



Sumário Executivo

Experiências Internacionais de Transição Energética Justa no Setor do Carvão Mineral

Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e
Ambientais (DEA)

Agosto de 2026

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ficha técnica

Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Superintendentes

Carla Achão

Elisangela Medeiros de Almeida

Consultores Técnicos

Gabriel Konzen

Hermani de Moraes Vieira

Coordenação Técnica

Maria Fernanda B. Pinheiro

Vinicius M. Rosenthal

Caroline Chantre Ramos

Equipe Técnica

Superintendência de Estudos Econômico-Energéticos

Caroline Chantre Ramos

Fernanda Marques Pereira Andreza

Gabriel Konzen

Luciano B. Oliveira

Otto Hebeda

Superintendência de Meio Ambiente

Ana Carolina Oliveira Fiorini

Clayton Borges da Silva

Gabriel de Almeida de Barros

Hermani de Moraes Vieira

Leyla Adriana Ferreira da Silva

Maria Fernanda Bacile Pinheiro

Mariana Lucas Barroso

Rodrigo Abreu Carvalho

Vinicius Mesquita Rosenthal

Vitoria Soares Aragão

Superintendência de Geração de Energia

Caio Monteiro Leocadio



Valor Público



A EPE realiza estudos e pesquisas para subsidiar a **formulação, implementação e avaliação** da política e do **planejamento energético brasileiro**.

Essa Nota Técnica subsidia a formulação de políticas voltadas à **transição energética justa** nas **regiões carboníferas** do Sul do Brasil.

O documento apresenta um panorama mundial e nacional do carvão mineral no setor elétrico, faz um levantamento de **experiências internacionais**, incluindo avaliação de **políticas públicas** como requalificação profissional e reconversão das áreas de produção, além de prospectar **usos alternativos energéticos e não energéticos** para o carvão nacional.

Com isso, pretende apoiar **decisões estratégicas** de governo nacional e subnacional, contribuindo para mitigar impactos negativos regionais.



Sumário



Panorama Mundial do Carvão Mineral: Produção, Consumo e Trabalho no Setor Elétrico



Panorama Nacional: Parque Existente e Políticas Públicas



Experiências Internacionais: Análises de Estudos de Casos e Planos Governamentais



Alternativas de Conversão para Usinas Térmicas a Carvão



Elementos Relevantes das Experiências Internacionais a serem considerados para o Brasil

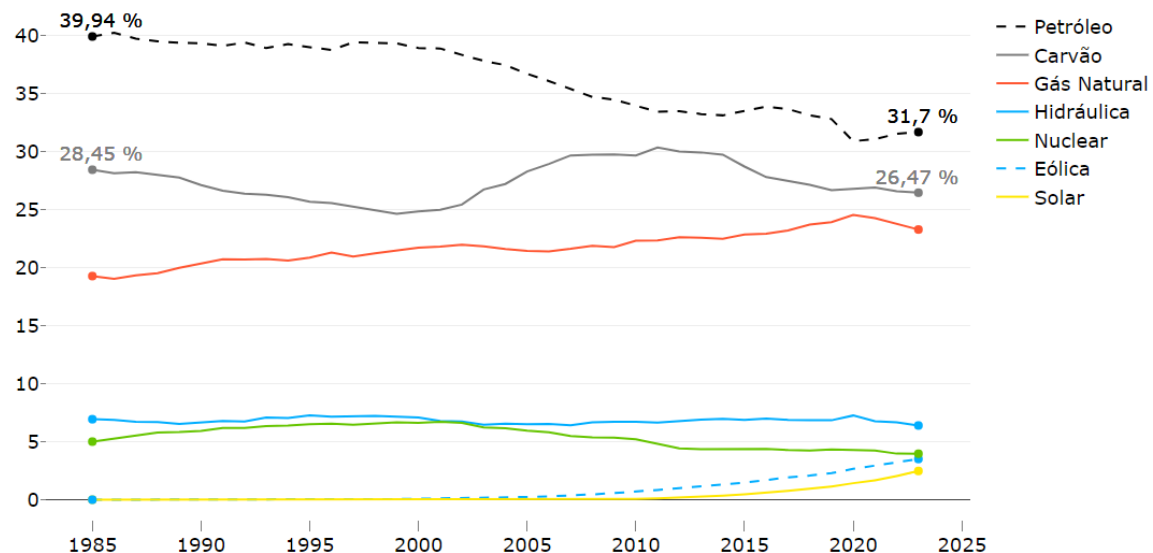


Panorama mundial do carvão

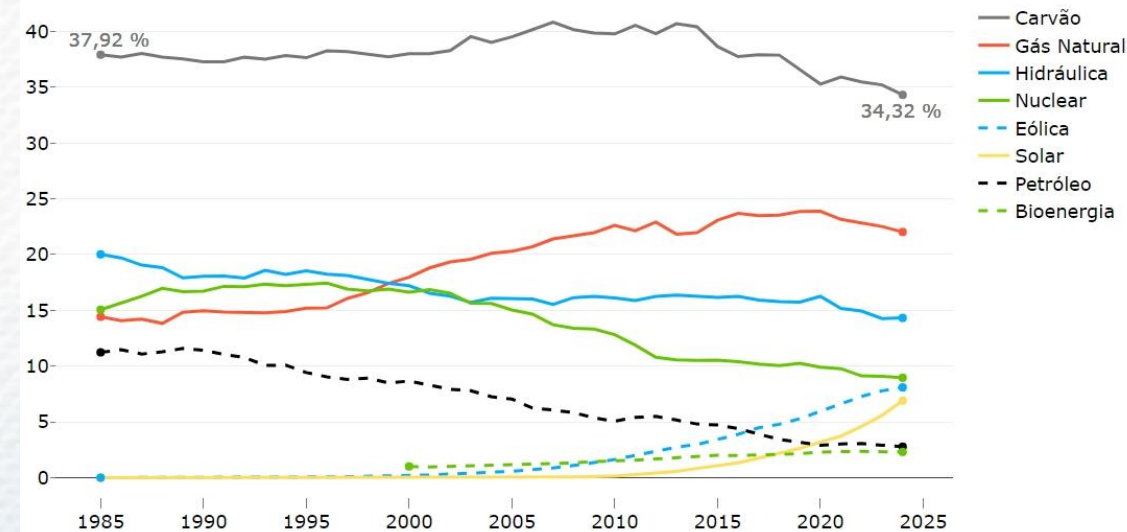
Historicamente, o carvão é protagonista na matriz energética mundial

O carvão é a **principal fonte** de geração de **eletricidade** do mundo (34%). Na matriz energética, o carvão representa 26%, atrás apenas do petróleo (32%).

Participação na Matriz Energética Mundial por Fonte



Participação na Matriz Elétrica Mundial por Fonte



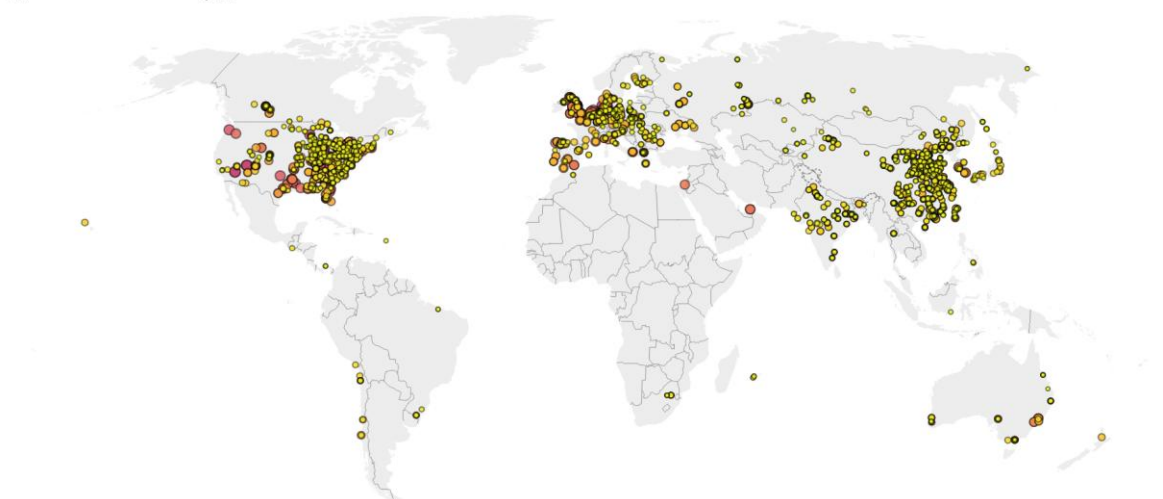
Fonte: elaboração própria com dados do Our World in Data (OWD).

A participação do carvão na geração de eletricidade mundial tem crescido...

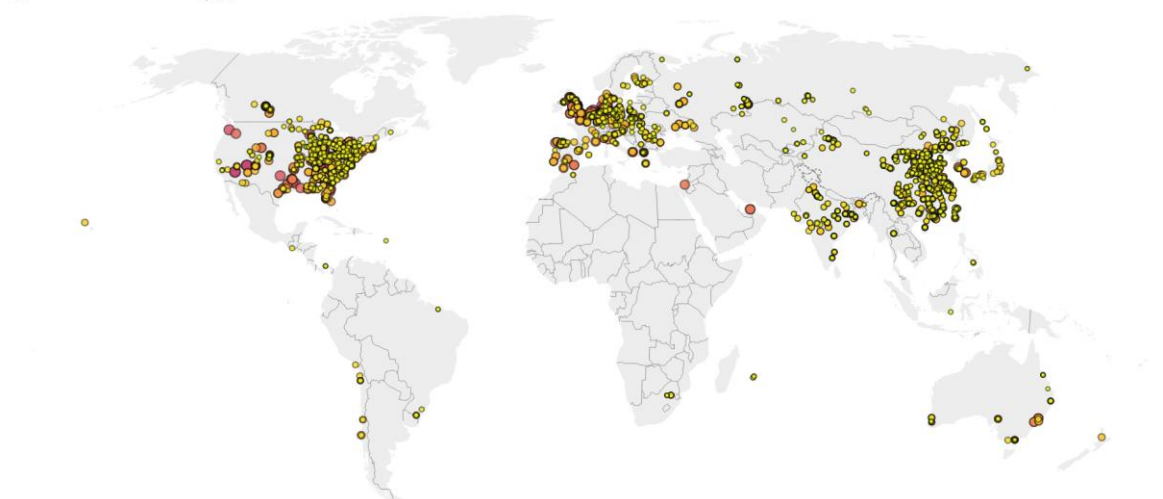
Apesar do crescente número de políticas de **descomissionamento do carvão**, nos últimos anos, a geração de energia termelétrica a partir do carvão apresentou **aumento gradual**, com grande destaque para a **participação da China** nesse processo.

Capacidade instalada de carvão descomissionada em MW

Capacidade instalada
descomissionada em MW

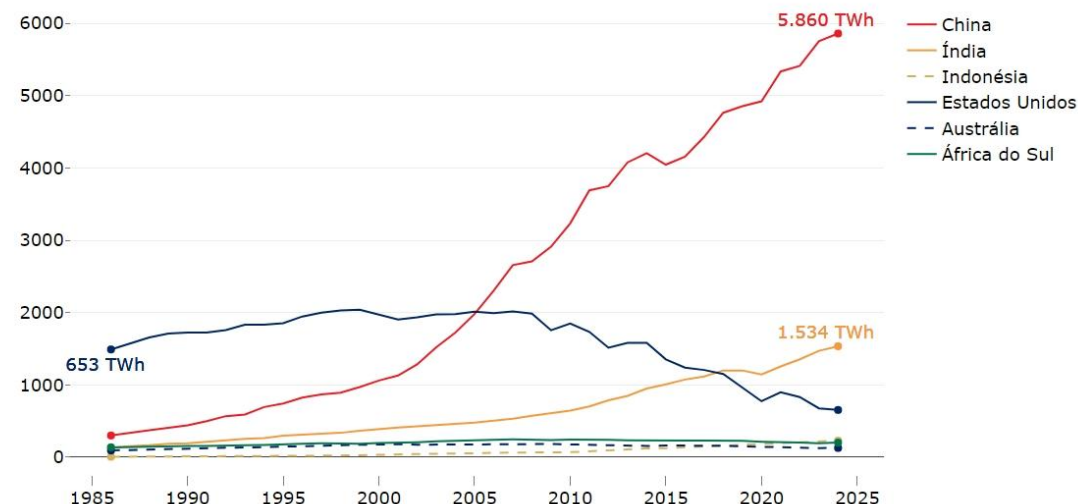


30 1,426



Created with Datawrapper

Geração de eletricidade a Carvão em TWh

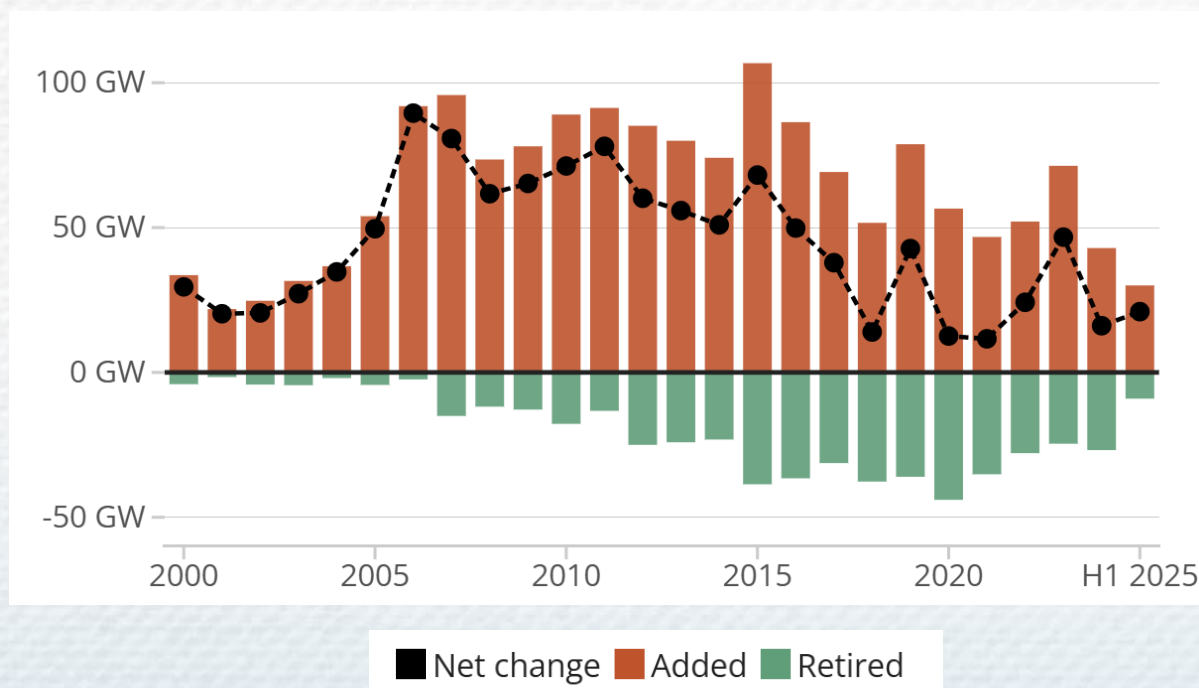


Fonte: elaboração própria com dados do Our World in Data (OWD).

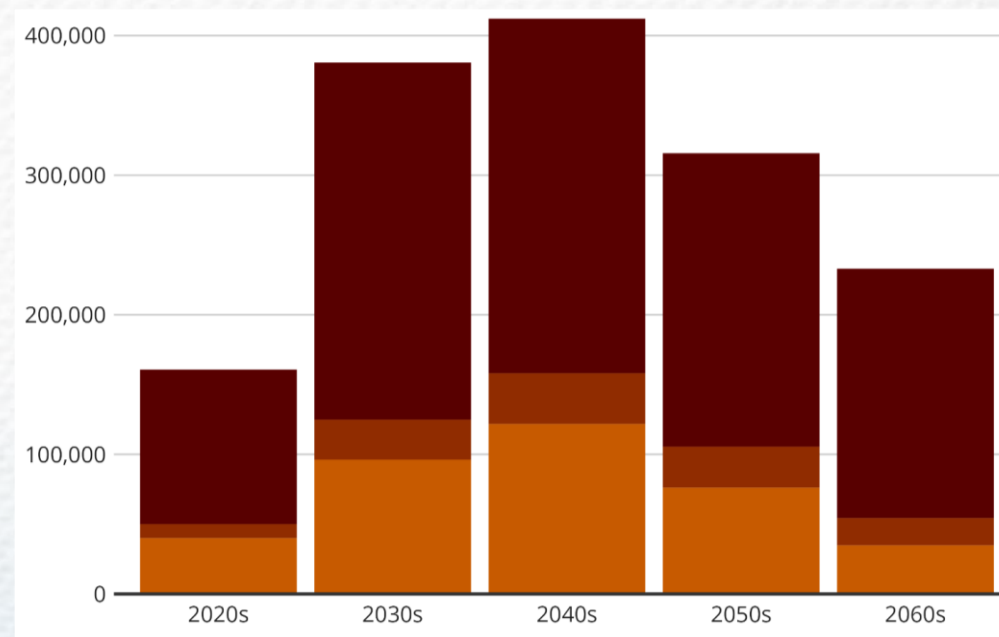
... e o seu descomissionamento tem impacto relevante em termos de emprego.

Ainda que políticas voltadas para a redução de emissão de GEE tenham motivado o descomissionamento das plantas, a **adição de capacidade instalada** tem **superado** o fechamento de usinas. Com o fim da vida útil destas minas, estima-se a perda de cerca de **414 mil empregos** neste setor até 2035.

Mudança na capacidade instalada de geração de energia a carvão (2000-2025-1H)



Possíveis demissões em minas de carvão por década



Nota: Considera o fim da vida útil das minas, não metas e compromissos climáticos ou políticas de descomissionamento.

China Índia Other countries



Panorama Nacional: Parque Existente e Políticas Públicas

Panorama Nacional

- Em 2024, o carvão mineral representou **1,3% da oferta interna de energia elétrica** no Brasil, considerando tanto a produção nacional quanto a importação;
- Atualmente, estão em operação **sete UTEs que consomem carvão mineral nacional** com capacidade instalada de 1.460 MW (0,7%);
- Entre 2016 e 2018 foram **desativadas** quatro UTEs a carvão mineral ou 538 MW;
- Estima-se que o descomissionamento das UTEs e minas a carvão resultou na perda de aproximadamente **1.150 empregos diretos e 1.600 empregos indiretos**.



Políticas Públicas





Planos nacionais e estudos de caso

Casos analisados

- Análise de documentos governamentais para identificação de planos e propostas de TEJ no setor de carvão mineral. 14 países analisados:

América Latina



Colômbia



Chile

América do Norte



Canadá



EUA

África



África do Sul

Europa



Alemanha



Espanha



França



Reino Unido



Polônia

Ásia-Pacífico



Índia



China



Indonésia



Austrália

Estudos de caso

Estados Unidos

- Appalachia

França

- Loos-en-Gohelle

Austrália

- Hazelwood, Latrobe Valley

Reino Unido

- South Wales e Humber e Yorkshire

Espanha

- Asturias

Chile

- Tocopilla e Huasco

Alemanha

- Ruhr e Lusatia

Polônia

- Silesia e Małopolska Ocidental

Perguntas norteadoras



Trabalhadores

- Qual o **destino dos trabalhadores** da indústria carbonífera?
- Há **tratamento diferenciado** para jovens e pessoas acima de 50 anos?
- As ações voltadas aos trabalhadores são de **responsabilidade** das empresas, das associações, das prefeituras ou do Governo Federal?
- Quais são as **principais ações**?



Área do empreendimento

- Quais as **ações socioeconômicas e ambientais** para a área diretamente afetada da mina e/ou da UTE?



Futuro da Região

- Quais **atividades econômicas** são previstas para estas regiões após o fim da atividade carbonífera?



Governança

- **Quem participa** da governança, formulação, monitoramento e aprimoramentos do **plano de transição**?



Financiamento e incentivos

- Quem **financia** os custos da transição?
- De que forma são abordados os **impactos na arrecadação** municipal?
- **Quanto custa** o processo de transição?

China

- **Produção de Carvão:** maior produtor com 25.861 TWh equivalentes ou 52% da produção mundial em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** maior importador líquido mundial;
- **Participação do carvão na energia primária:** 53% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 58% em 2023;
- **Número de trabalhadores nas minas:** estima-se em cerca de 1,89 milhão para o ano de 2024, dos quais aproximadamente metade trabalham em minas de produção de carvão térmico;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 70 minas entre 2015 e 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 1.146 unidades geradoras fechadas no período de 2000 a 2024, o que equivale a 125 GW de capacidade instalada;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** 175 bi. de toneladas (2023).



Trabalhadores

- Há previsão de aumento da exploração de carvão, embora as renováveis tenham crescimento proporcional maior. Não há política específica, pois a previsão é de aumento de empregos.



Área do empreendimento

- Estratégia visa diminuir a taxa de utilização de água, aumentar a taxa de recuperação de terras para agricultura e aumentar a segurança nas minas.
- Em 2023, cerca de 95% das térmicas estavam no padrão de emissões “ultrabaixos”, reduzindo a descarga total de poluentes em mais de 90% no período, seguindo novas legislações sobre controle da qualidade do ar.
- Antigas áreas de UTEs serão convertidas para sistemas eólico-solar-hídrico e eólico-solar-carvão, associados ao armazenamento.



Futuro da região

- Os planos visam continuidade da exploração de minas e térmicas. A perspectiva é que as novas UTEs estejam com melhor desempenho ambiental e próximas das minas de carvão.



Governança

- Sem informações nos documentos consultados



Financiamento e incentivos

- Sem informações nos documentos consultados

Índia

- **Produção de carvão:** segundo (2º) maior produtor mundial com 4.653 TWh equivalentes ou 9% do total (2023);
- **Participação do carvão na energia primária:** 56% (2023);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 74% (2023);
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** importador líquido, cerca de 240 milhões de toneladas (2023);
- **Número de trabalhadores nas minas:** 229 mil (2024);
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 44 minas entre 2015 e 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 163 unidades geradoras fechadas no período entre 2000 e 2024, equivalente a 16 GW de capacidade instalada;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** 10 minas contém informações do fechamento, uma (01) devido ao fim da vida útil; outras seis (06) por esgotamento de suas reservas; e uma (01) devido à identificação de riscos à segurança.
- **Reservas confirmadas:** 127,73 bi. de toneladas (2023).



Trabalhadores

- Deve haver garantia de que as preocupações e aspirações das comunidades sejam contempladas na estrutura e implementação dos fechamentos de ativos específicos.



Área do empreendimento

- Empresas de carvão/linhito estão optando por painéis solares no telhado e no solo.
- Previsão de desenvolvimento de parques solares em parte das áreas de mineração recuperadas. Em 2023, as estatais de carvão/linhito possuíam capacidade instalada de cerca de 1656 MW de solar e 51 MW de eólicas. Sendo planejados 5570 MW de capacidade renovável até 2030.
- Ministério do carvão promove turismo nas áreas de mineração após descomissionamento.
- Áreas mineradas, lixões e outras áreas perturbadas são recuperadas com vegetação quando são desvinculadas da zona de mineração ativa.
- Os agentes estaduais serão responsáveis pela criação de planos de revitalização e readaptação para cada ativo que está sendo fechado, com base em consultas públicas.



Governança

A proposta de implementação do quadro de transição justa envolve 3 níveis:

- Nacional: define diretrizes e boas práticas no processo.
Composição: Ministério do Carvão (presidência) e outros ministérios relevantes.
- Estadual: garante o atendimento das preocupações dos estados.
Composição: representantes do governo estadual, representantes das empresas de carvão, representantes trabalhistas e especialistas em transição da sociedade.
- Local: elabora plano consultivo de redesenvolvimento e readaptação para cada ativo.
Composição: representantes das comunidades locais, equipe do projeto e da administração e agências distritais.



Futuro da região

- o carvão continuará a ocupar papel central no setor energético da Índia.



Financiamento e incentivos

- Criação de um "Fundo de Transição de Energia Verde da Índia" para auxiliar comunidades, regiões e estados no caminho de desenvolvimento alternativo. Os recursos poderiam ser levantados de fontes internacionais (financiamento climático), emissão de títulos, taxas especiais ou impostos, multas cobradas de poluidores, e recursos existentes no país.

Estados Unidos

- **Produção de Carvão:** 2.948 TWh equivalentes ou 6% da produção mundial em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** exportador líquido, cerca de 90 milhões de toneladas (2023);
- **Participação do carvão na energia primária:** 8,3% em 2024;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 15% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas:** cerca de 38 mil (2024);
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 1.173 minas entre 2015 e 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 782 unidades geradoras fechadas no período de 2000 a 2025, o que equivale a 170 GW de capacidade instalada;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** 247 bi. de toneladas (2024).



Trabalhadores

- Embora políticas anteriores tenham focado em comunidades dependentes e trabalhadores, com serviços de recolocação e capacitação, o direcionamento atual é de ampliação do uso do carvão e fortalecimento da indústria – incluindo ampliação de empregos.



Área do empreendimento

- Não há definição de estratégia de transição para os empreendimentos. No período recente, unidades de geração termelétrica a carvão tiveram seu descomissionamento postergado, por serem consideradas essenciais para garantir a segurança energética.



Futuro da região

- Os planos visam retomada da exploração de minas e térmicas. Não há indicativo de transição ou incentivos à redução de emissões associadas à geração térmica, que foi incluída na lista de atividades que não causam danos ao ambiente e, portanto, estão sujeitas a menores exigências junto à agência ambiental.



Governança

- Sem informações nos documentos consultados.



Financiamento e incentivos

- Sem informações nos documentos consultados

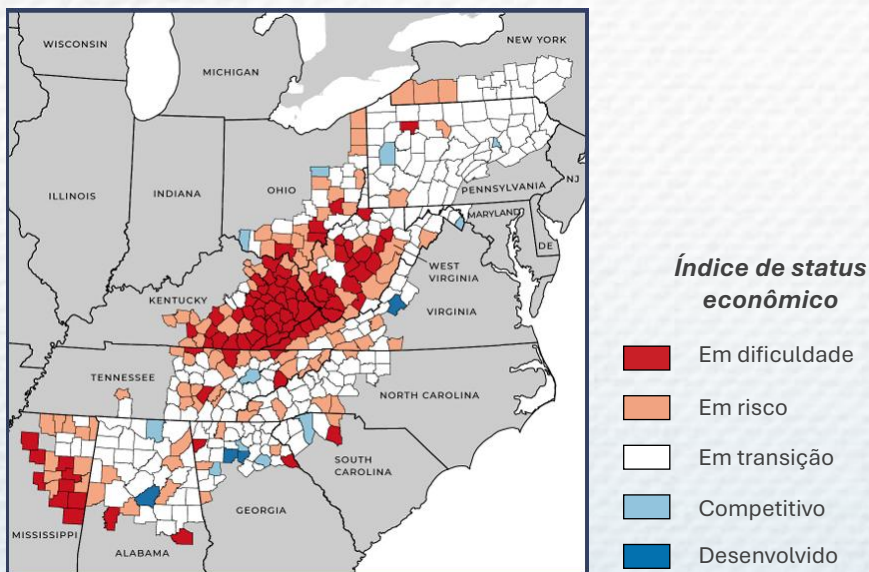
Estados Unidos

O caso da Appalachia

Contexto

- Região localizada no leste dos EUA, com mais de 420 condados em 13 estados, superando 25 milhões de habitantes. Historicamente, as principais atividades empregadoras são a mineração e a extração de madeira;
- Histórico de ausência de integração com a economia nacional, mantendo níveis de emprego e renda abaixo da média nacional.

Índice de status econômico por município na região da Appalachia (2024)



Fonte: [ARC \(2024\)](#)

Trabalhadores

- Não há menção explícita aos trabalhadores. No período recente, houve uma singela retomada na geração de empregos no setor de carvão.
- O histórico de transição da região aponta para geração de empregos concentrada no setor de serviços, mas a recolocação tem se demonstrado difícil, com salários inferiores aos da mineração.

Área do empreendimento

- Não há menção ao tratamento de plantas descomissionadas.

Futuro da região

- Políticas focaram na atração de investimentos para a região, a fim de gerar empregos, e no setor de infraestrutura. Subsídios foram concedidos através de um fundo criado a partir de receitas da taxa das atividades do carvão.

Governança

- Criação de autoridade regional para conduzir a estratégia de transição econômica e alocação de recursos.

Financiamento e incentivos

- Parte dos recursos da agência de desenvolvimento regional advém de taxa sobre as vendas do carvão, somando cerca de US\$ 3 bilhões entre 1972 e 1992. Pacotes dos governos federal e estaduais também foram utilizados.

Indonésia

- **Produção de Carvão:** terceiro (3º) maior produtor mundial com 4.371 TWh equivalentes (2023);
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** exportador líquido;
- **Participação do carvão na energia primária:** 42% (2023);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 61% (2023);
- **Número de trabalhadores nas minas:** 215.169 (2024);
- **Quantidade de minas descomissionadas:** quatro (04) minas entre 2015 e 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** uma (01) unidade geradora com 55 MW em 2022;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** 35 bi. de toneladas (2023).



Trabalhadores

- 250.000 trabalhadores na mineração - potencial impacto em larga escala.
- Programas de assistência social combinados com requalificação e programas de formação profissional com perspectiva de longo prazo e implementação na fase inicial do programa.



Área do empreendimento

- Flexibilidade operacional das UTEs.
- Reconfiguração de usinas a carvão: modificar uma usina de carvão para um novo uso (por exemplo, para armazenamento de energia), para apoiar um novo modo de operação (por exemplo, ajustar a produção para seguir a demanda ao invés de fornecer energia de base, ou seja, operações flexíveis), ou ambos.



Futuro da região

- As transições energéticas podem impactar tanto a demanda interna como a exportação de carvão (o carvão é o maior produto de exportação do país).
- Se comprometeu com Net-Zero até 2060.



Governança

- Implementação Parceria de Transição Energética Justa da Indonésia (JETP): Secretariado do JETP com apoio de quatro Grupos de Trabalho (GT): GT Técnico (liderado IEA), GT de Políticas (liderado pelo WB), GT de Financiamento (liderado pelo ADB) e GT de Transição Justa (liderado pelo PNUD). O PNUD lidera o grupo de trabalho sobre a transição justa, envolvendo WB, ADB, GIZ, OIT e ICEL como membros para contribuir para o desenvolvimento do Quadro de Transição Justa que é parte do Plano Abrangente de Investimento e Política da JETP Indonésia.



Financiamento e incentivos

- Cinco áreas de foco de investimento do Plano de Investimento e Políticas do JETP, com um custo adicional para avaliações e intervenções de transição justa de pelo menos US\$ 0,2 bilhão até 2030. A JETP já obteve compromisso de financiamento inicial de US\$ 20 bilhões, que deve atuar como um catalisador, cobrindo aproximadamente um quinto do investimento total necessário para alcançar as metas da JETP estabelecidas para 2030. Uma das cinco áreas de foco de investimento da JETP é o descomissionamento gerenciado e antecipado de UTEs a carvão exigindo até US\$ 2,4 bilhões até 2030; e *retrofits* de flexibilidade do carvão.
- Haverá perda de receita dos governos locais.

Austrália

- **Produção de Carvão:** 3.240 TWh equivalentes em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** 80% do carvão térmico e 95% do carvão metalúrgico é exportado (2022);
- **Participação do carvão na energia primária:** 25% (2023);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 46% (2024);
- **Número de trabalhadores nas minas e nas térmicas:** 50 mil na mineração e 6,6 mil nas térmicas (somando com UTEs à gás);
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 19 minas descomissionadas entre 2015 e 2024;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** dez (10) minas foram fechadas devido à exaustão de suas reservas ou ao encerramento do tempo de vida estipulado; três (03) encerraram suas atividades devido ao fechamento das UTEs que abasteciam; duas (02) foram declaradas economicamente inviáveis; não há informações sobre as demais; há ainda o indicativo do fechamento de UTEs devido a falta de competitividade da fonte nos novos leilões de energia;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** cerca de 8 GW descomissionados entre 2009 e 2024;
- **Reservas confirmadas:** terceira (3ª) maior reserva confirmada do mundo, com cerca de 13,6% do total ou 149 bi toneladas.



Trabalhadores

- 2 anos antes do fechamento das UTEs, deve ser implementado um plano para força de trabalho.
- 3 eixos principais, sendo custo do empregador:
 - (i) apoio para planejar a carreira, treinamento e consultoria financeira;
 - (ii) folga remunerada e flexibilidade ir a entrevistas e treinamentos; e,
 - (iii) conhecer novos empregadores e sindicatos.
- Já há uma lista de profissões com maior capacidade de realocação (motorista de caminhão, soldador, etc).
- Foco do plano: diagnóstico com métodos quantitativos (mercado de trabalho; tendências demográficas) e qualitativas (entrevistas e estudos de caso) e apoio quase individualizado para transição de carreira.



Área do empreendimento

- Sem informações no material consultado, cujo foco é no nível nacional.



Futuro da região

- Os planos, no nível nacional, preveem apoio para recolocação da mão-de-obra, sem mudanças na estrutura produtiva das regiões como um todo.



Governança

- O governo federal apoia, mas há incentivo para plano regional (não analisados aqui).
- Há consultas com público-alvo distintos: empregadores, empregados (representantes) e poder público local.



Financiamento e incentivos

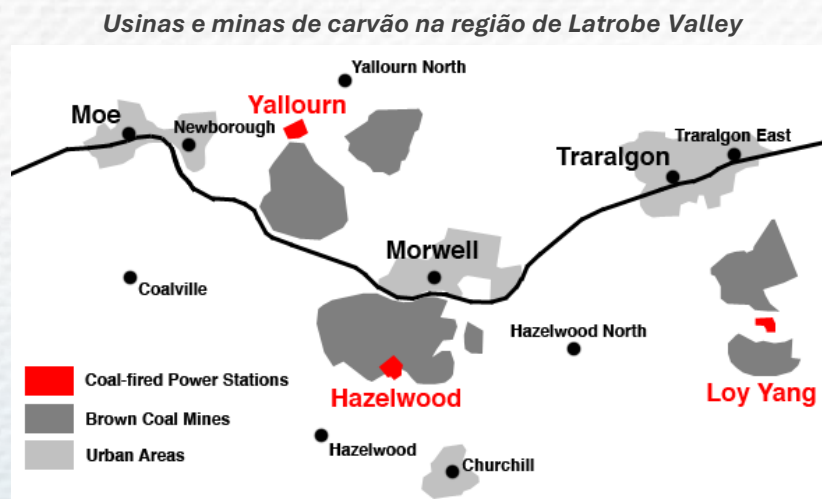
- Nos dois anos anteriores ao fechamento da UTE, os cursos, apoio para planejar a mudança de carreira e tempo disponível para buscar novas oportunidades devem ser sustentados pela empresa proprietária da térmica.

Austrália

O caso de Latrobe Valley e Hazelwood

Contexto

- Vale localizado no estado de Victoria, na região de Gippsland, com uma das maiores reservas de linhito do mundo;
- A usina termelétrica de Hazelwood (1.600 MW, fechada em 2017) era uma das maiores (e a mais intensiva em carbono) da Austrália;
- Privatização nas décadas de 1980-90 já haviam reduzido empregos diretos e ampliado a terceirização no setor, com impactos diretos na economia local;
- Fechamento não-planejado resultou em necessidade de resposta rápida do governo para mitigar impactos sobre as comunidades.



Fonte: [Wikipedia \(2025\)](#)



Trabalhadores

- Programas de apoio individualizado, elegível aos trabalhadores, terceirizados e familiares;
- Políticas de apoio às cadeias de suprimento afetadas, com planos de negócio.



Área do empreendimento

- Infraestrutura elétrica da usina de Hazelwood foi utilizada para construção de usina de baterias de grande porte (150 MW).



Futuro da região

- Políticas focaram no apoio imediato aos afetados (direta e indiretamente). Ainda assim, foco em empregos passou por uma análise de estratégia de inovação regional.



Governança

- Criação de autoridade regional para conduzir a estratégia de transição econômica.



Financiamento e incentivos

- Governos federal e estadual desenvolveram pacotes robustos (US\$ 40 milhões) e fundos (US\$ 200 milhões) para a região.

África do Sul

- **Produção de carvão:** sétimo maior produtor global com 1.502 TWh (2023);
- **Participação do carvão na energia primária:** 68% (2023);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 80% (2023);
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** exportador relevante na quinta posição global em volume, com cerca de 70 Mt em 2023;
- **Número de trabalhadores nas minas e nas térmicas:** cerca de 58 mil trabalhadores de minas - 87% destes dedicado a extração de carvão termal - é o sexto país que mais emprega trabalhadores em minas de carvão no mundo;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 15 minas (entre 2015 e 2024);
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 15 unidades geradoras descomissionadas entre 2000 e 2024 totalizando a perda de 1.180 MW de capacidade instalada;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** há um único exemplo de inviabilidade econômica; outros sete casos de fim do tempo de vida e um caso de exaustão das reservas; a UTE de Komati foi descomissionada devido ao fim de sua vida útil;
- **Reservas confirmadas:** 9 bilhões de toneladas ou cerca de 1% do total global.



Trabalhadores

- Remanejamento interno na própria indústria conforme avança o processo de descomissionamento.
- Realocação em novos setores emergentes (e.g., renováveis, novas indústrias);
- Planos de aposentadoria voluntária.
- Criação de vagas nos órgãos públicos.



Área do Empreendimento

- Recuperação ambiental.
- Conversão das estruturas para novas fontes, como o gás natural.



Futuro da Região

- Expansão da atividade de renováveis.
- Atividades de recuperação ambiental.
- Desenvolvimento da indústria nacional.



Governança

- Os planos de transição são coordenados especialmente pelo Departamento de Minas e Energia e pela Comissão Presidencial sobre o Clima.



Financiamento e Incentivos

- Financiamento externo de um consórcio de países (IPG).
- Financiamento de bancos de desenvolvimento e parceiros.
- Financiamento interno público.

Colômbia

- **Produção de Carvão:** 436 TWh equivalentes em 2023 (1% do carvão mundial);
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** exporta mais de 90% do carvão que extrai;
- **Participação do carvão na energia primária:** 6,9% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 15,2% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas:** A mineração de carvão térmico empregou, em 2024, cerca de 13.500 trabalhadores;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 2 entre 2015 e 2021;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** 4 bi. de toneladas ou 0,4% da reserva mundial em 2024.



Trabalhadores

- Requalificação, realocação para outras funções dentro das mesmas empresas, apoio socioeconômico e apoio à mineração ancestral e de pequena escala.
- Requalificação profissional e capacitação em setores emergentes.
- Fornecimento de seguro-desemprego específico e apoio à previdência; subsídios para ex-trabalhadores.
- Preocupações específicas com grupos vulneráveis (p.e. mulheres em empregos indiretos com menor proteção trabalhista e comunidades historicamente excluídas (indígenas, afrodescendentes, ciganos)).



Área do empreendimento

- Restauração ambiental das minas de carvão.



Futuro da região

- Incentivo a novas cadeias produtivas sustentáveis.
- Apoio para energias renováveis (por ex. insumos para baterias e painéis solares, infraestrutura de energia eólica, criação de comunidades energéticas),
- Fomento à eficiência energética, minerais estratégicos, gestão ambiental, competências digitais.
- Promoção da criação de pequenas e médias empresas locais.



Governança

- Governo federal (Ministério do Trabalho): formulação das políticas de transição energética e trabalhista.
- Empresas carboníferas: planos de descomissionamento, incluindo ações de empregabilidade dos trabalhadores.
- Sindicatos: participam da construção dos planos de descomissionamento.
- Comunidades locais envolvidas na construção do plano de transição justa e na cogestão de projetos.



Financiamento e incentivos

- Governo federal financia a transição através de políticas públicas, subsídios e investimento em infraestrutura;
- Empresas: executa planos de descomissionamento e medidas de compensação.

Canadá

- **Produção de Carvão:** 344 TWh equivalentes em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** o Canadá é exportador líquido de carvão térmico, foram mais de 29 Mt em 2023, cerca de 60% de sua produção interna;
- **Participação do carvão na energia primária:** 2,6% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 4,1% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas:** 5,4 mil (2024);
- **Quantidade de minas descomissionadas:** quatro (04) minas fechadas;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 51 unidades geradoras térmicas descomissionadas entre os anos 2000 e 2024;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** duas (02) minas foram descomissionadas em razão da transição para outra fonte energéticas e uma (01) devido ao fechamento da UTE a qual abastecia;
- **Reservas confirmadas:** 0,6% do total das reservas mundiais ou 4 bi. Em 2024.



Trabalhadores

- Requalificação e capacitação para setores de energia limpa e infraestrutura (escala nacional).
- Há foco em inclusão e apoio a grupos com barreiras no mercado de trabalho, como jovens, pessoas racializadas, mulheres, PCDs e indígenas (escala nacional).
- O governo federal financia o apoio aos trabalhadores via programas específicos, fundos de inovação e receitas da precificação de carbono (escala nacional).



Área do empreendimento

- Não é citado nos documentos consultados.



Futuro da região

- Avaliação nacional de regiões potenciais (carboníferas ou não) para: projetos de energia renovável (solar, eólica), diversificação econômica, infraestrutura local, fabricação de veículos elétricos e baterias, foco em eficiência energética.
- Investimentos na rede elétrica da região para implementação de eólicas e solares.



Governança

- O plano envolve o governo federal, governos provinciais e municipais, comunidades indígenas, sindicatos, empregadores e grupos de interesse relevantes.



Financiamento e incentivos

- O governo federal financia via programas específicos, fundos de inovação e receitas da precificação de carbono.
- Comunidades e trabalhadores: \$185 milhões (CAD) para comunidades afetadas; \$ 55 milhões (CAD) no Programa de Desenvolvimento da Força de Trabalho Comunitária; \$35 milhões (CAD) para desenvolvimento de habilidades e diversificação econômica.
- Economia de baixo carbono em geral: \$8 bilhões (CAD) no Fundo de Inovação, \$2,2 bilhões (CAD) no Fundo de Economia de Baixo Carbono, entre outros.

Alemanha

- **Produção de carvão:** 254 TWh equivalentes;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** importador líquido;
- **Participação do carvão na energia primária:** 16% em 2024;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 21% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas :** 10.598 em 2024;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** seis (06) minas entre 2015 e 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** entre 2000 e 2024 foram fechadas 151 unidades geradoras que somavam um total de 33 GW de capacidade instalada;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** duas (02) minas foram fechadas devido ao fim da sua vida útil; outras duas (02) por ordem do governo; e mais duas (02) devido ao esgotamento de suas reservas;
- **Reservas confirmadas:** 35 bi. de toneladas ou 3,2% do total mundial (2024).



Trabalhadores

- Trabalhadores com 58 anos ou mais que perderem seus empregos em Minas ou UTEs como resultado da eliminação gradual podem receber pagamentos transitórios, por até 5 anos até atingirem a idade de aposentadoria;
- O Governo Federal criará pelo menos 5.000 novos empregos em agências federais e outras instituições federais até 31 de dezembro de 2028;

Área do empreendimento

- Investimento em regeneração e descontaminação de locais, restauração de terras e projetos de readequação;

Futuro da região

- Investimentos produtivos em pequenas e médias empresas, startups, atividades de pesquisa e inovação, entre outras;
- Investimentos na implementação de tecnologia e infraestruturas para energia limpa acessível;
- Aperfeiçoamento e requalificação de trabalhadores locais;

Governança

- A Comissão do Carvão (já dissolvida), participou da formulação do plano de transição;
- O Ministério Federal da Economia e Ação Climática (BMWK) é responsável pela elaboração e coordenação da política energética nacional, incluindo a transição do carvão e participa diretamente na formulação de regulamentos, diretrizes de leilões e programas de apoio aos estados;
- A Agência Federal de Redes (*Bundesnetzagentur* ou BNetzA) executa a gestão técnica da transição;

Financiamento e incentivos

- Conforme a lei, operadores recebem compensações pela desativação antecipada de suas usinas;
- Foram estimados até 40 bilhões de euros para investimentos regionais.

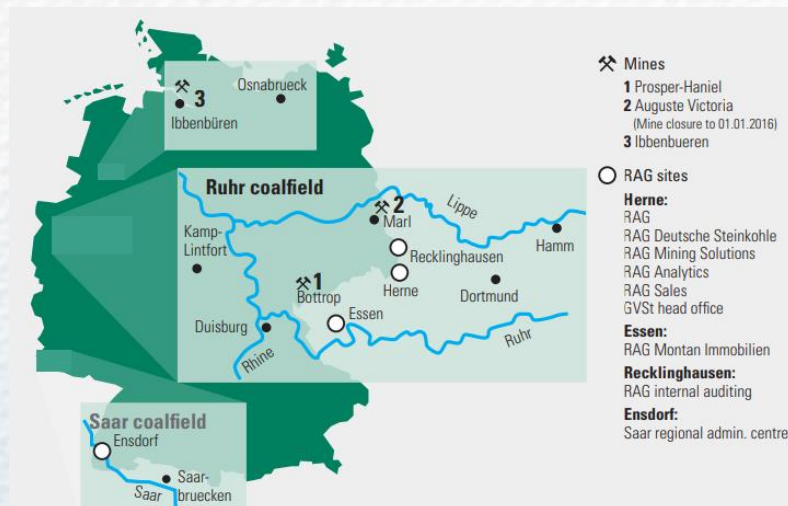
Alemanha

O caso de Ruhr

Contexto

- Política regional passou por diferentes momentos, dos subsídios para o setor de carvão à regionalização da política para incorporação da visão de clusters;
- Estabelecimento de universidades e centros de inovação facilitaram a reestruturação e atração de atividades de base tecnológica;
- Transformação regional tem focado na preservação da memória e patrimônio, focando no setor de turismo; e no desenvolvimento de ecossistemas sustentáveis, através dos lagos artificiais.

Minas de carvão na região de Ruhr



Fonte: Melchers, Goerke-Mallet e Kleineberg (2016)



Futuro da região

- Processos de reorientação regional focado em turismo e atividades ecológicas;
- Foco em redes (*clusters*) com participação da academia, indústria e governo;
- Projetos de preservação do patrimônio, que celebraram a memória e história industrial da região foram importantes para diminuir a resistência social aos processos de mudança estrutural.



Trabalhadores

- Nível de desemprego foi limitado pela transição para setores correlatos, subsídios à modernização da indústria carbonífera e políticas sociais;
- Principais medidas foram indenizações por demissão, programas de compensação, readaptação e aposentadoria antecipada.



Governança

- Instituição regional desenvolvida para concentrar esforços de transformação regional, incluindo a promoção de colaboração entre diferentes agentes;
- Criação de uma empresa para incorporar antigas empresas mineradoras e lidar com o descomissionamento, incluindo a gestão das minas após desativação.



Área do empreendedorismo

- Transformação de áreas industriais abandonadas em museus e pontos turísticos;
- Criação de lagos artificiais em antigas minas a céu aberto, com foco em desenvolver um ecossistema voltado para atividades sustentáveis e turismo.



Financiamento e incentivos

- Políticas e programas regionais se beneficiaram de um conjunto de apoio e orçamento da União Europeia, governo Alemão e governos locais.

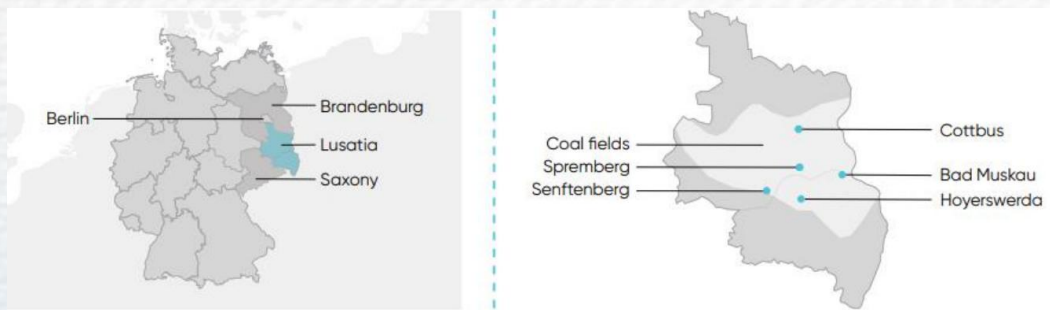
Alemanha

O caso de Lusatia

Contexto

- Até 1990, a região era influenciada pela política alemã, focando em aumento contínuo da produção de carvão;
- Políticas não promoveram transformação, mas evitaram colapso econômico e no mercado de trabalho;
- Movimento de recuperação do patrimônio industrial associado à mineração para o turismo;
- No período recente, políticas focaram em financiamento de inovação e P&D, bem como em clusters regionais tecnológicos;
- Reconversão de minas a céu aberto como principal estratégia regional.

Mapa de Lusatia e minas de carvão da região



Fonte: [WONG, RÖSER e MAXWELL \(2022\)](#)



Futuro da região

- Programas voltados para a restauração de áreas associadas ao carvão, com foco em turismo.



Trabalhadores

- Aposentadoria antecipada como principal medida;
- Benefícios adicionais e isenções de impostos são oferecidos para compensar a perda salarial em função da elevada remuneração no setor de carvão;



Governança

- Transformação das antigas áreas de mineração incluiu um processo de planejamento multinível e interdisciplinar com a participação de diferentes grupos de interesse público da região



Área do empreendedorismo

- Minas na região foram transformadas em lagos artificiais, transformando Lusatia no maior distrito de lagos artificiais da Europa, com interconexão através de praias, florestas, ciclovias e instalações aquáticas.



Financiamento e incentivos

- Processo de transformação tem sido conduzido pela empresa de gerenciamento da mineração de Lusatia, com apoio e financiamento dos governos federal e estaduais da Alemanha.

Reino Unido

- **Produção de carvão:** 4 TWh equivalentes em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** perfil importador líquido; em 2023, o país importou cerca de 3.871 Mt e exportou apenas 1.073 Mt;
- **Participação do carvão na energia primária:** 2,4% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 0,8% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas:** 536 em 2024;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 22 minas fechadas de 2015 até 2024;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** não há informações nas bases consultadas;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** compromissos climáticos; inviabilidade econômica;
- **Potencial de reservas:** 28 Mt (2024).



Trabalhadores

- Os trabalhadores carboníferos, especialmente os ex-mineiros, são apoiados por pensões ampliadas e programas de recolocação profissional. Muitos estão sendo reinseridos por meio de programas educacionais e de experiência profissional nas novas cadeias econômicas da região.
- As ações para trabalhadores são responsabilidade de diferentes atores: o governo federal (revisão de pensões), organizações como o *Coalfields Regeneration Trust*, e a organização gestora do plano (com programas de qualificação e oportunidades).



Área do empreendimento

- Não identificado.



Futuro da região

- As atividades econômicas previstas incluem regeneração urbana e ambiental, energias renováveis (como aquecimento por água de mina, hidrogênio e eólica offshore), economia circular (uso de subprodutos como ocre), desenvolvimento habitacional sustentável, e apoio à criação de novas cadeias produtivas em centros industriais históricos.



Governança

- O Governo do Reino Unido lidera a formulação e financiamento de políticas, em parceria com autoridades locais como o Conselho de Gateshead, e órgãos técnicos como a *Coal Authority*.



Financiamento e incentivos

- O financiamento da transição vem majoritariamente do governo do Reino Unido. £21,7 bilhões para projetos de captura de carbono no Noroeste e Nordeste da Inglaterra. O Bônus da Indústria Limpa, que oferece £27 milhões por gigawatt a desenvolvedores de energia eólica offshore que invistam em regiões industriais tradicionais. £2,3 bilhões para a primeira rodada de contratos de produção de hidrogênio eletrolítico.

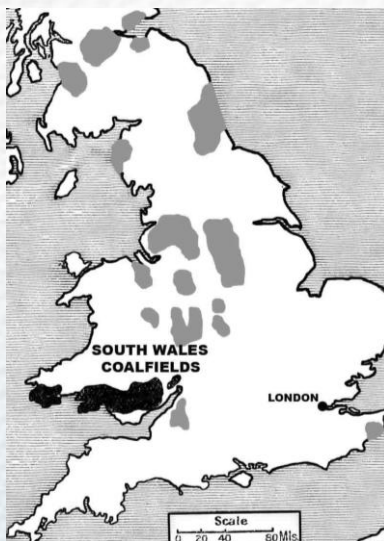
Reino Unido

O caso de South Wales

Contexto

- Região do país de Gales que concentra $\frac{3}{4}$ da população, com mais de 2 milhões de habitantes;
- Comunidades se desenvolveram ao redor das minas de carvão desde o século XIX, com algumas cidades tendo 90% dos empregos ligados ao carvão;
- Processo de declínio do carvão se deu de forma gradual, com resistência dos trabalhadores e sindicatos, motivado por questões econômicas;
- Região enfrentou desemprego e migração elevada desde a década de 1980-90.

Localização de South Wales, minas (em preto) e depósitos de carvão do Reino Unido (em cinza)



Fonte: [Hansell e Beaver \(2013\)](#)



Futuro da região

- A região não conta com um plano específico para o futuro. O foco se deu no curto prazo, priorizando empresas locais como meio de manutenção da economia.



Trabalhadores

- Pagamentos de assistência social permitiu que os ex-mineradores e suas famílias mantivessem nível de consumo;
- Políticas não foram eficazes para gerar empregos de longo prazo.



Governança

- Criação de uma agência de desenvolvimento regional, focando nos aspectos locais específicos.



Área do empreendedorismo

- Não foi identificado um tratamento específico.



Financiamento e incentivos

- Processo de transformação tem sido financiado pelo governo do Reino Unido, com eventual transferência para escritórios, fundos e instituições regionais.

Reino Unido

Os casos de Humber e Yorkshire

Contexto

- Região conhecida como “estuário da energia”, com uma das maiores concentrações no país de indústrias de base e usinas de carvão e gás natural;
- Região é um dos clusters industriais selecionados na estratégia de descarbonização nacional;
- Foco na reconversão da atividade econômica para a indústria renovável, com foco em eólica offshore.

Maiores clusters industriais do Reino Unido, por emissões



Fonte: [WEF \(2021\)](#)



Futuro da região

- Humber Industrial Cluster Plan foi desenvolvido como parte da estratégia do Reino Unido de descarbonização. Contém diretrizes para foco em setores e tecnologias, como CCS e hidrogênio, além de foco em cadeias de suprimento regionais.



Trabalhadores

- Não há menção a medidas específicas no plano, embora a transição para novos setores de baixo carbono cite a perspectiva de geração de empregos;
- Empresa proprietária da Drax também destaca essa expectativa na estratégia de descarbonização.



Governança

- Processo de construção do plano foi participativo, com duração de 2 anos. Ainda que sob liderança do governo do Reino Unido, há uma construção regional.
- Governo local teve papel crucial na atração de investimentos privados a partir do aproveitamento da infraestrutura existente e análise de lacunas.



Área do empreendimento

- Na usina de Drax, a estratégia adotada foi a conversão da termelétrica a carvão para biomassa. Anteriormente, a proposta era de um projeto de captura de carbono, interrompido por falta de apoio do governo.



Financiamento e incentivos

- O governo local agiu fazendo adaptações pontuais na infraestrutura regional para atrair investimentos privados, com foco na eólica offshore;
- Investimentos no plano de descarbonização são capitaneados pelo governo do Reino Unido.

Espanha

- **Produção de carvão:** 1 TWh em 2023;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** importador líquido;
- **Participação do carvão na energia primária:** 2% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 1% em 2024;
- **Número de trabalhadores nas minas:** 1.700 em 2017;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** 15 entre 2015 e 2021;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** 43 unidades geradoras térmicas fechadas, ou 11 GW de capacidade instalada entre 2000 e 2024;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** em relação ao fechamento das minas, 14 tiveram suas atividades encerradas por ordem do governo em atendimento aos compromissos climáticos ou por inviabilidade econômica;
- **Reservas confirmadas:** 1.187 Mt ou 0,1% da reserva mundial em 2024.



Trabalhadores

- Ação de pré-aposentadorias ou desligamentos indenizados;
- Criação de bancos de empregos para incorporação nas atividades de descomissionamento das UTEs (restauração de minas, p.e.) e atividades econômicas apoiadas nos planos
- Requalificação em empregos verdes e eficiências energética.
- Objetivo de aumentar a participação das mulheres no mercado de trabalho durante a transição energética,



Área do empreendimento

- Execução de Planos de Restauração de Minas, com foco na recuperação ambiental e social dos territórios degradados.



Futuro da região

- Realização de leilões específicos de energia renovável.
- Incentivo às iniciativas empresariais relacionadas à energia na região.
- Apoio e fornecimento de subsídios a projetos empresariais em atividades diversas, a depender do perfil da região (p.e. turismo, indústria agroalimentar, serviços sociais e de saúde, oficinas mecânicas e treinamento).



Governança

- Contrato de Transição Energética Justa para as UTEs descomissionadas envolveram governo, empresas proprietárias e sindicatos.
- Convênios e co-governança para garantir o compromisso das administrações públicas –nacional, regional e local - e os proponentes dos instrumentos de apoio, baseados em processos de participação pública.



Financiamento e incentivos

- Governo da Espanha (através dos Convênios de Transição Justa, p. ex.);
- Fundos Europeus (Fundo de Transição Justa e Plano de Recuperação, Transformação e Resiliência da EU;
- Empresas privadas (planos de reativação e colaboração com atividades de descomissionamento e requalificação) e
- Comunidades autônomas e municípios.

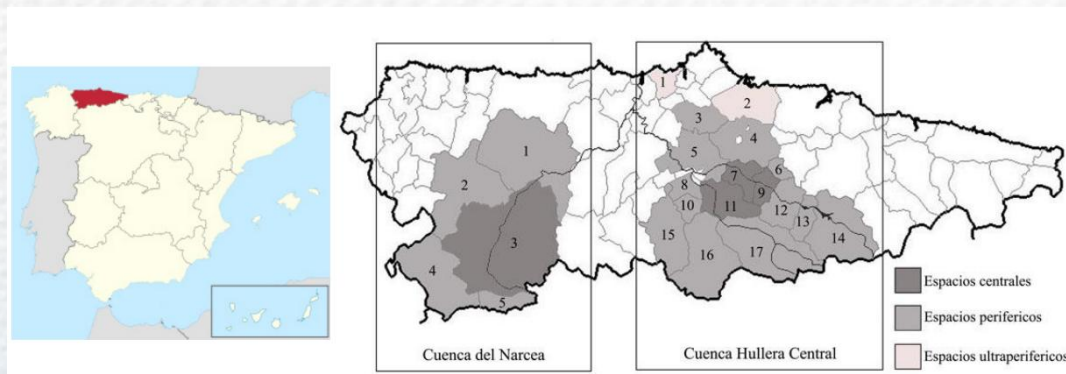
Espanha

O caso de Asturias

Contexto

- Região na costa norte da Espanha, com 1 milhão de habitantes;
- Uma das regiões mais afetadas pelo descomissionamento do carvão na Espanha;
- Empresa estatal de mineração (Hunosa) teve papel central nas reformas e na adaptação de antigas instalações;
- Transição da economia dominada pela mineração para o setor de serviços.

Localização de Asturias e minas de carvão da região



Fonte: IISD e GSI (2017)



Trabalhadores

- Ênfase em programas de aposentadoria antecipada, em geral com pagamentos entre 2 a 3 vezes o salário mínimo nacional;
- Papel relevante dos sindicatos na mitigação de impactos.



Área do empreendimento

- Empresa estatal transformou antigas áreas de mineração em museus e novos negócios, com destaque para hibridização de térmicas, para uso de biomassa, e energia geotérmica.



Futuro da região

- Políticas e reformas focaram em impactos sobre emprego e renda e em competitividade do setor de mineração;
- Instituições regionais focaram em investimentos em infraestrutura de transporte, como a construção de estradas, e a construção de parques industriais



Governança

- Transição foi apoiada pelo governo da Espanha, mas coordenada por instituições regionais;
- Reformas foram viabilizadas por ação conjunta e coordenada do governo, sindicatos e Hunosa.



Financiamento e incentivos

- Pacotes de reformas foram financiados pelo governo Espanhol.

Chile

- **Participação do carvão na energia primária:** 10% em 2023;
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 15,8% em 2024;
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** importador líquido, porém a quantidade importada está em declínio desde 2022;
- **Número de trabalhadores nas minas e nas térmicas:** 4000 empregos diretos (com terceirizados) e 9000 indiretos, sendo 91% homens com média de idade de 40 anos (Plan de retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón, 2020)
- **Quantidade de minas descomissionadas:** em 2020 uma mina foi fechada. Entre 2015 e 2024 nenhuma nova mina foi instalada;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** há previsão de descomissionamento de 3 GW até 2040.
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** atingir a meta de neutralidade de carbono até 2050;
- **Reservas confirmadas:** 1.181 Mt ou 0,1% das reservas mundiais em 2024.



Trabalhadores

- Diagnóstico socioeconômico, requalificação, capacitação, apoio ao empreendedorismo. Plano para a reconversão e a reinserção profissional.
- Incentivo para meninas e adolescentes seguirem carreiras em energias limpas e renováveis e hidrogênio.
- Plano de empregabilidade com enfoque de gênero, criando empregos diretos considerando o contexto das comunidades.
- Ênfase em projetos sustentáveis que favoreçam a equidade de gênero
- Incentivo à contratação local e micro, pequena e média empresas.



Área do empreendimento

- Coleta de dados para avaliar a qualidade ambiental.
- Workshops participativos e grupos de trabalho.
- Identificar alternativas para novos usos dos espaços e da infraestrutura das usinas
- Ações de regeneração urbana



Futuro da região

- Promoção de iniciativas de hidrogênio verde, plantas dessalinizadoras de água, armazenamento de energia.
- Com base no acordo sobre o encerramento de UTEs e minas: conversão para gás natural e biomassa florestal, captura de carbono, sistemas de armazenamento de baterias, ar comprimido e térmico com sal fundido
- Monitoramento da qualidade ambiental do ar e divulgação por meio de portal ao cidadão.



Governança

- Comitê Interministerial no nível diretivo; Secretaria Técnica de Transição Justa, que pode convocar mesas de trabalho com diversos atores, será responsável pela articulação, implementação e monitoramento da estratégia e planos de ação locais



Financiamento e incentivos

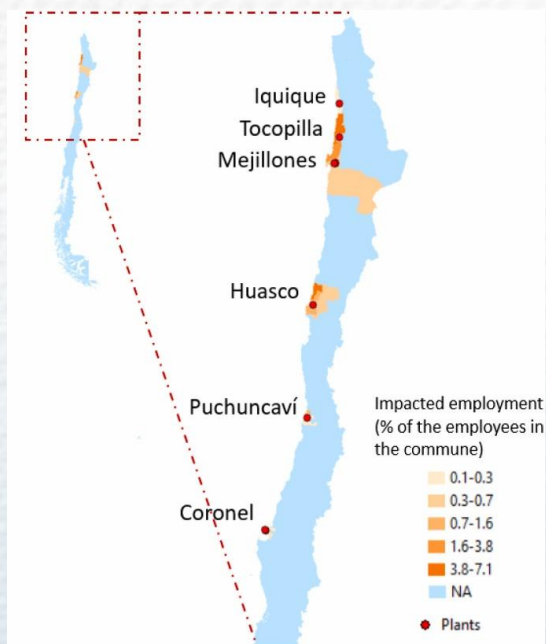
- Foco na criação de novas atividades econômicas, no setor energético e não-energético.
- Coordenação do financiamento de políticas setoriais e iniciativas privadas que visa identificar e direcionar programas, fundos públicos e privados, nacionais e internacionais para implementação da Estratégia de Transição Justa em nível local.

Chile

Os casos de Tocopilla e Huasco

Contexto

- Tocopilla está localizada no setor norte de Antofagasta;
- Huasco é uma cidade portuária na região norte do Atacama;
- São as comunas mais impactadas, com as usinas a carvão representando 6,8% e 4,4% dos seus empregos, respectivamente, porém com processos de transição diferentes.
- Em Tocopilla a empresa local desenvolveu um Plano de TJ para duas usinas;
- Huasco participa do Programa de Recuperação Ambiental e Social e até 2026 espera-se um plano para a redução de emissões (co-firing) das termelétricas mantendo a operação.



Trabalhadores

- Tocopilla: Programa de capacitação voltados para renováveis e empreendedorismo, aposentadoria antecipada e demissão voluntária.
- Huasco: Espera-se que a aplicação de novas tecnologias permita a manutenção da operação das termelétricas e seus empregos.



Área do empreendimento

- Tocopilla: uma usina descomissionada em 2022 e mais duas até 2025; uma usina será reconvertida para gás natural até 2026 e duas termelétricas serão convertidas para Biomassa. Há projetos de reconversão também com baterias.
- Huasco: Incluída no Programa de Recuperação Ambiental e Social criado para intervir em áreas com níveis críticos de contaminação.



Futuro da região

- Tocopilla: O Plan de Transición Socioecológica Justa de Tocopilla, do Ministério de Energia, está focado nos problemas, necessidades e perspectivas locais com ações direcionadas ao bem-estar da população, restauração do equilíbrio ecológico e promoção do desenvolvimento produtivo.
- Huasco: Parcerias com empresas e o governo local para novas regulamentações ambientais, melhorias no monitoramento da qualidade do ar e realização de consultas aos cidadãos. Ainda não há data para descomissionamento das termelétricas.



Governança

- Tocopilla: Empresa privada local responsável pelos descomissionamentos e reconversões e Ministério de Energia com o Plan de Transición Socioecológica Justa de Tocopilla.
- Huasco: Empresa privada local responsável pelo projeto de redução das emissões das termelétricas e Ministério de Meio Ambiente responsável pelo Programa de Recuperação Ambiental.



Financiamento

- Tocopilla: Planos de reconversão da empresa privada com projetos de bateria tem investimentos de USD 180 milhões no complexo de Tocopilla e a conversão das duas termelétricas para Biomassa USD 25 milhões de investimentos.
- Huasco: Não há essa informação.

França

- **Participação do carvão na energia primária:** 1% (2023);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 0,38% (2024);
- **Perfil importador ou exportador de carvão térmico:** importador líquido;
- **Número de trabalhadores nas minas e nas térmicas:** UTEs empregam direta e indiretamente cerca de 1.400 pessoas; não há informações nas bases consultadas para as minas de carvão;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** não há informações nas bases consultadas;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** não há informações nas bases consultadas;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** não há informações nas bases consultadas.



Trabalhadores

- Formação em novas competências
- Acompanhamento da mobilidade profissional
- Foco para que estes trabalhadores mudem para atividades relacionadas, como a reutilização dos rejeitos
- Criação de canais para aproximar quem foi demitido destas atividades com as novas oportunidades no território.



Área do empreendimento

- Conversão em térmicas renováveis e recuperação ambiental das áreas degradadas



Futuro da região

- Visa reposicionar as regiões com soluções tecnológicas industriais próximas do mercado, num modelo circular, sóbrio, descarbonizado e gerador de empregos.
- Avaliação e monitoramento das consequências socioeconômicas e territoriais.
- A região como um todo é analisada em termos de estrutura produtiva e potenciais econômicos (em especial, os energéticos).



Governança

- Estado em múltiplas escalas (órgãos de trabalho e emprego), a agência federal para transição e autoridades do Fundo Europeu de Transição Justa.
- Consultas públicas
- Comitês temáticos



Financiamento e incentivos

- O Estado reembolsa os empregadores, via prefeituras, para o custo de licença de requalificação e licença de acompanhamento, por um período de 12 a 18 meses

França

O caso de Loss-en-Gohelle

Contexto

- Cidade de 7 mil habitantes no norte da França.
- Descomissionamento das minas na década de 1980.
- Maior empregador da região era a estatal *Charbonnages de France*.
- Transição da região para *hub* renovável foi liderada pela administração municipal, que focou em autonomia energética e energia comunitária.
- Ênfase no planejamento integrado e transformação em distritos ecológicos.

Residence Chenelet, um dos edifícios sustentáveis da região



Fonte: [Renewables Network Platform \(2018\)](#)



Trabalhadores

- Não houve plano específico para os trabalhadores, mas a participação dos cidadãos nas discussões levou a uma transição dos postos de trabalho para atividades ecológicas e em energias renováveis.



Área do empreendimento

- Foco em transformar regiões destinadas a resíduos da mineração em distritos ecológicos;
- Antigos locais de mineração foram transformados em centros culturais e instituições focadas no desenvolvimento sustentável.



Futuro da região

- Cidade-piloto para o desenvolvimento sustentável;
- Comunidades energéticas (foco em solar), cinturões verdes, construção sustentável e planejamento urbano integrado.



Governança

- Administração municipal e liderança política local têm papel decisivo em iniciar e indicar a direção decisiva para estratégias regionais de transição;
- Participação ativa dos cidadãos na implementação, construção e financiamento do projeto, como recomendação de estudo realizado na região.



Financiamento e incentivos

- Combinação de investimentos públicos e privados, além de fontes de financiamento coletivas.

Polônia

- **Participação do carvão na energia primária:** 33% (2024);
- **Participação do carvão na matriz elétrica:** 54,3% (2024);
- **Número de trabalhadores nas minas e nas térmicas:** cerca de 81 mil empregados na indústria do carvão, dos quais aproximadamente 54 mil associados a térmicas;
- **Quantidade de minas descomissionadas:** pelo menos 21, entre 2015 e 2025. Nenhuma mina foi instalada no mesmo período;
- **Quantidade de térmicas descomissionadas:** não há informações nas bases consultadas;
- **Motivação do descomissionamento das minas e UTEs:** não há informações nas bases consultadas;
- **Reservas confirmadas:** 28 bilhões de toneladas.



Trabalhadores

- Realocação para minas ainda operantes, quando possível.
- Programas de requalificação e capacitação profissional.
- Incentivos à recolocação em novos setores econômicos.
- Aposentadoria antecipada para trabalhadores mais velhos, além de compensações financeiras.
- Apoio ao empreendedorismo e à criação de pequenos negócios.



Área do empreendimento

- Criação de empresa para gerenciamento do fechamento das minas, incluindo recuperação ambiental de áreas degradadas.
- Reversão de áreas industriais para novos usos econômicos.



Futuro da região

- Criação de parques empresariais e centros de inovação
- Projetos ligados a energias renováveis, mobilidade limpa e novas indústrias.
- Uso de fundos europeus para diversificação econômica e financiamento de infraestrutura em novos setores, como indústria automotiva e tecnologia da informação.



Governança

- Planos Territoriais de Transição Justa para acesso a fundos da UE: participação do governo federal e regionais;
- Estabelecimento de Contrato Social em parceria com sindicatos e empresas.
- Agências regionais de desenvolvimento e parcerias municipais.



Financiamento e incentivos

- Fundos da UE através da Parceria de Transição Justa;
- Governo federal financia parte com fundos que combinam recursos internacionais e nacionais, bem como autoridades regionais.

Polônia

O caso de Silesia e Małopolska Ocidental

Contexto

- Região concentra o maior volume de mineração de carvão da UE, empregando mais de 4% da força de trabalho regional;
- Segundo maior PIB da Polônia, 12% do PIB nacional;
- Região no centro do debate de Transição Justa no setor de carvão mineral;
- Inúmeras agências regionais de desenvolvimento foram estabelecidas, com foco em pequenas e médias empresas, capacitação e inovação.

Centro de Educação e Negócios New Gliwice antes (acima) e depois (abaixo) da revitalização



Fonte: [TRACER \(2020\)](#)



Trabalhadores

- Indenização e aposentadoria incentivada, com benefícios assistenciais focados nos mais velhos;
- Estímulos à reinserção no mercado de trabalho, como bônus.



Área do empreendimento

- Municípios assumiram propriedade de áreas em troca de cancelamento de dívidas das mineradoras: edifícios utilizados para funções de utilidade pública;
- Foco em empreendedorismo e empresas de tecnologia.



Futuro da região

- Agências regionais de desenvolvimento têm trabalhado na diversificação econômica, capacitação de recursos humanos com consultorias e treinamentos e incentivos a pequenas e médias empresas.
- Ênfase em energia renovável e mobilidade limpa através de fundos da UE.



Governança

- Forte participação do governo federal em políticas de contenção do desemprego e mobilização regional para fundos da UE;
- Convênio com sindicatos e governos federal e municipais (em projetos específicos), através das agências regionais.



Financiamento e incentivos

- Combinação de investimentos públicos e privados, além de acesso a fundos da UE e internacionais.

Bases de dados utilizadas

[1] Produção de Carvão Mineral Termal¹ (em TWh)

Fontes: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); The Shift Data Portal (2019) – com processamento de Our World in Data. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/coal-production-by-country>

[2] Produção de Carvão Mineral Termal (em Mst)²

Fontes: EIA - U.S. Energy Information Administration. Coal and Coke, International. Disponível em: <https://www.eia.gov/international/data/world>

[3] Perfil Importador/Exportador de Carvão Mineral Termal (em Mst)

Fontes: EIA - U.S. Energy Information Administration. Coal and Coke, International. Disponível em: <https://www.eia.gov/international/data/world>

[4] Participação do Carvão Mineral na Energia Primária

Fontes: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – com processamento de Our World in Data. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/coal-energy-share>

[5] Participação do Carvão Mineral na Matriz Elétrica

Fontes: Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – com processamento de Our World in Data. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-coal>

[6] Trabalhadores nas Minas de Carvão Mineral Termal

Fontes: Global Coal Mine Tracker, Global Energy Monitor, May 2025 release, September 2024 Supplement release, Energy Cluster-Chile. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-mine-tracker/>; <https://4echile.cl/publicaciones/documento-retiro-y-reconversion-de-unidades-a-carbon/>

[7] Quantidades de Minas de Carvão Mineral Termal Descomissionadas

Fontes: Global Coal Mine Tracker, Global Energy Monitor, May 2025 release, September 2024 Supplement release. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-mine-tracker/>

[8] Quantidade de Unidades Geradoras³ Térmicas a Carvão Mineral Descomissionadas

Fontes: Global Coal Mine Tracker, Global Energy Monitor, May 2025 release, September 2024 Supplement release. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-mine-tracker/>

[9] Motivação para o Fechamento das Minas

Fontes: Global Coal Mine Tracker, Global Energy Monitor, May 2025 release, September 2024 Supplement release. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-mine-tracker/>

[10] Reservas e Recursos Estimados (em Mt)

Fontes: EIA - U.S. Energy Information Administration. Coal and Coke, International. Disponível em: <https://www.eia.gov/international/data/world>

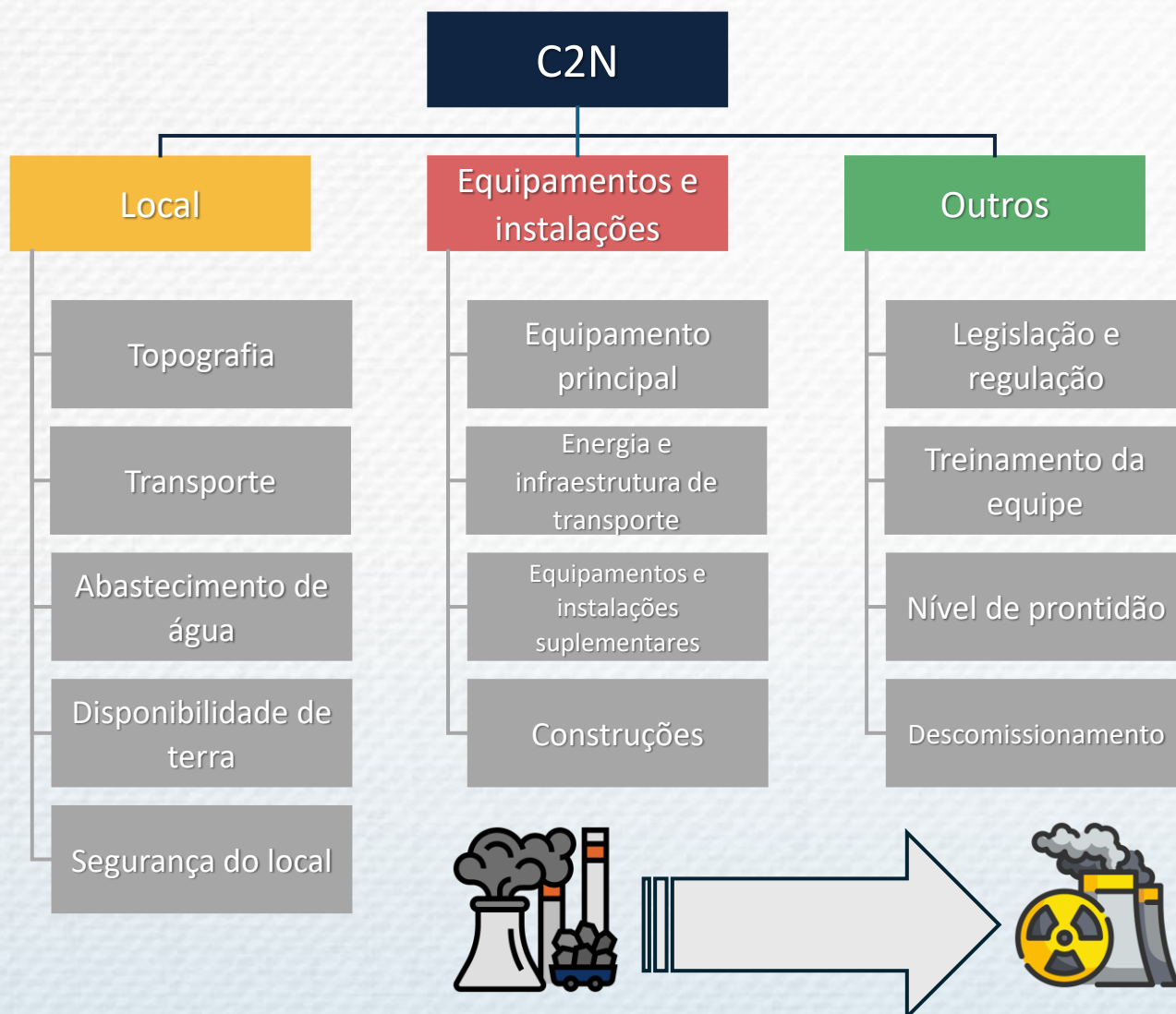
Notas: 1. Consideram-se os tipos antracite (ou antracito), betuminoso, sub-betuminoso e linhito, desconsiderando-se os tipos metalúrgicos, isto é, utilizados na siderurgia; 2. Milhões de toneladas curtas ou *short tons* (Mst); uma “tonelada curta” corresponde a 0,9072 tonelada; 3. Uma única UTE à carvão pode ser constituída por uma ou mais unidades geradoras; os dados do Global Energy Monitor contabilizam o encerramento das atividades das unidades geradoras.



Prospecção de alternativas para o uso do carvão nacional

Coal to Nuclear (C2N): conversão para nuclear

Principais aspectos de análise no processo de conversão de usinas a carvão para nuclear



Vantagens:

- Redução de GEE
- Geração de empregos qualificados
- Uso de infraestrutura existente

Abordagens: *Retrofit* (reaproveitamento de estrutura existente) ou construção paralela

Tecnologia-chave: Pequenos Reatores Modulares (SMR) – mais seguros, flexíveis e adequados a locais com menor potência instalada

Fatores críticos: Localização, água, aceitação pública e arcabouço legal

Alternativas: Conversão para gás natural, biomassa ou fontes renováveis

Prospecção de outros usos energéticos e não energéticos



Coqueima ou co-gaseificação com biomassa

- Substituição parcial do carvão por resíduos agrícolas, florestais ou urbanos em caldeiras existentes.
- Limite técnico comum de até 20% de biomassa sem grandes modificações nos equipamentos.
- Técnica bastante utilizada internacionalmente.



Captura e estocagem de carbono (CCS)

- As formações carboníferas apresentam alta afinidade para adsorver CO_2 em sua matriz porosa.
- No entanto, carvões de alta qualidade (com baixo teor de cinzas) são mais adequados para armazenamento de CO_2 .
- A combinação de CCS com coqueima de biomassa tem potencial de gerar emissões negativas.



Liquefação e gaseificação do carvão

- Possível converter o carvão em gás de síntese, base para combustíveis líquidos e insumos químicos como metanol, amônia e plásticos.
- No entanto, estas rotas alternativas apresentam alta intensidade de emissões.
- O uso de tecnologias de CCS pode viabilizar sua compatibilidade com metas climáticas.



Produção de grafite sintético

- Tem alto valor e aplicações estratégicas (ex. baterias).
- Costuma ser produzido a partir de antracito, um carvão de maior qualidade que as reservas brasileiras.
- Pesquisas indicam que carvão tipo linhito pode ser usado via técnicas de alta temperatura e alta pressão, ainda em fase experimental.



Armazenamento térmico de energia sensível (SHTES)

- Aplicação de tanques de água ou sal fundido para flexibilizar a operação de termelétricas a carvão.
- Tecnologia madura, de baixo custo, mas pouco utilizada em térmicas a carvão.
- Pesquisas indicam potencial de uso de escórias de carvão como material de armazenamento, com resultados promissores dependendo do tipo de carvão.



Cinzas volantes no cimento e concreto

- As cinzas volantes são um subproduto abundante da queima de carvão. Elas podem substituir parcialmente o clínquer na produção de cimento e concreto, reduzindo emissões da construção civil.
- A técnica contribui para a economia circular, porém ainda depende da manutenção da atividade termelétrica.



Síntese de considerações para o Brasil

Recomendações a partir da experiência internacional

Com base na análise dos instrumentos de planejamento e estudos de caso, **mais de 40 iniciativas** foram mapeadas como potenciais recomendações para uma estratégia de **transição justa** no setor de carvão mineral.

O sucesso desse processo dependerá da capacidade de **articular ações locais e regionais com políticas setoriais e iniciativas privadas**, promovendo simultaneamente:



A **reconversão da estrutura produtiva** dos territórios afetados.



O **reaproveitamento sustentável** de infraestruturas e espaços industriais.



A **garantia de direitos** e melhoria da **qualidade de vida** para trabalhadores e comunidades historicamente vinculadas à cadeia do carvão.



Inspirações internacionais para o Brasil

Trabalhadores (1/2)

1

Diagnóstico e planejamento antecipado

- Realizar diagnóstico com **métodos quantitativos** (mercado de trabalho, demografia) e **qualitativos** (entrevistas e estudos de caso).
- Promover **políticas de inovação e desenvolvimento regional**, a partir de diagnóstico de potencialidades, com participação de universidades, governos e sociedade civil.
- Implantar, de **2 a 5 anos antes** do fechamento das UTEs, um **plano para a força de trabalho**, com três eixos principais:
 - apoio ao **planejamento de carreira**, treinamento e consultoria financeira;
 - **folga remunerada** e flexibilidade para comparecer a entrevistas e capacitações;
 - contato com **novos empregadores** e sindicatos.

2

Qualificação, reconversão e orientação profissional

- **Apoiar individualmente** a transição de carreira.
- Oferecer **formação em novas competências**, com foco em trabalhadores do carvão (diretos e indiretos, incluindo terceirizados) e suas famílias.
- Incentivar a transição desses trabalhadores para **atividades ligadas ao descomissionamento** das UTEs, **restauração ambiental** e reutilização de **rejeitos**.



Inspirações internacionais para o Brasil

Trabalhadores (2/2)

3

Empregabilidade e estímulo à economia local

- Criar **canais de intermediação** entre trabalhadores desligados e **novas oportunidades** no território.
- Promover **feiras de emprego** e eventos similares voltados à população afetada.
- Organizar **bancos de empregos** que integrem atividades econômicas apoiadas para o desenvolvimento regional.
- Implantar **planos de empregabilidade**, gerando empregos diretos em empresas **energéticas e não energéticas**.
- Incentivar a **contratação local**, inclusive em processos de licitação pública, especialmente de **micro, pequenas e médias empresas**.

4

Proteção social e compensações

- Adotar **medidas compensatórias** e fortalecer o **sistema de seguridade social** para trabalhadores afetados.
- Conceder **pagamentos transitórios** a trabalhadores com 58 anos ou mais, por até cinco anos, até aposentadoria.
- **Pré-aposentadorias**, com compensação em caso de perdas monetárias por aposentadorias antecipadas, ou **desligamentos indenizados**.

5

Atenção a grupos vulneráveis e monitoramento

- Garantir atenção a **grupos vulneráveis e comunidades excluídas** (p.e. mães solo em empregos indiretos, negros, indígenas, LGBTQIA+, PCDs, etc, identificados via diagnóstico prévio).
- Realizar **acompanhamento das mobilidades profissionais**: empregabilidade, formalização, nível salarial, localização (inclusive migração), entre outros aspectos.



Inspirações internacionais para o Brasil

Área do Empreendimento



1

Transição energética e reaproveitamento de infraestrutura

- Converter UTEs a carvão em **UTES renováveis ou parcialmente renováveis (co-queima)** ou de baixa emissão de carbono (p.e. **nuclear**).
- Implantar **soluções de armazenamento de energia**, aproveitando a infraestrutura elétrica já existente.
- Desenvolver **novos usos energéticos** nas instalações, como produção de hidrogênio verde.

3

Regeneração urbana e valorização cultural

- **Reaproveitar instalações industriais** com valor histórico, transformando-as em **museus, centros culturais** ou **pontos turísticos**, reconhecendo a identidade local atrelada ao carvão e dinamizando economia.

2

Requalificação de áreas industriais e ambientais

- **Restaurar as minas**, priorizando recuperação ambiental, controle da erosão e melhoria da qualidade do solo e da água.
- Identificar **usos alternativos não energéticos** para as áreas das usinas e suas estruturas, promovendo atividades sustentáveis e socialmente benéficas, com potencial de desenvolvimento local.
- Estruturar projetos **de tratamento e aproveitamento sustentável** de águas de subsolo de minas de carvão mineral de modo a **converter passivos ambientais em ativos com valor socioambiental**, incluindo possibilidades de reuso industrial, abastecimento condicionado a padrões de qualidade ou apoio a atividades produtivas locais.
- Repartir, de forma justa, **os custos** dos projetos de tratamento e aproveitamento sustentável de águas de subsolo de minas de carvão mineral, considerando as **responsabilidades e obrigações ambientais** das mineradoras.



Inspirações internacionais para o Brasil

Futuro da região (1/2)



1

Diagnóstico participativo e inclusivo

- Executar diagnóstico participativo de amplo espectro - de todas as regiões afetadas -, considerando especialmente:
 - As principais potencialidades econômicas (em especial, as energéticas – solar, eólico, biomassa, UHEs, etc).
 - Impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais indesejados, para propor medidas de mitigação.
 - As pessoas afetadas mais vulneráveis (p.e. jovens, pessoas racializadas, PCDs, mulheres e indígenas) envolvidas no fechamento de UTEs, a fim de mantê-las no foco dos programas de apoio do Estado.

2

Políticas de apoio territorial integrado

- Promover um plano de medidas integradas para apoiar as regiões, com políticas combinadas:
 - Laborais e educacionais (capacitação, requalificação).
 - Ambientais e culturais (preservação e valorização).
 - De planejamento urbano (reordenamento e melhoria de infraestrutura).
 - Com foco específico em grupos vulneráveis.



Inspirações internacionais para o Brasil

Futuro da região (2/2)

3

Atenção a grupos vulneráveis e monitoramento

- Realizar leilões específicos de energia renovável na região.
- Investir na rede elétrica da região para implementação de outras fontes energéticas, caso haja potencial.

4

Monitoramento e avaliação contínuos

- Monitorar as consequências socioeconômicas, territoriais, estruturas produtivas, potenciais econômicos e meio ambiente (foco na qualidade do ar, solo e água), preferencialmente com um painel de indicadores.



Inspirações internacionais para o Brasil

Governança (1/2)

Co-governança entre os níveis **nacional, estadual e municipal**, preponderância varia conforme o contexto (casos liderados pelo governo federal, outros pelo municipal).

1

Esfera Nacional (Federal)

Comitê Interministerial (Trabalho, Meio Ambiente, Assistência Social e Economia) coordena com órgãos da administração estadual para fortalecer ações voltadas à estratégia e aos planos de ação locais. Responsabilidades:

- Coordenação, implementação, monitoramento e acompanhamento da estratégia e dos planos de ação locais.
- Convocação de grupos de trabalho com diversas partes interessadas.
- Identificação e adoção de medidas para garantir tratamento equitativo e solidário a trabalhadores, comunidades e territórios afetados.
- Comitês temáticos (ex.: meio ambiente, financiamento, trabalho, participação comunitária) atuarão de forma especializada nas dimensões da transição justa.

2

Esfera Estadual (Regional)

- O Comitê Interministerial articula com os órgãos estaduais para garantir alinhamento entre políticas nacionais e locais.
- Em alguns casos, foram criadas agências regionais, focadas no desenvolvimento da região e transição econômica.



Inspirações internacionais para o Brasil

Governança (2/2)

Co-governança entre os níveis **nacional, estadual e municipal**, preponderância varia conforme o contexto (casos liderados pelo governo federal, outros pelo municipal).

3

Esfera Local (Municipal e Comunitária)

- Plano consultivo de **redesenvolvimento e readaptação** para cada ativo:
 - Administração e agências locais correspondentes.
 - Com representantes das comunidades afetadas.
 - Equipe do projeto.
- **Comunidades locais** envolvidas:
 - Na construção do plano de transição justa.
 - Na cogestão de projetos.
 - No monitoramento da implementação.
- Espaços de **diálogo permanentes**, garantindo diversidade e inclusão de todas as partes interessadas.

4

Organização independente

- **Organização independente** acompanha, avalia e propõe melhorias na execução de estratégias, planos e programas



Inspirações internacionais para o Brasil

Financiamento e incentivos (1/2)

1

Financiamento estruturado e sustentável

- Garantir **instrumentos de financiamento de longo prazo**, para garantir à sustentabilidade financeira do processo de transição.
- Buscar **fontes internacionais** de financiamento para descarbonização, como o Just Energy Transition Investment Plan (JET-IP).

2

Incentivos econômicos e fiscais

- Identificar e avaliar **incentivos econômicos** como:
 - Empréstimos bonificados.
 - Subsídios.
- Avaliar **modificações tributárias** que permitam a dedução de despesas associadas à implementação dos planos de ação locais, por parte das usinas termelétricas a carvão.
- Retirar gradualmente **subsídios** ao setor de combustíveis fósseis, incentivando a **realocação de recursos** para alternativas sustentáveis.
- Promover atividades ou empreendimentos de triplo impacto positivo (social, econômico e ambiental).
- Enfatizar **inovação, encadeamento produtivo e economia circular**



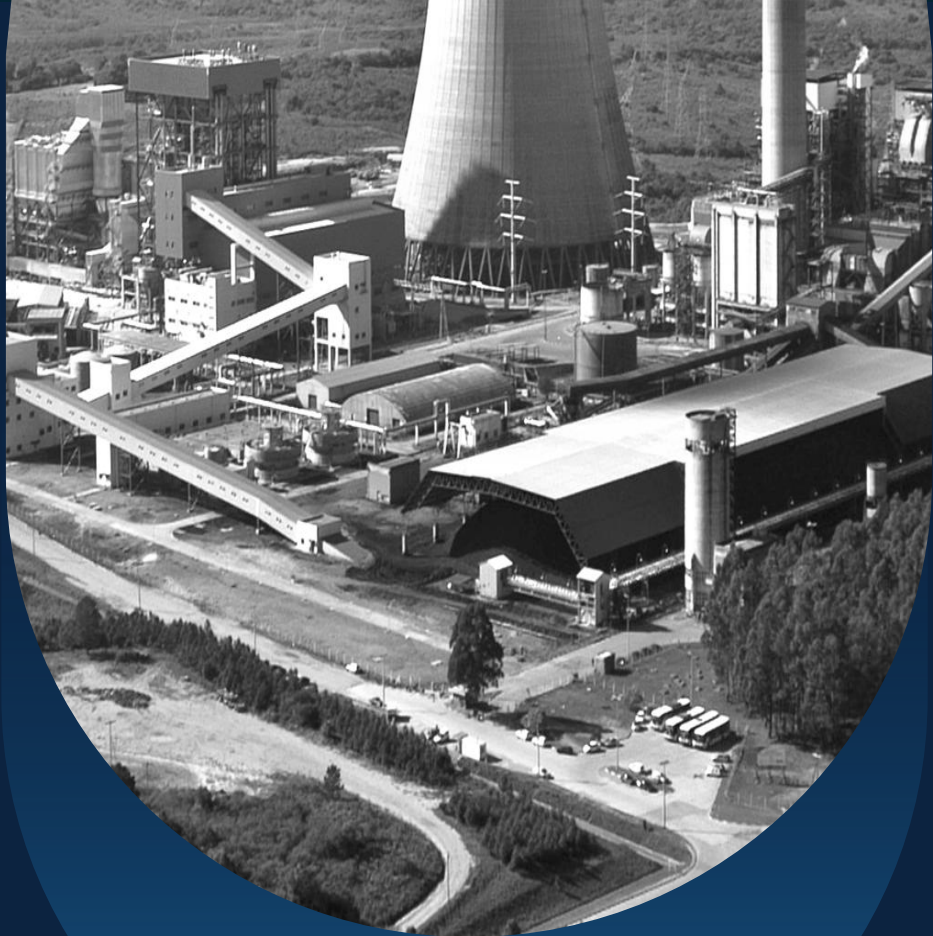
Inspirações internacionais para o Brasil

Financiamento e incentivos (2/2)

3

Apoio à requalificação e transição dos trabalhadores

- Reembolso estatal aos empregadores dos custos com licenças de requalificação e acompanhamento profissional, por até 18 meses;
- Desenvolvimento de programas de incentivo a **pequenos empreendimentos locais**, com enfoque em gênero e grupos vulneráveis;
- Promover, nos dois anos que antecedem o fechamento das usinas e minas:
 - Oferta de **cursos de requalificação**.
 - Apoio no **planejamento de mudança de carreira**.
 - **Tempo remunerado** para busca de novas oportunidades.



Considerações finais

Considerações finais

A nota técnica teve como objetivo subsidiar o **debate sobre a transição justa no setor de carvão mineral brasileiro**, com ênfase na Região Sul do país, a partir da análise de políticas e programas voltados a esse setor em diferentes regiões do mundo. Retomando as perguntas norteadoras e seus eixos, algumas **tendências gerais** podem ser observadas na experiência internacional e orientar o caso brasileiro.

Trabalhadores



- **Primeiro foco** das políticas analisadas (curto prazo), em função dos **impactos sobre a economia local**.
- Ênfase em programas de assistência social, aposentadoria antecipada e demissão voluntária; e **requalificação profissional**.
- Se não combinadas com **análise de reconversão da economia** regional, efeitos das políticas são limitados e temporários.

Área do empreendimento



- Migração para **renováveis** (biomassa, solar e eólica) ou fontes de menor emissão (gás natural), aproveitando infraestrutura elétrica, como estratégia central.
- Priorização de **atividades emergentes e novas tecnologias** em planos de descomissionamento de **longo prazo** (exemplos: hidrogênio e tecnologias de captura de carbono).

Considerações finais

Futuro da região



- Estratégia de **inovação regional clara** é parte fundamental da transição, com consideração de **cadeias produtivas existentes e especificidades locais**.
- Iniciativas de **preservação do patrimônio** associado ao carvão, para turismo, é elemento relevante para aceitação social.

Governança



- **Participação local** (seja do governo ou da comunidade) como **elemento crítico** em casos de insucesso.
- Debate interministerial amplo e, em alguns casos, é observada a **criação de autoridades ou agências regionais** para lidar com a TEJ no setor de carvão de forma mais detalhada.

Financiamento e incentivos



- **Combinação de fontes de financiamento** públicas e privadas e direcionamento de recursos para **setores-chave**.
- Participação relevante de **empresas públicas**, assumindo atividades que já não apresentavam viabilidade econômica.
- Consideração dos custos e demandas associadas às **atividades pós-descomissionamento** é relevante.

Experiências Internacionais de Transição Energética Justa no Setor do Carvão Mineral

Sumário Executivo

Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

