. Os países da região investiram fortemente no desenvolvimento de sua força de trabalho nacional no setor de petróleo e gás, criando programas educacionais internamente após décadas enviando estudantes para o exterior para obter diplomas relevantes. Empresas como a Saudi Aramco cofinanciam centros de treinamento profissional por meio de [parcerias público-privadas](#). Capacitar jovens candidatos a emprego com as habilidades [especializadas necessárias para](#) carreiras na indústria de petróleo e gás.

O GNL continua sendo a principal força motriz por trás do crescimento do emprego no setor de gás natural. Os investimentos mundiais no setor aumentaram 11% desde 2023, liderados pela América do Norte e pelo Oriente Médio, que juntos representaram dois quintos do investimento total. Essa expansão foi impulsionada por diversos projetos de construção de GNL em 2024, incluindo [o de Ruwais](#). nos Emirados Árabes Unidos (EAU), [Marsa Em Omã](#), [North Field South](#) no Qatar e [Cedar](#) no [Canadá](#), bem como o [início da produção em novas instalações como](#) [Plaquemines](#). nos Estados Unidos. O setor de GNL

Prevê-se que impulse o crescimento do emprego durante o resto da década, [com quase 300 bilhões de metros cúbicos por ano](#). de nova capacidade de exportação de GNL prevista para entrar em operação até 2030.

O último ciclo de investimentos em GNL foi caracterizado por uma grave escassez de mão de obra, o que levou a um aumento nos custos de desenvolvimento. A demanda por trabalhadores qualificados, particularmente soldadores, instaladores de tubulações e eletricitistas, em um mercado de trabalho restrito, resultou em aumentos substanciais nos salários de algumas ocupações. Nos Estados Unidos, por exemplo, a construção de usinas de GNL...

Os trabalhadores viram [seus salários aumentarem 20% desde 2021](#). Isso está elevando os custos dos projetos em alguns mercados e contribuindo para uma [mudança](#) mais ampla para GNL flutuante offshore, que geralmente apresenta custos de capital mais baixos e flexibilidade de localização.

As perspectivas para o emprego no setor de petróleo e gás abrangem uma gama de resultados possíveis, com a força de trabalho projetada para atingir entre 6,9 milhões.

e 13,4 milhões até 2035. No Cenário de Políticas Atuais (CPS), a demanda por petróleo é ligeiramente maior em 2035 do que em 2024, enquanto no Cenário de Políticas Declaradas (STEPS), atinge o pico por volta de 2030.

O emprego no setor de fornecimento de petróleo aumenta 4% no cenário CPS e cai 14% no cenário STEPS. No cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE), o emprego no setor de fornecimento de petróleo diminui 44%.

A demanda por gás natural continua a aumentar tanto no cenário STEPS quanto no CPS na década de 2030, com o emprego crescendo 6% e 17%, respectivamente, enquanto diminui 44% no cenário NZE até 2035.

As empresas de petróleo e gás estão adotando uma série de estratégias para gerenciar a incerteza em torno das perspectivas de longo prazo do setor. A queda na produção de petróleo

e os preços da gasolina já estão se traduzindo em [reduções da força de trabalho](#), particularmente entre as companhias petrolíferas internacionais (IOCs). Algumas IOCs estão cada vez mais direcionando recursos para melhorar as taxas de produção de campos existentes com [automação e técnicas de perfuração aprimoradas](#), e [inteligência artificial](#) para [reduzir a intensidade de mão de obra](#) em suas operações.

Ao mesmo tempo, as empresas petrolíferas internacionais também estão investindo em energia limpa e realocando recursos para diversificar e atrair jovens talentos.

A TotalEnergies lançou [32](#) Desde 2022, [a Eni](#) implementa programas internos de capacitação, oferecendo diversos cursos sobre eletricidade, desafios climáticos e inteligência artificial para seus funcionários em todo o mundo. Em 2024, a Eni lançou um [programa de treinamento](#) para [ajudar sua força de trabalho](#) do setor de petróleo e gás a lidar com a falta de habilidades e apoiar sua transição para a energia eólica offshore e outros setores de energia limpa.

O setor de refino já está sentindo os efeitos da incerteza quanto à demanda por petróleo. Em 2024, o investimento global em refinarias de petróleo caiu 4%, com a maior parte do financiamento concentrada em economias emergentes e em desenvolvimento. Hoje, China e Índia juntas representam 40% do emprego global em refinarias. Empresas como [a Sinopec](#) e

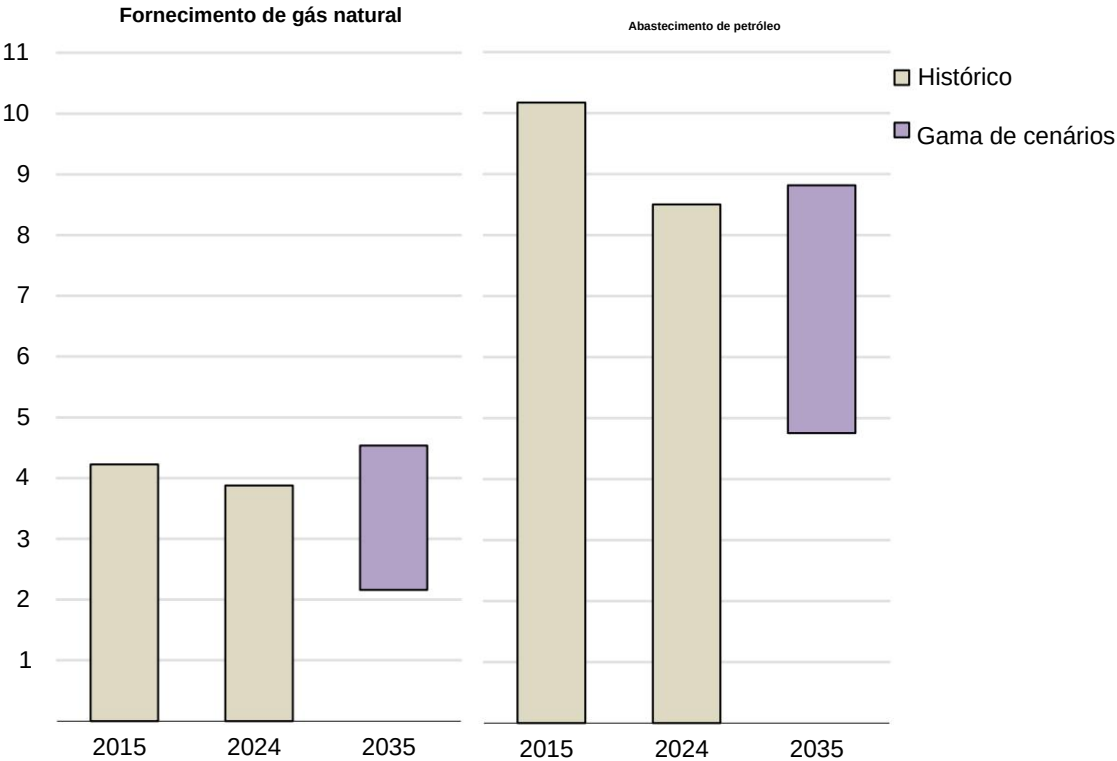
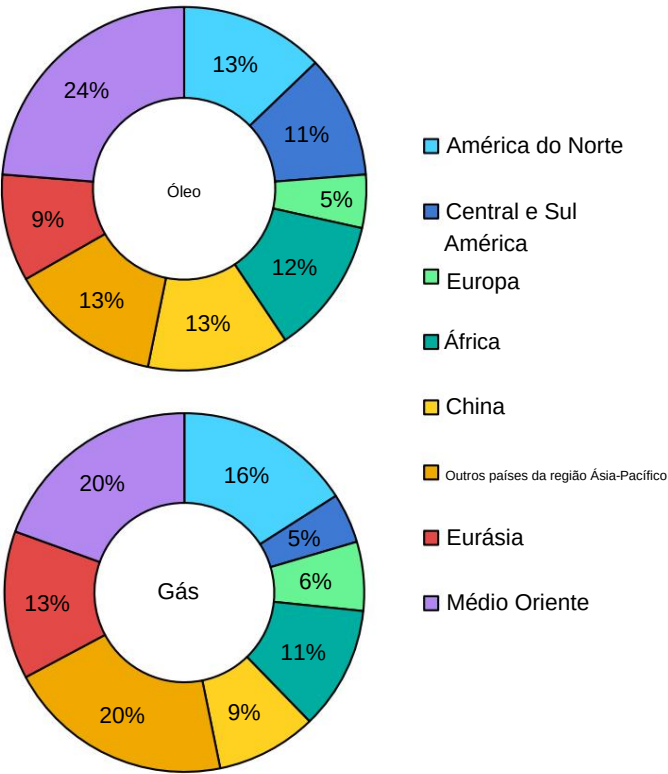
[Indústrias de confiança](#) Começaram a desenvolver complexos integrados de refinaria e petroquímica, que podem transferir as operações de refino entre a produção focada em combustíveis e a produção de matérias-primas químicas.

Os trabalhadores de refinarias compartilham muitas das mesmas habilidades necessárias para trabalhar em setores químicos relacionados; no entanto, esforços paralelos nesses setores para aumentar a automação, reduzir custos e melhorar a segurança podem diminuir a necessidade de trabalhadores com qualificação intermediária.



O emprego no setor petrolífero apresenta ligeira queda no cenário de Políticas Declaradas, enquanto os empregos no setor de gás crescem globalmente.

Emprego no setor de fornecimento de petróleo e gás por região em 2024 e por cenário em 2035.

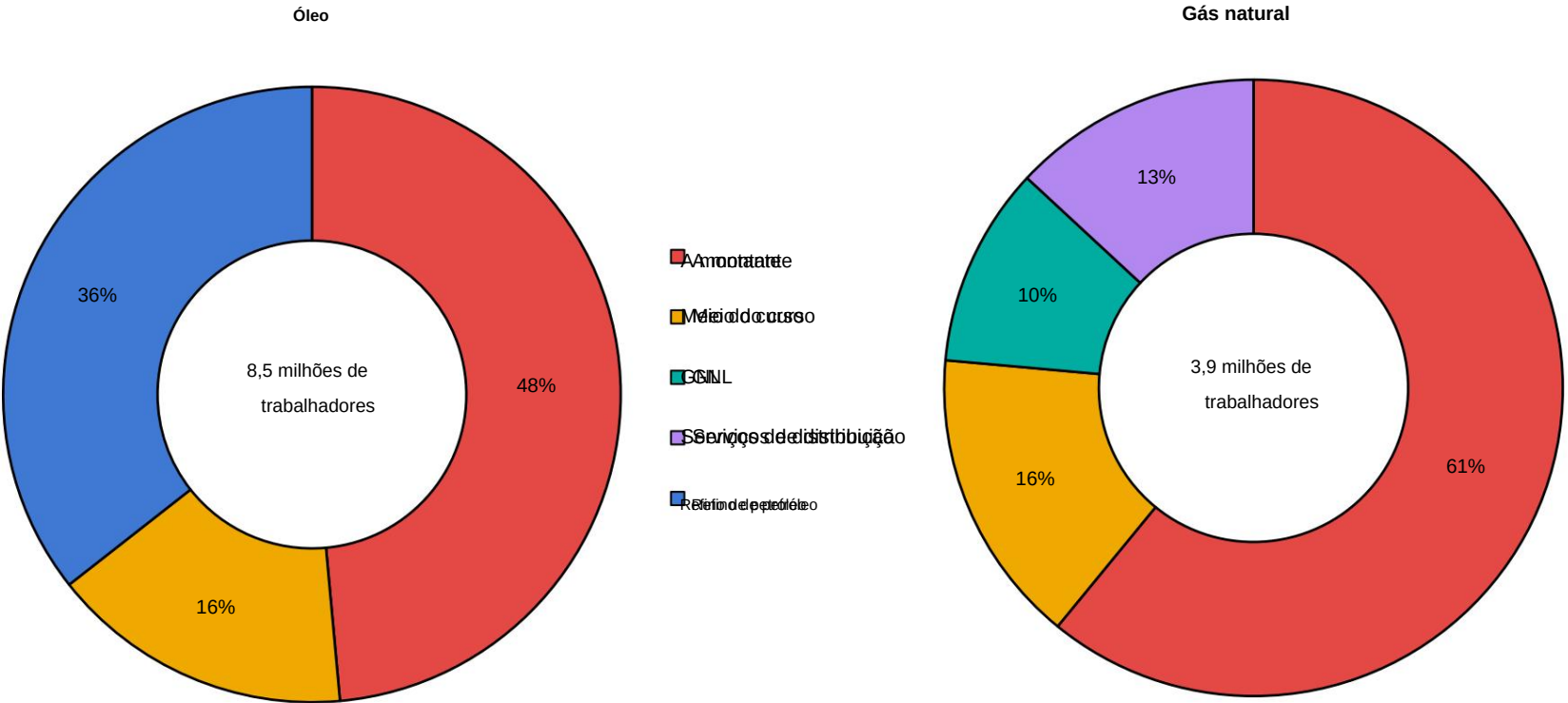


IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

A maioria dos trabalhadores do setor de petróleo e gás se concentra em projetos de exploração e produção.

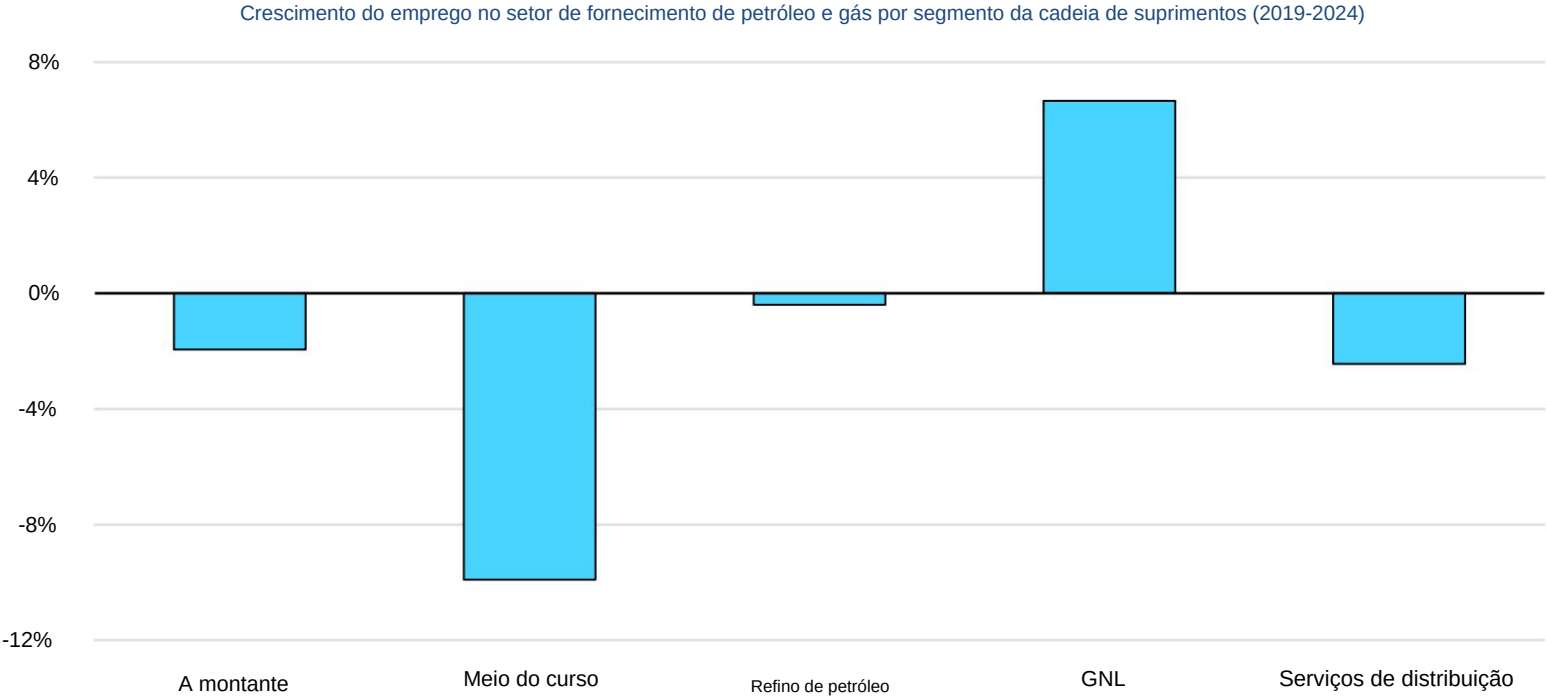
Emprego no setor de fornecimento de petróleo e gás por segmento da cadeia de suprimentos, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Nota: GNL = gás natural liquefeito. Esses números incluem empregos na produção, transporte e refino de petróleo. Nossas estimativas não incluem trabalhadores empregados em postos de combustíveis, pois muitos desses empregos estão ligados a serviços e não exclusivamente ao petróleo (os postos também vendem biocombustíveis, gás natural comprimido (GNC) e serviços de recarga elétrica, além de uma variedade de outros itens). O setor de infraestrutura de gás natural exclui todos os empregos associados ao GNL, incluindo o transporte de GNL.

**Os empregos na produção e no transporte de petróleo e gás permanecem abaixo dos níveis pré-pandemia, mas o emprego no setor de GNL (Gás Natural Liquefeito) apresenta crescimento constante.**



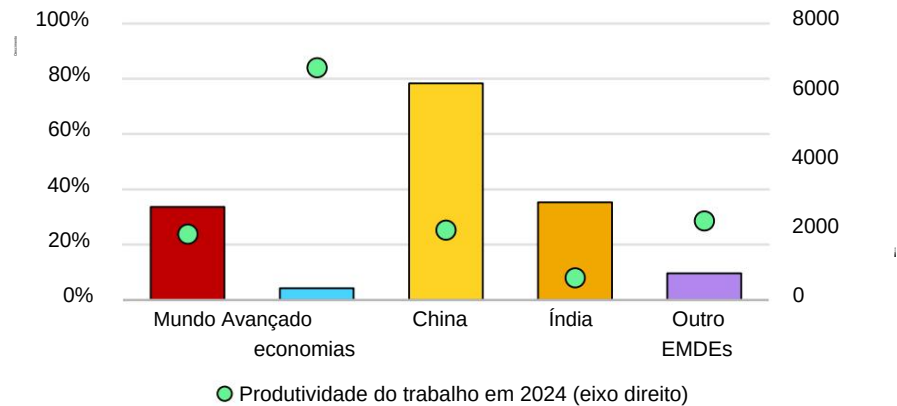
IEA. CC BY 4.0.

Nota: Estes números incluem empregos na produção, transporte e refino de petróleo. Nossas estimativas não incluem trabalhadores empregados em postos de combustíveis, pois muitos desses empregos estão ligados a serviços e não exclusivamente ao petróleo (os postos também vendem biocombustíveis, gás natural comprimido (GNC) e serviços de recarga para veículos elétricos, além de uma variedade de outros itens). O setor de Midstream exclui todos os empregos associados ao GNL, incluindo o transporte de GNL.

O emprego no setor de fornecimento de carvão se manteve estável, enquanto a produção global continuou a aumentar.

O número de empregos globais no setor de fornecimento de carvão manteve-se estável em cerca de 6,1 milhões em 2024. A maior parte da força de trabalho do setor está concentrada na região Ásia-Pacífico, representando quase nove em cada dez empregos em todo o mundo. China e Índia, juntas, respondem por cerca de três quartos dos empregos globais no setor de fornecimento de carvão. Na China, os empregos no setor de fornecimento de carvão diminuíram cerca de 3% entre 2023 e 2024, devido a ganhos de produtividade. Na Índia, a força de trabalho no setor de fornecimento de carvão cresceu em quase 74.000 empregos em 2024, uma tendência que deve continuar em 2025. Esse crescimento é impulsionado pelo aumento da produção doméstica de carvão, que atingiu um recorde em 2024. Os fatores que contribuem para esse crescimento incluem o desenvolvimento de novos projetos (greenfield), a expansão de minas existentes e a [reabertura de minas desativadas](#). Políticas recentes do [Ministério do Carvão da Índia](#) têm como objetivo [impulsionar a produção nacional para reduzir a dependência das importações](#) de carvão e garantir a segurança energética.

Variação da produtividade do trabalho na mineração de carvão entre 2015 e 2024 (Indexado até 2015)



IEA. CC BY 4.0.

Na última década, a produção por trabalhador aumentou significativamente em muitas economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), com a produtividade do trabalho subindo 10% (fora da China e da Índia) entre 2015 e 2024. Nas economias avançadas, a produção de carvão por trabalhador aumentou apenas ligeiramente, refletindo o já elevado nível de produtividade do trabalho na região. Desde 2015, a produtividade global da mineração de carvão aumentou 34%, impulsionada pela maior mecanização. As empresas estão cada vez mais implantando equipamentos autônomos, como drones e caminhões sem motorista, que não apenas aumentam a eficiência, mas também melhoram a segurança dos funcionários.

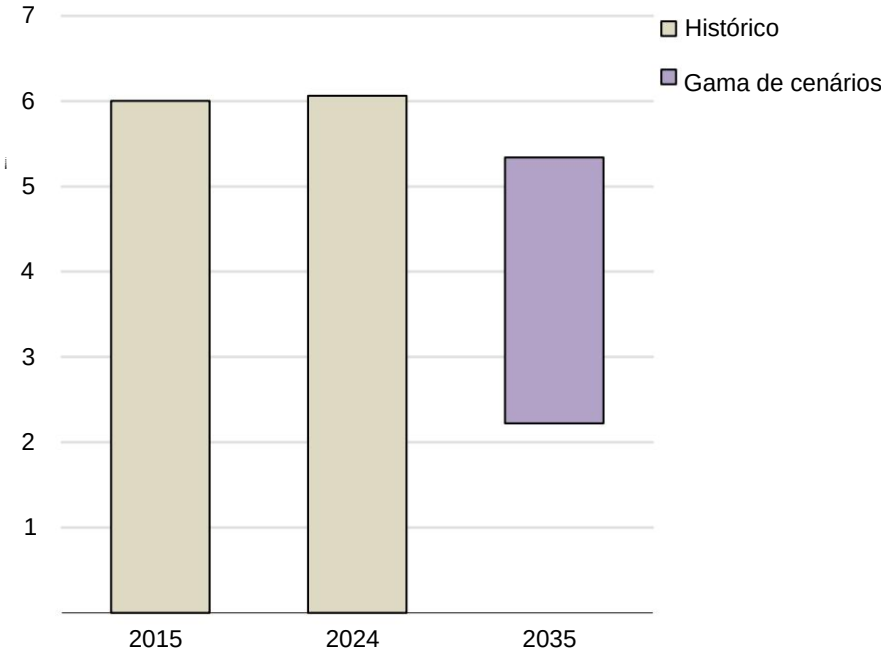
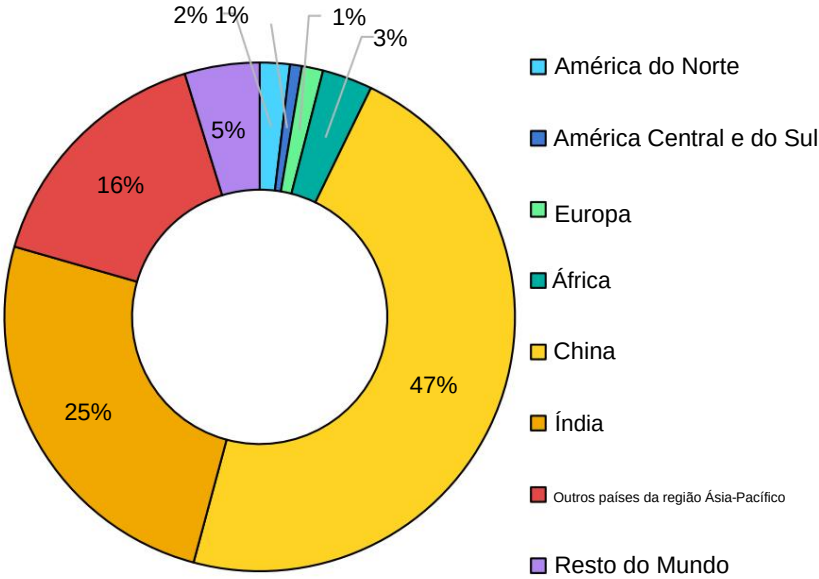
Prevê-se que o emprego na cadeia de fornecimento global de carvão diminua em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia) até 2035, à medida que a produção de carvão cai e os níveis de produtividade permanecem elevados ou continuam a melhorar na maioria dos casos. A China será responsável por pelo menos cinco em cada dez perdas de emprego em todos os cenários.

Os trabalhadores de minas de carvão tendem a possuir habilidades que não são facilmente transferíveis, o que dificulta encontrar empregos com remuneração semelhante ou requalificação profissional na mesma região. Esses desafios são especialmente acentuados em países onde uma parcela significativa da força de trabalho é [informal](#), como na Índia e na Indonésia, e para [as mulheres](#), que são afetados de forma desproporcional pelos impactos socioeconômicos [da transição](#). Comunidades que vivem em regiões produtoras de carvão em economias avançadas também não estão imunes ao [impacto dessa redução gradual](#).

Assim sendo, os governos de todo o mundo precisam garantir que a transição para longe do carvão seja acompanhada por políticas de transição justas que incorporem iniciativas adequadas de diversificação econômica nas áreas afetadas, a fim de criar novas oportunidades de emprego.

**Impulsionado pelo aumento da produção na Ásia, o emprego no setor de fornecimento de carvão permanece próximo aos níveis de 2015, mas deverá diminuir até 2035 em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia).**

Emprego no setor de fornecimento de carvão por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# O emprego na bioenergia moderna continua a crescer à medida que as metas de mistura de combustíveis atingem novos patamares.

A produção de bioenergia moderna continuou a aumentar em 2024, impulsionada por metas de mistura mais ambiciosas. Isso abrange biocombustíveis líquidos, biomassa sólida avançada e biogás, enquanto a biomassa tradicional, como carvão vegetal e lenha, está fora do escopo desta análise devido à disponibilidade limitada de dados. A demanda por biogás e biolíquidos cresceu de 4% a 5%, enquanto o consumo de biomassa moderna aumentou 2% em 2024. Os empregos acompanharam as tendências de consumo, com o setor ultrapassando 2,2 milhões de trabalhadores em 2024. A produção de biomassa sólida moderna responde por quase três quartos de todos os trabalhadores, enquanto biolíquidos e biogás representam 21% e 9%, respectivamente. O emprego em bioenergia é liderado pela Índia e pelo Brasil, cada um representando cerca de 20% do emprego total, seguidos pela China e Indonésia, com 10% e 7%, respectivamente.

Dois quintos da força de trabalho global no fornecimento de bioenergia estão ocupados no cultivo agrícola, processamento e refino, visto que esses processos exigem mais trabalho manual realizado por trabalhadores de baixa e média qualificação. A prevalência do trabalho informal nesse setor é alta, especialmente em economias emergentes e em desenvolvimento, deixando muitos trabalhadores sem registro e desprotegidos. Esses trabalhadores, por exemplo, cultivam plantas para bioetanol, coletam resíduos agrícolas para a produção de pellets ou operam usinas de produção de biogás. O número de trabalhadores nesse segmento continuou a crescer em 2024, impulsionado pela expansão do consumo na região da Ásia-Pacífico e na América do Sul. Por exemplo, [na Índia e Brasil](#) aumentaram suas taxas [de mistura de etanol](#) para 18% e 27%, respectivamente, enquanto [a Indonésia e China](#) ambos

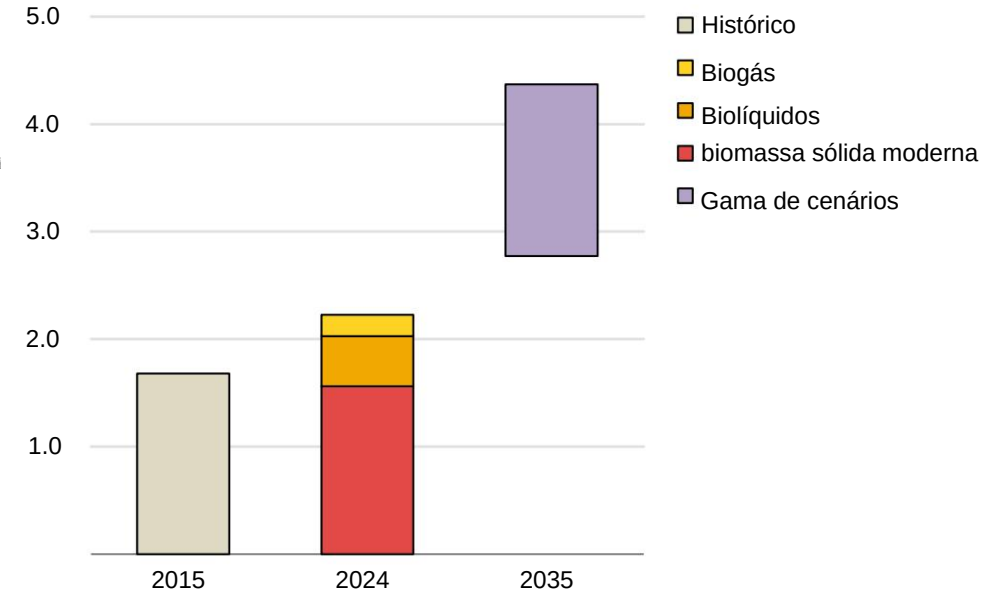
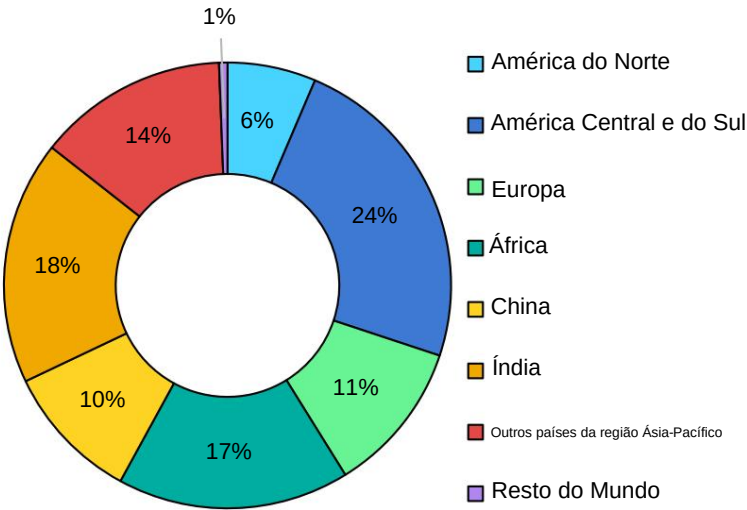
reforçaram suas políticas de biodiesel. [Índia e Indonésia](#) também [aumentaram a taxa](#) de co-combustão de pellets de biomassa em suas usinas termelétricas. A produção de pellets de biomassa está ganhando terreno na África para modernizar o uso da biomassa em diversos setores, com mais de 20 plantas na região, incluindo uma nova no [Malawi](#).

Cerca de 45% dos trabalhadores do setor de bioenergia estavam envolvidos na construção e operação de instalações de produção, bem como na distribuição dos produtos para o mercado. Dois terços de todos os investimentos em biogás concentraram-se na Europa, motivados pelos preços mais elevados do gás natural, que ainda são mais do que [o dobro](#) os níveis anteriores a 2022. Os números de emprego seguiram essa tendência, com um crescimento de 9% no número de trabalhadores na fabricação e instalação de equipamentos de biogás, contribuindo para uma capacidade instalada de 18 GW na região em 2024. Na Europa Ocidental, três novas usinas foram inauguradas em 2024, com capacidade de produção de [270.000 toneladas](#) de grânulos.

O emprego no setor de bioenergia deverá expandir-se na próxima década em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), impulsionado pela forte demanda em economias de mercado e em desenvolvimento, incluindo os esforços para modernizar as cadeias informais de suprimento de biomassa. Tanto no cenário CPS (Centro de Desempenho Energético) quanto no STEPS (Centro de Desempenho Energético dos Estados), o consumo de bioenergia aumenta em cerca de 30%, o que, por sua vez, resulta em um aumento da demanda por mão de obra em cerca de 26% em comparação com os níveis atuais. No cenário NZE (Energia Zero Econômica), o crescimento do consumo total levaria a uma duplicação da demanda por mão de obra na produção de bioenergia até 2035.

# Todos os cenários apontam para um grande crescimento do emprego em bioenergia até 2035, impulsionado pelo aumento do consumo.

Emprego no fornecimento de bioenergia por região e etapa da cadeia de valor em 2024, e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

## O emprego de hidrogênio de baixa emissão continuou a se expandir, impulsionado pelo desenvolvimento de projetos.

A força de trabalho global no fornecimento de hidrogênio de baixa emissão atingiu 40.000 pessoas. Em 2024, esse número subiu em relação aos 35.000 do ano anterior. Embora a maior parte do fornecimento de hidrogênio de baixa emissão tenha sido produzida por reforma a vapor do metano através da captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS), o hidrogênio eletrolítico, que já representa quase 90% dos trabalhadores do setor, desempenhou um papel mais significativo na criação de empregos devido ao seu crescimento na construção civil e na indústria.

A maioria dos empregos adicionais no setor de fornecimento de hidrogênio de baixa emissão foram Criada pela construção de novas instalações, a capacidade instalada global de eletrolisadores quase atingiu 2 GW. Esse crescimento foi impulsionado pelo Oriente Médio, onde os projetos de hidrogênio eletrolítico em construção representam uma capacidade combinada de [9 milhões de toneladas por ano](#). Isso inclui o projeto Neom na Arábia Saudita, que [produzirá 600 milhões de toneladas](#).

[de hidrogênio por dia após a conclusão](#). A China estabeleceu [35](#) projetos de hidrogênio eletrolítico em 2024, enquanto [76](#) A [previsão](#) é de que os projetos entrem em operação nos Estados Unidos até 2030.

A fabricação de equipamentos e a pesquisa e desenvolvimento representam mais de dois terços dos empregos no setor de hidrogênio de baixa emissão. Atualmente, metade da força de trabalho global de manufatura do setor está na China, e cerca de [60%](#) Uma parte significativa [do](#) fornecimento mundial de eletrolisadores é produzida no país. Outros fabricantes importantes incluem a União Europeia e os Estados Unidos, que respondem por 13% e 14%, respectivamente, da força de trabalho global na fabricação de hidrogênio de baixa emissão.

A captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) abrange muitos setores da indústria de energia, incluindo o hidrogênio. O emprego na produção de hidrogênio por meio da reforma a vapor do metano com CCUS aumentou 5% em 2024. Essa expansão deveu-se principalmente à modernização de plantas de produção existentes com a tecnologia CCUS, bem como à fabricação de equipamentos.

Prevê-se que a força de trabalho cresça ao longo da próxima década, à medida que a produção de hidrogênio de baixa emissão se desenvolva. A capacidade de produção se expande rapidamente nas próximas décadas em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), embora as taxas de crescimento variem dependendo da demanda, da competitividade de custos e das condições de financiamento. A implantação em larga escala já é facilitada por políticas que promovem a produção localizada de hidrogênio, por exemplo, na [União Europeia](#), [Austrália](#) e [o Japão](#). Nos [cenários CPS e STEPS](#), [a produção de hidrogênio de baixa emissão](#) atinge cerca de 10 GW de capacidade instalada em 2035, criando de 46.000 a 58.000 empregos. Alinhar-se com a trajetória do Cenário NZE exigiria a adição de 208 GW.

capacidade de hidrogênio de baixa emissão, que exigiria um crescimento médio de emprego de 28% ao ano até 2035 em comparação com 2024.

– semelhante à taxa de crescimento do emprego em armazenamento de baterias nos últimos nove anos.

Diversas parcerias público-privadas foram estabelecidas em 2024 para capacitar trabalhadores em habilidades relacionadas ao hidrogênio, incluindo várias empresas que colaboram para criar centros de aprendizagem conjuntos na [Arábia Saudita](#), [Estados Unidos](#) e [o México](#). Os [programas de formação profissional](#) foram [elaborados](#) por técnicos experientes, engenheiros recém-formados e outros profissionais qualificados.



# O emprego na mineração de minerais críticos aumentou 3% em 2024, apesar da desaceleração dos investimentos.

A produção de minerais críticos continuou a aumentar em 2024, porém o desenvolvimento de novas minas desacelerou devido à queda nos preços [dos metais utilizados em baterias](#) . Como resultado, o [crescimento](#) do emprego total na extração de minerais críticos diminuiu para 3% em relação ao ano anterior, atingindo 770.000 trabalhadores em todo o mundo em 2024. Os empregos na extração de lítio e cobre registraram taxas de crescimento de 9% e 5%, respectivamente, enquanto os empregos na extração de cobalto aumentaram 3%.

O emprego na mineração de níquel caiu 13% em 2024.

O crescimento da mão de obra nas operações de mineração concentrou-se em um pequeno número de países. As reservas de lítio identificadas na China triplicaram nos últimos cinco anos, impulsionadas pelo [aumento da exploração e pelos avanços tecnológicos](#). e [está posicionada para ultrapassar a Austrália e se tornar a maior produtora mundial em 2025](#). Consequentemente, as empresas de mineração chinesas aumentaram seu quadro de funcionários em 13% em 2024. Enquanto isso, a força de trabalho na mineração indonésia cresceu 17%, com sua produção de níquel atingindo [2,4 milhões de toneladas](#). em 2024.

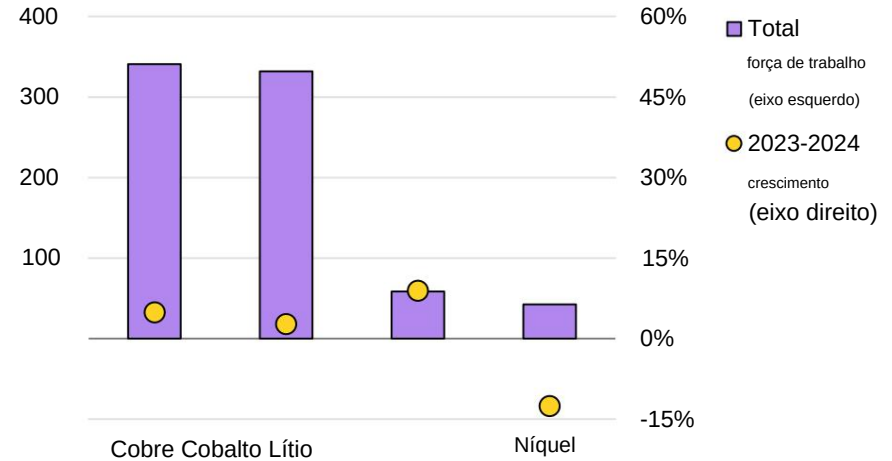
A África emprega mais da metade do setor de mineração global, com 415 mil trabalhadores. A República Democrática do Congo (RDC) foi a principal fonte de crescimento, impulsionada por um aumento de produção de 14%.

A produção de cobalto é significativamente maior do que a de outros minerais devido à prevalência da mineração artesanal e de pequena escala (MAPE). A MAPE depende de mão de obra pouco qualificada e métodos de extração manual. A falta de emprego formal leva a condições de trabalho inseguras nas minas, caracterizadas pelo [trabalho infantil](#). Com

A demanda por mineradores deverá aumentar no futuro, proporcionando uma remuneração equitativa. E condições de trabalho decentes são necessárias para uma transição justa.

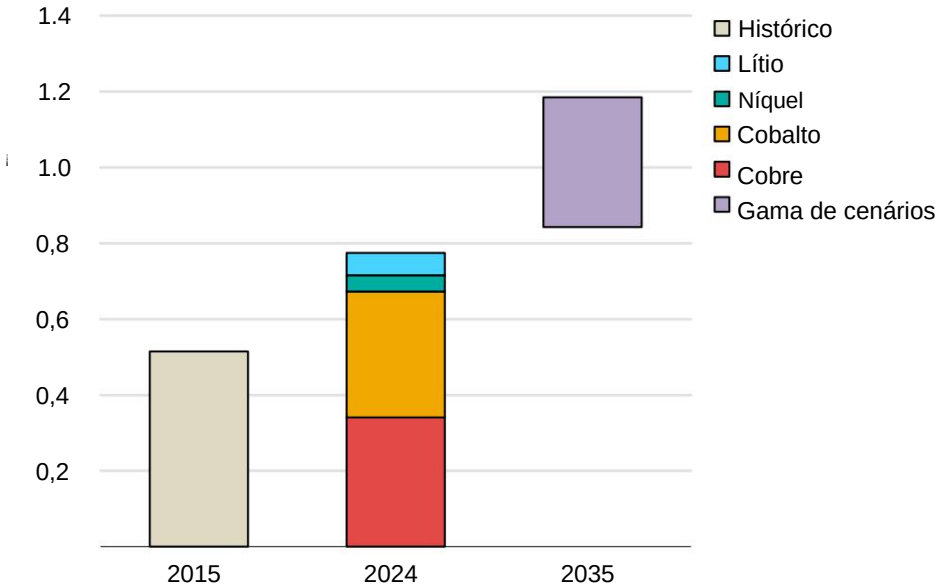
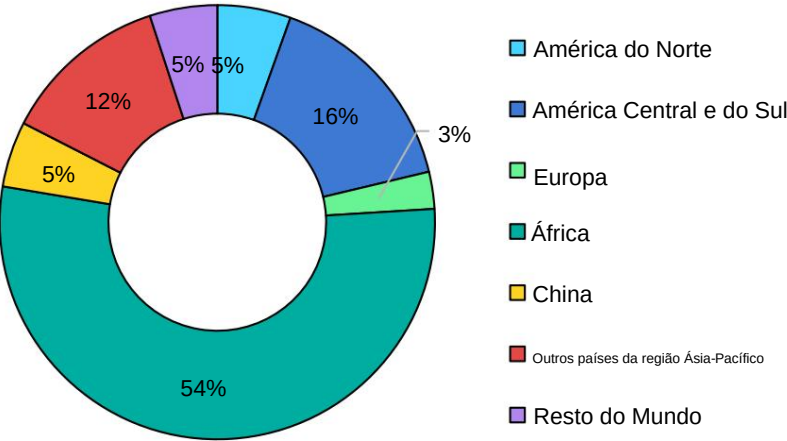
Prevê-se um aumento no emprego em setores de minerais críticos, impulsionado pela extração de lítio, cobre e níquel, enquanto a necessidade de mão de obra para a mineração de cobalto diminuirá devido a mudanças nas opções de composição química de baterias. Prevê-se que a força de trabalho no setor de minerais críticos cresça em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), atingindo entre 880 mil e 1,2 milhão de trabalhadores até 2035. No entanto, o atual conjunto de projetos de mineração de lítio e cobre é insuficiente para atender à demanda projetada, mesmo no cenário STEPS, o que pode levar a déficits de mercado até 2035.

Emprego e crescimento anual do emprego no setor de minerais críticos, 2023-2024



# O emprego na mineração de minerais críticos está concentrado na África, mas está crescendo na região da Ásia-Pacífico.

Emprego no setor de minerais críticos por região em 2024 e crescimento por cenário e região em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# Empregos no setor de energia

Emprego no setor de energia por região e setor, 2024 (milhares de trabalhadores)

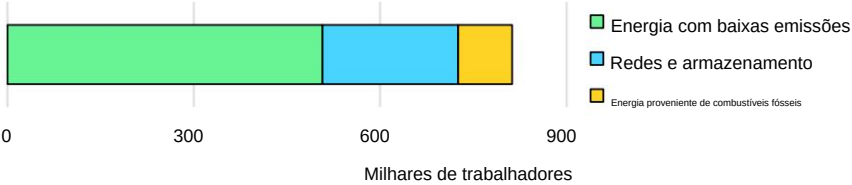
|                                                         | Norte América | Central e Sul América | Europa | África | China | Índia | Outros países da Ásia Pacífico | Meio Leste | Eurásia | Global |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|--------------------------------|------------|---------|--------|
| Energia solar fotovoltaica                              | 300           | 100                   | 500    | 100    | 3.000 | 500   | 500                            | <50        | <50     | 5.000  |
| Vento                                                   | 200           | 100                   | 300    | <50    | 800   | 100   | 200                            | <50        | <50     | 1 700  |
| Nuclear                                                 | 100           | <50                   | 300    | <50    | 300   | 200   | 100                            | <50        | 200     | 1 200  |
| Energia hidrelétrica                                    | 100           | 300                   | 200    | 200    | 400   | 300   | 400                            | <50        | 100     | 2.000  |
| Outras formas de geração de energia com baixas emissões | 100           | 100                   | 100    | <50    | 100   | 100   | 100                            | <50        | <50     | 600    |
| Geração de energia a carvão                             | 100           | <50                   | 100    | <50    | 1.000 | 700   | 300                            | <50        | 100     | 2 200  |
| Geração de energia a partir de petróleo e gás           | 200           | 100                   | 100    | 100    | 100   | <50   | 300                            | 300        | 100     | 1 400  |
| Grades                                                  | 1.000         | 500                   | 1.000  | 500    | 2 400 | 1 800 | 800                            | 200        | 200     | 8.500  |
| Setor de energia: Total                                 | 2.000         | 1 200                 | 2 600  | 1.000  | 8 200 | 3 700 | 2 600                          | 600        | 700     | 22.600 |

Notas: 'Outras formas de geração de energia com baixas emissões' incluem energia marinha, bioenergia, energia geotérmica e energia solar concentrada (CSP). 'Redes' incluem transmissão, distribuição e armazenamento.

# Os empregos no setor de energia continuam a expandir-se rapidamente, com as tecnologias e redes de baixa emissão a representarem 90% do total dos ganhos de força de trabalho.

O setor de energia, incluindo geração e redes (e excluindo o fornecimento de combustível), empregou 22,6 milhões de trabalhadores em 2024. Cerca de 65% dos trabalhadores eram do setor elétrico. Dos 14,2 milhões de empregos criados, 8,5 milhões estavam na geração de energia, enquanto o setor de redes elétricas, incluindo transmissão, distribuição e armazenamento, contava com um crescimento de 800 mil postos de trabalho, ou 4% em relação ao ano anterior. O setor elétrico cresceu 800 mil vagas, impulsionado pelo forte crescimento das tecnologias de geração de energia de baixa emissão, responsáveis por cerca de 65% de todas as novas vagas no setor em 2024.

Criação de empregos no setor de energia, 2024

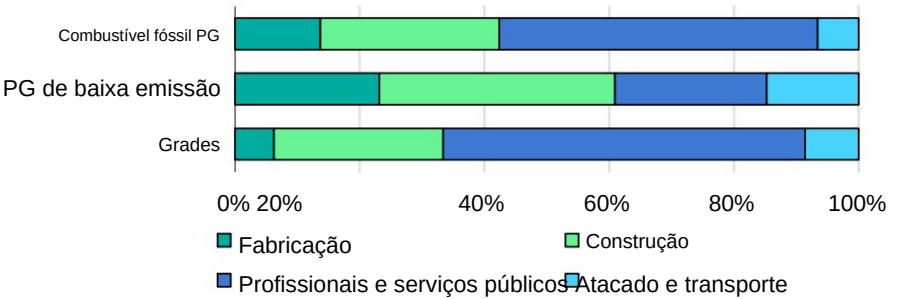


IEA. CC BY 4.0.

Observações: "Energia de baixa emissão" inclui a geração de energia em fontes renováveis, nuclear e CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono). "Redes e armazenamento" inclui transmissão, distribuição e armazenamento. "Energia de combustíveis fósseis" inclui a geração de energia a partir de combustíveis fósseis sem controle de emissões, incluindo gás, petróleo e carvão.

A energia solar fotovoltaica, por si só, foi responsável por 40% de todas as novas vagas de emprego no setor elétrico, sendo quase três quartos delas na China. As redes de transmissão foram responsáveis pela maior parte do crescimento restante, com a criação de 220 mil empregos, enquanto a força de trabalho no setor de energia a partir de petróleo e gás cresceu de forma mais moderada, com a adição de 87 mil vagas. O emprego no setor de energia a carvão caiu em 12 mil vagas entre 2023 e 2024, devido à redução da capacidade instalada.

Participação do emprego no setor de energia elétrica na atividade econômica, 2024



IEA. CC BY 4.0.

Observações: Geração de energia com baixas emissões (PG) = geração de energia com baixas emissões, incluindo energias renováveis, nuclear e CCUS. Geração de energia a partir de combustíveis fósseis (PG) = geração de energia a partir de combustíveis fósseis sem mitigação de emissões, incluindo gás, petróleo e carvão.

Um terço dos trabalhadores do setor elétrico, ou 7,3 milhões, estavam envolvidos na construção e instalação de usinas, barragens, redes de distribuição, baterias e sistemas auxiliares. O setor da construção civil foi o que mais gerou empregos em comparação com o ano anterior, impulsionado por investimentos recordes em fontes de geração de baixa emissão, bem como em redes de distribuição e armazenamento de energia em baterias. Outros 3,5 milhões de trabalhadores estavam empregados na fabricação de equipamentos de sistema, como inversores, painéis solares, geradores ou baterias.

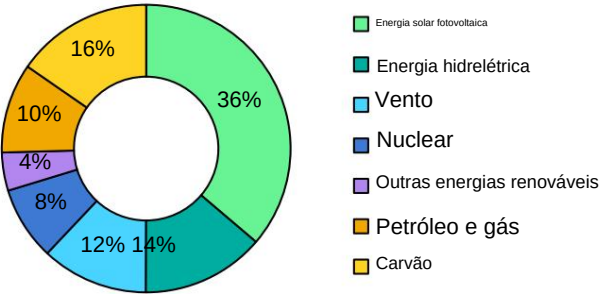
Aproximadamente 9,4 milhões de trabalhadores estavam empregados em serviços profissionais e de utilidade pública, que abrangem funções como engenharia, técnicos de manutenção, operadores de redes elétricas e supervisão regulatória. Os 2,5 milhões restantes estavam empregados no comércio atacadista e transporte, incluindo coordenação logística, manuseio de equipamentos e distribuição de combustível.

No entanto, o perfil da força de trabalho varia conforme o setor. Nas redes elétricas, por exemplo...

Na geração de energia a partir de combustíveis fósseis, a maioria dos empregos está em operações e manutenção, enquanto 70% dos trabalhadores na geração de energia de baixa emissão estão envolvidos no desenvolvimento e construção de novos projetos. Esses números, no entanto, ocultam variações regionais significativas. Na China, onde o setor manufatureiro é altamente concentrado, ele representa mais de 20% do emprego total no setor de energia, em comparação com cerca de 10% ou menos na Europa e nos Estados Unidos.

Especificamente no setor de geração de energia, excluindo as redes elétricas, três quartos da força de trabalho estão empregados em tecnologias de baixa emissão, lideradas pela energia solar fotovoltaica, com 5 milhões de trabalhadores. A energia a carvão emprega 2,2 milhões de trabalhadores, seguida pela energia hidrelétrica, com 2 milhões, energia eólica, com 1,7 milhão, petróleo e gás, com 1,4 milhão, e energia nuclear, com 1,2 milhão. 85% dos novos empregos na geração de energia entre 2023 e 2024 vieram de tecnologias de baixa emissão, com a energia solar fotovoltaica criando 310.000 vagas.

Emprego na geração de energia por meio da tecnologia, 2024

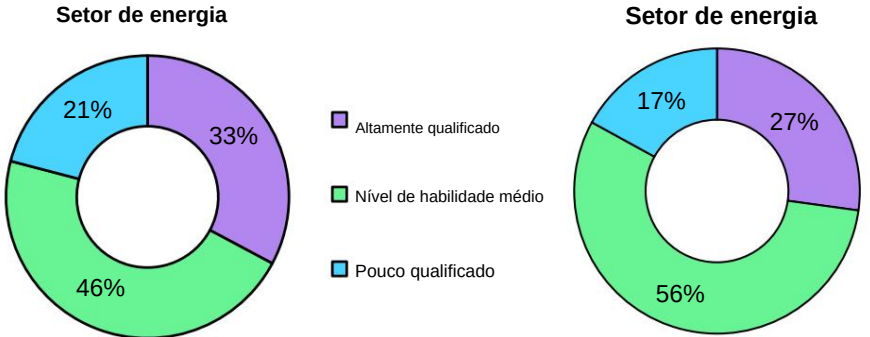


IEA. CC BY 4.0.

O setor de energia elétrica exige uma proporção maior de trabalhadores altamente qualificados em comparação com o setor energético em geral. Tanto na geração de energia quanto nas redes de distribuição, a participação de trabalhadores altamente qualificados, como...

O número de engenheiros e técnicos supera a média do setor energético, refletindo a complexidade técnica do setor.

Proporção de trabalhadores altamente, médiamente e pouco qualificados por setor, 2024

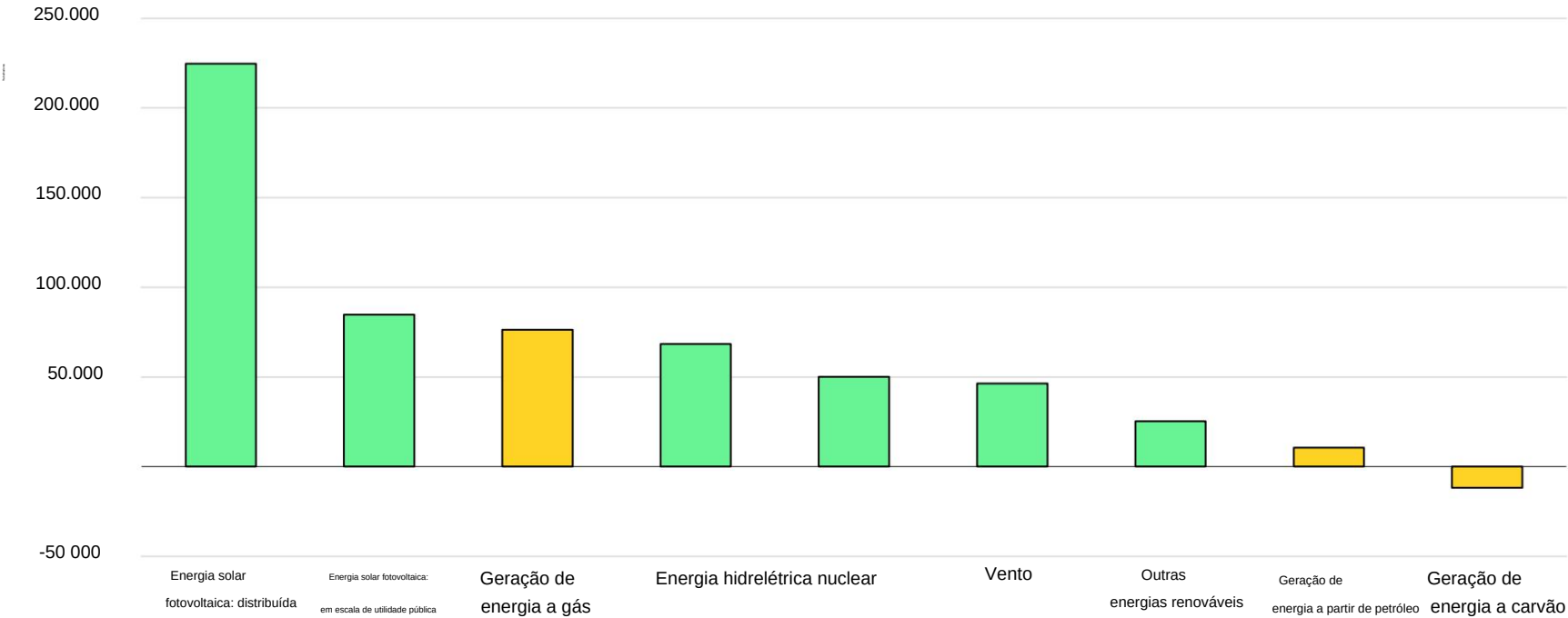


IEA. CC BY 4.0.

Assim como no setor energético em geral, o setor de energia elétrica é dominado por ocupações de nível técnico médio. Entre as profissões técnicas, os trabalhadores de linhas de transmissão e os eletricitistas são particularmente requisitados, sendo a escassez de trabalhadores de linhas de transmissão especialmente aguda nas concessionárias de serviços públicos devido às altas taxas de aposentadoria. Condições de trabalho fisicamente exigentes e um número limitado de aprendizes. Eletricitistas, especialmente aqueles com experiência em sistemas industriais e de alta tensão, estão se tornando cada vez mais difíceis de encontrar à medida que os projetos de eletrificação se intensificam, com uma demanda paralela. O rápido crescimento dos setores de IA e tecnologia pressiona ainda mais a oferta. O setor de energia emprega mais trabalhadores pouco qualificados (21% contra 17% em todo o setor de energia), principalmente devido à sua maior dependência de trabalhos de construção que exigem muita mão de obra, como escavação de valas e preparação do terreno. Muitos grandes projetos de infraestrutura também dependem de mão de obra temporária em seus estágios iniciais, contribuindo ainda mais para essa maior participação.

As fontes de baixa emissão foram responsáveis por 85% dos novos postos de trabalho na geração de energia, com predominância da energia solar fotovoltaica distribuída.

Mudanças no emprego na geração de energia por tecnologia, 2023-2024



IEA. CC BY 4.0.

Observações: A energia solar fotovoltaica distribuída refere-se a instalações em telhados, edifícios e outras instalações de pequena escala. A energia solar fotovoltaica em escala de utilidade pública refere-se a fazendas solares, parques solares e grandes ativos comerciais. Outras fontes de energia renovável incluem a energia marinha, a bioenergia, a energia geotérmica e a energia solar concentrada (CSP).

# O setor de energia solar fotovoltaica atingiu a marca de 5 milhões de empregos em 2024, impulsionado por um aumento de 30% na capacidade instalada.

Com mais de 5 milhões de trabalhadores em 2024, a energia solar fotovoltaica, incluindo instalações de grande escala e ativos distribuídos, representa bem mais de um terço da força de trabalho de geração de energia, sendo o maior empregador do setor.

Embora o crescimento do investimento em energia solar fotovoltaica tenha desacelerado em 2024, em grande parte devido à queda dos custos, A capacidade instalada atingiu 540 GW, um aumento de 30% em relação ao ano anterior.

A China continua sendo o principal empregador no setor de energia solar fotovoltaica, com 60% da força de trabalho global. Cerca de 42% desses empregos estão ligados a atividades de construção no país. A Europa, a Índia e outras regiões da Ásia-Pacífico representam, cada uma, cerca de 10% da força de trabalho em energia solar fotovoltaica. Nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, o emprego no setor solar cresceu a uma taxa anual mais rápida do que a média das economias avançadas, impulsionado por um aumento na atividade à medida que os desenvolvedores aceleraram os projetos. cronogramas para atender aos requisitos de elegibilidade para crédito tributário prazos.

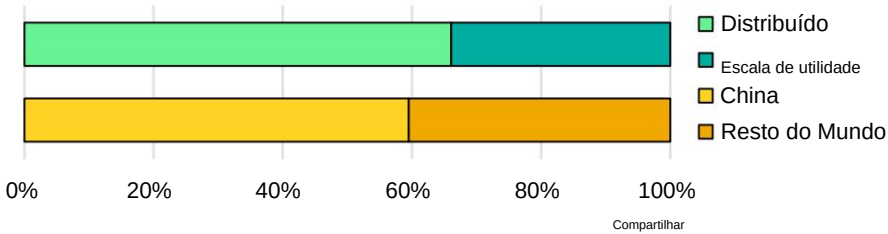
A África registrou o maior crescimento anual do emprego, em torno de 23%, devido a novos projetos de grande escala, com a África Oriental, Ocidental e Central responsáveis pela maior parte desse crescimento. A expansão de sistemas solares fora da rede, incluindo microsolar e PAYGo, também está impulsionando o emprego no setor solar na região. A força de trabalho em energia solar fotovoltaica na Índia também apresentou um crescimento notável de cerca de 18%, graças ao forte apoio do programa PM-Surya Ghar: Muft Bijli Yojana. programa.

A energia solar distribuída – como instalações em telhados e outras de pequena escala – representa dois terços de todos os empregos no setor fotovoltaico, apesar de corresponder a apenas 43% da capacidade instalada. Em média, a energia solar distribuída cria quase três vezes mais empregos por megawatt do que a energia solar em escala de concessionária. Isso se deve, em grande parte, à natureza individualizada das instalações em telhados, que exigem licenciamento, projeto e instalação personalizados.

Esses projetos também envolvem um volume substancial de vendas e trabalho administrativo. Ao contrário dos projetos de grande escala, que podem se beneficiar da automação e das economias de escala, as instalações residenciais e comerciais de pequeno porte dependem fortemente de mão de obra manual e atendimento presencial ao cliente, impulsionando ainda mais o emprego em funções como vendas, suporte e logística. Como resultado, os empregos no atacado e no transporte representam cerca de 25% do emprego em energia solar distribuída, em comparação com apenas 13% em energia solar de grande escala.

Cerca de dois terços da força de trabalho do setor de energia solar fotovoltaica está empregada no desenvolvimento e instalação de novas capacidades. Aproximadamente 21% dos trabalhadores do setor solar fotovoltaico atuam na fabricação de silício policristalino, wafers, células, módulos e inversores, enquanto 46% trabalham na instalação de sistemas fotovoltaicos.

## Emprego em energia solar fotovoltaica por setores e por região, 2024



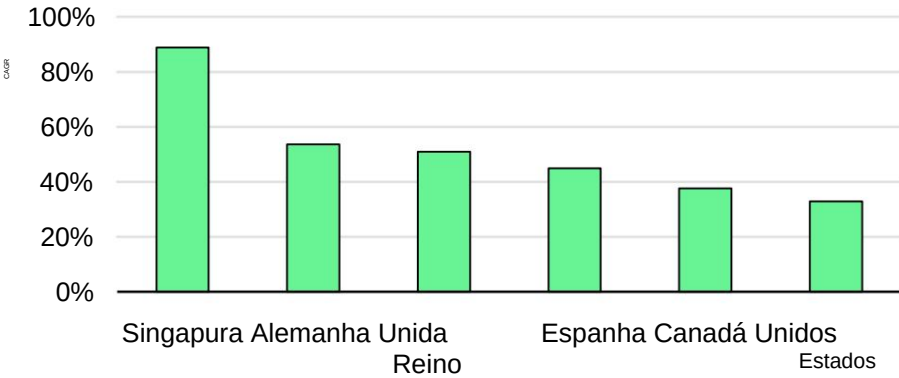
IEA. CC BY 4.0.

Observações: Energia solar fotovoltaica distribuída = telhados, edifícios e outras instalações de pequena escala.

Energia solar fotovoltaica em escala de utilidade pública = fazendas solares, parques solares e grandes instalações comerciais.

Projetos de energia solar tanto em residências individuais quanto em usinas solares de grande escala. A natureza intensiva em construção do setor de energia solar fotovoltaica significa que ele depende muito de ocupações elementares, que representam cerca de um quarto de todos os empregos. Essas funções normalmente envolvem tarefas manuais e físicas rotineiras que exigem pouco treinamento formal, como carregar materiais, preparar e limpar locais de trabalho, cavar valas para fiação, auxiliar na montagem de painéis e carregar ou descarregar equipamentos.

Taxa média de crescimento anual de vagas de emprego para profissionais qualificados e técnicos em energia solar fotovoltaica por país selecionado, 2018-2023



IEA. CC BY 4.0.

Nota: CAGR = taxa de crescimento anual composta.

Fonte: Análise da IEA com base em dados da Lightcast (2024).

Ao mesmo tempo, o setor depende fortemente de profissionais qualificados – como eletricitistas, instaladores de painéis solares fotovoltaicos e soldadores – que representam mais de um quinto da força de trabalho em energia solar fotovoltaica. É também nesse grupo ocupacional que se registram as maiores escassez de mão de obra, especialmente de [eletricitistas qualificados](#), cujas habilidades são essenciais para

Integração de sistemas, conexão à rede e garantia de conformidade com as normas de segurança. Indicadores do mercado de trabalho, como anúncios de vagas (uma medida indireta da demanda por habilidades e ocupações específicas), refletem a crescente demanda por trabalhadores qualificados no setor de energia solar fotovoltaica. Entre 2018 e 2023, houve anúncios de vagas para profissionais qualificados, técnicos e profissionais associados em energia solar fotovoltaica em Singapura, Alemanha, Reino Unido, Espanha, Canadá e Estados Unidos. Apresentou uma taxa média de crescimento anual de 50%, evidenciando a crescente demanda por essas funções.

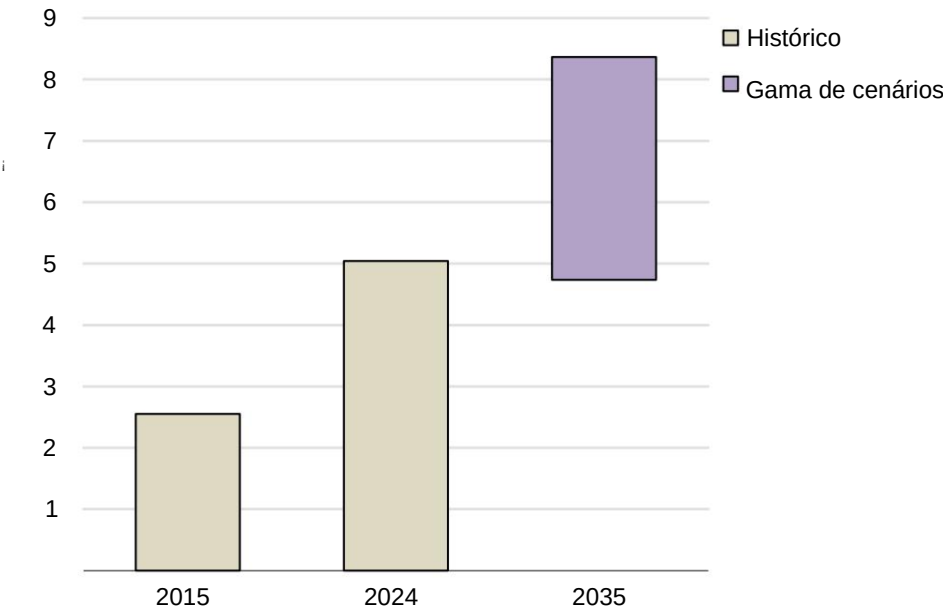
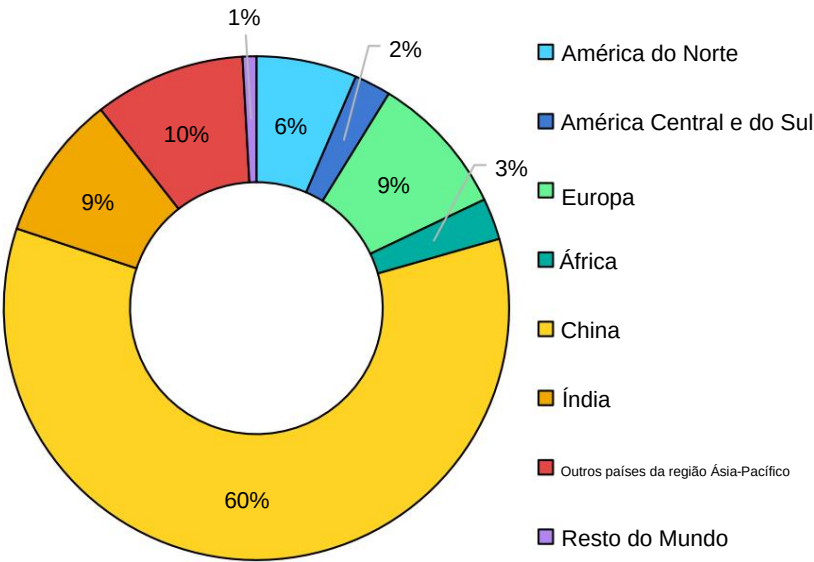
Embora os gastos com investimentos diminuam até 2035 tanto no CPS quanto no cenário STEPS, devido à queda nos preços dos módulos fotovoltaicos, a capacidade instalada no cenário STEPS quadruplica, pois aumenta a capacidade por dólar investido. O emprego no setor de energia solar fotovoltaica cresce 14% no cenário STEPS e 66% no cenário NZE, enquanto diminui 6% no cenário CPS. Com a expansão da capacidade instalada, uma parcela crescente da força de trabalho é empregada na operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos. Essas funções incluem inspeção e limpeza regulares dos painéis, monitoramento de desempenho, manutenção de inversores, verificação de sistemas elétricos e garantia da confiabilidade e segurança a longo prazo de instalações em telhados e em grandes usinas.

Com o tempo, a substituição de painéis solares antigos também se tornará uma importante fonte de emprego.



A China responde por 60% da força de trabalho em energia solar fotovoltaica, com a segunda maior participação representando apenas 9% para ambos os setores. Índia e Europa

Emprego no setor de energia solar fotovoltaica por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# O emprego na energia eólica cresce mais lentamente do que nos anos anteriores, em meio ao aumento persistente dos custos dos projetos no mercado offshore.

O emprego na geração de energia eólica aumentou para mais de 1,7 milhão em 2024, um aumento de 3% em relação a 2023, impulsionado principalmente pelo crescimento da energia eólica em terra. Quase três quartos dos novos empregos vieram do segmento onshore. Um quarto dos trabalhadores do setor de energia eólica atuava na fabricação de componentes de turbinas eólicas, como pás e torres, enquanto mais de um terço estava envolvido na construção de parques eólicos onshore e offshore.

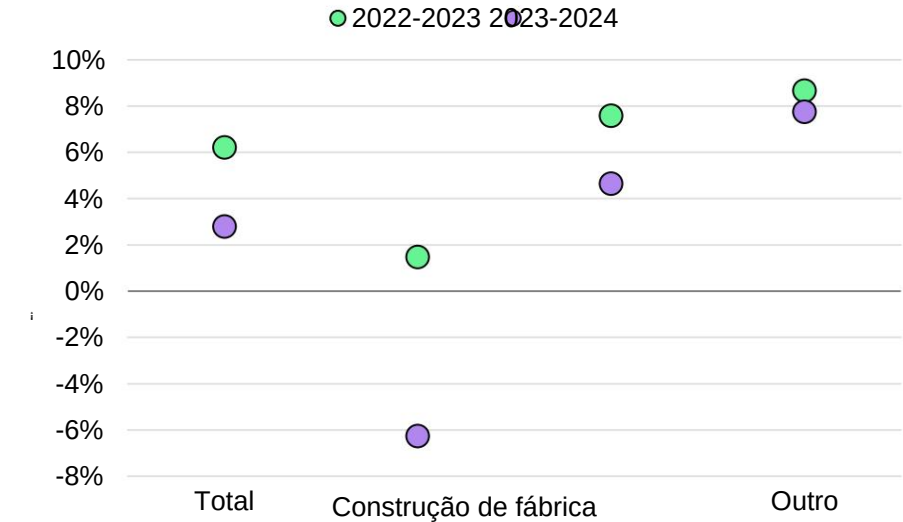
fazendas. Os 40% restantes dos trabalhadores estavam envolvidos em funções de operação, manutenção e suporte em diversos setores, como técnicos de turbinas (serviços profissionais), gestão de redes (empresas de serviços públicos), distribuidores de peças (atacado) e motoristas de caminhões pesados (transporte).

As pressões sobre os preços dos insumos para a indústria eólica diminuíram significativamente desde 2023, mas o aumento dos preços praticados pelos vendedores tornou alguns projetos em potencial antieconômicos, especialmente quando combinado com a redução do apoio financeiro governamental. Como resultado, o crescimento do emprego desacelerou em 2023-24, ficando aquém da taxa de crescimento anual composta de 5% registrada nos cinco anos anteriores (2019-2023).

Essa desaceleração foi mais evidente no setor manufatureiro, que registrou uma queda de 6% no número de empregos, devido à redução na demanda por novas turbinas e componentes em função de [atrasos](#) e [cancelamentos](#) no desenvolvimento de projetos. [O mercado offshore, em particular](#), mostrou sinais de fraqueza contínua, uma vez que os desenvolvedores reduziram significativamente os planos de investimento em resposta ao aumento dos custos dos projetos. Os principais desenvolvedores de energia eólica, incluindo [a RWE](#), [GE Vernova](#), e [Orsted](#), anunciaram cortes de empregos em todo o mundo, sendo [a Europa a região mais afetada](#).

reduções, marcadas por uma queda de 4% em sua força de trabalho offshore entre 2023 e 2024. No entanto, a recessão não se limita à Europa, com demissões também anunciadas nos [Estados Unidos](#). [Brasil](#) e [a Índia](#).

Crescimento anual do emprego no setor de energia eólica, por segmento, 2022-2024



IEA. CC BY 4.0

Nota: "Outros" inclui profissionais liberais e serviços públicos, além de atacado e transporte.

O crescimento do emprego na construção civil desacelerou para 5% em 2024, em comparação com 8% em 2023, refletindo uma desaceleração no ritmo de novas adições de capacidade, mesmo com o aumento contínuo da capacidade instalada total.

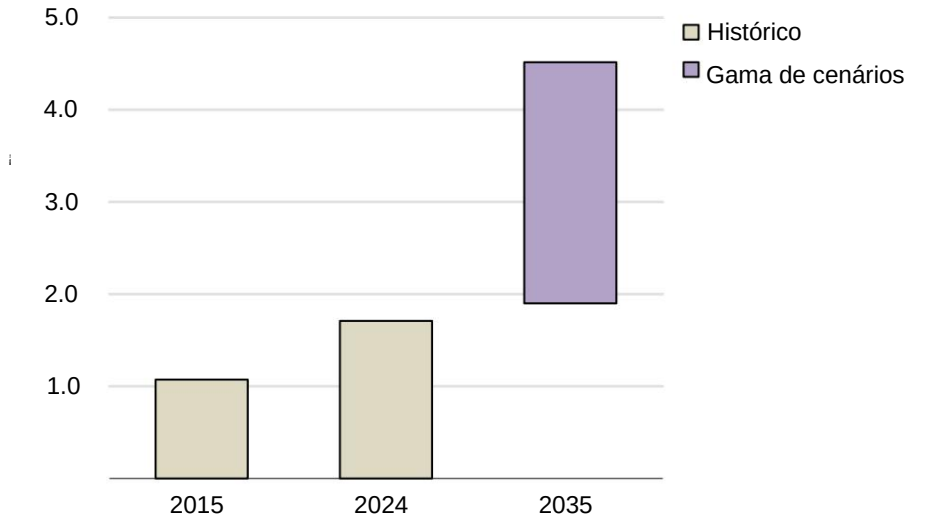
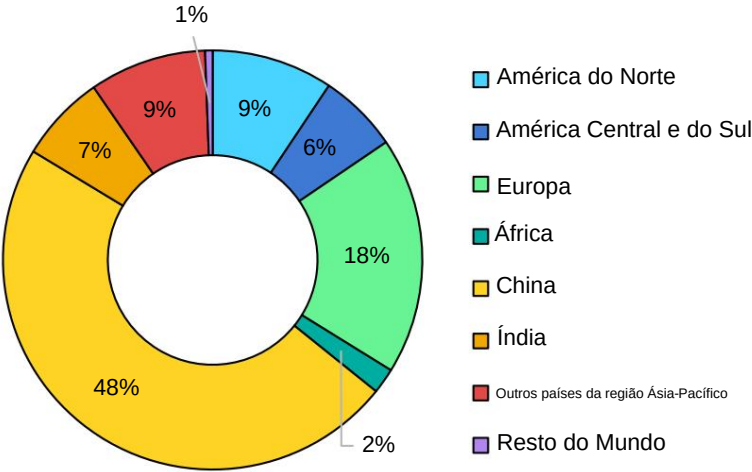
Os segmentos focados em operação e manutenção registraram empregos.

O crescimento se mantém no mesmo ritmo ou acelera, uma vez que essas atividades estão ligadas à infraestrutura existente e são menos afetadas por mudanças no investimento em projetos.

Prevê-se que o emprego global no setor eólico continue a aumentar em 2025, mas persiste uma considerável incerteza em vários mercados. Nos Estados Unidos, as perspectivas estão encobertas por uma ordem executiva que suspende o arrendamento e a emissão de licenças federais para parques eólicos. No primeiro trimestre de 2025, um [onda de demissões na indústria](#) foram anunciadas por grandes empresas como a [RWE](#) e [Vineyard Offshore](#). O emprego na área de energia eólica varia.

amplamente em todos os cenários. No cenário NZE, os empregos crescem rapidamente a uma taxa de A taxa de crescimento anual composta (CAGR) prevista é de 9% até 2035, em comparação com 2% no cenário STEPS. No cenário CPS, o crescimento do emprego é mais modesto e chega a diminuir se os empregos operacionais forem excluídos. Essa divergência entre os cenários destaca a incerteza que o setor enfrenta, exigindo que as empresas se preparem para uma ampla gama de resultados e mudanças regionais impulsionadas por políticas públicas. Muitas podem buscar a diversificação global, enquanto as empresas estabelecidas em regiões com políticas domésticas robustas provavelmente estarão em melhor posição para fortalecer sua competitividade internacional.

### Emprego no setor de energia eólica por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# O emprego no setor nuclear aumenta com a retomada dos investimentos, mas a escassez de mão de obra está dificultando o ritmo do desenvolvimento de projetos.

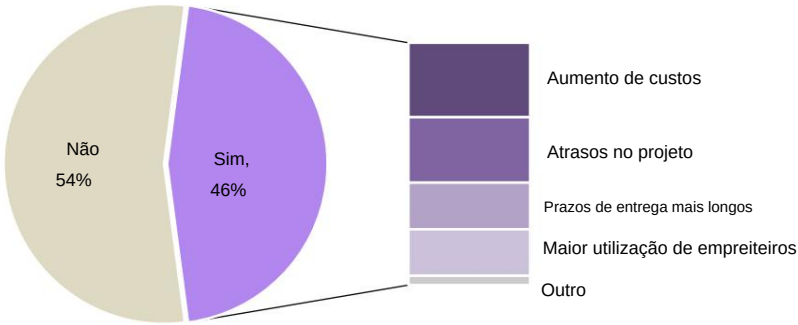
Em 2024, o setor nuclear gerou 1,2 milhão de empregos, um aumento de 6% em relação a 2023. O investimento nuclear cresceu 6% em relação ao ano anterior e aumentou 50% nos últimos cinco anos, impulsionado pela China. Já o investimento europeu vem diminuindo constantemente desde 2022, caindo de US\$ 26 bilhões para US\$ 16 bilhões em 2024.

Os Estados Unidos, a França, a China e a Federação Russa (doravante, “Rússia”) mantêm sua posição como os quatro atores mais dominantes, com [244 reatores em operação](#), mais do que o resto do mundo combinado. No entanto, o perfil dos trabalhadores varia por região, e países com capacidade existente considerável não necessariamente representam a maior parte do emprego nuclear. Apenas cerca de 30% dos empregos na indústria nuclear estão focados na operação e manutenção de usinas existentes, e a maioria dos empregos está concentrada na fabricação e construção de usinas nucleares. A força de trabalho da construção nuclear na China cresceu mais de 20% em 2024, chegando a cerca de 76.000 trabalhadores, devido a

Sua liderança consolidada na construção de reatores – uma liderança que mantém em 2025 com [29 reatores em construção](#). A China também está fortalecendo sua posição como fabricante de componentes para usinas nucleares nacionais e internacionais, o que resulta em uma participação significativamente maior da manufatura em seu emprego total no setor nuclear – 50%, em comparação com a média global de 38%. Em contraste, na América do Norte e na Europa, o emprego no setor nuclear está concentrado na operação e manutenção da infraestrutura existente, com essas funções representando mais de 50% da força de trabalho.

Com previsão de aumento de investimentos e [63 novos reatores](#) A construção de usinas nucleares já em andamento prevê crescimento do emprego em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), com taxas compostas anuais de 1,5% no cenário CPS (Centro de Desempenho Energético), 2% no cenário STEPS (Centro de Desempenho Energético) e 6% no cenário NZE (Energia Não-Neutra) até 2035. No entanto, a escassez de mão de obra qualificada no setor nuclear tem sido uma preocupação crescente nos últimos anos, já ameaçando o ritmo de alguns projetos. Cerca de 46% das empresas nucleares pesquisadas pela AIE relataram dificuldades de contratação que levam a gargalos operacionais, com atrasos em projetos, prazos de execução mais longos e maior dependência de terceirizados citados como as principais consequências.

## Respostas à pergunta “A escassez de mão de obra criou gargalos operacionais?” e principais consequências identificadas, 2025

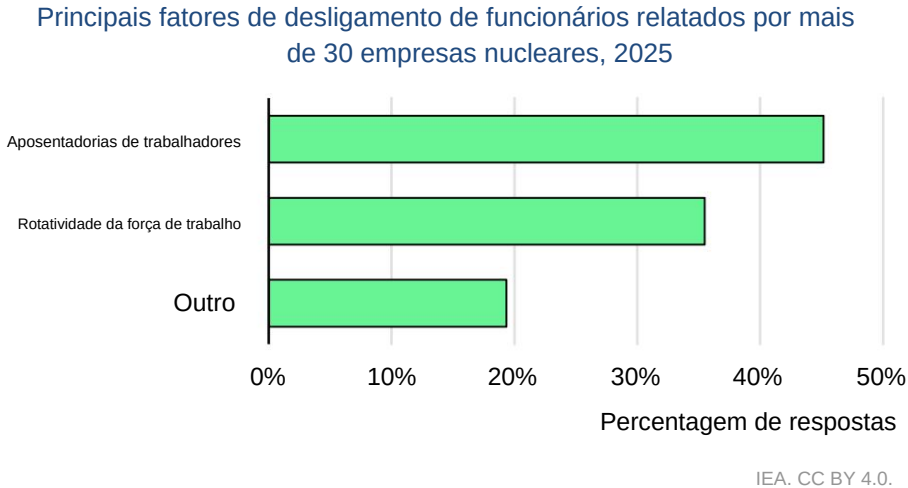


IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Pesquisa de Emprego em Energia Nuclear da AIE, 2025.

Essa escassez é especialmente aguda em ocupações que exigem alta qualificação.

As empresas nucleares pesquisadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) identificaram os engenheiros como a principal fonte de gargalos de mão de obra, seguidos por gerentes de projeto, eletricitistas e profissionais da construção civil, como soldadores e instaladores de tubulações. Algumas empresas relataram ter que trazer trabalhadores de outras regiões – uma prática conhecida como mobilização a longa distância – o que levou a aumentos de custos de 10% a 20%, ilustrando como a escassez de mão de obra pode elevar diretamente os custos do projeto.



Nota: "Outros" inclui a conclusão de grandes projetos, iniciativas de redução de custos/aumento de eficiência e desafios de financiamento.

Fonte: Pesquisa de Emprego em Energia Nuclear da AIE, 2025.

A escassez de mão de obra qualificada foi parcialmente impulsionada por uma onda de aposentadorias da geração baby boomer. [Índice Global de Talentos em Energia](#) Estima-se que [25% da força de trabalho nuclear atual tem mais de 55 anos](#), em comparação com 20% no setor de petróleo e gás e apenas 10% no setor de energias renováveis. De acordo com a associação francesa do setor nuclear, Gifen, de

Das 100 mil contratações adicionais em tempo integral para funções essenciais no setor nuclear que serão necessárias na França nos próximos dez anos, [metade será obrigatória](#), simplesmente para [substituir pessoas que estão saindo](#) a indústria. Nos Estados Unidos, [60% dos trabalhadores da indústria nuclear têm entre 30 e 54 anos](#), excedendo tanto a força de trabalho do setor energético em geral quanto a média nacional. Essa realidade foi corroborada pela pesquisa realizada pela AIE (Agência Internacional de Energia) com mais de 30 empresas nucleares que operam em todo o mundo, na qual as aposentadorias de trabalhadores foram apontadas como o principal fator que contribuiu para a saída de funcionários.

Além disso, quase 60% das empresas nucleares pesquisadas relataram enfrentar alta ou altíssima concorrência por trabalhadores qualificados, principalmente de outras empresas do setor nuclear, do setor de petróleo e gás, de empresas de tecnologia e de agências governamentais. Minimizar os efeitos negativos dessa concorrência exigirá iniciativas direcionadas para melhorar a percepção pública das carreiras no setor nuclear, que frequentemente envolvem habilidades técnicas avançadas, têm maior probabilidade de serem sindicalizadas e podem oferecer salários médios [aproximadamente 50% maiores](#), do que em outras formas de geração de eletricidade.

A combinação das pressões de uma força de trabalho envelhecida e da crescente competição por trabalhadores qualificados destaca a necessidade de desenvolver uma nova geração de jovens talentos para sustentar o setor nuclear global. Notavelmente, 60% das empresas nucleares pesquisadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) indicaram que a colaboração entre a indústria e as instituições de ensino é insuficiente – refletindo as estimativas das empresas de que 60% das habilidades necessárias aos seus trabalhadores são adquiridas por meio de treinamento no trabalho, em vez de educação formal ou experiência prévia. Algumas iniciativas promissoras estão começando a surgir – por exemplo, o [projeto Mon](#), na França.

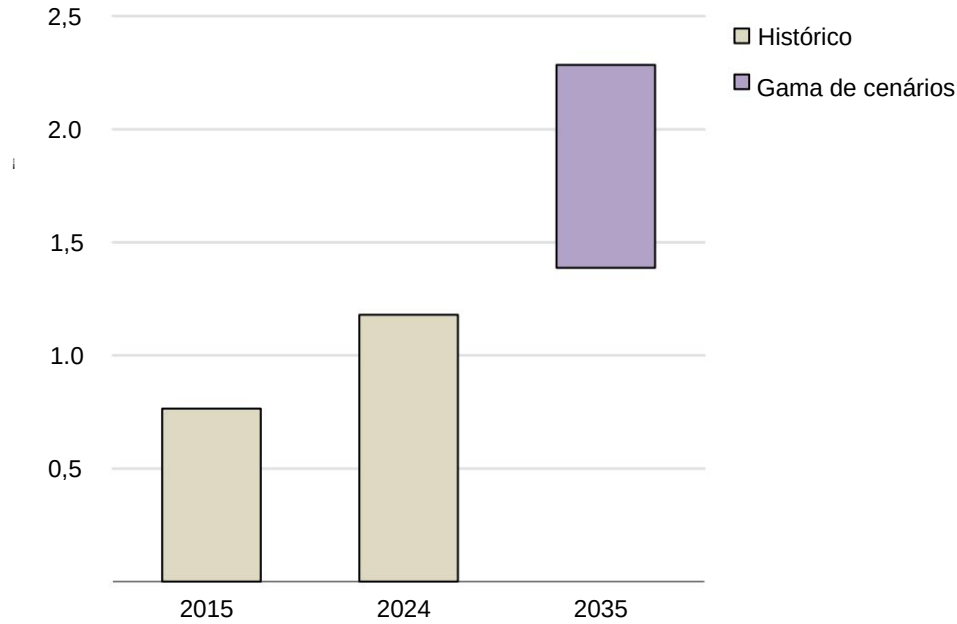
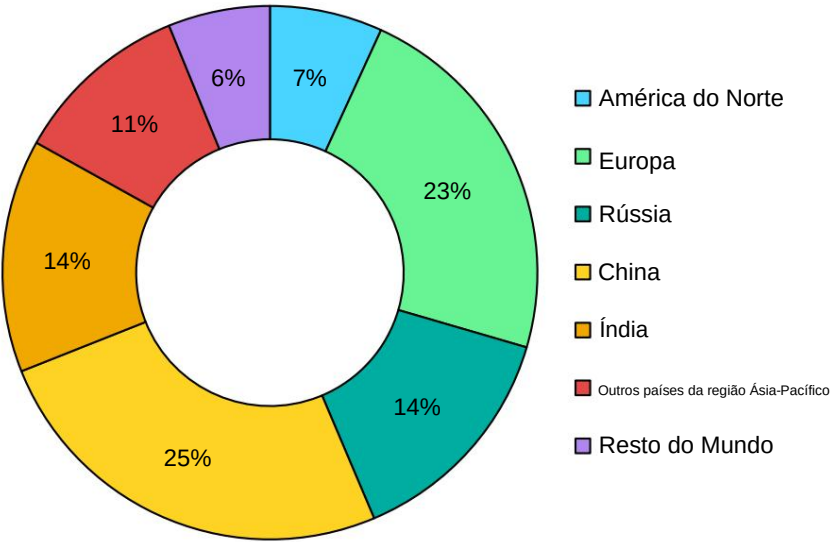
[Avenir dans le Nucléaire](#) Reúne o governo, a indústria e organizações de formação para aumentar a conscientização, padronizar os percursos de formação e melhorar a colocação profissional de jovens profissionais que ingressam na área nuclear.

A inteligência artificial também está começando a desempenhar um papel importante na resolução da escassez de mão de obra no setor nuclear. No Japão, por exemplo, [ferramentas de IA estão sendo implementadas](#), para apoiar inspeções de segurança e manutenção de usinas em meio a uma força de trabalho cada vez menor. No entanto, a aplicação mais ampla da IA na indústria nuclear permanece limitada por protocolos de segurança rigorosos, complexidade regulatória e a natureza inerentemente sensível ao risco do setor. Quando questionados sobre as maiores barreiras à adoção de tecnologias de IA em suas operações diárias, a maioria dos

As empresas nucleares consultadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) citaram preocupações com a proteção de dados, a privacidade e a segurança cibernética como os principais obstáculos. Consequentemente, embora a IA ofereça potencial para ganhos de eficiência e apoio à força de trabalho, sua integração nas operações nucleares provavelmente permanecerá cautelosa e altamente seletiva.

A Europa, a Rússia e a China representam mais de 60% da força de trabalho nuclear global.

Emprego no setor nuclear por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

## O crescimento do emprego no setor hidrelétrico foi impulsionado por um aumento substancial nos investimentos em 2024, com a energia hidrelétrica de bombeamento representando uma parcela crescente dos novos projetos.

A energia hidrelétrica foi o terceiro maior empregador na geração de energia, atingindo quase 2 milhões de empregos em todo o mundo em 2024, um aumento de 2,6% em relação ao ano anterior. Os investimentos no setor hidrelétrico foram significativamente maiores do que nos anos anteriores, registrando um aumento de 6% em 2024 em comparação com uma taxa média de crescimento anual de 2% entre 2019 e 2023. O ritmo constante de expansão da capacidade instalada – com uma média de cerca de [26 GW por ano desde 2015](#) – também contribuiu para esse cenário – tem sustentado um crescimento constante do emprego na última década.

O crescimento do emprego desde 2019 foi impulsionado principalmente pela Índia, África e região Ásia-Pacífico, excluindo a China, enquanto a América do Norte, a Europa e o Brasil se concentraram na modernização da infraestrutura existente, com apenas um aumento marginal na construção de novas usinas hidrelétricas convencionais.

A África registrou fortes ganhos de emprego, particularmente em funções na construção civil, com adições recordes de capacidade em 2024, incluindo a [Grande Barragem do Renascimento Etíope](#). [O maior projeto hidrelétrico da África. No entanto, o](#) financiamento continua sendo um problema em todo o continente.

O investimento começou a diminuir em 2023 e deverá continuar sua trajetória descendente nos anos seguintes, resultando em menor geração de empregos na região em 2024.

Embora a China represente mais de 20% da força de trabalho global no setor hidrelétrico, essa participação caiu em relação aos cerca de 30% registrados em 2019. Em meio à queda nos investimentos em barragens hidrelétricas convencionais em comparação com anos anteriores, o emprego no setor continuou a diminuir em 2024. No entanto, a Three Gorges Corporation da China, a maior empresa de desenvolvimento e operação de hidrelétricas do mundo, tem se destacado.

Desenvolvendo ativamente projetos hidrelétricos no exterior, incluindo um de [209 MW](#).

uma instalação em construção no Peru e uma de [1.124 MW barragem no](#) Paquistão.

As mudanças geopolíticas em curso e o crescente desmantelamento da energia renovável variável (ERV) estão aumentando a demanda por geração flexível e armazenamento de eletricidade, levando à rápida expansão da energia hidrelétrica de bombeamento (EH) em muitos países. Na Europa, o investimento em energia hidrelétrica aumentou 13% em relação aos níveis de 2023, impulsionado pela forte viabilidade econômica da EH, que contribuiu para a criação de empregos na região. Da mesma forma, o projeto Três Gargantas, na China, está ampliando a capacidade de armazenamento por bombeamento como uma prioridade de infraestrutura nacional, e a EH está emergindo como [a principal área de crescimento](#) da China. no setor de energia hidrelétrica.

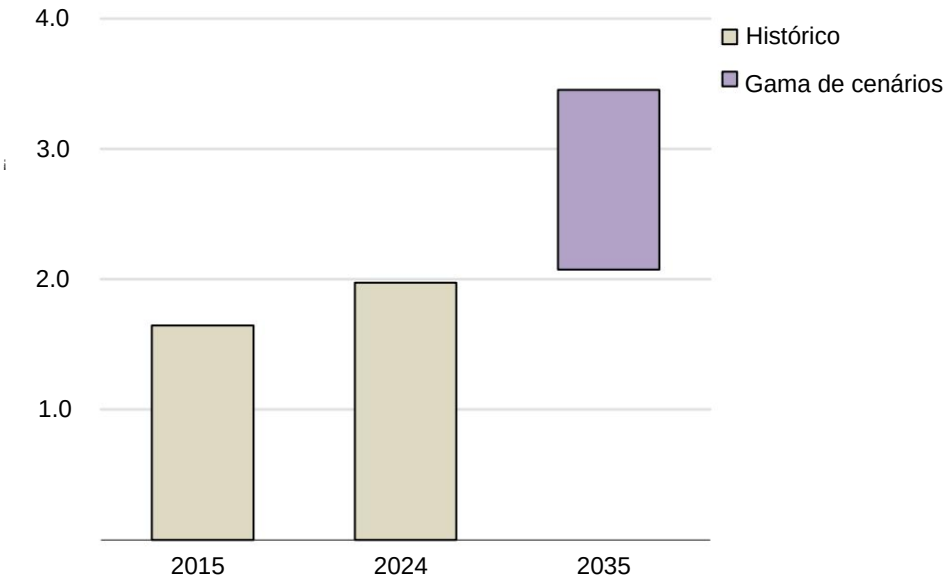
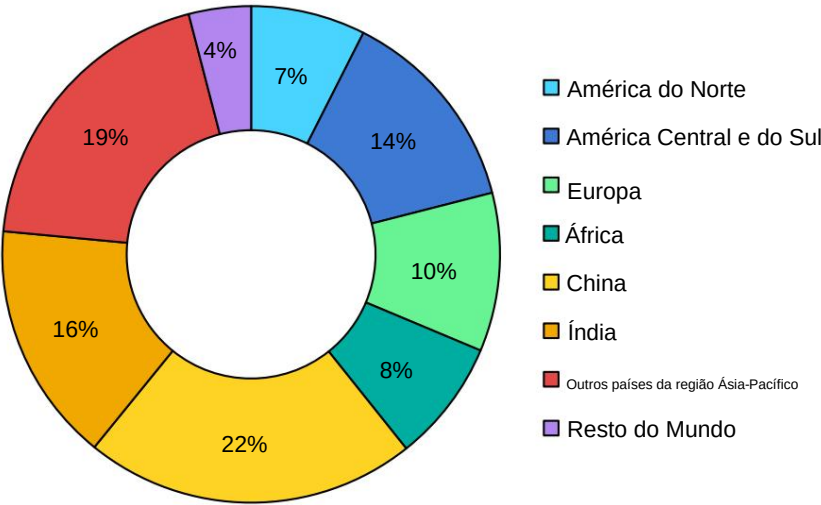
No entanto, as incertezas em torno da produção de energia hidrelétrica, a volatilidade do mercado e o desalinhamento das políticas continuam a representar desafios para o setor.

Para agravar esses problemas, há o envelhecimento da força de trabalho no setor hidrelétrico – [mais de 25%](#). Em países como os Estados Unidos, 80% dos funcionários têm 55 anos ou mais, e espera-se que milhares se aposentem até 2030. A Associação Internacional de Hidroeletricidade destacou o [envelhecimento da força de trabalho](#) no setor. e a dificuldade em atrair novos talentos, [o que levanta preocupações](#) sobre a potencial escassez de competências e a perda de conhecimento institucional. No entanto, a capacidade instalada de energia hidroelétrica aumenta em todos os cenários da AIE até 2035, refletindo o papel essencial do setor no fornecimento de geração segura e flexível. Como resultado, os empregos no setor hidroelétrico crescem em todos os cenários até 2035, embora a taxa de crescimento varie de acordo com os níveis de investimento.



O aumento da capacidade hidrelétrica impulsiona o emprego até 2035 em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia).

Emprego no setor hidrelétrico por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários para 2035 abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

## O emprego na geração de energia a gás acelera à medida que a demanda por eletricidade cresce nos mercados emergentes e em desenvolvimento.

O emprego na geração de energia a gás continuou a crescer em 2024, atingindo 1,2 milhão em todo o mundo, um forte aumento de 7% em relação ao ano anterior.

O emprego no setor continua concentrado no Oriente Médio, na região Ásia-Pacífico e na América do Norte. Quase metade da força de trabalho é composta por imigrantes.

Envolvidas na construção de novas instalações e na fabricação de equipamentos, com três quartos dos empregos em EMDEs (Empresas de Desenvolvimento e Economia de Mercado). Até 2040, [890 GW](#) [Espera-se um](#) aumento global da nova capacidade de geração de energia a gás, impulsionada por projetos como a substituição de combustíveis em países como [a Indonésia](#) ou [Malásia](#) [e o aumento da demanda de eletricidade dos centros de dados](#) expansão nos mercados, [especialmente](#) nos Estados Unidos.

Apesar da crescente demanda por energia, do histórico de ciclos de expansão e recessão e da disponibilidade limitada de [mão de obra qualificada](#) [Isso levou](#) os fabricantes de turbinas a serem mais cautelosos em relação à expansão da capacidade de produção, contribuindo para prazos de entrega de [até sete anos](#). A outra metade dos trabalhadores da [geração de energia](#) a gás está na operação e manutenção das usinas, atividade geralmente menos intensiva em mão de obra do que a construção e o comissionamento de novas instalações. Na União Europeia, a escassez de gás natural desde a invasão da Ucrânia pela Rússia contribuiu para uma desaceleração no crescimento do emprego, que caiu para 5% no ano passado, contra 6% em 2022. A trajetória do emprego global na geração de energia a gás depende de fatores como preços, concorrência de combustíveis e desenvolvimento de políticas, com a força de trabalho projetada para variar de 522 mil a 1,4 milhão até 2035, e o crescimento liderado pelo Oriente Médio e África.

Os esforços para modernizar usinas termelétricas a gás estão aumentando como parte de estratégias mais amplas para se adaptar às necessidades futuras do sistema energético. Em 2024, a Alemanha

Anunciaram subsídios para a conversão de [2 GW](#) de capacidade de usinas termelétricas a gás para operar com hidrogênio, enquanto a IHI e a GE Vernova desenvolveram em conjunto uma usina de [2 MW](#) Turbina movida exclusivamente a amônia.

No entanto, a transição para o hidrogênio e a amônia na geração de energia exige o aprimoramento das habilidades da força de trabalho existente no setor de gases, principalmente em protocolos de segurança e procedimentos de manuseio.

A geração de energia a partir de petróleo emprega cerca de 200 mil trabalhadores – a menor parcela entre as fontes baseadas em combustíveis fósseis. O petróleo mantém uma posição importante na matriz elétrica do Oriente Médio, região que responde por 30% dos empregos globais em geração de energia a partir de petróleo. Cada vez mais, desastres naturais severos têm impulsionado as vendas de geradores a diesel fora da rede, levando empresas como [a Generac](#) a investir nesse setor. expandir sua força de trabalho na área de manufatura [em quase 10%](#). Na África, os geradores a diesel continuam a desempenhar um papel importante no fornecimento de acesso confiável à eletricidade em áreas remotas. No entanto, o emprego na geração de energia a partir de petróleo está em declínio.

A previsão é de que o número de trabalhadores no setor de energia elétrica chegue a cerca de 120.000 e 126.000 até 2035 nos projetos STEPS e CPS, respectivamente, impulsionado pela expansão da geração de energia a gás e solar fotovoltaica no [Oriente Médio e pela](#) ampliação do [modelo de pagamento por uso](#). Kits solares e microrredes em toda a África. No cenário NZE, o emprego cai para cerca de 72.000 postos de trabalho.

Com o aumento do número de usinas termelétricas a gás equipadas com a tecnologia CCUS, a demanda por profissionais com habilidades relacionadas à CCUS também cresce. Instituições de ensino estão acompanhando cada vez mais essa tendência, visto que a CCUS está ganhando espaço no [ensino superior](#). educação e [formação profissional](#) currículos de treinamento.

# Os investimentos em nova capacidade de geração de energia a carvão ajudaram a manter os empregos no setor de energia a carvão em níveis elevados em 2024.

Em 2024, 2,2 milhões de pessoas trabalhavam na geração de energia a carvão, o segundo maior empregador do setor de geração de energia, com 15% de todos os empregos. Comparadas a outras tecnologias de geração de energia a partir de combustíveis fósseis, cuja capacidade instalada está mais uniformemente distribuída por diferentes regiões do mundo, as usinas termelétricas a carvão e os empregos associados estão particularmente concentrados na região da Ásia-Pacífico. Quase 80% desses empregos estão na Índia ou na China, enquanto a Indonésia responde por 5% da força de trabalho global no setor de energia a carvão.

Embora a expansão da capacidade das usinas termelétricas a carvão tenha atingido o nível mais baixo em duas décadas em 2024, uma grande carteira de projetos anunciados e licenciados na região da Ásia-Pacífico continua a sustentar um emprego substancial no setor de energia a carvão, com [investimentos globais](#). A geração de energia a carvão está atingindo seu nível mais alto desde 2017. Atualmente, dois em cada cinco empregos no setor de energia a carvão estão em atividades de construção ou fabricação diretamente relacionadas ao desenvolvimento de novas capacidades de geração.

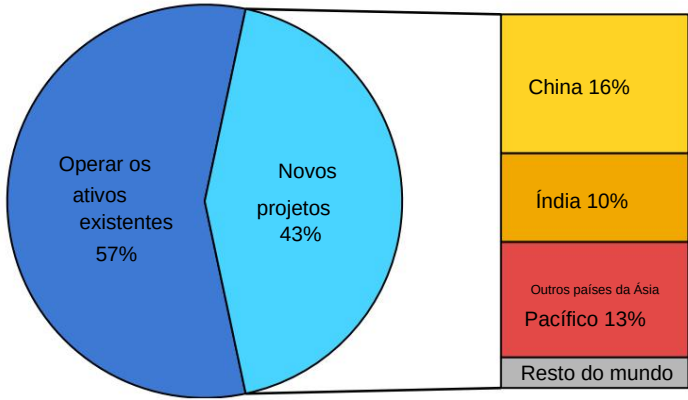
[China](#) e [Índia](#) têm sido as principais forças por trás dos recentes

O desenvolvimento de usinas termelétricas a carvão ganha impulso, com [aprovações e decisões finais de investimento](#) para novas fábricas em ambos os países, atingindo seus níveis mais altos em uma década.

Em meio à crescente incerteza geopolítica, [considerações sobre segurança energética](#) são cada vez mais mencionadas para justificar [a construção de novas usinas termelétricas a carvão](#), ou [prolongando a vida de usinas de energia existentes](#). Ao mesmo tempo

Ao longo do tempo, a dependência do carvão tem diminuído constantemente nas economias avançadas. A geração de energia a carvão representou 5% da geração de eletricidade e 3% dos empregos no setor elétrico em 2024, uma queda em relação aos 11% e 7%, respectivamente, em 2015. Em 2024, as economias avançadas representaram menos de 3% dos 40 GW de nova capacidade adicionada e mais de 85% dos 21 GW de capacidade de geração a carvão desativada no ano anterior.

## Emprego no setor de energia a carvão por tipo de ativo e região, 2024

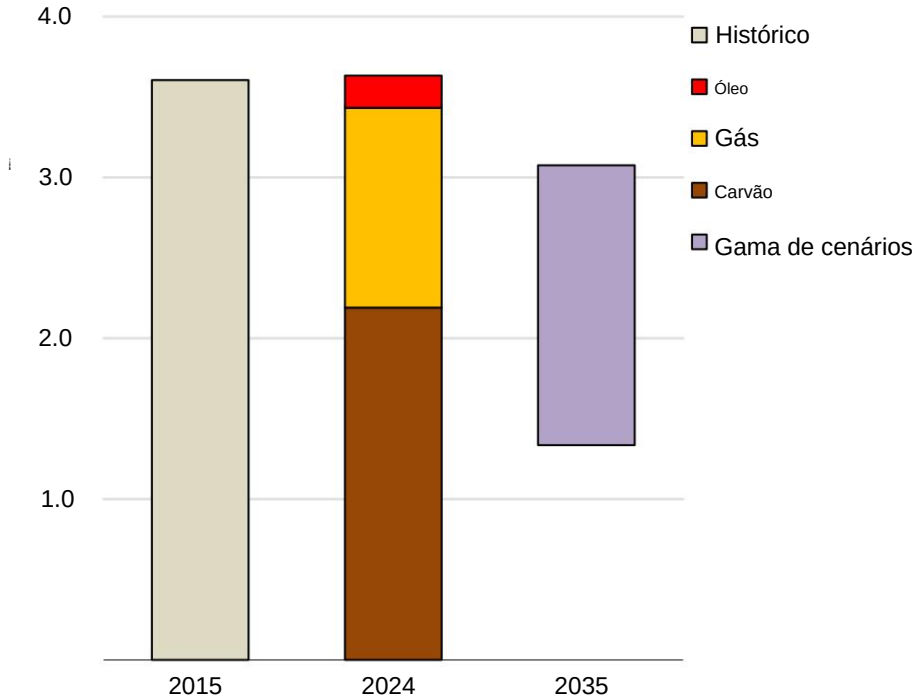
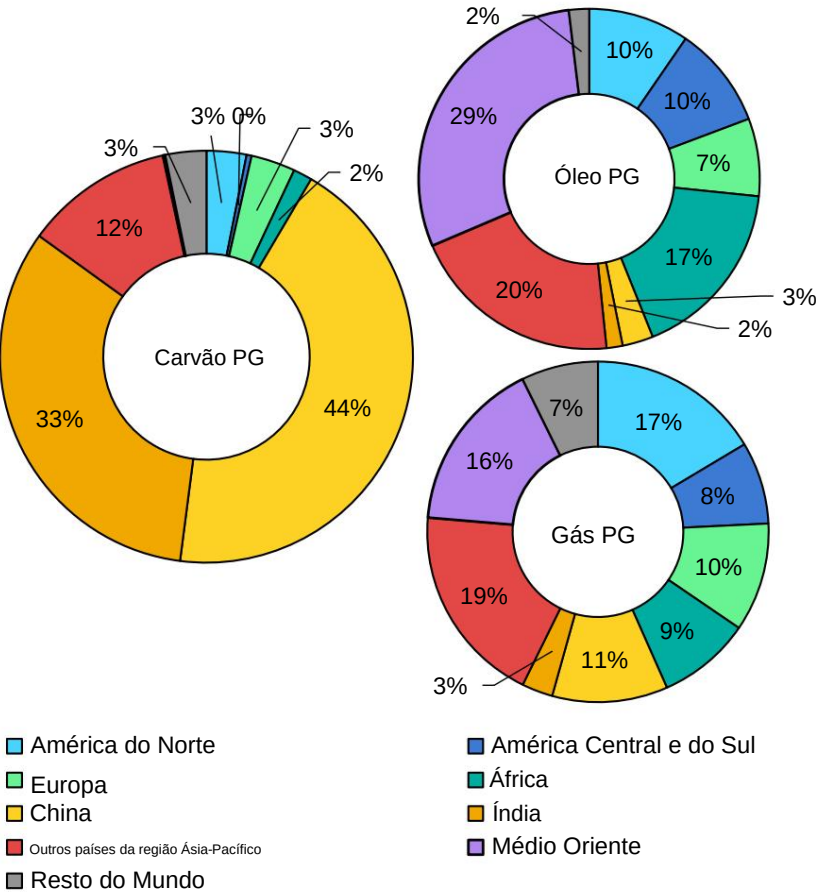


IEA. CC BY 4.0.

Em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), o emprego na geração de energia a carvão sem mitigação de emissões diminui até 2035. Entre 2024 e 2035, o emprego cai 28% no cenário CPS (Canadian Power Standard), 41% no cenário STEPS (Specific Energy and Environmental Planning) e 66% no cenário NZE (Near Zero Energy), embora a modernização de usinas existentes com tecnologias de CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono) ajude a compensar algumas perdas, criando novos empregos.

# O carvão é o maior empregador na geração de energia a partir de combustíveis fósseis, mas o gás impulsiona o crescimento.

Emprego na geração de energia a partir de combustíveis fósseis por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# O emprego na rede elétrica continua a ser sustentado por uma forte atividade de construção.

O emprego nas redes elétricas, que incluem transmissão, distribuição e armazenamento de energia, totalizou 8,5 milhões de trabalhadores em todo o mundo, representando um aumento de 2,6% em relação ao ano anterior, enquanto o investimento nas redes atingiu um novo recorde de [US\\$ 390 bilhões](#). [No entanto, o crescimento](#) do emprego desacelerou em comparação com o ano anterior – uma tendência que reflete um desequilíbrio mais amplo no setor. O investimento em transmissão e distribuição [está ficando para trás](#). Atualmente, apenas US\$ 0,40 são investidos em [redes elétricas](#) para cada dólar gasto em nova capacidade de geração, uma queda em relação aos US\$ 0,60 de 2016, apesar da queda nos custos de energia renovável e do aumento dos preços de componentes essenciais como transformadores e cabos.

Em 2024, cerca de 530 mil trabalhadores estavam empregados na fabricação de componentes de redes elétricas, como transformadores, painéis elétricos e medidores inteligentes, enquanto 27% da força de trabalho do setor atuava na construção e expansão da infraestrutura de transmissão e distribuição, incluindo subestações e linhas de alta tensão. Quase 9% estavam envolvidos em atividades de atacado e transporte, desde o fornecimento de equipamentos até logística especializada. A maioria dos trabalhadores do setor (58%) desempenhava funções profissionais e de serviços públicos, como atendimento a interrupções de energia, gerenciamento de conexões de clientes e realização de tarefas como leitura de medidores.

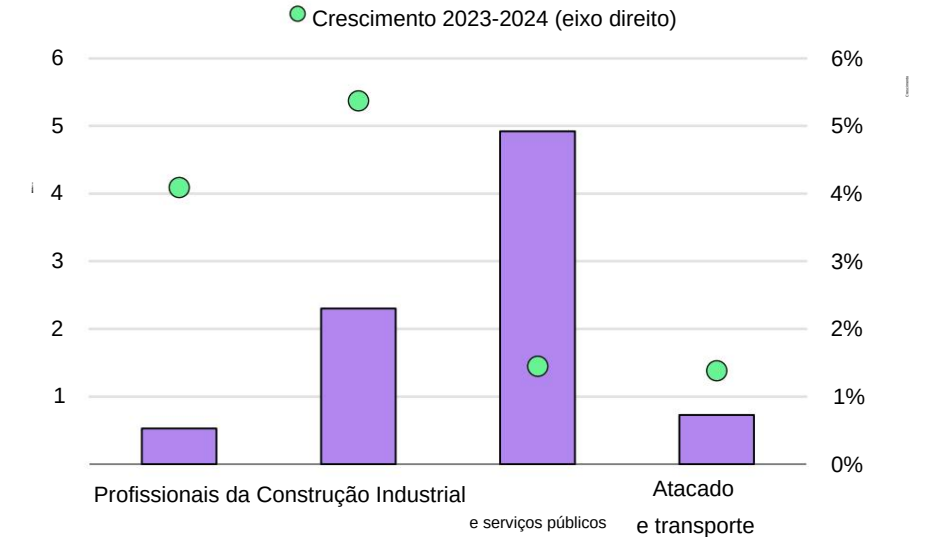
A participação de trabalhadores empregados em funções de operação e manutenção nos segmentos de transmissão e distribuição tem diminuído gradualmente, de 59% em 2019 para 56% em 2024. Essa mudança reflete alterações mais amplas no perfil ocupacional da força de trabalho da rede elétrica.

Os avanços nas tecnologias digitais tornaram algumas operações e

Funções de manutenção redundantes: a adoção de medidores inteligentes diminuiu a demanda por leitores manuais de medidores, enquanto as inspeções com drones estão substituindo cada vez mais as tarefas rotineiras de verificação de linhas realizadas por técnicos de campo. Ao mesmo tempo, a expansão de projetos de desenvolvimento de redes, particularmente em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs), levou a um aumento da participação de trabalhadores na construção civil, passando de 25% em 2019 para 27% em 2024. Um recorde de 2.900 km de linhas de transmissão e distribuição.

foram adicionadas em todo o mundo em 2024.

## Emprego e crescimento nas redes elétricas por atividade econômica, 2023-2024



IEA. CC BY 4.0.

Essa tendência é particularmente acentuada na China, onde os esforços de eletrificação em larga escala impulsionaram um aumento na atividade de construção de redes elétricas.

(A China foi responsável por 40% das linhas de transmissão adicionais em todo o mundo em 2024). A participação de trabalhadores da construção civil na força de trabalho da rede elétrica do país atingiu 42% em 2024, dando continuidade ao crescimento constante dos últimos anos. Em contrapartida, as economias de mercado em desenvolvimento (EMDEs) fora da China têm apresentado um crescimento muito mais lento em sua força de trabalho na rede elétrica, e até mesmo declínios em algumas regiões, como África e América do Sul, refletindo níveis de investimento defasados. As economias avançadas e a China, juntas, foram responsáveis por mais de 85% do crescimento total do investimento em infraestrutura de transmissão e distribuição em 2024. Sem apoio político direcionado, muitas EMDEs – particularmente na África Subsaariana e em partes da América Latina – correm o risco de ficar ainda mais para trás na construção de infraestrutura de rede e no desenvolvimento da força de trabalho técnica necessária para apoiar a eletrificação e outras metas de transição energética.

O emprego na rede elétrica aumenta em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia). Até 2035, a projeção é de que a força de trabalho varie entre 10,5 milhões e 12,6 milhões de trabalhadores. No entanto, o crescimento do emprego varia significativamente entre as regiões, sendo que as economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs, na sigla em inglês) necessitam, em particular, de maiores investimentos em infraestrutura de rede moderna e digitalizada para desbloquear o potencial de geração de empregos.

Embora o armazenamento de baterias represente atualmente uma pequena parcela do emprego na rede elétrica, em torno de 2%, ele experimentou um rápido crescimento, com um aumento de 17% nos empregos em relação ao ano anterior em 2024, impulsionado por um aumento no investimento global em armazenamento de baterias e [pela queda nos custos das baterias de grande escala para serviços públicos](#). Como o

Com o aumento da necessidade de flexibilidade do sistema, espera-se que o armazenamento de energia em baterias se torne uma das tecnologias de crescimento mais rápido no setor elétrico até 2035. No setor de energia elétrica convencional (CPS), o emprego cresce 43%, enquanto no setor de energia elétrica em escala industrial (STEPS)...

A força de trabalho deverá mais do que duplicar até 2035 e aumentar 3,6 vezes no cenário NZE. O crescimento exponencial da força de trabalho já começou a materializar-se nos últimos anos, com indicadores do mercado de trabalho, como as vagas de emprego anunciadas, a quadruplicarem entre 2018 e 2022.

# A escassez de mão de obra qualificada está se tornando um obstáculo fundamental para a implementação da infraestrutura de redes elétricas na velocidade e escala necessárias.

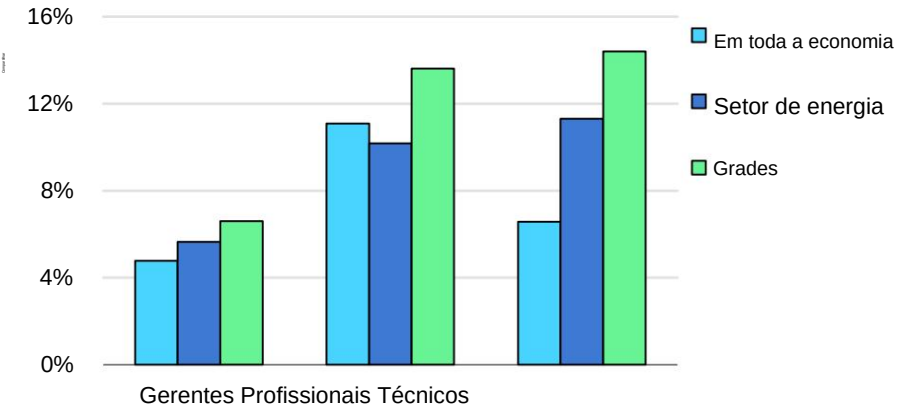
Embora se espere que a força de trabalho no setor de redes elétricas continue a crescer globalmente nos próximos anos, a escassez de trabalhadores qualificados surge cada vez mais como um obstáculo aos planos de desenvolvimento. À medida que os países continuam a aumentar tanto o investimento quanto os projetos em andamento, a disponibilidade de pessoal adequadamente treinado torna-se um fator limitante para a entrega de novas infraestruturas dentro do prazo. Esse desafio é ainda mais agravado pelo fato de que o investimento não acompanha as necessidades em muitas regiões, dificultando a atração, o treinamento e a retenção dos talentos necessários para apoiar a expansão e a modernização das redes elétricas.

Pesquisas e entrevistas realizadas pela AIE (Agência Internacional de Energia) com empresas de distribuição de energia elétrica reforçam essas preocupações, destacando a escassez generalizada de mão de obra qualificada e um mercado de trabalho restrito. Mais de 40% das empresas de distribuição de energia elétrica pesquisadas afirmaram estar enfrentando uma concorrência "alta" ou "muito alta" por mão de obra qualificada, perdendo candidatos regularmente para outros empregadores. Metade dos entrevistados disse ter precisado ajustar seus requisitos de contratação devido à escassez de profissionais. As barreiras mais citadas para o recrutamento foram a falta de habilidades técnicas específicas para o setor de distribuição de energia e um número limitado de candidatos qualificados. A escassez de mão de obra e de habilidades é ainda agravada pelo envelhecimento da força de trabalho no setor. A análise da AIE mostra que, para cada jovem que ingressa no setor, 1,4 trabalhadores têm 55 anos ou mais – uma proporção muito superior à média da economia em geral.

Muitos dos desafios enfrentados pelo setor refletem a natureza altamente especializada do trabalho relacionado à rede elétrica, com 35% das funções classificadas como de alta qualificação.

A força de trabalho qualificada representa 27% dos trabalhadores do setor de energia em geral e 22% na economia em geral. Essas funções incluem profissionais como engenheiros de sistemas de energia e planejadores de redes elétricas. Os técnicos, que normalmente dão suporte a funções de engenharia, incluindo monitoramento de sistemas, testes de equipamentos e manutenção de sistemas de controle digital como o SCADA, representam 14,5% da força de trabalho do setor de redes elétricas, 30% a mais que a média do setor de energia.

Participação de ocupações altamente qualificadas por setor, 2024



IEA. CC BY 4.0.

A demanda por essas funções especializadas ressalta a urgência de expandir os programas de treinamento técnico voltados para a rede elétrica. No entanto, alguns modelos de sucesso estão começando a surgir. Na França, [a Grid School](#) é um [setor inteiro](#) iniciativa que oferece [treinamento prático](#) para [técnicos de redes elétricas](#) e profissionais qualificados, lançada por meio de um esforço coletivo que envolve a empresa de distribuição ENEDIS, a

A operadora do sistema de transmissão RTE, o Ministério da Educação Nacional e outras entidades profissionais. Desde 2023, o número de escolas profissionalizantes participantes cresceu de 45 para mais de 200, permitindo que mais de 2.000 alunos com formação especializada em redes elétricas ingressem em empresas a cada ano. Na Itália, a operadora da rede elétrica Enel lançou iniciativas que conectam escolas e pequenas e médias empresas (PMEs) para capacitar os alunos de acordo com as necessidades em constante evolução do setor de energia e garantir uma melhor adequação à futura força de trabalho.

demandas. A [Energie per la Scuola da empresa A iniciativa](#), lançada em 2022, estabelece parcerias com escolas profissionalizantes para preparar alunos para cargos de nível inicial no setor elétrico. Por meio desse programa, a Enel colaborou com 127 escolas e 70 empresas, alcançando cerca de 10.000 alunos durante eventos de orientação profissional. Desses alunos, aproximadamente 1.700 participaram de cursos de capacitação e foram posteriormente contratados pelos fornecedores da Enel. As empresas apoiam esse esforço oferecendo treinamento prático em suas instalações, proporcionando aos alunos experiência prática. Essas parcerias ajudam escolas, concessionárias de energia e fornecedores a trabalharem juntos para reduzir a lacuna de habilidades e emprego, e muitas vezes estão vinculadas a licitações públicas, ajudando a alinhar os esforços de capacitação locais com os projetos de infraestrutura futuros.

Essas iniciativas representam uma evolução positiva no desenvolvimento da força de trabalho, mas desafios significativos ainda persistem. Muitos programas de treinamento ainda são muito limitados em escala para atender à crescente demanda, principalmente em mercados emergentes. Os currículos frequentemente ficam atrás dos avanços tecnológicos em redes inteligentes, automação e digitalização. Há também uma escassez de instrutores qualificados com experiência atualizada no setor e um alinhamento limitado entre as trajetórias educacionais e as necessidades da indústria.

Requisitos reais do mercado de trabalho. Em alguns países, as carreiras vocacionais e técnicas ainda sofrem com o baixo reconhecimento social, o que dificulta a atração de jovens talentos.

Além desses obstáculos, existem também [as normas técnicas divergentes](#). As normas de equipamentos em diferentes países dificultam o envio de equipes de manutenção da rede elétrica durante emergências. [Especificações de equipamentos divergentes](#), Sistemas de controle e padrões de tensão podem atrasar ou mesmo impedir o envio de equipes de trabalhadores da rede elétrica de países vizinhos durante emergências. Por exemplo, após interrupções causadas por tempestades no início de 2025, vários Estados-membros da UE relataram que os esforços para obter apoio transfronteiriço foram dificultados porque as equipes técnicas não conseguiam operar os equipamentos umas das outras ou se conectar aos sistemas locais devido a protocolos incompatíveis. [Centro de Regulação na Europa](#)

O CERRE destacou esses desafios, observando que, mesmo onde existem estruturas de assistência mútua, as normas técnicas divergentes continuam a limitar a velocidade e a eficácia dos esforços de resposta a emergências.

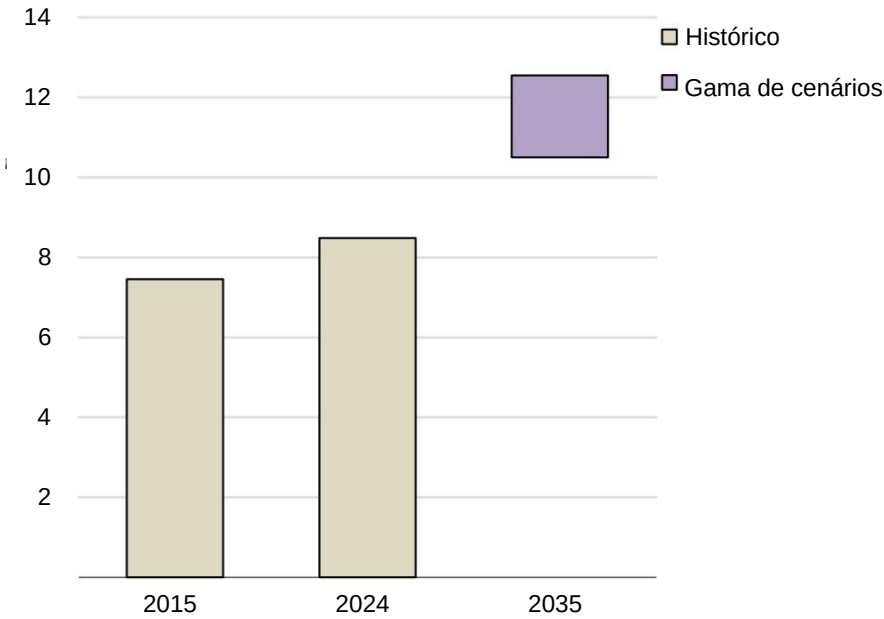
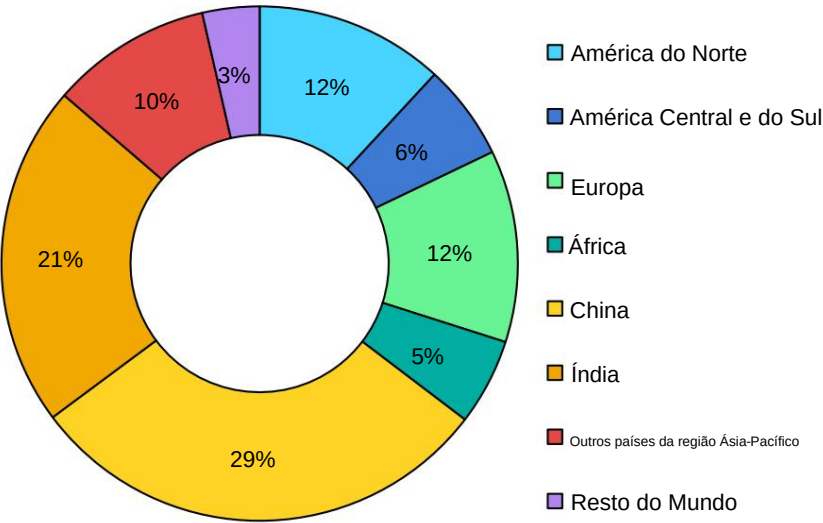
[Maior padronização poderia permitir](#) uma mobilidade mais rápida da força de trabalho quando for necessário suporte urgente à rede elétrica.

A escassez de mão de obra e de competências nas redes elétricas é ainda mais intensificada pela evolução das exigências de habilidades. Com a crescente participação da geração de energia renovável variável e a necessidade cada vez maior de uma gestão de dados aprimorada, a digitalização torna-se essencial para maximizar a eficiência das redes existentes. O papel cada vez maior da IA e das ferramentas digitais nas operações das redes reforça a necessidade de atualizar os currículos de treinamento, ampliar as trajetórias de aprendizagem interdisciplinares e garantir que o desenvolvimento da força de trabalho acompanhe a transformação tecnológica do setor.



O emprego na rede elétrica aumenta em todos os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia), porém é necessário um maior investimento em infraestrutura resiliente e digitalizada.

Emprego em redes elétricas por região em 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# Setores de uso final: Veículos e tecnologias de eficiência

Emprego nos setores de uso final por região e setor, 2024 (milhares de trabalhadores)

|                                            | Norte América | Central e Sul América | Europa | África | China  | Índia | Outros países da Ásia Pacífico | Meio Leste | Eurásia | Global |
|--------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------------------------------|------------|---------|--------|
| veículos ICE                               | 2.000         | 700                   | 2 900  | 200    | 3 900  | 1 200 | 2.700                          | 200        | 300     | 14.000 |
| Veículos elétricos e baterias              | 300           | <50                   | 600    | <50    | 2 400  | <50   | 200                            | <50        | <50     | 3.500  |
| Eficiência industrial                      | 300           | 200                   | 400    | 200    | 1 200  | 300   | 600                            | 300        | 100     | 3 600  |
| Remodelação de edifícios                   | 300           | <50                   | 200    | 100    | 100    | <50   | 100                            | <50        | <50     | 800    |
| Eletrodomésticos e iluminação eficientes   | 700           | 200                   | 1 500  | 200    | 1 200  | 1 100 | 700                            | 200        | 200     | 5 900  |
| bombas de calor                            | 200           | <50                   | 200    | <50    | 300    | <50   | 100                            | <50        | <50     | 800    |
| Outras opções eficientes e renováveis HVAC | 400           | 100                   | 1.000  | <50    | 1.000  | 100   | 300                            | <50        | <50     | 3 100  |
| Setores de uso final: Total                | 4 100         | 1 200                 | 6 800  | 800    | 10 200 | 2 800 | 4 600                          | 700        | 700     | 31 800 |

Notas: Veículos com motor de combustão interna (ICE); veículos elétricos (EVs); e HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado). "Outros sistemas de HVAC eficientes e renováveis" incluem aquecimento geotérmico, bioenergia ou energia solar térmica, bem como sistemas de HVAC que não sejam bombas de calor e que atendam a um determinado nível de eficiência.

## Os veículos elétricos continuam sendo o principal motor de crescimento do emprego no setor automotivo, com a China posicionada para liderar a expansão global.

Em 2024, o setor de fabricação de veículos registrou aumento nos empregos, acompanhando a leve alta nas vendas. Os empregos em veículos elétricos (VE) e baterias para VE representaram uma parcela cada vez maior do total, enquanto o emprego em veículos com motor de combustão interna (MCI) voltou a diminuir. Juntos, esses setores criaram 300 mil empregos em 2024, um aumento de 1,8% em relação ao ano anterior, totalizando mais de 17,5 milhões de vagas em todo o mundo.

A produção de veículos elétricos continuou sua recente ascensão, [representando agora mais de 20% do mercado](#) das vendas globais de automóveis. O emprego global na fabricação de veículos elétricos aumentou para 3,1 milhões em 2024, um aumento de 34% em relação ao ano anterior, quase cinco vezes maior do que em 2020 e mais de dez vezes maior do que em 2015. O aumento da demanda por veículos elétricos também gerou um forte crescimento na força de trabalho de baterias para veículos elétricos, que cresceu para quase 425.000 em 2024, em comparação com apenas 110.000 empregos em 2015.

No entanto, a fabricação de veículos com motor de combustão interna não se recuperou do impacto significativo nas vendas observado durante a pandemia, com a maioria das principais regiões produtoras registrando queda na produção em 2024 para níveis entre 20% e 40% abaixo dos respectivos picos da década de 2010. Após uma breve recuperação em 2023, os empregos na fabricação de veículos com motor de combustão interna caíram novamente em 2024.

De 490 mil empregos para 14 milhões, o que representa uma queda de 17% em relação ao pico global de 17 milhões em 2017.

Embora quase 90% dos veículos vendidos globalmente sejam carros de passeio, em oposição a veículos comerciais leves e veículos pesados, estes representam apenas 70% do emprego global na indústria automobilística, visto que este último grupo exige mais mão de obra. Esses veículos mais pesados...

Alguns segmentos têm sido mais lentos na eletrificação, com apenas 6% dessa força de trabalho atualmente envolvida na montagem e produção de componentes para veículos elétricos.

A China consolidou sua posição como principal produtora de veículos elétricos e baterias para veículos elétricos nos mercados globais, com um aumento de 570 mil empregos em 2024, totalizando 2,4 milhões. Embora a China já fosse uma grande produtora de veículos há muito tempo, com uma participação global em torno de 20 a 30% durante a década de 2010, agora responde por mais de 70% da produção de veículos elétricos.

em todo o mundo. Cerca de 70% da força de trabalho global de veículos elétricos está empregada na China, incluindo 93% dos empregos na área de baterias para veículos elétricos. Com pouco mais de 6,3 milhões de empregos, o setor de fabricação de veículos automotores na China permanece semelhante aos níveis de 2015, embora seu papel central no setor de veículos elétricos a posicione para um forte crescimento no mercado automotivo global.

É importante destacar que grande parte do crescimento do emprego no setor de veículos elétricos na China provém de marcas chinesas que atendem ao mercado interno, onde os veículos elétricos representam quase metade de todas as vendas de automóveis. As montadoras chinesas foram responsáveis por mais de 80% da produção nacional de veículos elétricos em 2024, um aumento em relação aos dois terços registrados em 2021.

As montadoras também estão em posição de gerar crescimento no emprego na fabricação de veículos elétricos em outras partes do mundo, como a BYD e a GWM.

Anunciou novas unidades de produção no Brasil, Tailândia, Indonésia e Malásia, que entrarão em operação nos próximos anos.

Esses países também são uma fonte significativa de demanda de exportação para

Os fabricantes chineses de veículos elétricos estão negociando isenções tarifárias para esses veículos em troca de investimentos em fábricas locais.

O México se beneficia de uma relação semelhante com as montadoras de economias avançadas, visto que 70% da produção de veículos elétricos do país foi proveniente de marcas com sede nos Estados Unidos, e o restante de fabricantes europeus e japoneses. Ao mesmo tempo, marcas de veículos elétricos sediadas em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) estão começando a ganhar espaço nos mercados doméstico e estrangeiro, com a VinFast do Vietnã, a Tata da Índia e a Tata da Argentina registrando aumentos significativos na produção de veículos elétricos em 2024. Com 80.000 empregos no setor de veículos elétricos em 2024, as EMDEs fora da China dobraram sua força de trabalho nesse ano, embora ainda representem uma modesta participação de 2% do emprego global em veículos elétricos.

Historicamente, as economias de mercado e desenvolvimento fora da China também têm sido parte integrante das cadeias de suprimentos distribuídas de componentes automotivos. Cerca de três quartos dos empregos globais na fabricação de veículos são ocupados pela produção de componentes como transmissões, chassis, janelas e assentos, em vez da montagem dos próprios veículos.

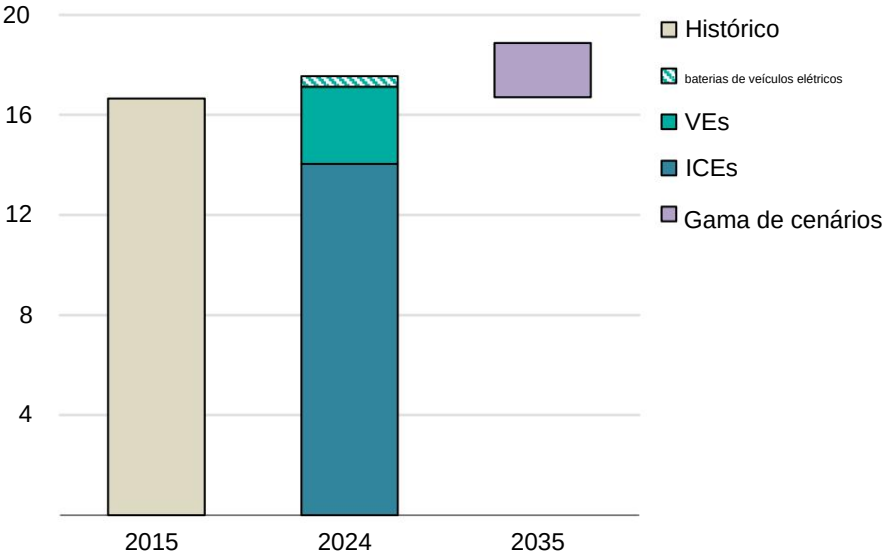
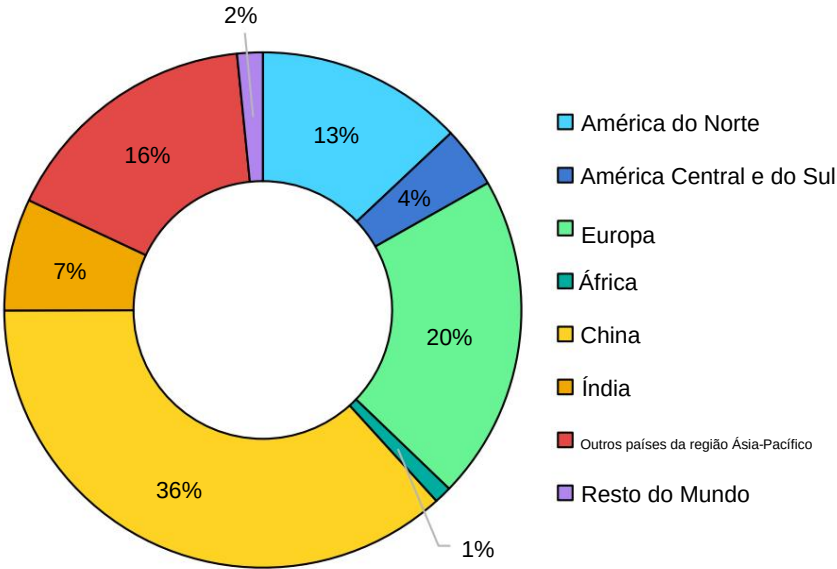
Países como o México, a Polônia e as economias do Sudeste Asiático têm se beneficiado de custos de mão de obra mais baixos e da proximidade com os principais centros regionais de produção, especializando-se no fornecimento dessas peças. Esses fatores contribuíram para o total de 3,9 milhões de empregos na fabricação de veículos em economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs) fora da China, representando 22% da força de trabalho global, um número maior do que os 18% que sua participação na produção mundial poderia sugerir.

As economias avançadas continuam sendo as maiores empregadoras na indústria de fabricação de veículos, com um total de 7,3 milhões de empregos em 2024. A força de trabalho na fabricação de veículos elétricos apresentou fortes ganhos nessas regiões nos últimos anos, embora o ritmo de crescimento tenha estagnado um pouco em 2024 (alta de 23% em relação ao ano anterior) em comparação com o observado na China (30%) e em outros mercados emergentes e em desenvolvimento (90%). Nas economias avançadas, o emprego na fabricação de veículos com motor de combustão interna caiu 1,5% em relação ao ano anterior, ampliando o declínio dos últimos anos associado à menor produção de veículos com esse tipo de motor.

A transição de empregos em veículos com motor de combustão interna para veículos elétricos, observada na última década, deverá continuar nos próximos anos, embora o ritmo dessa transição varie entre os cenários da AIE (Agência Internacional de Energia). No cenário mais otimista, a fabricação de veículos elétricos e baterias para veículos elétricos poderá atingir 15,2 milhões de trabalhadores em 2035, com uma estimativa mais conservadora de 6,1 milhões. Em ambos os casos, isso representaria uma redução da diferença em relação à fabricação de veículos com motor de combustão interna, cuja força de trabalho poderá variar entre 1,5 milhão no cenário mais pessimista e 12,8 milhões no mais otimista.

# Os veículos elétricos dominaram o crescimento do emprego no setor automotivo em 2024 e continuarão impulsionando aumentos significativos até 2035.

Emprego em veículos motorizados e baterias para veículos elétricos por região em 2015, 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

# O emprego na área de eficiência energética manteve-se estável, enquanto o ritmo de investimento diminuiu em 2024.

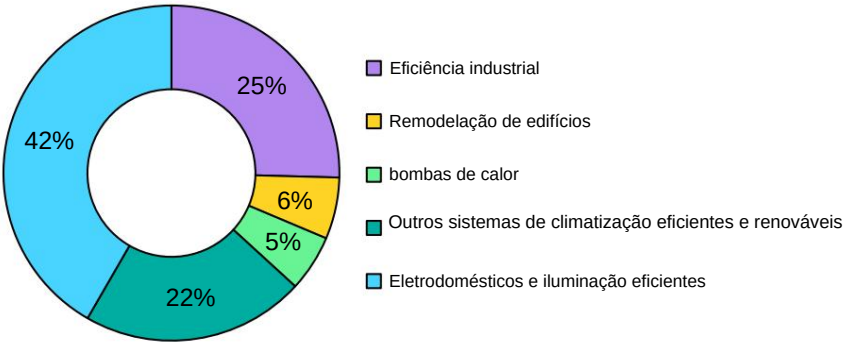
O progresso global em eficiência energética estabilizou em 2024, com a intensidade energética primária, métrica utilizada para avaliar a eficiência, apresentando uma melhoria de 1%, em consonância com os níveis de 2023. Prevê-se que o investimento relacionado com a eficiência energética atinja cerca de **800 mil milhões de dólares**. Em 2025, houve um aumento de 6% em relação ao ano anterior, mas **os programas de apoio público** diminuíram devido às **restrições orçamentárias**. O emprego na área de eficiência energética cresceu 1,9%, atingindo 14,3 milhões em 2024. A maioria dos trabalhadores está concentrada na China, na União Europeia e na América do Norte, mas o crescimento anual do emprego foi mais rápido em mercados emergentes e economias em desenvolvimento como a Índia (9%), a África (4%) e outros países da região Ásia-Pacífico (4%), todos superando a média global.

O emprego na área de eficiência energética em edifícios atingiu 10,6 milhões em 2024, abrangendo diversos subsectores. Eletrodomésticos e iluminação eficientes representam a maior parcela, com quase 6 milhões de empregos, seguidos por bombas de calor e outros equipamentos de climatização eficientes e renováveis, que juntos somam cerca de 3,9 milhões de trabalhadores. O setor da construção civil inclui cerca de 850 mil pessoas que trabalham em atividades de retrofit.

Os governos continuam a adotar políticas de eficiência energética para edifícios, que permanecem um catalisador para o emprego. As principais iniciativas incluem o lançamento do programa **indonésio de eficiência energética**. Roteiro Nacional para a Implementação de Construções Sustentáveis e a **Índia** Código de **Energia e** Construção Sustentável. No entanto, os empregos em sistemas de climatização renováveis permanecem abaixo dos níveis pré-pandemia, uma vez que os investimentos no setor diminuíram devido aos **altos custos iniciais**. e **orçamentos de investimento apertados**.

O emprego na indústria estabilizou-se em 3,6 milhões, principalmente devido à desaceleração na China, país que concentra a maior parte da força de trabalho do setor. Observou-se um declínio acentuado na União Europeia, onde a disponibilidade limitada de mão de obra qualificada representou um grande **desafio** para os investimentos. para as empresas. No entanto, a **região da Ásia-Pacífico** (fora da China) continuou a impulsionar o emprego no setor.

Emprego na eficiência do uso final por subsector, 2024



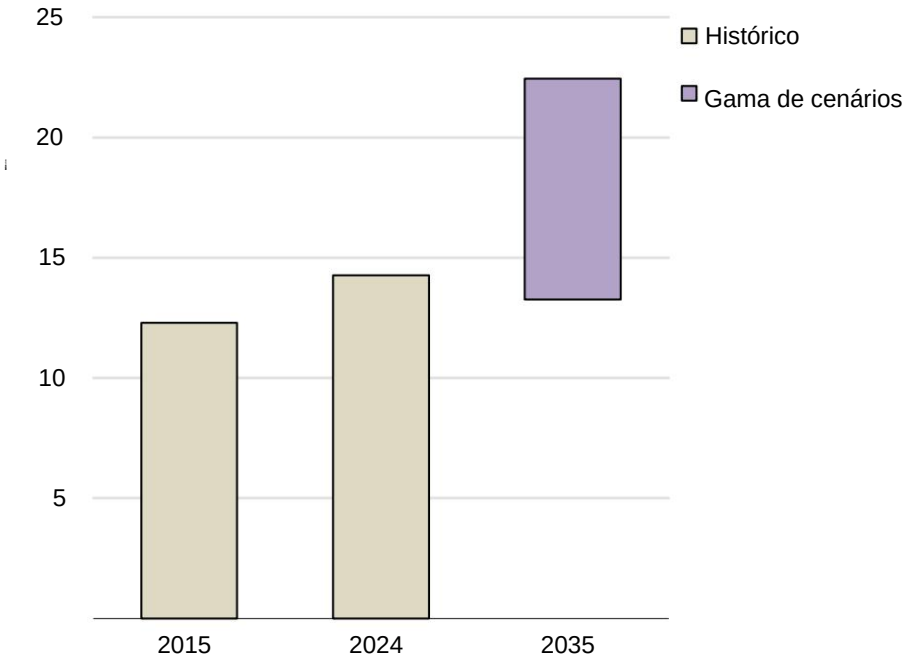
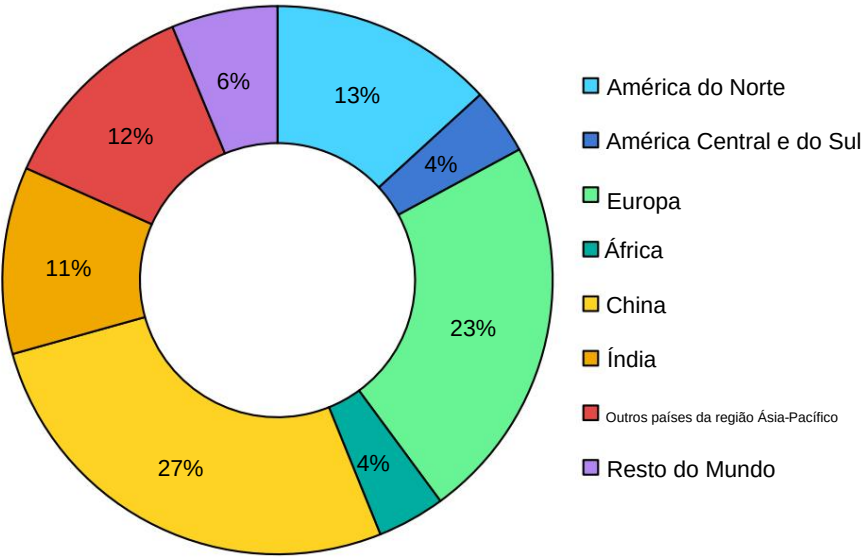
IEA. CC BY 4.0.

Notas: HVAC = aquecimento, ventilação e ar condicionado. 'Outros sistemas HVAC eficientes e renováveis' incluem aquecimento proveniente de fontes geotérmicas, bioenergia ou energia solar térmica, bem como sistemas HVAC que não sejam bombas de calor e que atendam a um nível mínimo de eficiência.

A demanda futura por trabalhadores da área de eficiência energética é fortemente influenciada por políticas públicas. No cenário CPS, a força de trabalho em eficiência energética diminuiria ligeiramente na próxima década, para 13,3 milhões de pessoas, enquanto nos cenários STEPS e NZE, ela continuaria a crescer, atingindo 16,3 milhões e 22,4 milhões de trabalhadores, respectivamente.

**Prevê-se que os empregos na área da eficiência energética cresçam gradualmente até 2035, impulsionados por uma expansão no setor energético.**  
**Região da Ásia-Pacífico**

Emprego em eficiência energética por região em 2015, 2024 e por cenário em 2035.



IEA. CC BY 4.0.

Nota: O intervalo de cenários abrange resultados em três cenários da AIE: Cenário de Políticas Atuais (CPS), Cenário de Políticas Declaradas (STEPS) e Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050 (Cenário NZE).

## A demanda por serviços de bombas de calor é alta para atender às ambiciosas metas de crescimento.

O crescimento do emprego global em bombas de calor desacelerou em 2024, ficando abaixo de 4%, em comparação com a taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 6% observada entre 2020 e 2023, devido à queda nas vendas. devido à descontinuação ou redução dos subsídios governamentais e à queda dos preços do gás natural. A desaceleração tem sido particularmente acentuada nas economias avançadas, especialmente na Europa, onde os empregos no setor de bombas de calor primeiro estagnaram em 2023 e depois diminuíram em 2024. No entanto, os primeiros indicadores sugerem Uma reviravolta está à vista e, com base nas políticas atuais, prevê-se que os empregos relacionados a bombas de calor continuem a crescer a uma taxa composta de crescimento anual de 4,5% entre 2024 e 2035.

Na Europa, o aumento da procura por trabalhadores no setor das bombas de calor está em linha com as metas ambiciosas de instalação. A União Europeia pretende instalar 60 milhões de bombas de calor até 2030 e atender a essa demanda exigiria 500 mil trabalhadores qualificados em todo o bloco, um aumento em relação a cerca de 165.000 em 2024. Alemanha e França Relataram que precisariam de 60.000 e 30.000 instaladores adicionais, respectivamente, para atingir a meta de 2030. Para tornar a instalação de bombas de calor acessível, em 2009, a União Europeia incluiu na Diretiva de Energias Renováveis a obrigação de todos os Estados-Membros oferecerem um programa de certificação de bombas de calor ou qualificações equivalentes. O Programa EUCERT, Administrado pela Associação Europeia de Bombas de Calor (EHPA), tem como objetivo oferecer um nível comum de qualificação em 14 países.

Fora dessas iniciativas, as qualificações e certificações para instaladores de bombas de calor variam muito de país para país.

Alguns países possuem certificações específicas para bombas de calor, outros as incluem em certificações mais abrangentes de HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) ou exigem que o instalador possua certificações tanto para ar condicionado quanto para aquecimento em geral. Essas estruturas representam uma barreira de acesso significativa e podem dificultar a qualificação de instaladores de bombas de calor.

Outra diferença fundamental reside na obrigatoriedade ou voluntariedade da certificação – seja para exercer legalmente a atividade ou para ter acesso a determinados programas de incentivo. De acordo com as políticas atuais, os programas de incentivo para bombas de calor muitas vezes tornam a certificação mais crucial, mesmo quando não é legalmente exigida. A maioria das certificações é emitida para indivíduos, mas em alguns sistemas, as empresas podem ser certificadas – desde que demonstrem que seus funcionários possuem as habilidades necessárias, por vezes utilizando certificados pessoais voluntários como comprovação.

Por fim, nem todos os certificados abrangem as mesmas competências. Por exemplo, as competências em canalização são normalmente incluídas apenas em regiões onde as bombas de calor hidrônicas representam uma parte significativa do mercado. Na União Europeia, o manuseamento de refrigerantes exige um certificado F-Gas separado e obrigatório, não fazendo, portanto, parte das certificações gerais de bombas de calor. E embora todos os certificados de bombas de calor analisados incluíssem trabalhos elétricos, uma das principais diferenças reside no facto de esses trabalhos abrangerem serviços elétricos avançados, como intervenções no quadro de distribuição central.



As certificações para instaladores de bombas de calor variam muito entre os países.

Esquemas de certificação nacionais e regionais selecionados para instaladores de bombas de calor com principais características, 2025

|                                                             |                                                                                      |                  |                                 |                            | Elétrica |   | Habilidades incluídas |   | Manutenção |   | Segurança |   |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|---|-----------------------|---|------------|---|-----------|---|
| País/<br>Região                                             | Certificação                                                                         | Concedido a      | Específico<br>aquecer<br>bombas | Obrigatório/<br>Voluntário |          |   |                       |   |            |   |           |   |
| Austrália                                                   | RAC01 Pessoa com Licença Completa para Manuseio de Refrigerantes                     |                  | Não                             | Obrigatório                | X        |   |                       |   |            | X | XXX       |   |
| Canadá                                                      | Padrão Ocupacional Selo Vermelho:<br>Mecânico de refrigeração e ar condicionado      | Pessoa           | Não                             | Obrigatório1               | X        | X | X                     |   | X          | X | XXX       |   |
| Instalador de bombas de calor EHPA EUCert da União Europeia |                                                                                      | Pessoa           | Sim                             | Voluntário2                | X        |   | X                     | X | X          |   | XXX       |   |
| França                                                      | QualiPAC                                                                             | Pessoa           | Sim                             | Incentivo                  | X        |   | X                     | X | X          |   |           | X |
| Alemanha                                                    | Fachbetrieb Wärmepumpen                                                              | Sim, da empresa. |                                 | Incentivo                  | X        |   | X                     | X | X          |   | XXX       |   |
| Itália                                                      | Certificação FER                                                                     | Pessoa           | Sim                             | Obrigatório                | X        |   | X                     | X |            |   | XXX       |   |
| Espanha                                                     | Certificação RITE                                                                    | Pessoa           | Sim                             | Obrigatório3               | X        |   | X                     |   |            |   | XXX       |   |
| Suécia                                                      | SKVP CIN 2                                                                           | Pessoa           | Não                             | Voluntário4                | X        |   | X                     | X | X          | X | XX        |   |
| Holanda BRL 6000-21 com ISSO 98                             |                                                                                      | Sim, da empresa. |                                 | Incentivo                  | X        |   | X                     | X | X          |   | XX        |   |
| Reino Unido MCS                                             | MIS 3005                                                                             | Sim, da empresa. |                                 | Incentivo                  | X        |   | X                     | X | X          |   | XXX       |   |
| Estados Unidos                                              | Profissional de HVAC certificado pela NATE<br>(CHP-5)                                | Pessoa           | Não                             | Incentivo5                 | X        |   |                       | X | X          | X | X         | X |
| Estados Unidos<br>(Califórnia)                              | C-20 Aquecimento, Ventilação e Ar Quente<br>Licença de instalador de ar condicionado | Pessoa           | Não                             | Obrigatório                | X        | X | X                     | X |            |   | XXX       |   |

Observações: Elétrica avançada = Eletricidade avançada. Inclui trabalhos elétricos como intervenção no quadro de distribuição, que exigem uma licença completa de eletricitista.

- 1. Obrigatório nas províncias onde é uma atividade comercial obrigatória.
- 2. Pode ser usado para comprovar as habilidades do funcionário em algumas certificações oferecidas pela empresa.
- 3. Pode ser substituído por diplomas de ensino superior ou pela combinação de certificações gerais em aquecimento e ar condicionado.
- 4. A certificação tem um forte enfoque na segurança, incluindo refrigerantes, mas a certificação F-Gas ainda é obrigatória.
- 5. Pode ser usado para obter certificações reconhecidas pela EPA, como a AHRI, para acessar programas de financiamento.

---

# Anexos

---

## Metodologia – o modelo de emprego em energia mundial

Nosso modelo quantitativo de emprego no setor energético fornece estimativas da demanda por mão de obra por tecnologia energética, atividade econômica, região e ano, com base em diversos fatores-chave. Essa modelagem agrega valor ao fornecer estimativas abrangentes e detalhadas da força de trabalho no setor energético, com cobertura global.

Em contrapartida, a maioria das estatísticas oficiais de trabalho não abrange o setor energético em detalhe. Embora frequentemente forneçam estimativas específicas para algumas partes tradicionais do setor (como a extração de petróleo e gás), não o fazem para muitos outros subsectores emergentes (como a energia solar ou a renovação de edifícios). O nível de detalhe disponível também não é consistente entre os países, e as categorias não são harmonizadas. Além disso, os empregos no setor energético existem em diversas atividades econômicas, como a construção civil e a indústria, o que dificulta a captura de toda a cadeia de valor sem pesquisas secundárias. O relatório anual *World Energy Employment* e o modelo associado visam colmatar esta lacuna, embora não substituam as estatísticas oficiais de trabalho nem [as abordagens baseadas em pesquisas secundárias](#). Avaliar o emprego no setor energético.

---

### Definição e âmbito de atuação do emprego

A literatura sobre emprego normalmente classifica os impactos da criação de empregos de acordo com o seguinte esquema:

- **Direto:** *Empregos criados para entregar um projeto final, produto ou operação.*  
*uma instalação.*

- **Indireto:** *Empregos na cadeia de suprimentos criados para fornecer insumos a um projeto ou produto final.*

- **Induzido:** *Empregos criados pelos salários auferidos com os projetos e gastos em outros setores da economia, gerando assim empregos adicionais.*

Nossa análise de emprego inclui todos os empregos diretos e os empregos indiretos de fornecedores que fabricam tecnologias essenciais para a produção ou o consumo de energia. Outros empregos indiretos, bem como empregos induzidos, não estão incluídos. Na literatura sobre emprego, os empregos indiretos às vezes incluem empregos "sustentados" pela compra de equipamentos que são essenciais para a geração de outros empregos. Por exemplo, a fabricação de automóveis é essencial para a geração de empregos de entrega e de motorista de táxi. Esses empregos "sustentados" não estão incluídos em nossa análise. Isso estabelece um limite claro em torno dos empregos que o investimento em energia cria para viabilizar novos projetos, ou dos empregos necessários para operar instalações de energia existentes.

Para fins de contabilização consistente, os empregos são normalizados para empregos em tempo integral (FTE). Um emprego em tempo integral representa o trabalho de uma pessoa durante um ano, seguindo normas regulamentadas (por exemplo, 40 horas semanais durante 52 semanas por ano, excluindo férias). Por exemplo, dois empregos distintos de seis meses cada são contabilizados como um emprego em tempo integral.

Os números de emprego incluem nossa melhor estimativa do número de trabalhadores informais. Em consonância com as diretrizes da Organização Internacional do Trabalho (OIT), o emprego informal inclui todo trabalho remunerado que não seja registrado, regulamentado ou protegido pela legislação vigente.

ou marcos regulatórios (OIT, 2003). Isso inclui trabalhadores por conta própria e trabalhadores empregados em empresas do setor informal; trabalhadores familiares contribuintes; empregados com empregos informais; membros de cooperativas informais de produtores; e trabalhadores por conta própria que se dedicam à produção de bens exclusivamente para uso final próprio de suas famílias. As estimativas são baseadas em dados da OIT e em uma revisão da literatura sobre taxas de informalidade por região e setor.

#### *Categorização por tecnologia energética*

A modelagem de emprego agora abrange 55 subsetores de energia. O escopo das tecnologias de emprego em energia abrangidas inclui:

- **O fornecimento de energia e minerais relacionados**, incluindo: carvão, petróleo e gás, bioenergia moderna, extração de minerais críticos (lítio, cobre, cobalto e níquel), combustíveis nucleares e hidrogênio de baixa emissão.
- **O setor de energia**, incluindo: geração de eletricidade por fonte (combustíveis fósseis, renováveis e nuclear) e transmissão, distribuição e armazenamento de energia.
- **Usos finais de energia**, incluindo: fabricação de veículos (mais baterias para veículos elétricos) e eficiência energética (em edifícios e na indústria).

#### *Categorização por atividade econômica*

O emprego é categorizado não apenas por tecnologia energética, mas também por atividade econômica, de acordo com o Padrão Internacional.

Classificação Industrial de Todas as Atividades Econômicas (ISIC), Revisão 4

(UN DESA, 2008). No módulo de emprego, as atividades econômicas abrangidas são agrupadas nas seguintes cinco categorias:

- **Matérias-primas:** Agricultura (Seção A da Classificação Industrial Padrão da Índia - ISIC) para produção de bioenergia e Mineração e extração (Seção B da ISIC) para produção de carvão, petróleo e gás.
- **Fabricação:** Seção C da ISIC.
- **Construção:** Seção F da ISIC.
- **Profissionais e serviços públicos:** Fornecimento de eletricidade, gás, vapor e ar condicionado (Seção D da ISIC), bem como serviços profissionais e comerciais (Seções JN e S da ISIC).
- **Comércio por atacado e transporte:** Comércio por atacado e a retalho (Código G) mais Transporte e armazenagem (Código H).

#### *Categorização por fase do ciclo de vida do ativo*

O emprego também é categorizado de acordo com se o trabalho está associado à construção de um novo projeto ou à operação e manutenção da infraestrutura energética existente. Essa divisão baseia-se nos balanços energéticos da AIE (Agência Internacional de Energia) e em dados relacionados. Por exemplo, a proporção entre os aumentos de capacidade e a capacidade total de geração de energia instalada define a divisão entre os funcionários do setor elétrico que trabalham em novos projetos e aqueles que trabalham em usinas existentes. A categoria “Operação e manutenção” (O&M) é usada para se referir aos trabalhadores em infraestrutura ou ativos energéticos existentes, como uma indicação de todos os empregos contínuos necessários para dar suporte à operação adequada de um projeto energético.

### *Categorização por ocupação e nível de habilidade*

O emprego também é categorizado por ocupação e nível de qualificação, de acordo com a Classificação Internacional Padrão de Ocupações de 2008 (ISCO-08) estabelecida pela OIT (OIT, 2025a). As ocupações são definidas pela OIT como um “conjunto de empregos cujas principais tarefas e deveres são caracterizados por um alto grau de similaridade”.

Em nível de um dígito, a classificação ISCO-08 abrange nove grandes grupos ocupacionais:

1. Gerentes
2. Profissionais
3. Técnicos e profissionais associados
4. Auxiliares administrativos
5. Trabalhadores de serviços e vendas
6. Trabalhadores qualificados da agricultura, silvicultura e pesca
7. Trabalhadores de ofícios e áreas afins
8. Operadores de fábrica e máquinas, e montadores
9. Ocupações elementares

### *Categorização por cenário*

O relatório concentra-se principalmente nas tendências atuais de emprego no setor energético, mas também inclui projeções até 2035 para três cenários utilizados no *World Energy Outlook 2025*:

- O cenário atual das políticas (CPS), que estabelece um caminho para o sistema energético no qual nenhuma mudança nas políticas relacionadas à energia é pressuposta além do que já está previsto em lei ou regulamentação.
- O cenário das políticas declaradas (STEPS), que leva em consideração intenções políticas que foram formalmente propostas, mas não codificadas em leis e regulamentos atuais. O STEPS considera metas e compromissos apenas na medida em que sejam respaldados por políticas detalhadas e não pressupõe que as metas ambiciosas sejam atingidas.
- O cenário de emissões líquidas zero até 2050 (Cenário NZE), um cenário normativo que estabelece um caminho restrito, porém alcançável, para o setor energético global atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>.  
emissões até 2050, cumprindo simultaneamente os principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados com a energia.

## Estimativa do emprego atual

Nosso modelo utiliza dados da AIE (Agência Internacional de Energia) sobre investimento e gastos em energia, produção e consumo de energia, capacidade de geração de energia e eletricidade, estoques de tecnologia e vendas como base para estimar o emprego global. Esses dados são multiplicados por multiplicadores de emprego específicos para cada subsetor de energia, a fim de estimar o emprego total no ano-base.

Os multiplicadores são produzidos por meio de uma análise abrangente de estatísticas trabalhistas, dados setoriais e empresariais, pesquisas acadêmicas e, quando disponíveis, dados salariais para cada subsetor e região. Os multiplicadores e as estimativas de emprego foram testados com empresas dentro dos seguintes países:

O Conselho Empresarial de Energia da AIE, revisores especializados, acadêmicos, grupos industriais e organizações internacionais como o FMI e a OIT.

*Estimativa de multiplicadores de emprego*

De forma geral, três tipos de multiplicadores são usados no modelo, com base no investimento (empregos por milhão de dólares americanos investidos), em dados volumétricos (empregos por unidade produzida) e em instalações e capacidade em operação (empregos por unidade de capacidade). Os multiplicadores variam por região para refletir as diferenças no custo local da mão de obra e na produtividade dos trabalhadores. Eles também variam por subsetor de energia, refletindo diferentes detalhamentos de custos do projeto, ou seja, quanto de cada milhão de dólares americanos investido é destinado a projetos.

alocados aos gastos com mão de obra em comparação com os gastos com materiais. As principais fontes utilizadas para estimar os multiplicadores incluem:

- *Dados salariais provenientes de estatísticas nacionais e bases de dados internacionais, para multiplicadores de investimento.*
- *Documentos financeiros legais que fornecem informações sobre emprego e receita, detalhamento de custos de projetos, receitas da empresa e salários médios.*
- *Pesquisa acadêmica, intergovernamental e estimativas modeladas.*
- *Estimativas individuais para empresas e grupos setoriais.*

Para apoiar a análise subsetorial, foram priorizados os inquéritos governamentais às empresas, quando disponíveis com detalhes suficientes.

As informações sobre emprego e finanças foram extraídas dos relatórios anuais das principais empresas de cada setor, embora esse método só pudesse ser usado para setores com um alto grau de...

consolidação em grandes empresas de capital aberto. O material de fontes acadêmicas e da indústria foi analisado para garantir que as definições harmonizadas e os valores de referência fossem ajustados para aderir à estrutura descrita. Quando os valores dessas fontes eram

Quando não há dados salariais disponíveis, as estimativas foram baseadas em multiplicadores de emprego para tecnologias semelhantes. Quando não há dados salariais específicos para o setor de energia, são utilizados dados salariais generalizados por região.

*Alocação de mão de obra ao longo da fase de desenvolvimento do projeto*

Nossas estimativas de emprego abrangem tanto os empregos na operação de ativos existentes quanto os empregos associados à construção de novos projetos. Estes últimos são estimados com base nos investimentos iniciais totais para cada projeto. No entanto, os totais registrados para investimentos iniciais se concentram no ano de conclusão do projeto, enquanto os empregos são gerados ao longo da fase de desenvolvimento do projeto, nos anos que antecedem essa data de conclusão. Em nosso modelo, portanto, distribuímos os investimentos iniciais totais ao longo dos anos anteriores, com base nos cronogramas típicos de entrega de projetos para cada tecnologia. Esses totais de investimento distribuídos representam uma estimativa dos fundos de investimento gastos em cada ano das fases de planejamento e construção do projeto.

O emprego na construção de novos projetos é então estimado multiplicando-se essas estimativas de gastos com investimento pelos multiplicadores de emprego.

### *Calibração com base nos dados de emprego disponíveis*

Uma vasta coleção de dados de emprego provenientes de fontes externas é coletada anualmente para servir como referência para a calibração dos multiplicadores. Essas fontes de dados incluem:

- *Estatísticas nacionais para todos os principais países*
- *Bases de dados ILOSTAT (OIT, 2025c)*
- *Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONU DI)*  
*Base de dados IndStat (UNIDO, 2023)*
- *Relatórios de organizações internacionais e associações industriais*
- *Literatura acadêmica*
- *Relatórios anuais das principais empresas*
- *Entrevistas com empresas*

Quando os dados são coletados de amplos bancos de dados trabalhistas, focamos em categorias relevantes para o setor de energia, incluindo a lista completa de códigos ISIC apresentada nas Recomendações Internacionais para Estatísticas de Energia das Nações Unidas (IRES, 2011). Nosso escopo inclui códigos como 0510 (mineração de carvão mineral), 0610 (extração de petróleo bruto), 0620 (extração de gás natural), 1920 (fabricação de produtos petrolíferos refinados), 2910 (fabricação de veículos automotores), 3510 (geração, transmissão e distribuição de energia elétrica), 4322 (instalação de encanamento, aquecimento e ar condicionado) e 4930 (transporte por dutos), entre outros. Realizamos um mapeamento entre o ISIC e outras classificações, como o Sistema de Classificação Industrial da América do Norte (NAICS) ou a Nomenclatura Europeia de Energia.

As Atividades Econômicas Nacionais (NACE) possibilitaram uma abordagem harmonizada para a coleta de estatísticas oficiais de diferentes países. Em cada caso, são utilizados dados com o maior nível de detalhamento disponível.

### *Alocação de empregos em cadeias de suprimentos globais*

Para tecnologias energéticas com cadeias de suprimentos altamente globalizadas, as estimativas de emprego refletem a localização da capacidade de produção a montante no mundo, e não onde as tecnologias correspondentes são implantadas. Os dados sobre a capacidade de produção regional para tecnologias específicas (como painéis fotovoltaicos solares, turbinas eólicas, turbinas a gás, etc.) foram obtidos de bancos de dados internos da AIE (Agência Internacional de Energia) produzidos para o relatório *Perspectivas de Tecnologia Energética* (ETP), bem como de outras fontes, e o total global de empregos na indústria foi redistribuído entre as regiões do Modelo Global de Energia e Clima (GEC) de acordo. Para tecnologias com produção muito localizada, como materiais de construção e biocombustíveis, assumiu-se que todos os empregos na indústria seriam criados localmente.

## Perspectivas de emprego

As projeções por cenário são baseadas nos resultados dos cenários da AIE (Agência Internacional de Energia) para todos os mesmos dados de entrada que foram usados para estimar o emprego no ano base. Esses valores são multiplicados pelos respectivos multiplicadores de emprego – que variam por região e setor energético – para estimar o total de empregos nos próximos anos até 2035 e, assim, estimar as mudanças nos ganhos e perdas de empregos em relação ao ano base, bem como a parcela dos empregos existentes que será mantida.

### *Estimativa de melhorias na produtividade do trabalho*

Os multiplicadores evoluem ao longo do tempo para refletir as suposições sobre as melhorias na produtividade do trabalho. Quando séries temporais históricas específicas do setor, referentes ao emprego e à produção correspondente (ou outra métrica relevante), estão disponíveis, a taxa histórica de variação é projetada para o futuro. Quando séries temporais específicas não estão disponíveis, são utilizados dados de... Os dados da ONU e da OIT sobre valor adicionado pela atividade econômica e emprego pela atividade econômica são usados para calcular as taxas históricas de melhoria da produtividade do trabalho por região e aplicados às futuras melhorias do multiplicador.

### *Nota sobre revisões das estimativas históricas de emprego*

Pela primeira vez, este relatório apresenta estimativas históricas de emprego desde 2015, permitindo uma avaliação mais rigorosa das tendências de médio prazo.

Além disso, o *WEE 2025* inclui ajustes significativos na linha de base, como parte de nossos esforços contínuos para manter os dados mais atualizados e abrangentes do mundo sobre o inventário da força de trabalho no setor de energia. Juntas, essas mudanças na linha de base resultaram em um aumento de 6,7 milhões em nossa estimativa de emprego total no setor de energia, em comparação com estimativas publicadas anteriormente.

As maiores revisões para cima resultam de uma ampliação do escopo da nossa cobertura sobre emprego no setor energético. Especificamente, nossas estimativas

Agora, incluímos novas categorias de emprego em eficiência energética, incluindo iluminação eficiente (abrangendo sistemas de LED e controles de iluminação inteligentes) e energias renováveis em edifícios. Juntas, essas medidas adicionaram 5,8 milhões de empregos às nossas estimativas de emprego para 2024.

Outras alterações nas estimativas históricas resultaram de refinamentos do modelo. Para a fabricação de veículos, o emprego agora é modelado separadamente por classe de peso do veículo, em vez de como um único grupo, permitindo que o modelo capture a maior intensidade de mão de obra das categorias de veículos mais pesados. Além disso, o modelo agora incorpora

Empregos na fabricação de componentes de veículos, inclusive em regiões que não montam veículos, mas contribuem significativamente para a cadeia de suprimentos. No geral, essas mudanças resultaram em um aumento de 3,4 milhões de empregos em comparação com as estimativas anteriores para 2024.

Por fim, foi realizado um trabalho de desenvolvimento de modelos para tecnologias de bioenergia. O emprego agora é desagregado entre biogás, biolíquidos e biomassa sólida, em vez de ser tratado como uma categoria agregada. Essa abordagem mais refinada resultou em maior precisão nas estimativas do emprego total em bioenergia, que caiu em 1,2 milhão em comparação com relatórios anteriores. Outras mudanças resultaram de atualizações publicadas em 2025 nas estatísticas oficiais de emprego e nos dados de entrada sobre investimento, capacidade e produção de energia, que resultaram em uma redução líquida de 1,3 milhão de empregos em 2024, em comparação com as estimativas provisórias publicadas no *WEE2024*.



## Metodologia – Pesquisas de emprego do IEA

O relatório *WEE 2025* baseia-se em um novo conjunto de pesquisas específicas conduzidas pela AIE (Agência Internacional de Energia). O objetivo dessas pesquisas foi reunir novas informações sobre a dinâmica da força de trabalho no setor de energia, a partir das perspectivas de empresas de energia, sindicatos e organizações educacionais, que dão vida e contextualizam as conclusões do modelo de emprego no setor de energia.

Quando assim referidas, as análises e os números apresentados ao longo do relatório *WEE* baseiam-se nas respostas dos seguintes inquéritos específicos:

- *Pesquisa de Emprego Industrial da AIE*
- *Pesquisa de Emprego e Trabalho da IEA*
- *Pesquisa de Emprego de Educadores da IEA*

A *Pesquisa de Emprego Industrial da AIE (Agência Internacional de Energia)* coletou as opiniões de 429 respondentes, de 56 países, com todas as regiões representadas.

As empresas pesquisadas abrangiam grandes setores como mineração e extração, manufatura e serviços públicos, e operavam em uma ampla gama de subsetores de energia, incluindo geração de energia, combustíveis, redes elétricas, veículos e eficiência energética. Mais de 60% das respostas vieram de pequenas e médias empresas (PMEs) com 1 a 249 funcionários, e o restante foi recebido de grandes empresas com mais de 250 funcionários. A pesquisa incluiu um foco especial em redes elétricas e energia nuclear, com questionários específicos elaborados para capturar informações relevantes para cada setor.

O *Inquérito sobre Emprego e Trabalho da AIE* recolheu 213 respostas, abrangendo 65 países, de trabalhadores do setor energético e representantes dos trabalhadores, incluindo sindicatos.

O *Inquérito sobre o Emprego de Educadores da AIE* recolheu 92 respostas de indivíduos que ministram formação na área da energia em 36 países, incluindo os que trabalham em escolas profissionais, universidades e departamentos de formação interna de empresas do setor energético.

Nos três levantamentos, 52% dos respondentes eram de mercados emergentes e economias em desenvolvimento (MEEDs) e 48% de economias avançadas.

Os dados foram coletados por meio de três questionários online distintos, cada um direcionado a empresas de energia, trabalhadores do setor energético e seus representantes, e educadores especializados na área de energia. O período de coleta de dados teve início em 10 de abril de 2025 e término em 10 de junho de 2025.

Os questionários incluíam vários tipos de perguntas, como perguntas de múltipla escolha, perguntas com escala Likert, perguntas com listas suspensas e perguntas abertas. Um exemplo das perguntas feitas é apresentado abaixo.

Exemplo de pergunta de pesquisa do IEA sobre Emprego na Indústria  
Pesquisa 2025

15. For each occupational group for which you hire, please indicate the level of difficulty finding qualified applicants compared to the average hiring process.

|                                                                                                                                         | Very<br>difficult     | Somewhat<br>difficult | Not<br>difficult      | Very<br>easy          | N/A                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Managers</b> (e.g. project manager, grid operations manager)                                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Professionals</b> (e.g. engineers, R&D)                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Technicians</b> (e.g. wind turbine technicians, substation technician, petroleum technician)                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Craft and related trades workers</b> (e.g. electrician, lineworker, welder, construction workers)                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Plant and machine operators, and assemblers</b> (e.g. power plant operators, control room operators)                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Service and sales workers</b> (e.g. customer service representative)                                                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>Skilled agricultural, forestry and fishery workers</b> (e.g. forestry machine operator for bioenergy, vegetation management workers) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## Definições e classificações

### Educação e formação

Como parte do foco especial deste relatório no Futuro das Competências em Energia, a AIE realizou uma análise minuciosa dos resultados e requisitos de educação e formação para o setor energético. As definições e classificações utilizadas neste relatório relativas à educação e formação seguem, em geral, as descritas na Classificação [Internacional Padrão da Educação de 2011 \(ISCED-11\)](#). Exceto quando indicado de outra forma.

---

A principal categoria de educação e formação considerada neste relatório são os programas de educação formal oferecidos por instituições de ensino. Os dados apresentados sobre esses programas seguem o

A classificação ISCED-11 divide os programas e qualificações educacionais em diferentes níveis, áreas e orientações.

Os níveis de escolaridade são apresentados como um conjunto ordenado de 0 a 9, desde a educação infantil no nível mais baixo, até o doutorado ou nível equivalente no mais alto. Esses dez níveis podem ser agrupados em educação infantil (0), ensino fundamental (1), ensino médio (2-3), ensino superior não terciário (4) e ensino superior (5-8).

Para os níveis 2 a 5 (ensino fundamental II ao ensino superior de ciclo curto), a classificação ISCED distingue ainda a orientação do programa, que pode ser geral ou profissionalizante. A educação profissionalizante é definida como programas educacionais concebidos para que os alunos adquiram conhecimentos e habilidades específicos de uma determinada área.

Ocupação, profissão ou classe de ocupações ou profissões. O termo educação “geral” abrange todos os programas não vocacionais e é definido como programas educacionais concebidos para desenvolver o conhecimento e as habilidades gerais dos alunos, frequentemente preparando-os para programas de educação mais avançados em um nível ISCED superior.

Para os cursos de formação profissional e superior, a classificação ISCED distingue ainda um conjunto de áreas de estudo (também conhecidas como disciplinas). As categorias utilizadas neste relatório seguem a classificação [ISCED Áreas de Estudo e Formação 2013 \(ISCED-F 2013\)](#), classificação, que agrupa todos os programas educacionais em

Onze campos amplos, numerados de 0 a 10.

Os cursos de engenharia, manufatura e construção (código de área 07) são de particular interesse no contexto do setor energético, visto que essas áreas (tanto para qualificações gerais quanto profissionais) serão mais relevantes para aqueles envolvidos no projeto, construção, operação e manutenção de infraestrutura física de energia. Para maior clareza, essas qualificações em engenharia, construção e manufatura são referidas neste relatório como qualificações “relevantes para o setor energético”.

Uma categoria de interesse mais ampla é a educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, na sigla em inglês), que tem relevância mais abrangente para o setor de energia, particularmente em contextos de P&D e inovação. Utilizando a classificação ISCED-F, a educação STEM é definida como o grupo que inclui os códigos de campo ISCED 05, 06 e 07.

Níveis de educação ISCED-11

| Nível de escolaridade         | Código de nível ISCED-11 | Nível ISCED-11 nome                | Desagregação de orientação por área de educação |                                              |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Primeira infância             | 0                        | Educação infantil                  | Em geral                                        | Não                                          |
| Primário                      | 1                        | Ensino fundamental                 | Em geral                                        | Não                                          |
| Secundário                    | 2                        | Ensino secundário inferior         | Geral ou Profissional                           | Sim, apenas para cursos profissionalizantes. |
| Secundário                    | 3                        | Ensino secundário superior         | Geral ou Profissional                           | Sim, apenas para cursos profissionalizantes. |
| Ensino superior não terciário | 4                        | Ensino pós-secundário não superior | Geral ou Profissional                           | Sim, apenas para cursos profissionalizantes. |
| Terciário                     | 5                        | Ensino superior de ciclo curto     | Geral ou Profissional                           | Sim                                          |
| Terciário                     | 6                        | Bacharelado ou nível equivalente   | Em geral                                        | Sim                                          |
| Terciário                     | 7                        | Mestrado ou nível equivalente      | Em geral                                        | Sim                                          |
| Terciário                     | 8                        | Doutorado ou nível equivalente     | Em geral                                        | Sim                                          |
| Outro                         | 9                        | Não classificado em outra parte    | Em geral                                        | Não                                          |

ISCED-F 2013 áreas de educação

| Código de campo ISCED-F 2013 | Nome do campo ISCED-F 2013                      | Área STEM | Campo "relevante para energia" |
|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|
| 00                           | Programas e qualificações genéricas             | Não       | Não                            |
| 01                           | Educação                                        | Não       | Não                            |
| 02                           | Artes e humanidades                             | Não       | Não                            |
| 03                           | Ciências sociais, jornalismo e informação       | Não       | Não                            |
| 04                           | Negócios, administração e direito               | Não       | Não                            |
| 05                           | Ciências naturais, matemática e estatística     | Sim       | Não                            |
| 06                           | Tecnologias de informação e comunicação         | Sim       | Não                            |
| 07                           | Engenharia, fabricação e construção             | Sim       | Sim                            |
| 08                           | Agricultura, silvicultura, pesca e veterinária. | Não       | Não                            |
| 09                           | Saúde e bem-estar                               | Não       | Não                            |
| 10                           | Serviços                                        | Não       | Não                            |

Nota: STEM = ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Este relatório também considera a educação e a formação ministradas fora das instituições de ensino formais.

Grande parte do conhecimento e das habilidades necessárias para o desempenho de uma determinada profissão é adquirida no ambiente de trabalho. Isso inclui a educação baseada no trabalho, que consiste na educação ou treinamento que ocorre em um ambiente de trabalho real e é parte integrante de um programa de educação formal. A educação baseada no trabalho geralmente é incluída como um componente essencial dos programas de aprendizagem, que combinam instrução em sala de aula com aprendizado estruturado no ambiente de trabalho, sob a orientação de profissionais experientes.

A educação formal desse tipo pode ser distinguida tanto da educação não formal quanto da aprendizagem informal. A educação não formal é aquela institucionalizada, intencional e planejada por uma instituição de ensino, mas que não necessariamente segue uma estrutura de percurso contínuo. Portanto, é considerada uma alternativa ou um complemento à educação formal, que, ao contrário, implica uma progressão por níveis formalmente reconhecidos e padronizados.

A educação não formal é geralmente oferecida na forma de cursos de curta duração, workshops ou seminários. A educação não formal ministrada em um contexto de trabalho é chamada de treinamento "em serviço" (OTJ, na sigla em inglês).

Por outro lado, a aprendizagem informal refere-se à aprendizagem que não é ministrada por meio de um curso organizado ou por uma instituição, mas sim adquirida por meio de atividades e interações no local de trabalho ou por meio de estudo autodirigido.

Os programas de educação formal e não formal geralmente conferem uma qualificação ao término do programa. Definições de termos

Os termos usados para se referir a diferentes tipos de qualificações (diplomas, certificações, certificados, etc.) não são padronizados em todos os sistemas nacionais, portanto, para este relatório, usamos as seguintes definições por conveniência:

- Os graus acadêmicos referem-se às qualificações concedidas ao final de um programa formal de educação terciária.
- As qualificações profissionais são concedidas após a conclusão de um programa formal de educação profissional.
- Os certificados referem-se a qualificações concedidas por programas de educação não formal, como cursos de curta duração.
- A certificação refere-se a um documento que reconhece e valida determinadas habilidades ou competências. As certificações são normalmente concedidas após a aprovação em um exame, em alguns casos com critérios adicionais, mas não estão necessariamente associadas a um programa de aprendizagem estruturado.

As certificações são frequentemente concedidas e reconhecidas por um órgão da indústria e, normalmente, não são reconhecidas como parte de estruturas educacionais formais.

- Uma licença é uma forma de certificação que é considerada como um Requisito (legal ou de outra natureza) para exercer determinada profissão, como a de eletricista. As licenças geralmente exigem a conclusão de um programa de aprendizagem organizado, frequentemente na forma de um programa de educação profissional.

Tipos de qualificações: diplomas, certificados, certificações e licenças.

| Credencial<br>Tipo        | Definição                                                                                                                                                | Propósito                                                                                                                            | Típico<br>Duração                     | Exemplo                                             | Modalidade de treinamento                                          | Notas                                                                                                                                 |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grau                      | Qualificação acadêmica concedida após a conclusão de um programa de ensino superior.                                                                     | Conhecimento aprofundado e compreensão teórica em uma área                                                                           | Diversos anos                         | Mestrado em Elétrica Engenharia                     | Universidade                                                       | Frequentemente exigido para cargos de alto nível; sólida base teórica.                                                                |
| Qualificação profissional | Qualificação concedida após a conclusão de um programa de educação profissional.                                                                         | Conhecimentos, habilidades e competências específicas para uma determinada ocupação, profissão ou classe de ocupações ou negociações | Diversos anos                         | NVQ Nível 3 Elétrica Instalação / Manutenção        | Escola profissional ou técnica                                     | Frequentemente exigido para profissões técnicas e outras ocupações vocacionais.                                                       |
| Certificado               | Comprovante de conclusão de um curso ou programa específico                                                                                              | Verifica a formação acadêmica ou o treinamento em uma área específica.                                                               | De alguns dias a vários meses         | Energia solar Internacional Certificado             | Curso de curta duração                                             | Isso não significa necessariamente que a pessoa seja "certificada"; muitas vezes é um passo em direção a uma licença ou certificação. |
| Certificação              | Concedido após aprovação em um exame e atendimento a critérios (ex.: experiência profissional); geralmente por uma entidade não governamental/ setorial. | Valida habilidades e competências em uma área profissional.                                                                          | Varia                                 | Certificado pela NABCEP Instalador de energia solar | Varia – pode envolver um curso curto ou aprendizagem autodirigida. | Geralmente voluntário, mas muito valorizado                                                                                           |
| Licença                   | Aprovação governamental/ regulamentar para o exercício legal de uma profissão.                                                                           | Autoriza legalmente alguém a trabalhar em profissões regulamentadas.                                                                 | Varia (inclui treinamento mais exame) | Eletricista Licença                                 | Aprendizagem, escola técnica, treinamento no local de trabalho     | Frequentemente obrigatório; requer formação, experiência e um exame.                                                                  |

## Ocupações, níveis de habilidade e compatibilidade educacional

Pela primeira vez, o relatório *WEE 2025* apresenta resultados de emprego modelados em nível ocupacional. A dimensão ocupacional em nosso modelo segue o [Padrão Internacional](#).

[Classificação das Ocupações 2008 \(ISCO-08\)](#), em nível de um dígito, abrangendo nove grandes grupos ocupacionais:

1. *Gerentes*
2. *Profissionais*
3. *Técnicos e profissionais associados*
4. *Auxiliares administrativos*
5. *Trabalhadores de serviços e vendas*
6. *Trabalhadores qualificados da agricultura, silvicultura e pesca*
7. *Trabalhadores artesanais e de ofícios afins*
8. *Operadores de fábrica e máquinas, e montadores*
9. *Ocupações elementares*

Esses resultados de emprego por ocupação também são apresentados neste relatório por nível de qualificação. Classificamos gerentes, profissionais e técnicos como ocupações de alta qualificação. As ocupações de qualificação média incluem trabalhadores de apoio administrativo, trabalhadores de serviços e vendas, trabalhadores agrícolas qualificados, artesãos e trabalhadores de ofícios relacionados,

e operadores de máquinas e instalações. Os trabalhadores pouco qualificados incluem ocupações elementares.

Cada ocupação e nível de habilidade está associado a um requisito típico para a obtenção de um determinado nível de escolaridade, em consonância com a [abordagem da OIT para avaliar a inadequação educacional](#). A conclusão do ensino fundamental é considerada um requisito mínimo normal para empregos de baixa qualificação; para empregos de qualificação média, o ensino médio ou pós-secundário não superior é um requisito normal; e empregos de alta qualificação geralmente exigem algum tipo de ensino superior. Trabalhadores com nível de escolaridade acima e abaixo do requisito típico são considerados superqualificados e subqualificados, respectivamente. A tabela abaixo descreve a correspondência padrão entre ocupações, requisitos educacionais e tarefas características normalmente exigidas.

observado em cada nível de habilidade.

Neste relatório, a AIE avaliou a adequação da capacidade de formação profissional para atender à demanda ocupacional por essas funções técnicas no setor de energia. Para esse fim, definimos “funções técnicas aplicadas” no setor de energia como aquelas ocupações que normalmente exigem algum tipo de formação profissional ou de ciclo curto relevante para a área de energia, incluindo técnicos, artesãos e operadores de máquinas e equipamentos.

## Ocupações, níveis de qualificação e requisitos educacionais típicos

| Nível de habilidade       | Grupo ocupacional (ISCO-08)                                                                                                                                                                                                           | Requisitos mínimos típicos de escolaridade (Níveis ISCED-11)                                                                                               | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altamente qualificado     | 1. Gerentes<br>2. Profissionais<br>3. Técnicos e profissionais associados*                                                                                                                                                            | Níveis 5 a 8 da ISCED: Ensino superior                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Execução de tarefas técnicas e práticas complexas e/ou resolução de problemas complexos e tomada de decisões, em ambos os casos exigindo um amplo conhecimento especializado.</li><li>• Níveis avançados de alfabetização e numeracia e bem-estar<br/>Desenvolveram excelentes habilidades de comunicação interpessoal.</li></ul> |
| Nível de habilidade médio | 4. Auxiliares administrativos<br>5. Trabalhadores de serviços e vendas<br>6. Trabalhadores qualificados da agricultura, silvicultura e pesca<br>7. Artesãos e trabalhadores de ofícios afins* 8. Operadores de máquinas e montadores* | ISCED Nível 2: Ensino secundário inferior<br><br>Nível 3 do ISCED: Ensino secundário superior<br><br>ISCED Nível 4: Educação pós-secundária não terciária. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Execução de tarefas como operar, manter e/ou reparar máquinas e equipamentos eletrônicos; dirigir veículos; manipulação e armazenamento de informações.</li><li>• Geralmente, são necessários níveis de alfabetização e numeracia, do básico ao avançado; algumas ocupações podem exigir destreza manual significativa.</li></ul> |
| Pouco qualificado         | 9. Ocupações elementares                                                                                                                                                                                                              | ISCED Nível 1: Ensino fundamental                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Execução de tarefas físicas/manuais simples/rotineiras</li><li>• Alfabetização e numeracia, se exigidas, não constituem uma parte significativa do trabalho.</li></ul>                                                                                                                                                            |

\* Incluído na definição de funções técnicas aplicadas no setor de energia.



## Glossário

**Educação acadêmica:** Programas de educação formal, geralmente oferecidos por universidades ou instituições de ensino superior, que se concentram no conhecimento teórico e levam a diplomas em áreas como engenharia, ciências ambientais ou economia da energia.

**Funções técnicas aplicadas:** Ocupações no setor de energia que normalmente exigem algum tipo de formação profissional. Incluem técnicos, artesãos e trabalhadores especializados, operadores de máquinas e montadores.

**Aprendizagem profissional:** Combina instrução em sala de aula com aprendizado estruturado no ambiente de trabalho, sob a orientação de profissionais experientes.

**Certificação:** Avaliação e reconhecimento formal de competências específicas – geralmente relacionadas a tarefas técnicas ou digitais – adquiridas por diversos meios, incluindo aprendizagem informal ou não formal.

**Nível de escolaridade:** Uma classificação dos programas educacionais em relação às gradações das experiências de aprendizagem, bem como aos conhecimentos, habilidades e competências que cada programa visa proporcionar. Exemplos de níveis de escolaridade incluem o ensino fundamental e o ensino médio.

**Emprego:** Todas as pessoas em idade ativa que estejam envolvidas em qualquer atividade para produzir bens ou prestar serviços mediante remuneração ou lucro, seja em emprego remunerado ou por conta própria. Exclui trabalho de aprendizagem não remunerado, trabalho voluntário e trabalho de produção para uso próprio.

As estimativas de emprego neste relatório são expressas em termos de equivalente a tempo integral (ETI). Neste relatório, o termo "emprego" é usado como sinônimo de "Trabalhadores", "empregos" e "força de trabalho".

**Educação relacionada à energia:** Refere-se às qualificações educacionais nas áreas de engenharia, manufatura e construção ([ISCED-F 2013](#)). código de campo 07.

**Área de estudo:** O domínio, ramo ou área de conteúdo abrangida por um programa ou qualificação educacional. Também pode ser chamada de "disciplina" ou "assunto".

**Educação geral:** Programas educacionais concebidos para desenvolver o conhecimento geral, as habilidades e as competências dos alunos, bem como suas habilidades de leitura, escrita e matemática, frequentemente preparando os participantes para programas educacionais mais avançados no mesmo nível ou em um nível superior da ISCED e lançando as bases para a aprendizagem ao longo da vida. Abrange todos os programas educacionais não categorizados como educação profissional (ver abaixo).

**Emprego informal:** Inclui todas as pessoas empregadas que não estejam registradas, regulamentadas ou protegidas por estruturas legais ou regulamentares existentes, bem como o trabalho não remunerado realizado em uma empresa geradora de renda, de acordo com as diretrizes relativas à definição estatística de emprego informal estabelecidas pelo 17º Decreto do Congresso. Conferência Internacional de Estatísticos do Trabalho.

**Aprendizagem informal:** Aprendizagem que não é ministrada por meio de um curso organizado ou por uma instituição, mas sim adquirida por meio de atividades e interações no local de trabalho ou em outros contextos sociais, ou por meio de estudo autodirigido.

**Emprego:** Consulte “Emprego”.

**Força de trabalho:** Todos os indivíduos que preenchem os requisitos para inclusão entre os empregados ou os desempregados. Os empregados são definidos como aqueles que trabalham por remuneração ou lucro por pelo menos uma hora por semana. Os desempregados são definidos como pessoas sem trabalho, mas que procuram ativamente emprego e estão disponíveis para começar a trabalhar.

**Baixas emissões:** No setor elétrico, a energia de baixas emissões inclui a geração a partir de fontes renováveis, energia nuclear e combustíveis fósseis equipados com CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono); armazenamento em baterias; e redes elétricas. Em aplicações de uso final, a energia de baixas emissões inclui veículos elétricos e Eficiência energética em edifícios e na indústria. No fornecimento de combustíveis, a energia de baixas emissões inclui bioenergia moderna, hidrogênio de baixas emissões e combustíveis nucleares.

**Educação não formal:** Educação oferecida por instituições de ensino, mas que não se enquadra nos quadros formais de ensino reconhecidos, ou seja, não implica uma progressão por níveis padronizados. Geralmente é oferecida na forma de cursos de curta duração, workshops ou seminários, e considerada uma alternativa ou um complemento à educação formal.

**Ocupação:** Conjunto de empregos cujas principais tarefas e funções são caracterizadas por um alto grau de similaridade.

**Treinamento em serviço:** Aprendizagem que ocorre diretamente no local de trabalho, permitindo que os trabalhadores adquiram novas habilidades ou adaptem as existentes em resposta à evolução das tecnologias ou às exigências do trabalho, muitas vezes sem certificação formal.

**Combustíveis fósseis não mitigados:** Incluem recursos energéticos baseados em carvão, petróleo, gás natural ou turfa. No fornecimento de combustível, a energia não mitigada abrange a extração, o refino e o processamento de carvão, petróleo e gás natural. Na geração de energia, a energia de combustíveis fósseis não mitigada inclui a geração a partir de carvão, petróleo ou gás natural que não seja mitigada por meio de tecnologias de CCS (Captura e Armazenamento de Carbono) ou CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono). Em aplicações de uso final, a energia fóssil não mitigada inclui veículos com motor de combustão interna (MCI).

**Educação e formação profissional (EFP):** Programas de educação e formação concebidos para que os alunos adquiram conhecimentos, habilidades e competências específicas de uma determinada ocupação, profissão ou classe de ocupações ou profissões.

**Trabalhador:** veja “Emprego”.

Consulte o [glossário da AIE](#). Para obter uma explicação mais detalhada de muitos dos termos usados neste relatório.

## Agrupamentos regionais

**Economias avançadas:** Austrália, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canadá, Chile, Colômbia, Costa Rica, Croácia, Chipre<sup>1,2</sup>, República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Coreia, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, México, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polónia, Portugal, Roménia, República Eslovaca, Eslovénia, Espanha, Suécia, Suíça, República da Turquia (Turquia), Reino Unido e Estados Unidos.

**África:** Argélia, Angola, Benim, Botswana, Camarões, Costa do Marfim, República Democrática do Congo, Egipto, Eritreia, Etiópia, Gabão, Gana, Quênia, Líbia, Maurícias, Marrocos, Moçambique, Namíbia, Níger, Nigéria, Tunísia, República do Congo (Congo), Senegal, África do Sul, Sudão do Sul, Sudão, República Unida da Tanzânia (Tanzânia), Togo, Zâmbia, Zimbabué e outros países e territórios africanos.

**Ásia-Pacífico:** Austrália, Bangladesh, Brunei Darussalam, Camboja, Taipé Chinês, República Popular Democrática da Coreia (Coreia do Norte), Índia, Indonésia, Japão, Coreia, República Democrática Popular do Laos (Laos), Malásia, Mongólia, Myanmar, Nepal, Nova Zelândia, Paquistão, República Popular da China (China), Filipinas, Singapura, Sri Lanka, Tailândia, Vietname e outros países e territórios da Ásia-Pacífico.

**América Central e do Sul:** Argentina, Estado Plurinacional da Bolívia (Bolívia), Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Curaçao,

República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidad e Tobago, Uruguai, República Bolivariana da Venezuela (Venezuela) e outros países e territórios da América Central e do Sul.

**China:** Inclui a República Popular da China e Hong Kong.

**Economias de mercado emergentes e em desenvolvimento (EMDEs):** Todos os países não incluídos no agrupamento regional de economias avançadas.

**Eurásia:** Arménia, Azerbaijão, Geórgia, Cazaquistão, Quirguizistão, Federação Russa (Rússia), Tajiquistão, Turquemenistão e Uzbequistão.

**Europa:** Albânia, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Bósnia e Herzegovina, Bulgária, Croácia, Chipre<sup>1,2</sup>, República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Gibraltar, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Kosovo, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Montenegro, Países Baixos, Macedónia do Norte, Noruega, Polónia, Portugal, Roménia, Sérvia, República Eslovaca, Eslovénia, Espanha, Suécia, Suíça, República da Moldávia, República da Turquia, Ucrânia e Reino Unido.

**América do Norte:** Canadá, México e Estados Unidos.

**Oriente Médio:** Bahrein, República Islâmica do Irã (Irã), Iraque, Jordânia, Kuwait, Líbano, Omã, Catar, Arábia Saudita, República Árabe da Síria (Síria), Emirados Árabes Unidos e Iêmen.

<sup>1</sup> Nota da República da Turquia: As informações neste documento referentes a “Chipre” dizem respeito a na parte sul da ilha. Não existe uma única autoridade que represente tanto os cipriotas turcos quanto os cipriotas gregos na ilha. A Turquia reconhece a República Turca do Norte de Chipre (RTNC). Até que uma solução duradoura e equitativa seja encontrada no âmbito das Nações Unidas, a Turquia manterá sua posição em relação à “questão de Chipre”.

<sup>2</sup> Nota de todos os Estados-Membros da União Europeia, da OCDE e da União Europeia: A República de Chipre é reconhecida por todos os membros das Nações Unidas, com exceção da Turquia. As informações contidas neste documento referem-se à área sob o controle efetivo do Governo da República de Chipre.

# Abreviações e acrônimos

|       |                                                 |                        |                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| IA    | Inteligência artificial                         | IEA                    | Agência Internacional de Energia                                     |
| ASM   | Mineração artesanal e de pequena escala         | OIT                    | Organização Internacional do Trabalho                                |
| BLS   | Departamento de Estatísticas do Trabalho        | FMI                    | Fundo Monetário Internacional                                        |
| CAGR  | taxa de crescimento anual composta              | ISCED                  | Classificação Internacional Padrão da Educação                       |
| CCS   | Captura e armazenamento de carbono              | ISCED-F                | Classificação Internacional Padrão da Educação                       |
| CCUS  | Captura, utilização e armazenamento de carbono  |                        | Áreas de Educação e Formação                                         |
| CPS   | Cenário das Políticas Atuais                    | ISCO                   | Classificação Internacional Padrão de Ocupações                      |
| DAC   | Captura direta de ar                            | ISIC                   | Classificação Industrial Padrão Internacional de Todas as Indústrias |
| RDC   | República Democrática do Congo                  |                        | Atividades Econômicas                                                |
| EHPA  | Associação Europeia de Bombas de Calor          | LFS                    | Pesquisa da força de trabalho                                        |
| EMDE  | Mercado emergente e economia em desenvolvimento | GNL                    | Gás natural liquefeito                                               |
| ERI   | Instituto de Pesquisa Econômica                 | MER                    | Taxas de câmbio de mercado                                           |
| UE    | União Europeia                                  | Monte                  | milhões de toneladas                                                 |
| EUR   | Euro                                            | MW                     | Megawatt                                                             |
| EURES | Serviços Europeus de Emprego                    | NEET                   | Não estar empregado, estudando ou em formação                        |
| VE    | Veículo elétrico                                | NZE                    | Cenário de Emissões Líquidas Zero até 2050                           |
| FTE   | Equivalente a tempo integral                    | ODA                    | Assistência Oficial ao Desenvolvimento                               |
| G20   | Grupo de 20                                     | OCDE                   | Organização para a Cooperação e Cooperação Econômica                 |
| PIB   | Produto Interno Bruto                           |                        | Desenvolvimento                                                      |
| GW    | Gigawatt                                        | OEM                    | Fabricante de equipamento original                                   |
| HVAC  | Aquecimento, ventilação e ar condicionado       | Treinamento em serviço |                                                                      |
| GELO  | motor de combustão interna                      | PPP                    | Paridade do poder de compra                                          |

Empregos no setor energético mundial em 2025

|                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| PV                                                            | Fotovoltaico                                                    |
| P&D                                                           | Pesquisa e desenvolvimento                                      |
| P&D                                                           | Pesquisa, desenvolvimento e demonstração                        |
| TRONCO                                                        | Ciência, tecnologia, engenharia e matemática                    |
| PASSOS                                                        | Cenário de Políticas Declaradas                                 |
| IFT (Educação e Formação Profissional)                        | Educação e formação profissional técnica                        |
| Emirados Árabes Unidos                                        | Emirados Árabes Unidos                                          |
| Reino Unido                                                   | Reino Unido                                                     |
| UNESCO - Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura | Organização                                                     |
| ONUDI                                                         | Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial |

|                   |                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| NÓS               | Estados Unidos                                    |
| USD               | dólar dos Estados Unidos                          |
| USUÁRIO           | Relatório de Energia e Emprego dos Estados Unidos |
| VETERINÁRIO       | Educação e formação profissional                  |
| Realidade Virtual | Realidade Virtual                                 |
| NÓS               | Relatório Mundial de Emprego no Setor Energético  |

## Agradecimentos

O relatório "*Emprego no Setor Energético Mundial 2025*" foi elaborado em conjunto pela Divisão de Perspectivas da Energia Mundial da Diretoria de Sustentabilidade, Tecnologia e Perspectivas e pela equipe de Transições Centradas nas Pessoas da Diretoria de Mercados e Segurança Energética da Agência Internacional de Energia. O projeto foi dirigido por **Laura Cozzi** e **Brian Motherway**. As equipes de análise foram lideradas por **Daniel Wetzel** e **Jane Cohen**. O autor principal foi **Michael McGovern**.

(Visão geral), **Juliette Denis-Senez** (O futuro das competências em energia), **Elsbeth Hathaway** (Recomendações de políticas) e **Rebecca Ruff** (Abastecimento de combustível, setor de energia e usos finais).

A modelagem do emprego no setor energético foi realizada por **Marco Baroni**, **Michael McGovern** e **Rebecca Ruff**, com contribuições importantes de **Antoine Issac Ismael** e **Örs Sümeghy** e basearam-se na modelagem energética dentro da estrutura do Modelo Global de Energia e Clima.

Outras análises quantitativas importantes foram realizadas por **Jacopo Pasqualotto** e **Nives Della Valle**.

Outras contribuições importantes foram feitas por Luke Hatton, Linus Mehl, Merve Yilmaz, Matthieu Prin e Fabian Voswinkel. Os principais dados subjacentes foram fornecidos por Konstantina Kalogianni (dados de gênero), Aloys Nghiem (dados) e Alessia Scoz (anúncios de emprego). Marina dos Santos, Reka Koczka e Dylan Marecak também prestaram apoio essencial.

A coordenação do projeto ficou a cargo de Rebecca Ruff. Diane Munro foi responsável pela edição.

Agradecemos os valiosos comentários e sugestões da alta administração e de colegas do IEA, incluindo Alessandro Blasi, Dan Dorner, Tim Gould, Timur Gül, Dennis Hesseling, Nick Johnstone, Christine Brandstatt, Michael Drtil, Thomas Spencer, Yasmine Aarslane, Olivia Chen, Eric Fabozzi, Bruno Idini e Nikolaos Papastefanakis. Agradecemos também a Jethro Mullen, Chefe do Escritório de Comunicações e Digital (CDO), e aos colegas do CDO Lee Bailey, Poeli Bojorquez, Astrid Dumond, Merve Erdil, Liv Gaunt, Grace Gordon, Oliver Joy e Rob Stone.

Este trabalho foi possível graças ao apoio e à contribuição analítica da Fundação Enel, juntamente com o apoio do Programa de Transições para Energia Limpa da AIE (Agência Internacional de Energia).

Os dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT), da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI), da Corporação Nacional de Desenvolvimento de Habilidades da Índia (NSDC), do Instituto de Pesquisa Econômica (ERI) e das estatísticas nacionais do trabalho foram essenciais para esta análise. Além disso, agradecemos aos 734 respondentes que forneceram feedback essencial e compartilharam informações valiosas sobre o setor ao participarem da Pesquisa de Emprego na Indústria da AIE, da Pesquisa de Emprego no Setor de Mão de Obra da AIE e da Pesquisa de Educadores da AIE.

Perspectivas valiosas foram coletadas de especialistas do setor, sindicatos e acadêmicos por meio de entrevistas aprofundadas, e diversos especialistas externos revisaram as versões preliminares do relatório. Seus comentários e sugestões foram de grande valia. Entre eles:

|                         |                                                                               |                            |                                                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Katerina Ababiadou      | UNESCO                                                                        | André Ferguson             | Aquecimento, refrigeração e ar condicionado                                           |
| Natasha Allen           | Aliança para a Eletrificação Rural                                            | Trey Fournier              | Instituto de Condicionamento Físico do Canadá                                         |
| Caleigh Andrews         | Especialista independente                                                     | Rafael Garaffa             | Oxigênio                                                                              |
| Adwoa Asantewaa         | Banco Mundial                                                                 | Andrea Garnerio            | Comissão Europeia                                                                     |
| Marco Antonio Juliatto  | Ministério de Minas e Energia do Brasil                                       | Giulia Genuardi            | OCDE                                                                                  |
| Mirko Armiento          | Fundação Enel                                                                 | Amrita Goldar              | Fundação Enel                                                                         |
| Mélanie Auvray          | Associação Europeia de Bombas de Calor                                        | Fernanda Guedes            | Conselho Indiano de Pesquisa sobre<br>Relações Econômicas Internacionais<br>ABEEólica |
| Ruby B. de Guzman       | Departamento de Energia, Filipinas                                            | Antônio Harte              | Shell Reino Unido                                                                     |
| Kenneth Barrientos      | DESVOCAÇÃO                                                                    | Kevin Hempl                | Banco Mundial                                                                         |
| Mariana Batista         | Vento Europa                                                                  | Shaibu Ibrahim             | IEEE Jovem Profissional                                                               |
| Harmeet Bawa            | Hitachi Energy                                                                | Filipe Jordânia            | BW Research                                                                           |
| Adam Baylin-Stern       | Engenharia de Carbono                                                         | Diana Junquera Curiel      | União Global IndustrialALL                                                            |
| Chris Briggs            | Universidade de Tecnologia de Sydney                                          | Daniel Lee                 | Oxigênio                                                                              |
| Jodi Browne             | Recursos Naturais do Canadá                                                   | Maria Lelli                | Fundação Enel                                                                         |
| Alex Callahan           | Congresso Trabalhista Canadense                                               | Jeremy Lemaire             | Corys                                                                                 |
| Samantha Constant       | Banco Mundial                                                                 | Alina Maria Moldovan       | Kepler Chevereux                                                                      |
| Vitória da Silva        | Mitsidi (Brasil)                                                              | Ernesto Martinelli         | Enel                                                                                  |
| Aru David               | Sociedade para o Aprimoramento Social e<br>Transformação Sustentável (ASSIST) | Camila Meireles            | Organização Internacional do Trabalho                                                 |
| Bert De Wel             | União Internacional de Comércio<br>Confederação                               | Adriano Mertins-Kirkwood   | Alternativas Políticas (Canadá)                                                       |
| Fabio Domanico          | DG EMPL, Comissão Europeia                                                    | Lidiane de Almeida Modesto | Escritório de Pesquisa Energética, Governo do Brasil                                  |
| Emil Drevsfeldt Nielsen | Dansk Metal                                                                   | Reema Nanavaty             | Associação de Mulheres Trabalhadoras Autônomas                                        |
| Casper Edmonds          | Organização Internacional do Trabalho                                         | Rodrigo Neno               | Rede Europeia de Energia Jovem                                                        |



|                       |                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jonathan Ngung        | Rede Europeia de Energia Jovem                                                                                |
| Bassey Obeten         | Associação de Energias Renováveis                                                                             |
| Stevan Palluel        | Nigéria<br>Enedis                                                                                             |
| Alda Paola Baldi      | Enel                                                                                                          |
| Maria Penahora Garcia | Instituto para uma Transição Justa, Espanhol<br>Ministério da Transição Ecológica e do<br>Desafio Demográfico |
| Rita Pinto Da Costa   | Região Ibérica, Energias de Portugal                                                                          |
| Glenda Quintini       | OCDE                                                                                                          |
| Martua Raja           | Confederação de Todo o Comércio Indonésio                                                                     |
| AbdulHameed Raji      | Arup                                                                                                          |
| Tshwanelo Rakaibe     | Conselho para Assuntos Científicos e Industriais<br>Pesquisa (CSIR)                                           |
| Vincenzo Ranieri      | Enel                                                                                                          |
| Rehanaben Riyawala    | Iniciativa Verde Hariyali                                                                                     |
| Jay Rutovitz          | Universidade de Tecnologia de Sydney                                                                          |
| Sneha Satish Hedge    | IEEE Jovem Profissional                                                                                       |
| Antonius Schröder     | Universidade Técnica de Dortmund                                                                              |
| Alexandre Siné        | Enedis                                                                                                        |
| Matilde Spoerer       | Governo do Chile                                                                                              |
| Jasper Van Loo        | Centro Europeu para o Desenvolvimento da<br>Formação Profissional                                             |
| Ryan Young            | BW Research                                                                                                   |

Esta publicação reflete as opiniões do Secretariado da AIE, mas não necessariamente as de cada país membro da AIE.

A AIE não oferece qualquer garantia, expressa ou implícita, em relação ao conteúdo desta publicação (incluindo sua integridade ou precisão) e não será responsável por qualquer uso ou confiança depositada nesta publicação. Salvo indicação em contrário, todo o material apresentado em figuras e tabelas deriva de dados e análises da AIE.

Esta publicação e qualquer mapa aqui incluído não prejudicam o estatuto ou a soberania de qualquer território, a delimitação de fronteiras e limites internacionais e a denominação de qualquer território, cidade ou área.

Publicações da AIE

Agência Internacional de Energia

Site: [www.iea.org](http://www.iea.org)

Informações de contato: [www.iea.org/about/contact](http://www.iea.org/about/contact)

IEA. CC BY 4.0.

Composição tipográfica na França por IEA – 2025

Agência Internacional de Energia (IEA)

Este trabalho reflete as opiniões do Secretariado da AIE, mas não necessariamente as dos países membros da AIE, nem de qualquer financiador ou colaborador específico. O trabalho não constitui aconselhamento profissional sobre qualquer questão ou situação específica. A AIE não oferece qualquer garantia, expressa ou implícita, relativamente ao conteúdo do trabalho (incluindo a sua integridade ou exatidão) e não será responsável por qualquer utilização ou confiança depositada no mesmo.

Salvo indicação em contrário, todo o material apresentado em figuras e tabelas deriva de dados e análises da AIE (Agência Internacional de Energia).

Publicações da AIE

(Agência Internacional de Energia) Site da

Agência Internacional de Energia: [www.iea.org](http://www.iea.org)

Informações de contato: [www.iea.org/contact](http://www.iea.org/contact)

Composição tipográfica na França pela IEA - Dezembro de 2025

Design da capa: IEA

Créditos da foto: © Shutterstock



Sujeito ao Aviso da IEA [para Conteúdo licenciado sob CC](#), Esta obra está licenciada sob uma [Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0](#).

---

