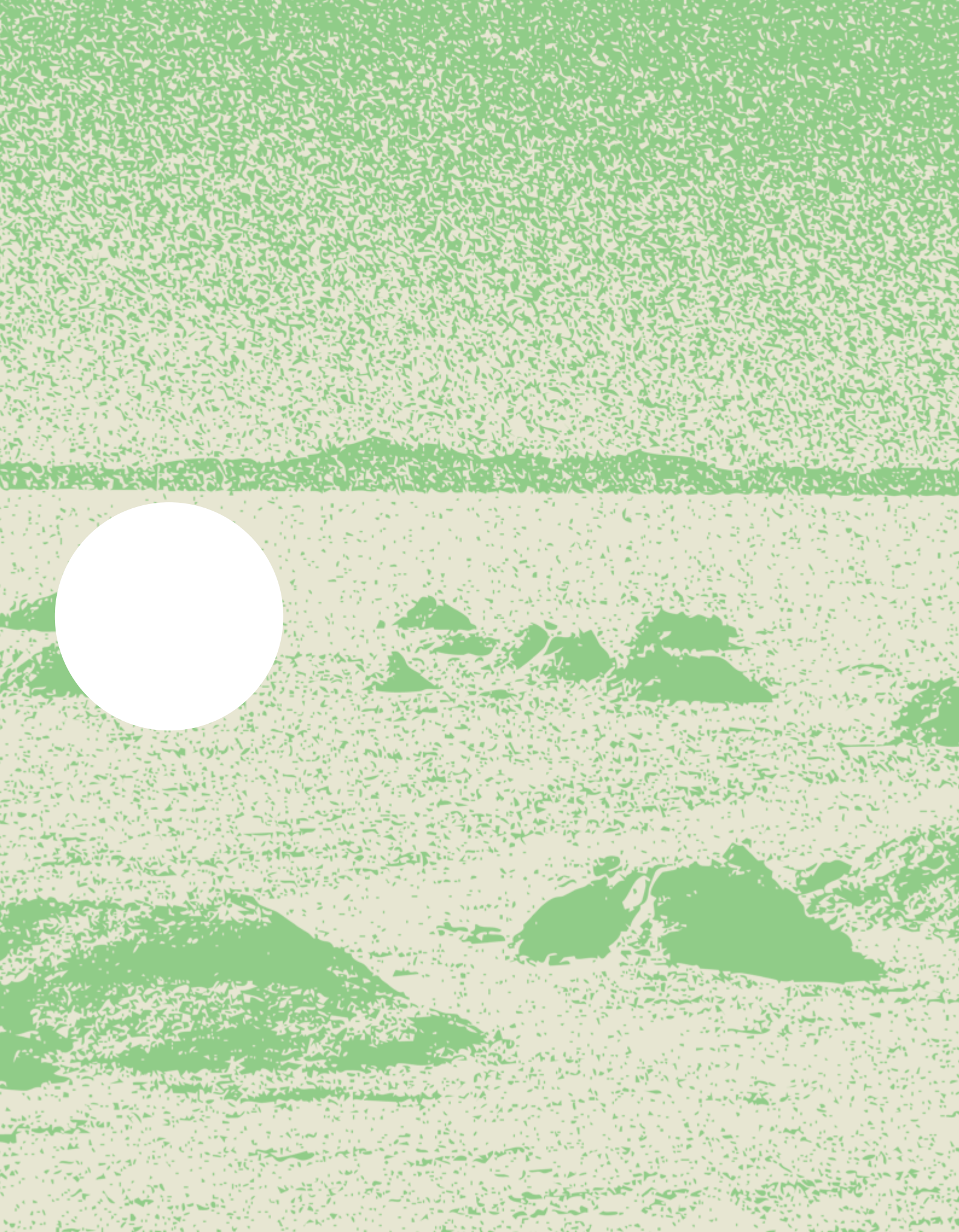
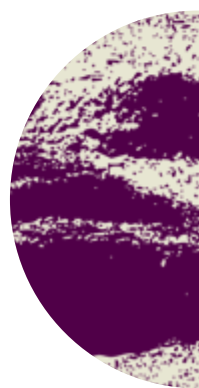




4

**Os setores
estratégicos para a
transição energética**



Mensagens-chave

As áreas rurais concentram recursos naturais, como minerais críticos, hidrocarbonetos, água, terra e potencial de energia renovável, que o mundo exige para se descarbonizar. A transição energética global passa necessariamente pelos territórios rurais da região.

Os minerais críticos representam uma oportunidade para ir além do modelo extrativista tradicional. Os países da região, já consolidados nesses mercados, devem avançar no refino, processamento e manufatura associados a esses recursos.

Os combustíveis de baixo carbono abrem um caminho paralelo de diversificação energética e produtiva. O hidrogênio e seus derivados, juntamente com os biocombustíveis, podem atender setores de difícil descarbonização e dar origem a novas cadeias industriais.

A expansão da geração distribuída e das tecnologias renováveis facilita o acesso à eletricidade em áreas isoladas e reduz a dependência da biomassa. Isso traz benefícios diretos para a saúde, a produtividade e o bem-estar, além de reduzir as disparidades territoriais.

A instabilidade regulatória, os conflitos socioambientais, a fragilidade institucional e os problemas de transparência podem frear os investimentos e agravar os impactos ambientais. A governança e a sustentabilidade dos setores extrativistas estão intimamente ligadas e são o principal desafio para o desenvolvimento desses setores.

Para aproveitar a janela de oportunidade da transição energética, são essenciais marcos regulatórios estáveis, padrões ambientais, sociais e de governança (ESG, na sigla em inglês), mecanismos de redistribuição de renda, inovação tecnológica e coordenação entre países.



O desenvolvimento de fornecedores locais, as normas de conteúdo local, a capacitação profissional e a incorporação tecnológica ajudam a garantir que as rendas geradas pelos setores extrativistas tenham impactos locais nas áreas rurais.



Ferramentas digitais, eletrificação, automação e sistemas de monitoramento permitem processos mais eficientes e seguros, ao mesmo tempo em que abrem espaços para novos tipos de emprego rural. A adoção de tecnologia é um motor-chave da produtividade e a redução dos impactos ambientais.

Os setores estratégicos para a transição energética¹

Introdução

O mundo rural da América Latina e do Caribe (ALC) está estrategicamente posicionado na conjuntura global, tanto por sua capacidade de fornecer insumos essenciais para a transição energética quanto por sua contribuição potencial para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e dos compromissos internacionais de mitigação e adaptação climática.

Os mercados de energia atuais são liderados por alguns países produtores de petróleo. A transição energética, na qual a maioria das economias já está avançando, reconfigura a importância dos insumos energéticos essenciais, substituindo o petróleo e o carvão por energia solar, eólica, hidrelétrica, gás natural, combustíveis de baixo carbono (por exemplo, biocombustíveis) e, a médio prazo, hidrogênio verde e azul. Essas tecnologias requerem dois insumos principais: 1) recursos naturais renováveis, como irradiação solar, vento, água e terra, e 2) minerais críticos para a fabricação dos principais componentes

(cobre e lítio, entre outros) para o desenvolvimento de redes elétricas, painéis solares e baterias.

A ALC em geral, e suas áreas rurais em particular, possuem abundantes recursos naturais. Em algumas áreas rurais, os minerais críticos para a transição energética são abundantes. Tudo isso posiciona a ALC como um potencial ator-chave na reconfiguração dos mercados de energia. Por sua vez, os avanços tecnológicos decorrentes da transição energética oferecem soluções de última milha para as famílias rurais. Isso permite que os países da região fechem progressivamente as lacunas de serviços e infraestrutura, melhorando a qualidade de vida da população rural e contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas nos ODS.

¹ Este capítulo foi elaborado por Juan Odriozola com a assistência de pesquisa de Belén Cañuelo, Delfina Silva e Emilse Vargas.

Este capítulo traz duas contribuições principais. Primeiro, caracteriza a situação atual da ALC em termos de riqueza em recursos naturais essenciais para a transição energética e sua distribuição geográfica. Além disso, analisa a relevância dos setores extrativistas nas economias da região, identificando os países onde esses setores têm maior presença. Segundo, destaca as principais oportunidades e desafios enfrentados pelos países da ALC e, na

sequência, sugere ações de política que possibilitem o aproveitamento dessas oportunidades em duas dimensões. Por um lado, posicionar a região como um ator incontornável no processo de transição energética, o que, além de ser essencial para seu desenvolvimento, facilitará um maior fluxo e diversificação das rendas nas áreas rurais. Por outro lado, utilizar o que a transição energética pode oferecer para melhorar a qualidade de vida da população rural.

Recursos estratégicos para a transição energética

As mudanças climáticas e a agenda dos países a partir dos ODS fazem com que a mineração, os hidrocarbonetos e a geração de energia tenham um papel estratégico para a região. Por um lado, as principais economias globais avançam em direção à descarbonização, o que representa desafios para os países produtores de hidrocarbonetos. Por outro lado, cresce a demanda por minerais críticos necessários para tecnologias limpas, como painéis solares e baterias, bem como por hidrocarbonetos com menor intensidade de emissões, como o gás natural. Muitos desses recursos são abundantes na região e, por sua natureza, encontram-se em áreas rurais. Por sua vez, com o aumento da demanda por energia de baixa emissão, cresce o interesse por insumos energéticos como biocombustíveis e hidrogênio de baixo carbono. Este último e seus derivados são altamente versáteis, podendo ser utilizados como vetor energético, combustível para transporte e na indústria pesada, além de oferecerem a possibilidade de armazenamento. Por fim, à medida que os países começam a abandonar o uso do carvão, o gás natural surge como um insumo fundamental para a transição energética, por ser um hidrocarboneto com menor intensidade de emissões e menor poluição local.

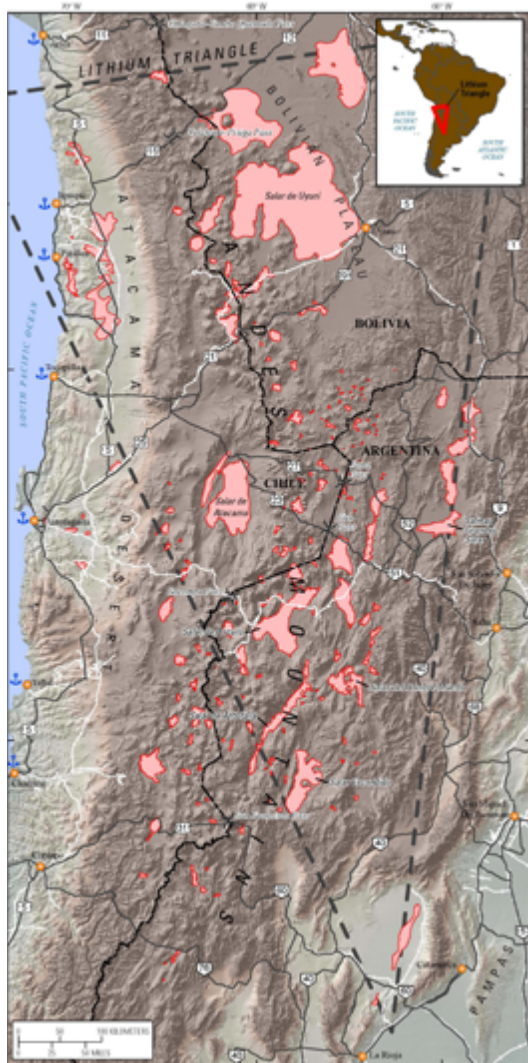


Alguns países da América Latina e do Caribe são líderes mundiais em reservas, extração e exportação de minerais críticos para a transição energética

A ALC é líder mundial na extração, exportação e reserva de vários minerais críticos para a transição energética. Por exemplo, Chile, México e Peru contribuem com 45% da produção global de cobre, sendo o Chile o principal produtor mundial. Além disso, o chamado triângulo do lítio, composto por regiões da Argentina, Bolívia e Chile (figura 4.1), concentra mais de 60% dos recursos mundiais de lítio (BID Invest, 2025). Essa riqueza mineral oferece uma oportunidade única para que as economias rurais se integrem às novas cadeias de valor globais (por exemplo, por meio do refino de lítio ou da fabricação de componentes).

Não há dados que permitam identificar a proporção exata das explorações de mineração localizadas em áreas rurais. No entanto, por ser uma atividade que requer recursos naturais (minerais), ela está localizada em áreas remotas e com menor densidade populacional, tendendo, portanto, a ser uma atividade com grande presença rural. No caso do triângulo do lítio, essas reservas concentram-se principalmente em salares das áreas áridas e altoandinas dos três países.

Figura 4.1
Triângulo do lítio



Fonte: Mihalasky et al. (2020).

● ●
Argentina, Bolívia e Chile formam o triângulo do lítio, que reúne a maior reserva global desse mineral, enquanto a Venezuela possui as maiores reservas comprovadas de petróleo

A ALC concentra mais de 18% das reservas mundiais comprovadas de petróleo e mais de 4% das de gás natural. Dentro da região, cerca de 90% do petróleo e 70% do gás estão localizadas na Venezuela (Olade, 2024). Este país possui as maiores reservas de petróleo bruto do mundo, representando aproximadamente 17% do total mundial (AIE, 2024). A transição para uma nova configuração econômica, com maior demanda por energia elétrica gerada a partir de fontes renováveis, implica grande incerteza quanto à demanda por combustíveis fósseis no médio e longo prazo. Essas mudanças na demanda também começam a ser percebidas nos países da ALC, com crescente investimento em energias renováveis não convencionais (ERNC), transporte público com veículos elétricos, produção de hidrogênio de baixo carbono e até mesmo nos planos de extração de grandes mineradoras que buscam uma menor pegada de carbono (Allub et al., 2024). O gás natural pode ser um aliado para a região na transição energética, pois possui um fator de emissão inferior ao do petróleo e do carvão e produz menos poluentes locais do que este último produto. Além disso, o gás natural é o principal insumo para a produção de hidrogênio azul e seus reservatórios podem ser utilizados para o armazenamento do dióxido de carbono (CO₂) capturado no processo de produção do hidrogênio azul.

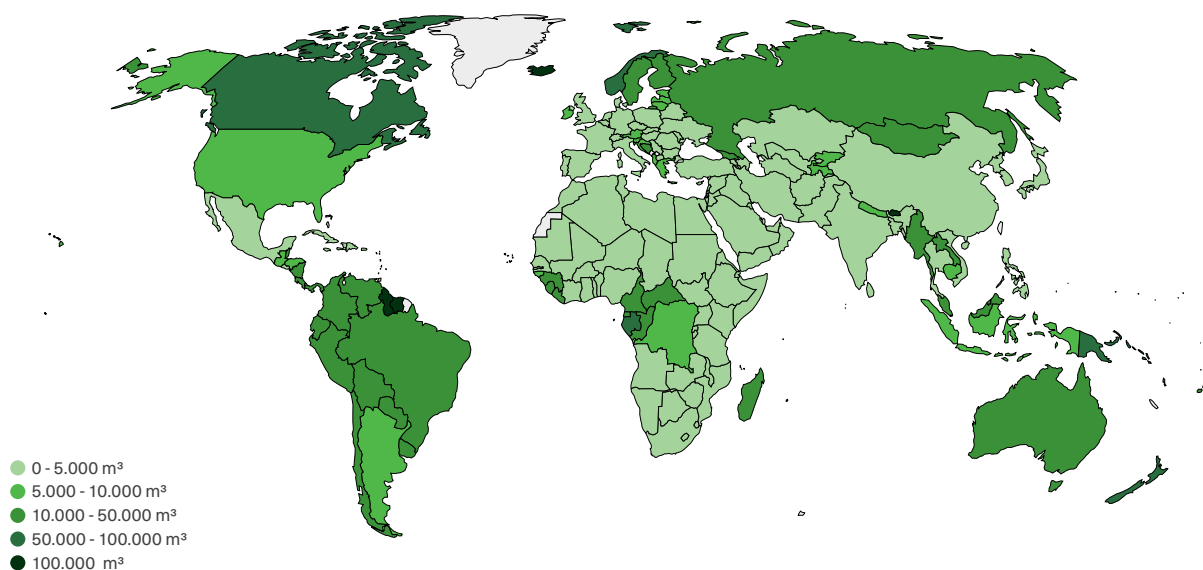
Os biocombustíveis destacam-se como pilares para a transição energética no transporte, principalmente em setores de difícil descarbonização, como aviação, transporte marítimo e transporte rodoviário de carga pesada (AIE, 2024). Os biocombustíveis requerem insumos orgânicos com alta densidade energética, sendo os mais comuns a cana-de-açúcar, o milho, o sorgo, os resíduos e detritos orgânicos, entre outros. A produção desses combustíveis geralmente compete com a agricultura pelo uso do solo, e sua eficiência na mitigação de emissões depende do insumo utilizado, sendo os resíduos os mais eficientes em termos de carbono, enquanto a palma e a soja são os menos eficientes (Brassiolo et al., 2023). A produção de biocombustíveis tem uma característica muito atraente para a ALC: eles podem ser obtidos a partir de resíduos orgânicos, abundantes na região, dada a prevalência da agricultura na grande maioria dos países.

O hidrogênio de baixo carbono surge como uma solução de médio prazo para a descarbonização do transporte em geral, entre outros usos. Para uma produção eficiente de hidrogênio verde, é necessário contar com recursos abundantes, como água, e com potencial para gerar energia renovável de forma barata e confiável. A região dispõe de abundantes fontes

renováveis de água doce (figura 4.2) e possui um enorme potencial de geração de energia solar e eólica (vide capítulo 1). Quanto ao hidrogênio azul, além de ter acesso à água doce, são necessárias reservas de gás natural, insumo que, como já mencionado, é abundante na região.

Figura 4.2

Fontes renováveis de água doce, 2021



Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2025o).

A importância dos setores extrativista e energético para as economias da ALC

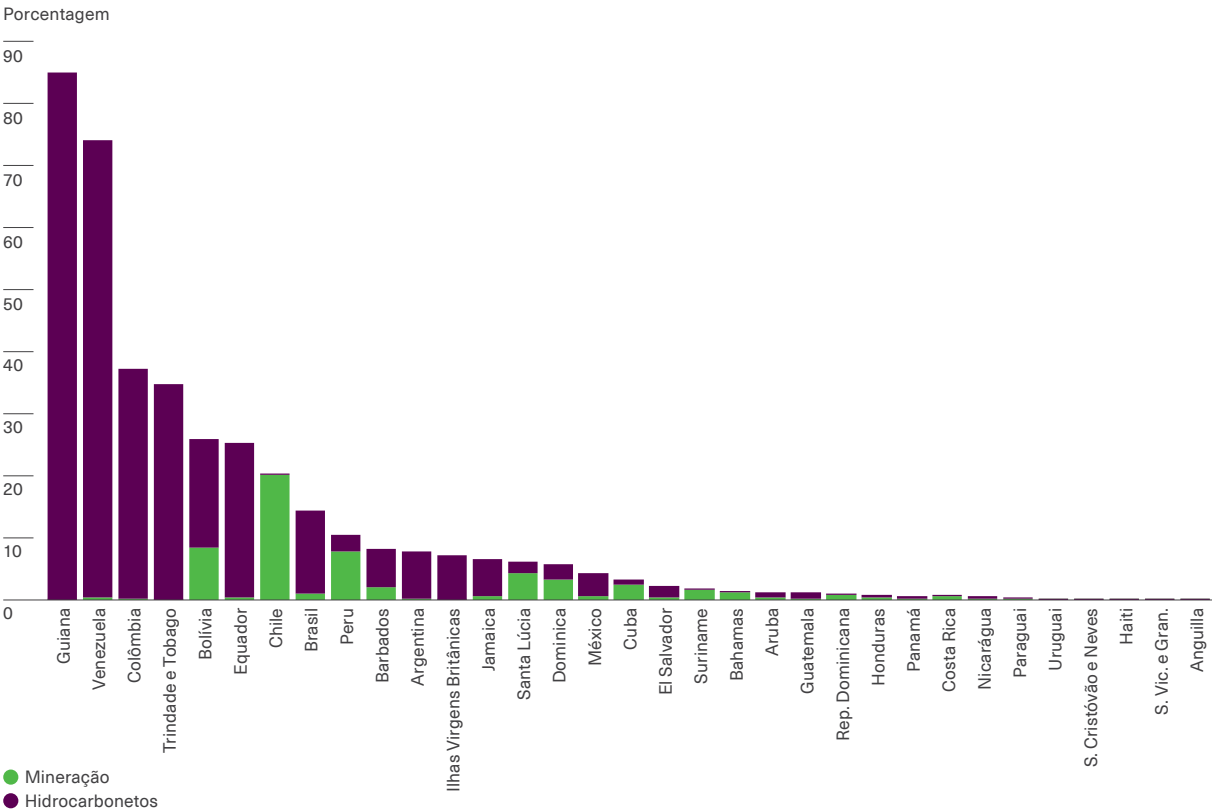
Os setores extrativista e energético desempenham um papel estratégico em algumas das economias da região, particularmente em suas áreas rurais, onde se encontram muitos desses recursos. Em conjunto, o setor extrativista (mineração e hidrocarbonetos) contribui com aproximadamente 4% do PIB regional,

uma proporção ligeiramente inferior à contribuição média da agricultura em nível regional (Milano, 2018). No entanto, diferentemente da agricultura, atividade com grande peso na maioria dos países da região (vide capítulo 2), a importância desses três subse- tores concentra-se de forma heterogênea entre os

grupos de países. O gráfico 4.1 mostra a participação da mineração e dos hidrocarbonetos nas exportações dos países da ALC. Nele, observa-se claramente o papel exportador da mineração na Bolívia, no Peru e, sobretudo, no Chile, país cujas exportações nesse subsetor representaram 20% do total nacional em 2023. No caso dos hidrocarbonetos, destacam-se os países do norte da América do Sul, particularmente a Guiana e a Venezuela, onde representam cerca de 85% e 73% de suas exportações, respectivamente.

Na América Central e no Caribe, apesar de não possuírem reservas nem produção na escala dos países andinos, existem valiosos recursos minerais. A tabela 4.1 mostra os principais recursos minerais exportados, juntamente com outros recursos minerais que são explorados, em seis países com dados disponíveis.

Gráfico 4.1
Participação da mineração e dos hidrocarbonetos nas exportações, 2023



Fonte: Elaboração própria com base em dados da UNCTAD (2025b).

Tabela 4.1
Principais recursos minerais de países da América Central e do Caribe

País	Principais recursos exportados	Outros recursos minerais importantes
Jamaica	Óxido de alumínio	Bauxita, alumina, gesso, calcário, cobre, ouro
Nicarágua	Ouro	Prata, cobre
Panamá	Mineral de cobre	Cobre, ouro, ferro
República Dominicana	Ouro	Níquel, prata, cobre
Suriname	Ouro, bauxita	Alumina

Fonte: Stancu et al. (2025) e USGS (2024b).

Apesar das condições naturais favoráveis e da possibilidade de aproveitar os resíduos agrícolas, a produção de biocombustíveis não predomina na ALC, exceto no Brasil. O Brasil se posiciona como o principal produtor da região e o segundo em escala mundial, contribuindo com cerca de 20% da produção global. Além disso, esse setor tem apresentado uma expansão significativa no país, com um crescimento de 41% na última década (Torroba e Chiara, 2024). O Brasil registra, ainda, uma utilização de biocombustíveis muito acima da média global. Aproximadamente 80% dos carros novos brasileiros operam com gasolina misturada com altas proporções de etanol (Sousa et al., 2023). Isso se insere em uma política de obrigatoriedade do uso de etanol nos combustíveis.

● ●

O Brasil se posiciona como o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, contribuindo com 20% da produção total

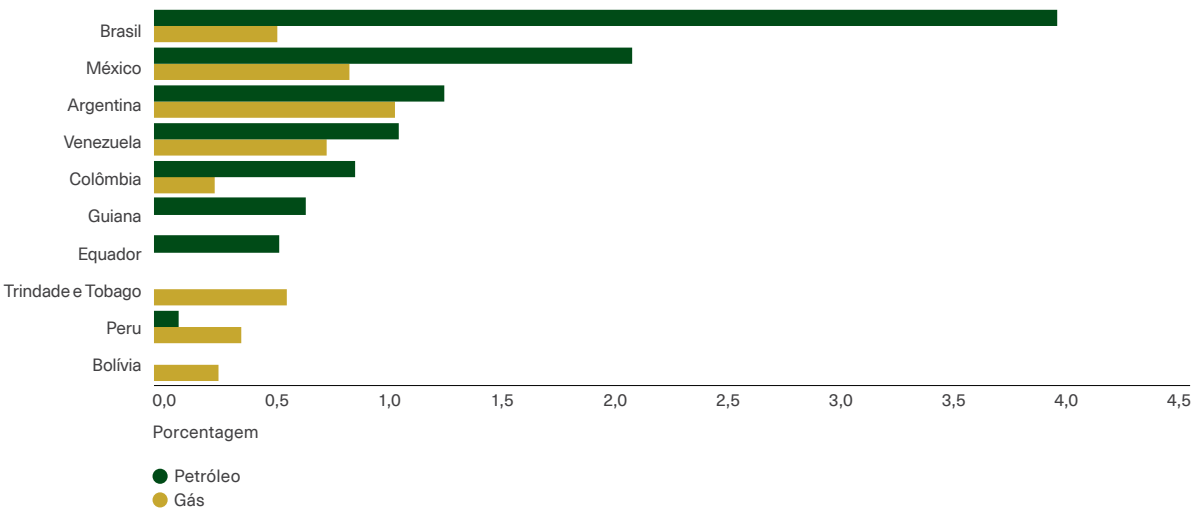
A bioenergia fornece cerca de um quinto da energia da ALC, principalmente pelo uso da biomassa. Aproximadamente um sexto dessa energia é utilizada em residências, principalmente rurais, para cozinhar ou aquecer, expondo seus moradores a partículas prejudiciais à saúde (Allub et al., 2024). Na ALC, cerca de 75 milhões de pessoas, ou seja, 11%

da população, não têm acesso a energia limpa para cozinhar (AIE, 2023b).

Embora a maior parte das reservas regionais de petróleo e gás se encontre na Venezuela, os países da ALC têm um peso significativo neste mercado, representando cerca de 11% da produção mundial de petróleo e quase 5% da produção de gás (gráfico 4.2). É importante destacar que mais de 60% da produção regional desses hidrocarbonetos é consumida na ALC (AIE, 2023b). Quanto à produção de carvão da região, ela está concentrada principalmente na Colômbia, onde, em 2022, representou, juntamente com o petróleo, 55% das exportações do país (FMI, 2023).

Os setores extrativistas são importantes como fonte de receitas fiscais nacionais e subnacionais, por meio de impostos, royalties e outras taxas. Isso tem implicações diretas para o financiamento de projetos de desenvolvimento rural por meio dos orçamentos nacionais e das transferências para as regiões produtoras. A tabela 4.2 mostra a participação das receitas fiscais no PIB de 12 países da ALC. Essas receitas podem chegar a representar cerca de 3%, como é o caso do Chile, mas a média regional fica abaixo de 1% do PIB. A tabela 4.3 mostra as receitas fiscais da exploração e produção de gás como porcentagem do PIB, que, em 2023, representaram 11,7% em Trindade e Tobago e 9,4% na Guiana, com a média regional cerca de 4%.

Gráfico 4.2
Participação dos países da América Latina e do Caribe na produção mundial de petróleo e gás natural, 2024



Nota: As barras representam a porcentagem da produção global de cada um dos hidrocarbonetos.
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Energy Institute e Smil (2025; 2017, com amplo processamento do Our World in Data).

Tabela 4.2
Receitas fiscais da mineração como porcentagem do PIB, 2023

País	Receitas tributárias	Receitas não tributárias
Argentina	0,02%	0,01%
Bolívia	0,44%	0,54%
Brasil	0,10%	0,09%
Chile	0,90%	1,41%
Colômbia	0,91%	0,59%
Equador	0,17%	0,16%
Guatemala	0,01%	0,00%
Jamaica	-	0,07%
México	0,19%	-
Nicarágua	0,39%	0,18%
Peru	0,66%	0,23%
Rep. Dominicana	0,06%	0,00%
ALC	0,32%	0,27%

Nota: Receitas não tributárias são receitas que não se enquadram nas definições de “impostos” da OCDE. Essa categoria inclui subvenções de governos estrangeiros ou organizações internacionais, rendas e royalties, outras receitas de propriedade, vendas de bens e serviços, multas e sanções, e receitas diversas e não identificadas (OCDE et al., 2025).
Fonte: Elaboração própria com base na CEPAL (2025b).



Refinaria em operação em Luján de Cuyo,
Mendoza, Argentina.

Tabela 4.3
Receitas fiscais do petróleo e do gás como porcentagem do PIB, 2023

País	Receitas tributárias	Receitas não tributárias
Argentina	0,06%	0,40%
Bolívia	0,13%	2,85%
Brasil	0,61%	1,16%
Colômbia	1,25%	2,15%
Equador	-	7,64%
Guatemala	0,02%	0,01%
Guiana	-	9,43%
México	0,02%	1,08%
Peru	0,32%	0,46%
Trinidade e Tobago	6,68%	5,01%
ALC	0,91%	3,02%

Nota: Receitas não tributárias são receitas que não se enquadram nas definições de impostos” da OCDE. Essa categoria inclui subvenções de governos estrangeiros ou organizações internacionais, rendas e royalties, outras receitas de propriedade, vendas de bens e serviços, multas e sanções, e receitas diversas e não identificadas (OCDE et al., 2025).

Fonte: Elaboração própria com base na CEPAL (2025b).

Embora esses setores tenham alto valor agregado e sejam muito importantes para os países em termos de geração de divisas e arrecadação fiscal, eles não são intensivos em demanda de trabalho. Isso pode ser observado no gráfico 4.3. A proporção de empregos gerados pelo setor de mineração nos países andinos é notavelmente baixa, inferior a 2%, inclusive em alguns com grande desenvolvimento do setor, como Bolívia e Peru, onde representa menos de 1% do emprego total. Em relação ao setor de hidrocarbonetos, a participação é sempre inferior a 1%. Esses números geralmente subestimam a mineração artesanal e de pequena escala, dada sua elevada informalidade e subnotificação. Essa lacuna de informação também oculta outras heterogeneidades próprias do setor, como a masculinização do emprego na mineração ou o crescimento do emprego informal feminino e o consequente impacto que tudo isso tem na renda das mulheres rurais (vide quadro 4.1).

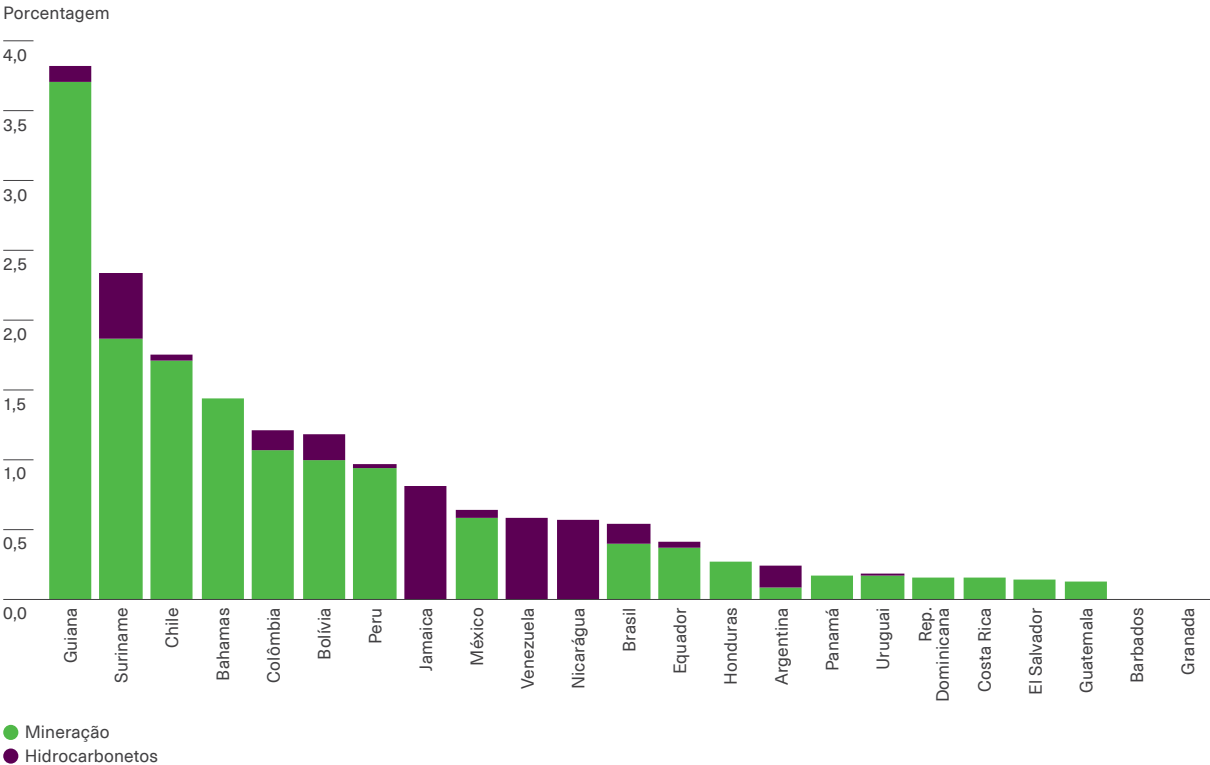
● ●
A mineração é um setor tradicionalmente masculinizado, embora mudanças graduais estejam começando a ser observadas. O acesso ao emprego na mineração é importante para a independência econômica das mulheres rurais

Parte dessa heterogeneidade se explica pela diferença de peso que têm a mineração em larga escala e a mineração artesanal ou de pequena escala. A primeira é geralmente realizada por grandes empresas multinacionais, altamente produtivas, intensivas no uso de capital e tecnologias modernas, com empregos formais e salários acima da média, melhores condições de trabalho e uma demanda de emprego relativamente baixa. Na mineração artesanal e de pequena escala coexistem atores mais diversos, como pequenas empresas formais, geralmente com baixa intensidade de capital, e mineradores independentes informais. Essa mineração também coexiste com a

ilegal. No entanto, esta última é mais prevalente na extração de ouro e menos em recursos-chave para a transição energética, como o lítio, que requer uma extração mais intensiva em capital e mais tecnicizada, ou o cobre, que, embora não esteja isento de atividades ilegais, estas são realizadas em veios de menor rentabilidade e com menor impacto ambiental do que a mineração ilegal de ouro (Pachas, 2024).

No caso da mineração, os dados das pesquisas permitem distinguir o emprego rural dentro do setor total, como mostra o gráfico 4.4. Observa-se uma heterogeneidade significativa na região, com países como o Chile, com grandes empreendimentos de mineração, onde o emprego rural nesse setor é de aproximadamente 10%, enquanto em países da América Central, como Costa Rica e El Salvador, oscilou entre 50% e 80% do emprego total na mineração nos últimos 20 anos.

Gráfico 4.3
Participação da mineração e dos hidrocarbonetos no emprego nacional, 2023



Fonte: Elaboração própria com base em dados da OIT (s.d.).

Quadro 4.1

Situação das mulheres na mineração da ALC

O setor de mineração é tradicionalmente masculinizado. Embora a falta de dados impeça uma caracterização correta desse fenômeno, estima-se que, nos países com maior presença da mineração, cerca de 1 em cada 10 postos de trabalho seja ocupado por mulheres. No entanto, nos últimos anos, observa-se um processo gradual de inserção feminina no setor.

Esse processo é explicado principalmente por três fatores. Primeiro, pela modernização do setor, com a redução de tarefas altamente exigentes e de risco físico. Segundo, pelo aumento da demanda por empregos qualificados, segmento no qual as mulheres têm maior inserção no mercado de trabalho. E, por fim, pela adoção de compromissos formais com a igualdade de gênero por parte das empresas e pela implementação de políticas públicas de igualdade de gênero.

No entanto, ainda persistem atritos que limitam a inserção profissional das mulheres na mineração. Entre eles estão os requisitos de formação específica ou experiência para o cargo, que impedem a justa concorrência das mulheres por vagas de trabalho e perpetuam a masculinização do setor. Outra grande limitação é a cultura androcêntrica da mineração, que expõe as trabalhadoras a práticas discriminatórias ou até mesmo a situações de abuso de poder ou exclusão, bem como a “estratégias de camuflagem”. Esse termo designa comportamentos para passar despercebidas, que incluem tanto mudanças no vestuário quanto a autoinvisibilização no local de trabalho, o que aprofunda sua exclusão.

Embora se observe uma redução gradual na masculinização do setor, o maior crescimento do emprego feminino é registrado na mineração artesanal e de pequena escala. Esse setor é caracterizado por piores condições de trabalho e rendimentos, além de culturas ainda mais androcêntricas. No entanto, essa atividade proporciona às mulheres rurais independência econômica e flexibilidade para lidar com as tarefas domésticas, nas quais as mulheres continuam sendo super-representadas (Marchionni et al., 2025).

Fonte: Elaborado com base em Puglia et al. (2024).



Os salários na mineração são, em geral, superiores à média dos salários rurais, em parte devido à maior demanda por empregos qualificados, mas também aos empregos não qualificados com condições de trabalho mais precárias e inseguras

A baixa demanda por emprego nesses setores se deve à sua alta intensidade de capital. Em contrapartida à baixa demanda, os salários médios são altos em relação à média rural. Isso pode ser observado no gráfico 4.5: o salário na mineração

em todos os países da América do Sul é significativamente mais alto do que o salário médio rural, pelo menos nos últimos 20 anos. No caso da América Central, observa-se que o mesmo ocorre no Panamá, mas nem sempre nos outros países, em parte devido a uma maior participação da mineração de pequena escala ou artesanal. Isso pode ser atribuído, em certa medida, à criação de empregos qualificados, mas também ao fato de que os empregos não qualificados têm condições de trabalho mais precárias e inseguras.

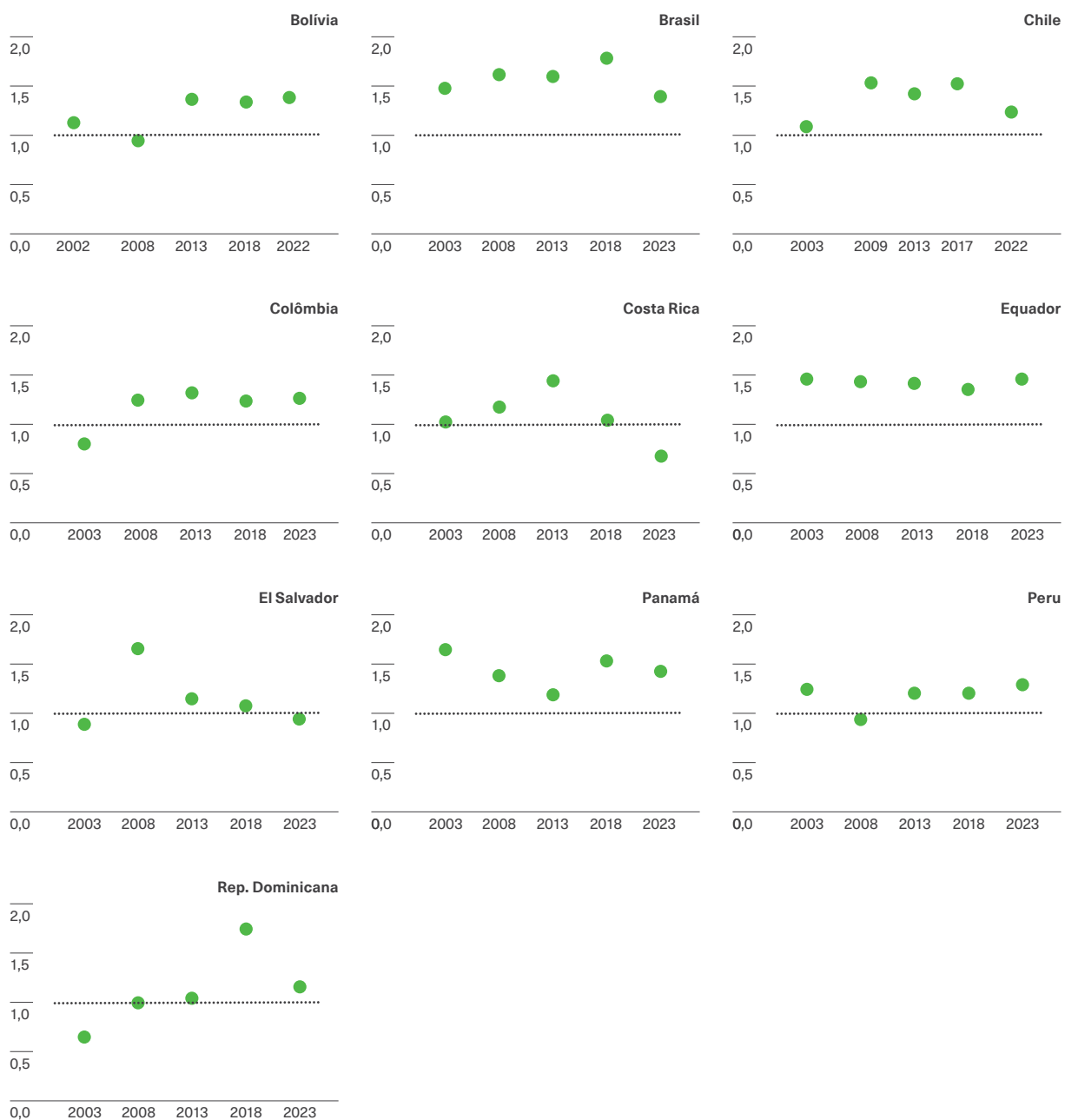
Gráfico 4.4
Emprego rural na mineração em relação ao emprego total no setor



Fonte: Elaboração própria com base em dados do CEDLAS (2025).

Gráfico 4.5

Salário da mineração rural em relação ao salário médio rural



Fonte: Elaboração própria com base em dados do CEDLAS (2025).

Oportunidades e desafios

O mundo rural da ALC será fundamental para a transição energética, dada a sua riqueza de recursos. Por sua vez, a transição energética será importante para as áreas rurais, principalmente por meio da melhoria das condições de vida. O primeiro aspecto será

decisivo para o desenvolvimento das economias da região, enquanto o segundo será essencial para reduzir as disparidades nas condições de vida e avançar no cumprimento dos ODS.

O mundo rural como fornecedor de insumos para a transição energética

Destacam-se duas oportunidades que permitiriam à região se posicionar como um ator-chave nos mercados de energia a médio prazo. A primeira reside na extração, produção e desenvolvimento da cadeia de valor dos minerais críticos para a transição energética. A segunda reside na produção de combustíveis de baixo carbono. O avanço nessas oportunidades permitiria à região não apenas desempenhar um papel decisivo nos mercados de energia, mas também impulsionar sua transição energética e o cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)².

Porém, essas oportunidades não estão isentas de desafios. No caso dos minerais críticos, há duas limitações principais, que estão diretamente relacionadas. A primeira reside nas ameaças da atividade ao meio ambiente, principalmente a degradação e a superexploração dos recursos hídricos e o impacto nas paisagens e nos ecossistemas. A segunda decorre de problemas de governança, como incerteza regulatória, nacionalismo dos recursos, marcos institucionais instáveis ou ação climática contra a mineração. No caso dos combustíveis de baixo carbono, as limitações estão na tensão que sua produção acarreta com outro setor-chave, como a agricultura, dada a sua competição pela terra e, no caso da água doce, pela ameaça que isso representa para o consumo das populações locais. Por fim, o aproveitamento dessas duas oportunidades exigirá grandes investimentos. A região deverá agir para criar os incentivos corretos, garantindo também a captação das receitas desses recursos.

Minerais críticos, governança e sustentabilidade

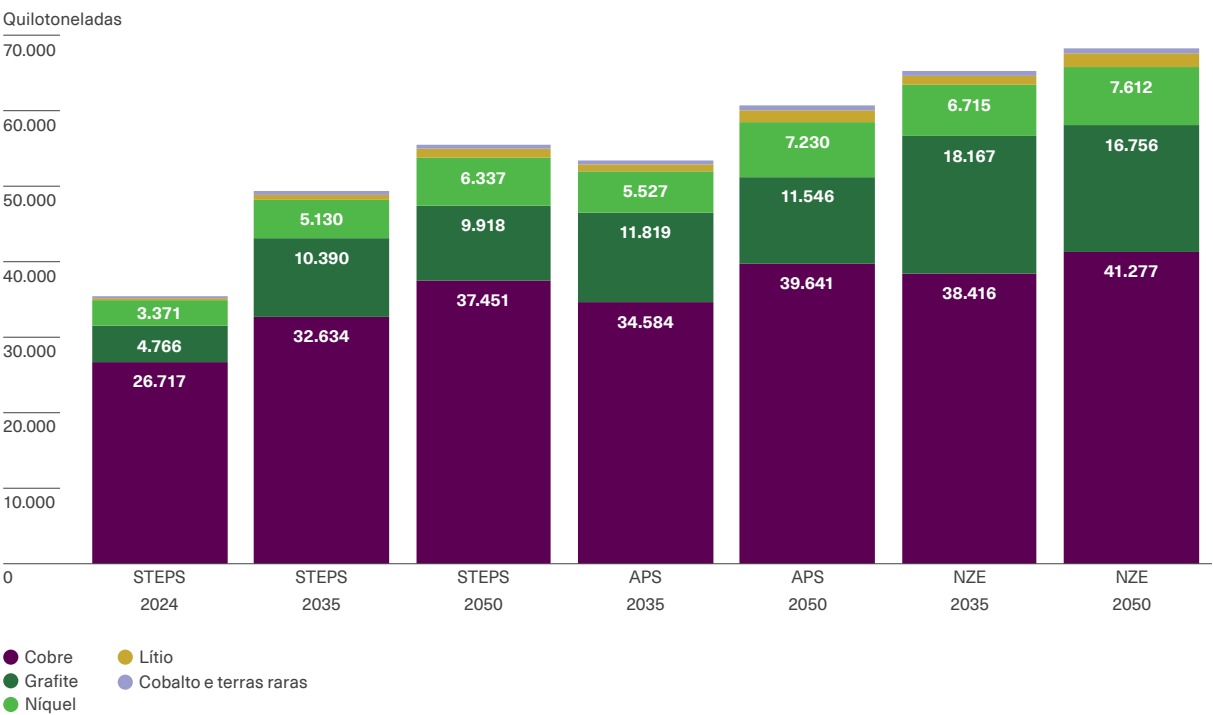
De acordo com o último relatório da Agência Internacional de Energia (AIE, 2025b) sobre minerais críticos, a demanda por esses minerais já aumentou consideravelmente. Somente em 2024, a demanda global por lítio cresceu cerca de 30%, enquanto as de níquel, cobalto, grafite e terras raras aumentaram entre 6% e 8%, com um consequente aumento na produção, embora concentrada em poucos fornecedores. O gráfico 4.6 mostra a demanda por minerais críticos projetada pela AIE em três cenários de descarbonização. Nele, pode-se observar que, em 25 anos, a demanda total por esses minerais poderia quase dobrar, com um crescimento notável no caso do lítio, de quase 5 vezes em relação aos valores de 2024, e de outros minerais, como cobalto e terras raras, que cresceriam 50-60% até 2040.



Nos próximos 25 anos, a demanda por minerais críticos poderá dobrar, sendo o lítio o recurso em que se espera um aumento maior

² O Acordo de Paris exige que os países apresentem contribuições nacionalmente determinadas a cada cinco anos, refletindo uma ambição progressivamente maior em suas metas de mitigação e levando em consideração a capacidade e as especificidades de cada país.

Gráfico 4.6
Demanda esperada de minerais críticos por cenários projetados



Nota: A demanda é expressa em quilotoneladas. STEPS representa o cenário de políticas declaradas, que inclui todas as políticas existentes e em desenvolvimento ou implementação. APS representa o cenário de políticas anunciadas, que inclui aquelas que ainda não estão em desenvolvimento. NZE representa o cenário de emissões líquidas zero para 2050.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da AIE (2025a).

A ALC possui as reservas necessárias para garantir um fornecimento confiável de minerais críticos para a transição energética global. Países da região, como Chile e Peru, já são atores-chave no mercado de minerais. No entanto, se observarmos a participação dos países nas reservas e na produção de cobre e lítio (gráfico 4.7), ainda existe um potencial inexplorado de aumento na produção. Um exemplo notável é o caso do lítio, com um mercado dominado pela Austrália, sendo este um país com reservas menores que o Chile e a Bolívia³.

A situação atual do mercado pode ser explicada por dois fatores principais: primeiro, pelas características dos depósitos. A Austrália possui principalmente rochas (espodumênio), o que permite o uso de métodos tradicionais de mineração com menor tempo de desenvolvimento, enquanto as reservas do Chile e da Bolívia estão em salares, onde são utilizadas tecnologias mais novas e processos químicos que requerem muito mais tempo de desenvolvimento. Segundo, pelos modelos de governança. A Austrália possui um setor de mineração privado e prestadores de serviços altamente desenvolvidos para o setor, enquanto na

³ Os dados sobre reservas não incluem a Bolívia. Este país foi identificado como o país com maiores recursos de lítio do mundo, mas ainda não são considerados suscetíveis de exploração por razões econômicas, técnicas ou legais (USGS, 2024a).

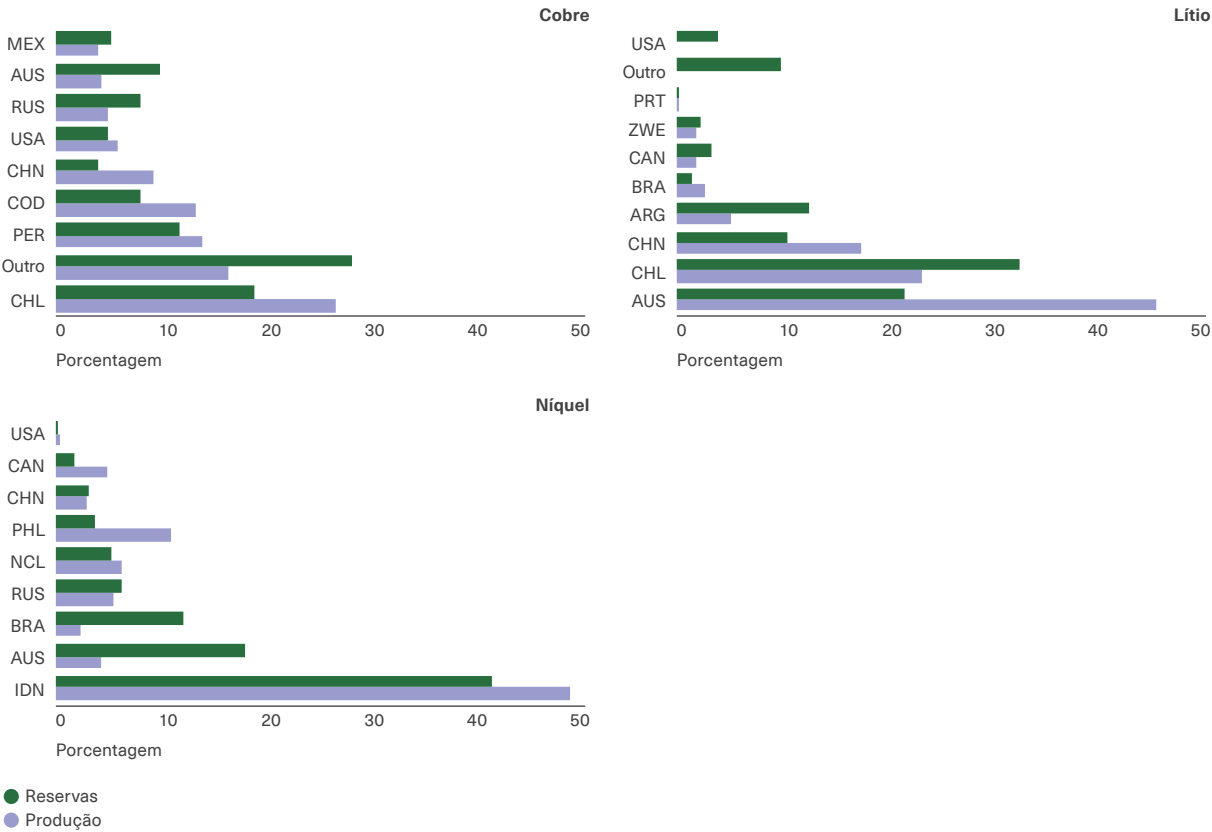
Bolívia o lítio está sob forte controle estatal, o que limita sua capacidade de atrair investimentos estrangeiros e leva a atrasos políticos ou contratuais. No Chile, coexistem atores privados e estatais, mas há restrições regulatórias e discussões sobre a participação estatal, enquanto os litígios ambientais têm retardado alguns projetos.

Outro mineral importante é o níquel. O Brasil é o país com as maiores reservas da região e o terceiro no mundo, com 12% das reservas globais. No entanto, participa com apenas 2% da produção global (USGS, 2024a).

O caso do lítio é de grande complexidade para a região. Como mencionado anteriormente, as características

dos depósitos de lítio são determinantes para o tempo de desenvolvimento e o custo da extração. O desenvolvimento de um projeto de lítio de salmoura é intensivo em capital, com custos iniciais que podem oscilar entre US\$ 300 milhões e US\$ 900 milhões (Razmjou, 2024) e tempos estimados de 5 a 12 anos, de modo que, mesmo na ausência de problemas de governança, a resposta da região à demanda global é inerentemente mais lenta. A descoberta de reservas de rocha dura em outras economias globais e a aceleração da produção nesses depósitos corroem o domínio da ALC e diversificam o fornecimento, o que, geopoliticamente, reduz a pressão sobre os compradores. Embora a ALC continue detendo a maior reserva mundial de lítio, está perdendo sua vantagem comparativa.

Gráfico 4.7
Participação na produção e nas reservas globais de cobre, lítio e níquel, 2023



Fonte: Elaboração própria com base em dados de Ritchie e Rosado (2024).



Os países da América Latina e do Caribe líderes em reservas e produção de lítio deverão avançar em sua cadeia de valor, particularmente no refino e na produção de baterias

Para não perder terreno nesses mercados, será necessário avançar na cadeia de valor do lítio, particularmente no refino e na produção de baterias (CEPAL, 2023; López et al., 2019). A indústria de refino tem prazos de desenvolvimento mais curtos e gera mais empregos e valor agregado do que o setor extrativista. Investimentos adicionais nessa área podem abrir oportunidades de crescimento e diversificação econômica, como a criação de capacidades locais de processamento e a produção de componentes para tecnologias de energia limpa (AIE, 2023b). Países da região, como o Chile, já avançaram nessa direção, financiando pesquisa e desenvolvimento relacionados à industrialização do lítio (CEPAL, 2023). No entanto, existem desafios para a realização das atividades de refino e processamento de minerais críticos, como o acesso limitado a tecnologias e competências especializadas, a falta de competitividade em custos, a localização da demanda e as barreiras de mercado para novos participantes (AIE, 2023c).

Em muitos casos, a região conta com a capacidade técnica e a infraestrutura necessárias para explorar minerais críticos para a transição energética. No entanto, a instabilidade política, econômica e regulatória e a resistência social estão associadas aos problemas de governança desses produtos e podem levar a fragilidades na proteção ambiental, na captação e distribuição adequadas dos recursos e na falta de incentivos à inovação. Nesse sentido, a ALC é a região com mais denúncias de impactos ambientais, sociais e de governança por parte das comunidades locais (AIE, 2023b). A proliferação de conflitos relacionados à mineração no Chile, Peru e Bolívia também evidencia as tensões decorrentes de alguns projetos (Lagos et al., 2022). Por exemplo, a Defensoria do Povo do Peru registrou 123 conflitos socioambientais relacionados à indústria de mineração em 2016, o equivalente a 65% de todos os registrados naquele ano no país (FIO et al., 2020).

Essas situações não são exclusivas da mineração. No caso dos hidrocarbonetos, além dos notórios eventos de derramamentos de petróleo, há protestos contra casos de fraturamento hidráulico (*fracking*). Um exemplo disso é o conflito com comunidades Mapuche que se opõem a essa prática em Vaca Muerta (Acacio e Wyczykier, 2021). Em alguns lugares, até mesmo as energias renováveis não convencionais enfrentam resistência por causa da poluição visual e da potencial desvalorização da terra pela instalação de parques eólicos ou solares (Dröes e Koster, 2021; Gaur e Lang, 2020).

Combustíveis de baixo carbono

Os combustíveis de baixo carbono, cuja produção se beneficia da abundância de recursos naturais presentes nas áreas rurais da ALC, são o hidrogênio e seus derivados, juntamente com os combustíveis de origem agropecuário. O caso do hidrogênio de baixo carbono é especial devido à sua atual estrutura de custos, que o torna um insumo relativamente caro em relação a outros produtos energéticos derivados do petróleo (Allub et al., 2024; AIE, 2024). No entanto, esses custos apresentam uma tendência de queda e, no caso da ALC, existem condições para produzir hidrogênio verde nas faixas de custo mais baixas (AIE, 2024).



A produção de combustíveis de baixo carbono na América Latina e no Caribe se beneficia da abundância de recursos naturais presentes em suas áreas rurais

O hidrogênio e seus derivados, como o amoníaco e o metanol, são atrativos como vetores energéticos versáteis, que podem ser utilizados como combustíveis aéreos, marítimos ou terrestres, bem como para a geração de calor em processos industriais de difícil descarbonização, como as indústrias siderúrgica e cimenteira (Allub et al., 2024). Outra característica relevante desse insumo energético é seu potencial para armazenamento de energia, embora sua manipulação

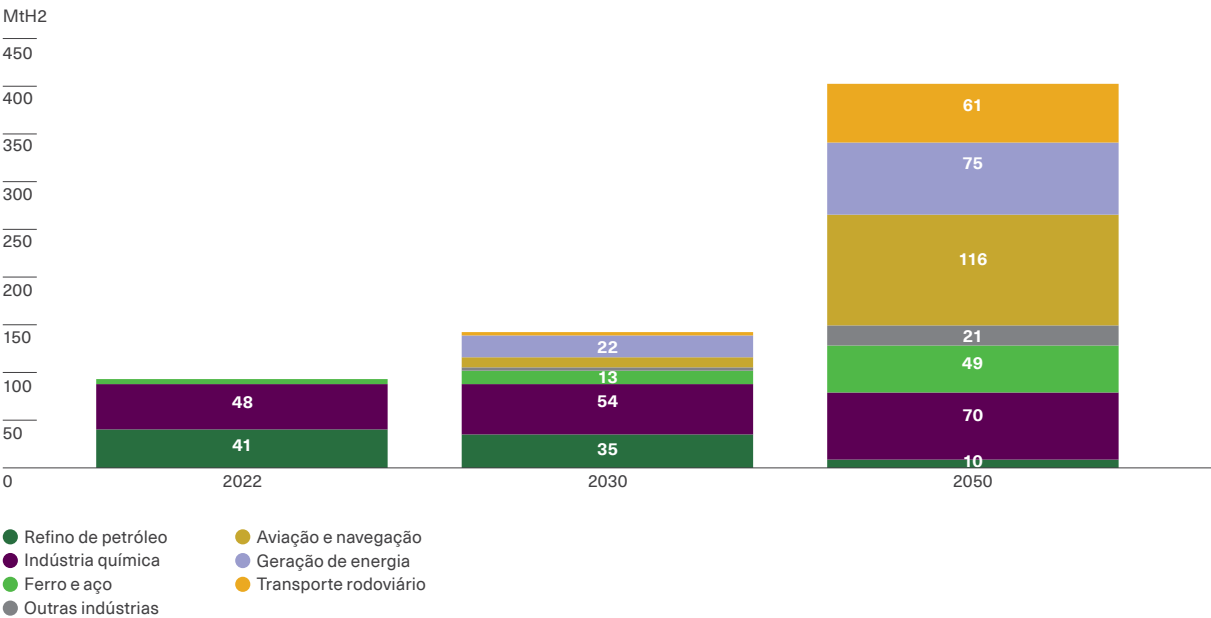
e transporte apresentem desafios tecnológicos próprios da indústria. Isso é ilustrado no gráfico 4.8, que mostra os diferentes usos do hidrogênio verde em 2022 e os usos potenciais projetados pela AIE de acordo com o cenário de emissões líquidas zero (eixo esquerdo).

O gráfico também mostra (no eixo direito) qual seria a participação do hidrogênio verde na demanda total de hidrogênio nos mesmos cenários de projeção da demanda para 2030 e 2050. Nesse cenário de emissões zero, a produção de hidrogênio deveria aumentar em mais de 300%, com uma participação significativa do hidrogênio verde, que chegaria a 97% em 2050. As vantagens já mencionadas de que dispõe a ALC abrem um espaço para o posicionamento da região como um ator-chave nesses mercados. No entanto, para isso, ela deverá enfrentar desafios, entre os

quais se destacam a capacidade de financiamento e atração de investimento privado, bem como a regulação dos recursos hídricos.

Uma das principais limitações para acelerar a produção de hidrogênio de baixo carbono está nos custos de produção. A AIE (2024) calcula quais serão os custos nivelados da produção de hidrogênio verde globalmente em 2030. Com base nessas projeções, estima-se que a América Latina e a Austrália poderiam cobrir cerca de 50% da demanda necessária para os cenários de descarbonização, e que esse hidrogênio seria obtido na faixa mais baixa de custos de produção. Essas projeções não incluem o custo ou a disponibilidade de água doce, dimensões que fortalecem o posicionamento da ALC à frente de outros fornecedores potenciais, como os países do Oriente Médio, cujo acesso a esse recurso é limitado.

Gráfico 4.8
Uso de hidrogênio verde no cenário de emissões líquidas zero em 2050



Nota: Os dados de 2022 correspondem ao uso efetivo para esse ano, enquanto 2030 e 2050 são projeções da AIE em um cenário de emissões líquidas zero (AIE, 2023c).

Fonte: Allub et al. (2024) com base na AIE (2023c).

A maioria dos projetos anunciados na ALC para a produção de hidrogênio de baixa emissão depende da eletrólise da água (hidrogênio verde), tecnologia que requer uso intensivo de água doce⁴. No entanto, a água necessária para produzir uma quantidade de hidrogênio verde consistente com as metas de emissões líquidas zero (por meio da substituição parcial de hidrocarbonetos) representaria apenas entre 0,06% e 0,12% do total das extrações atuais da agricultura (AIE, 2023b). É por isso que esses projetos devem ser realizados em áreas sem estresse hídrico, garantindo acesso adequado à água doce para produção e consumo humano. Vale ressaltar que a maioria dos megaprojetos de hidrogênio que estão sendo anunciados na região e localizados em países costeiros (Chile, Colômbia, Brasil) utilizará água do mar dessalinizada, não competindo, portanto, com os recursos de água doce.



A América Latina e a Austrália poderiam cobrir cerca de 50% da demanda de hidrogênio necessária para os cenários de descarbonização, e este seria obtido na faixa mais baixa de custos de produção

O potencial dos biocombustíveis está em grande parte inexplorado na ALC, com a clara exceção do Brasil. A AIE (2023b) mostra que na região poderiam ser produzidos, a partir de resíduos e dejetos agrícolas, quase 200 bilhões de metros cúbicos

equivalentes (m³e) de biogás e biometano, dos quais pelo menos 10% estariam a uma distância inferior a 20 km de grandes gasodutos. Isso torna adequada a produção em grande escala e sua injeção nas redes de gás. Por sua vez, cerca de metade dessa produção potencial estaria próxima a uma rede viária, o que também facilitaria seu transporte para refino e uso no transporte. Embora mais da metade desse potencial seja realizado no Brasil, o estudo também identifica possibilidades de produção na Argentina, Chile, Costa Rica e México.

O potencial desses biocombustíveis é relevante por três razões principais. A primeira é que o biometano pode substituir diretamente os combustíveis fósseis no transporte, sem a necessidade de modificações nos veículos. A segunda é que o biogás tem múltiplas aplicações, podendo ser utilizado para geração de eletricidade, produção de calor, injeção em redes de gás natural ou para sua conversão em biometano e uso no transporte. E a terceira é que, ao utilizar resíduos agrícolas, promove encadeamentos locais e é uma fonte de diversificação produtiva e de novas fontes de renda para a população rural.

Uma das principais limitações para o desenvolvimento de todos os combustíveis de baixo carbono é o acesso ao financiamento. Com exceção das energias renováveis em grande escala, os bancos locais muitas vezes não têm capacidade para analisar os riscos de projetos de energia limpa. Também a disponibilidade e a confiabilidade dos dados, uma das principais carências destacada ao longo deste relatório, são fundamentais para melhorar a transparência e o acesso ao crédito dos projetos.

A contribuição da transição energética para o desenvolvimento local

Além das duas grandes oportunidades oferecidas pelos minerais críticos e pelos combustíveis de baixo carbono para o desenvolvimento rural da região, destacam-se outras duas que são proporcionadas pelos mercados de energia e que permitiriam melhorias na qualidade de vida da população. A

primeira decorre da enorme redução nos custos dos painéis solares residenciais e da geração distribuída, que possibilitam chegar às famílias e aos produtores rurais em áreas isoladas sem a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura. A segunda oportunidade decorre da possibilidade de as famílias

⁴ Aproximadamente 10 litros de água por quilograma de hidrogênio (l/kg H₂) como insumo e entre 30 e 70 l/kg H₂ adicionais de água para processos de resfriamento (AIE, 2023a).

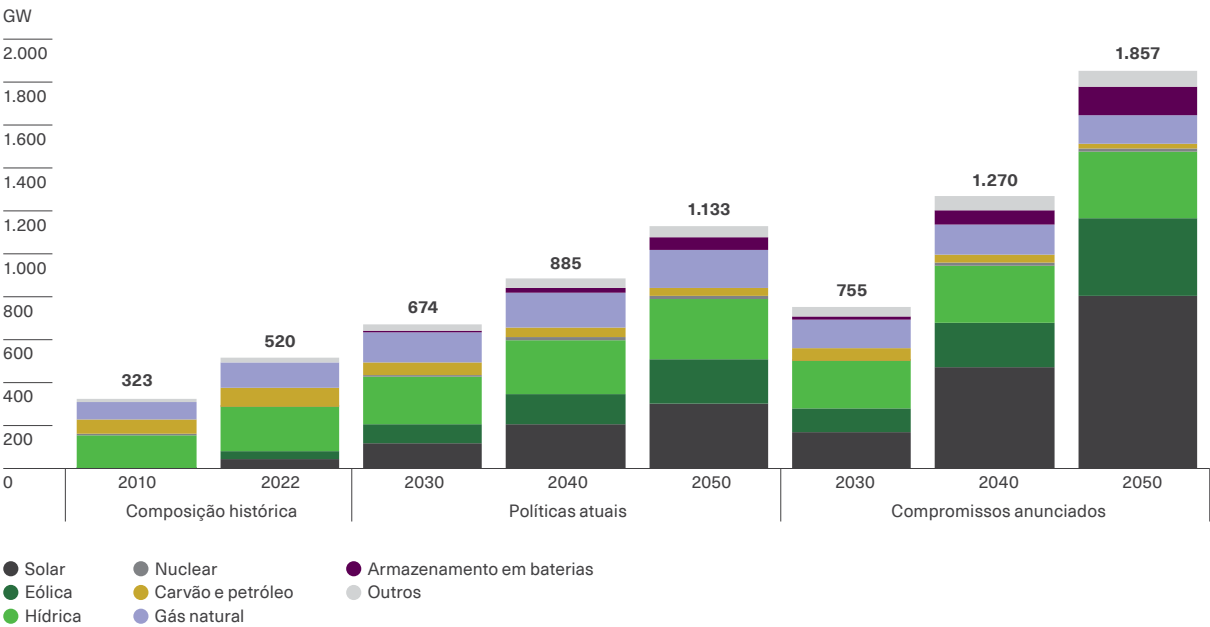
rurais substituírem com essas tecnologias o uso de biomassa para cozinhar e aquecer, o que está relacionado à poluição do ar, resultado da liberação de partículas quando queimada. Em vez de biomassa, seriam utilizados eletricidade (para aparelhos de ar-condicionado e fornos elétricos) ou gás natural (para fogões e fornos). Além disso, o potencial investimento e desenvolvimento de projetos de energia e mineração em áreas rurais teria impactos na infraestrutura local e no emprego.

A capacidade elétrica projetada para a ALC nos próximos anos, mostrada no gráfico 4.9, prevê aumentos significativos em todos os cenários, principalmente pela geração a partir das ERNC, com maior peso

da energia solar. O capítulo 8 mostra que parte do aumento observado nos últimos anos na energia solar distribuída acompanhou o processo de crescimento da rede elétrica em áreas rurais.

● ●
A queda nos custos da geração distribuída e sua consequente melhoria no acesso à eletricidade permitem a substituição da biomassa para cocção ou aquecimento nas residências, melhorando a qualidade do ar das moradias rurais

Gráfico 4.9
Capacidade elétrica atual e projetada



Fonte: Allub et al. (2024) com base na AIE (2023b).



Salar de Uyuni, Bolívia.

Deixando de lado a mineração artesanal e de pequena escala, bem como a instalação privada de painéis solares, nas atividades desenvolvidas neste capítulo prevalecem as grandes empresas. Do ponto de vista social, isso se traduz na criação de empregos formais (qualificados e não qualificados), com salários geralmente mais altos do que a média do salário rural (gráfico 4.4). Além disso, a instalação de grandes plantas aumenta a demanda por bens e serviços locais, como alimentos, transporte ou moradia, o que promove o investimento privado e cria empregos. No entanto, esses benefícios dependerão do grau de integração dessas empresas extrativistas com a economia local (Bainton, 2020; Remy e McMahon, 2001). No caso das grandes mineradoras, não é incomum que a maior parte dos insumos e do pessoal capacitado não seja contratada localmente, limitando os potenciais benefícios para as comunidades rurais e introduzindo, ao mesmo tempo, fricções na dimensão cultural (Addison e Roe, 2024; Aragón e Rud, 2013). Por sua vez, os aumentos na demanda não acompanhados por aumentos na renda podem levar à inflação local, gentrificação e aumento da desigualdade, potencialmente deslocando as comunidades locais (Arellano-Yanguas, 2011a).

As grandes empresas têm a possibilidade de promover mudanças socioculturais. A incorporação de mão de obra externa pode representar um choque cultural para as populações locais que trabalharam nas áreas rurais por várias gerações (Romero-Toledo, 2019). Essa reconfiguração pode, por sua vez, levar a um aumento

do trabalho sexual, frequentemente ligado ao tráfico de pessoas, e à insegurança (Eftimi et al., 2009). Outro impacto é observado no uso do território, devido à possibilidade de realizar operações industriais em áreas antes destinadas ao cultivo ou de valor cultural ou patrimonial para comunidades indígenas ou locais.



O desenvolvimento de grandes projetos impulsionados pela transição energética pode gerar novas dinâmicas de emprego rural, bem como impactos positivos na infraestrutura local

Tanto a crescente demanda por minerais quanto por energias renováveis podem gerar novas dinâmicas no emprego rural, deslocando postos de trabalho dos setores extrativistas para outros ligados a essas novas tecnologias. Entre eles estão a construção de plantas de produção de hidrogênio ou biocombustíveis (pelo menos aquelas localizadas em áreas rurais), a instalação de infraestrutura habilitadora e a manutenção de parques solares e eólicos, o que também pode resultar em empregos permanentes e de qualidade, como em instalações de produção de hidrogênio e biocombustíveis ou em grandes empresas de mineração.

Políticas para o desenvolvimento a partir do meio rural e em direção a ele

A transição energética global ainda está em seus estágios iniciais, embora já apresente avanços significativos em temas como as ERNC e os veículos elétricos. Por essa razão, será crucial que os países da ALC aproveitem a atual janela de oportunidade para aprofundar a diversificação das economias rurais. Para tanto, a região deverá

enfrentar as limitações expostas anteriormente, incluindo algumas que são intrínsecas a alguns países, como a maior instabilidade política, econômica e regulatória ou a necessidade de atrair investimentos privados, e outras que são próprias dos setores, como a governança dos minerais ou a mitigação dos impactos ambientais.



Ação CAF.

Digitalize o QR para saber mais sobre as ações do CAF na transição energética justa.

Governança e sustentabilidade dos setores extrativistas

Um denominador comum das atividades extrativas é a necessidade de melhorar a governança dos recursos naturais. Isso implica marcos legais claros, instituições sólidas e o combate à corrupção. A transparência na gestão das rendas extrativas é fundamental. Medidas como o padrão global da Iniciativa de Transparência nas Indústrias Extrativas (EITI, na sigla em inglês), à qual dez países da ALC⁵ aderiram, comprometem os países a divulgar informações ao longo da cadeia de valor da indústria (Chêne, 2017; EITI, 2023). Também é recomendável a elaboração de regras fiscais prudentes para lidar com a volatilidade das receitas geradas pelas indústrias extrativas, por exemplo, criar fundos de estabilização ou fundos soberanos com economias em períodos de bonança. Um exemplo disso é o Fundo de Estabilização Fiscal do Peru (Sy et al., 2012; MEF, 2025). Da mesma forma, é importante garantir o cumprimento das leis vigentes e o devido monitoramento e punição de atividades ilegais, aumentando assim a confiança dos potenciais investidores, reduzindo os riscos do investimento privado e diminuindo os conflitos sociais. Para isso, é necessário melhorar a capacidade de monitoramento, sobretudo o ambiental, fortalecer a regulação e a supervisão trabalhista, evitando abusos e informalidade, e reforçar a coordenação entre os diferentes níveis de governo.



A governança e a sustentabilidade dos setores extrativistas estão diretamente relacionadas e representam o principal desafio para os países da América Latina e do Caribe

O setor privado desempenha um papel fundamental na exploração e no desenvolvimento dos recursos naturais, tanto por sua capacidade técnica quanto por sua contribuição financeira. Nos países mine-radores da ALC, uma parte substancial do investimento estrangeiro direto (IED) já é direcionada para setores estratégicos, como mineração, hidrocarbonetos e, mais recentemente, produção de minerais críticos. Exemplos disso são as descobertas e exploração em águas da Guiana, os grandes investimentos destinados a Vaca Muerta, na Argentina, ou o IED na mineração tradicional no Peru. Para aproveitar esse IED são necessárias políticas de Estado claras, estáveis e de longo prazo, que reconheçam que as vantagens comparativas derivadas das reservas naturais só se traduzem em desenvolvimento quando existem regras previsíveis. No entanto, em vários países persistem tensões relacionadas ao nacionalismo de recursos e às percepções de risco em matéria de segurança jurídica, o que condiciona as decisões de investimento e limita o potencial do setor. Superar essas barreiras exige o fortalecimento das instituições, a garantia de marcos regulatórios previsíveis e a promoção de mecanismos de parceria público-privada que facilitem a participação responsável e sustentável do setor privado.

Em linha com isso, os governos podem contribuir estabelecendo e priorizando políticas de Estado de longo prazo para atrair investimentos em atividades de mineração e processamento, definindo regulamentações e incentivos claros e garantindo o cumprimento dos critérios ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG)⁶. Os governos devem fortalecer seus marcos legais atuais para garantir a extração de minerais e hidrocarbonetos, minimizando o impacto ambiental e social. A sustentabilidade do setor é essencial para sua governança adequada. Além disso, é necessário um diálogo com as partes interessadas, incluindo investidores e comunidades locais, bem como uma maior cooperação regional. Um exemplo claro é a priorização do acesso à água potável para as comunidades rurais.

5 Argentina, Colômbia, Equador, Guatemala, Guiana, México, Peru, República Dominicana, Suriname, Trindade e Tobago. No momento da redação deste capítulo, a participação da Guatemala e do México estava suspensa.

6 Os critérios ESG são utilizados para avaliar se o investimento de uma empresa é socialmente responsável.

Se um projeto utiliza um grande volume de água, deve contemplar investimentos para melhorar a eficiência hídrica local, como o apoio à tecnificação da irrigação agrícola ou a instalação de estações de tratamento de água. Em regiões com estresse hídrico, essas normas deverão incluir cláusulas que exijam que as empresas reutilizem a água potável, utilizem água do mar dessalinizada e priorizem o consumo humano.

A adoção e aplicação de padrões ESG são essenciais para proteger o meio ambiente e os direitos das comunidades locais, bem como para fortalecer a governança em torno dos minerais críticos. Nos últimos anos, vários países da região avançaram na implementação de marcos de licenciamento ambiental e regulamentações voltadas para a eleição desses padrões. Por exemplo, a Estratégia Nacional de Mineração do Chile estabelece metas ambiciosas, como a redução do consumo de água na indústria, a neutralidade de carbono do setor até 2040 e a eliminação da disposição de rejeitos até 2050. Um marco regulatório e um monitoramento adequado de riscos e resíduos são essenciais para prevenir acidentes e mitigar a poluição ambiental. Nesse sentido, a dotação de recursos aos governos locais ou órgãos reguladores será fundamental para a correta identificação e tratamento de riscos.

●● **Marcos regulatórios claros, políticas nacionais de longo prazo, adoção de padrões ESG, mecanismos de redistribuição de renda e programas participativos podem contribuir para criar uma governança sustentável dos recursos naturais**

Mesmo sem acidentes catastróficos, a atividade extrativa pode implicar grandes alterações na paisagem, como no caso da mineração a céu aberto, e nos cursos d'água, principalmente em função da mineração ilegal e da artesanal, que geralmente utilizam métodos rudimentares e poluentes. Esses impactos afetam meios de subsistência tradicionais, como o dos pequenos agricultores. Aqueles que vivem a jusante veem a pesca ou a irrigação diminuir,

enquanto povos indígenas podem perder locais sagrados ou animais de caça (Rebolledo Monsalve et al., 2022; Scheidel et al., 2023). A água é, frequentemente, o eixo central do conflito. A mineração e o petróleo competem com a agricultura e o consumo humano por esse recurso. Vários estudos indicam que, em regiões áridas do Chile e do Peru, a atividade de mineração exacerbou a escassez hídrica, desencadeando protestos e restrições a novos projetos (Bebbington e Bury, 2009; Lagos et al., 2022). Por isso, as empresas enfrentam cada vez mais exigências para implementar planos rigorosos de gestão ambiental, monitoramento participativo com as comunidades (vide quadro 4.2) e, em casos de impacto inevitável, compensações, como projetos de desenvolvimento alternativo.

●● **Mecanismos de redistribuição de renda bem concebidos facilitam o impacto local dos projetos extrativistas e, conseqüentemente, aliviam as tensões sociais decorrentes dessas atividades**

Uma estratégia fundamental para que as atividades extrativas promovam o desenvolvimento rural e mitiguem os conflitos sociais é a adoção de mecanismos de redistribuição de rendas. Nos países da ALC com setores extrativistas, os governos destinam uma porcentagem dos royalties ou dos impostos sobre a extração aos governos locais das áreas produtoras. Por exemplo, no Peru foi implementada o *canon* mineiro, por meio do qual 50% do imposto de renda pago pelas empresas de mineração é transferido para as regiões e municípios onde os minerais são extraídos, financiando obras públicas locais. Isso resultou em grandes investimentos anuais em infraestrutura nas regiões andinas, embora, em alguns casos, com problemas de eficácia do gasto (vide quadro 4.3). Na Colômbia, o Sistema Geral de Royalties garante que uma porcentagem dos royalties do petróleo, gás e minerais seja destinada a fundos de desenvolvimento regional e de ciência e tecnologia, com participação das autoridades locais em sua gestão (DNP, 2024). Embora esses programas consigam aumentar a aceitação social dos projetos ao distribuir parte da riqueza e gerar impacto

local, às vezes causam frustração se a população percebe que os recursos estão sendo mal utilizados ou que a burocracia impede realizações concretas (Arellano-Yanguas, 2011a). É importante acompanhar esses mecanismos com o fortalecimento das

capacidades de gestão em nível subnacional, para que esses recursos sejam investidos de forma eficaz em projetos que diversifiquem a economia rural (Alves et al., 2025; OCDE, 2016).

Quadro 4.2

Comitês de monitoramento ambiental participativo (CMAP) no setor de mineração da América Latina e do Caribe

Os CMAP são instrumentos de governança ambiental que permitem que comunidades, empresas e governos monitorem e mitiguem os efeitos ambientais em áreas de mineração, mantendo um diálogo permanente entre os atores. Esses comitês, além de facilitar a governança da mineração, contribuem para o alcance de múltiplos objetivos de desenvolvimento, como o ODS 6 (água potável e saneamento) e o ODS 15 (vida terrestre), entre outros.

Esses comitês não estão isentos de dificuldades. A logística participativa, que envolve múltiplos atores geralmente dispersos em áreas rurais, dificulta a implementação e a participação, além da alta rotatividade de participantes e uma aversão ou desconfiança inicial por parte das comunidades e empresas. Outras limitações recorrentes são a falta de consenso sobre quais aspectos ambientais priorizar, a heterogeneidade nas técnicas de monitoramento e as fragilidades na comunicação dos resultados à comunidade ou às autoridades competentes.

O principal requisito para o bom funcionamento desses comitês é a confiança entre todos os atores: comitê, comunidade, empresa e governo. Dada a natureza inovadora desses mecanismos, a confiança deve ser construída progressivamente e, para isso, as capacidades dos participantes são fundamentais, tanto técnicas quanto de comunicação, liderança e geração de conhecimento.

Nos casos em que os CMAP foram implementados, observam-se melhorias concretas na detecção de fontes de poluição, na geração de alertas precoces e nas práticas das empresas, entre outras. Esses comitês também têm mostrado externalidades positivas, como a detecção de poluição proveniente de atividades produtivas não mineradoras, inclusive das próprias comunidades.

As principais recomendações para a correta implementação e funcionamento desses comitês visam consolidar institucionalmente os CMAP dentro dos marcos legais e de gestão ambiental, de modo que seu funcionamento transcenda os ciclos dos projetos de mineração. Propõe-se fortalecer a inclusão de mulheres, jovens e povos indígenas em suas estruturas, garantir mecanismos de financiamento sustentáveis e transparentes e fortalecer as capacidades técnicas, legais e comunicacionais de seus membros. Da mesma forma, destaca-se a importância de as empresas manterem canais de comunicação abertos e responderem rapidamente às conclusões dos comitês, e de as autoridades públicas incorporar seus resultados nos processos de tomada de decisões ambientais, promovendo uma governança mais participativa e eficaz.

Fonte: Elaboração própria com base em Pareja et al. (2019), documento baseado em lições aprendidas a partir de nove estudos de caso na Argentina, Bolívia, Panamá e Peru.

Quadro 4.3

Royalties pela exploração de recursos naturais não renováveis

As receitas provenientes de royalties, direitos ou *canon* vinculados à exploração de recursos naturais não renováveis são uma fonte importante de financiamento para os governos subnacionais de vários países da ALC. Em casos como Bolívia e Peru, essas receitas podem representar até 60% e 35% das receitas totais regionais ou locais, respectivamente. No entanto, após o boom dos preços das commodities nos anos 2000, as receitas provenientes de royalties têm se mantido voláteis e com crescimento limitado na última década (Alves et al., 2025). Na maioria dos países, a arrecadação corresponde ao governo nacional, que depois transfere uma parte para as jurisdições subnacionais. A Argentina é uma exceção, ao conceder essa competência diretamente aos governos provinciais.

A distribuição de royalties gera tensões entre equidade e eficiência. Por um lado, justifica-se beneficiar as regiões produtoras, uma vez que elas arcam com os custos ambientais e de infraestrutura associados à exploração de recursos naturais não renováveis. Por outro lado, concentrar os recursos nessas áreas pode aprofundar as desigualdades territoriais e gerar incentivos fiscais que criem distorções. Alcançar um equilíbrio é fundamental, especialmente no contexto de transição energética. Para aproveitar os recursos naturais, a governança do setor deve promover seu desenvolvimento responsável e evitar que os governos locais se tornem obstáculos aos investimentos.

Estudos no Brasil e na Colômbia mostraram um impacto limitado dos royalties na qualidade dos serviços públicos e uma elevada sensibilidade do gasto local às variações nas transferências (Martínez, 2025; Monteiro e Ferraz, 2010). Além disso, a volatilidade dos preços internacionais dos hidrocarbonetos e minerais gera instabilidade financeira e riscos de gastos insustentáveis. Por isso, muitos países condicionam o uso de royalties a investimentos de capital; no entanto, esse mecanismo nem sempre impede o deslocamento de recursos para o gasto corrente nem a volatilidade do investimento. Consequentemente, a criação de fundos de estabilização surge como uma ferramenta fundamental para suavizar os ciclos de receita e fortalecer a sustentabilidade fiscal subnacional.

Os royalties de mineração na ALC nem sempre conseguiram impulsionar de forma consistente o desenvolvimento econômico local ou reduzir a pobreza. Por exemplo, na Colômbia, Moyano e Wright (2016) constataam que os pagamentos diretos de royalties produziram apenas melhorias modestas na redução da pobreza, enquanto Saavedra e Romero (2017) apontam que a redução das transferências pode coincidir com o aumento da mineração ilegal e com consequências negativas para a saúde. No estado brasileiro de Minas Gerais, análises de regressão indicam que uma maior dependência dos royalties de mineração está associada a um menor desenvolvimento humano e a ganhos insignificantes em termos de emprego (De Cássio Rodrigues et al., 2016). No Peru, estudos estatísticos relacionam receitas substanciais de mineração ao aumento de conflitos sociais e à má alocação fiscal em contextos caracterizados por uma fraca capacidade dos governos locais (Arellano-Yanguas, 2011a, 2011b; Ponce e McClintock, 2014), enquanto um estudo qualitativo no Brasil destaca que a gestão comunitária pode promover a autonomia local e a coesão social (Demeda e de Carvalho, 2018). No entanto, deve-se destacar um estudo recente de Bancalari e Rud (2025), que, analisando as transferências recebidas pelos municípios não mineradores, constataam que elas impulsionaram os gastos públicos produtivos, o emprego e a renda local nesses municípios, sobretudo em áreas rurais, reduzindo a pobreza e as disparidades territoriais. Além disso, eles mostram que cada dólar transferido gerou entre US\$ 2,8 e US\$ 3,9 de atividade econômica local.

No caso das rendas de hidrocarbonetos, Acuna et al. (2024) estudam o impacto de uma reforma de 2008 da Lei 010, que altera a forma como os royalties são distribuídos no Equador. Os autores constatarem impactos positivos na educação, com um maior número de estudantes locais concluindo o ensino fundamental e médio, além de melhorias na renda, acessibilidade e infraestrutura das instituições de ensino. Os autores também observam aumentos na demanda por trabalho; no entanto, porém, atribuem esse aumento à queda no número de estudantes que cursam o ensino superior. No Brasil, Castro (2020) e Postali et al. (2025) mostram melhorias em alguns indicadores de saúde, resultado das transferências de royalties do petróleo para municípios.

Em resumo, há ampla evidência dos impactos positivos dos royalties sobre recursos naturais no desenvolvimento local, e de que esses impactos dependem principalmente de três fatores:

1. Solidez e eficácia das instituições locais.
2. Concepção e focalização dos mecanismos de transferência das receitas.
3. Modelo de gestão dos royalties, seja ele estatal ou comunitário.

Um mecanismo que permitiria reduzir os conflitos sociais e levar em conta as demandas sociais é o processo público de consulta prévia, que deve incluir os povos indígenas e tribais, em conformidade com o direito internacional (OIT, 2015; Oxfam, 2019). Além das formalidades legais, isso implica diálogo na língua local, respeito aos tempos de deliberação comunitária e negociação de ajustes aos projetos de boa-fé. Quando uma comunidade rejeita um projeto por ampla maioria, os governos devem considerar alternativas de localização ou projetos menos invasivos, evitando a imposição pela força, que frequentemente resulta em conflitos prolongados.

Apesar das falhas na implementação de alguns desses programas, existem mecanismos de mercado que os governos podem promover e que permitem que as atividades extrativas tenham impactos positivos nas comunidades locais. Alguns exemplos são as cotas de emprego para a população local, por meio de metas percentuais (com exceção de cargos altamente especializados ou de direção ou confiança), e os programas de capacitação da mão de obra rural e de aprendizagem para jovens em ofícios de mineração ou energia. Outras medidas nesse sentido são o estabelecimento de preferências ou cotas para fornecedores locais de bens e serviços, o incentivo às empresas para que comprem

localmente e a realização de feiras de fornecedores para incorporar as PMEs locais na cadeia de valor (Hira e Busumtwi-Sam, 2021; IGF, 2017).

Alguns países, como Brasil ou Argentina no setor de petróleo e Chile na mineração, impulsionaram políticas de conteúdo local para que as empresas invistam na capacitação de pequenas empresas locais, integrando-as como fornecedoras (transporte, alimentação, manutenção básica, etc.). Aragón e Rud (2013) constatarem efeitos positivos da mineração de ouro no Peru em termos de renda e infraestrutura, os quais são produzidos por meio desses mecanismos de mercado. Aumentos na demanda local melhoram as rendas do trabalho e da terra e, indiretamente, as condições de vida no meio rural. Programas de desenvolvimento com comunidades, que incorporem investimentos em saúde, educação ou bolsas de estudo, devem fazer parte das políticas de Estado; por exemplo, exigir planos de desenvolvimento comunitário como parte da concessão de licenças permite alinhar os investimentos privados com as prioridades locais (Hira e Busumtwi-Sam, 2021).

A incorporação de novas tecnologias pode tornar o setor extrativista mais eficiente e limpo simultaneamente. Muitas empresas estão aplicando

ferramentas 4.0 (sensores, IA, monitoramento remoto) que otimizam os processos e reduzem os resíduos. Por exemplo, a otimização de rotas de caminhões reduz o consumo de diesel e as emissões; os sensores em oleodutos detectam vazamentos precocemente, evitando emissões fugitivas e acidentes; os drones e satélites monitoram atividades ilegais; a eletrificação dos motores ou a geração de calor reduzem as emissões de CO₂ (Cacciuttolo et al., 2023; Egbumokei et al., 2021; Karimipour et al., 2021). Além disso, a automação de tarefas perigosas melhora a saúde e a segurança dos trabalhadores da mineração, embora em alguns casos possa deslocar mão de obra local (Long et al., 2024).



A modernização do setor extrativista permite melhorias em sua sustentabilidade, bem como na saúde e segurança dos trabalhadores

Uma grande mudança dos últimos anos é que as mineradoras e os geradores de energia vêm investindo em autogeração renovável. Alguns exemplos são as minas de cobre no Chile, parcialmente abastecidas por parques solares, ou a empresa petrolífera YPF, na Argentina, que instalou parques eólicos para suprir suas operações. Isso não apenas reduz a pegada de carbono, como também pode levar energia excedente para comunidades vizinhas. A disseminação da internet via satélite permite, inclusive, a operação de grandes mineradoras em áreas remotas da Cordilheira dos Andes. Embora essas ações sejam empreendidas principalmente pelo setor privado, medidas que facilitem o acesso a essas tecnologias, como créditos baratos, campanhas de promoção ou mesmo subsídios em casos de interesse especial do regulador, permitirão que o setor avance mais rapidamente em direção à sua sustentabilidade.

Dado que muitos desafios transcendem fronteiras, como é o caso dos rios compartilhados afetados pela mineração ilegal, a cooperação regional é um tema incontornável. Embora tenham sido alcançados avanços no caso da mineração, a colaboração continua sendo uma questão em aberto para a região em geral. Exemplos de cooperação podem ser observados no intercâmbio de boas práticas em regulação e

desenvolvimento rural extrativista, como o Comitê Andino Contra a Mineração Ilegal, formado por Bolívia, Colômbia, Equador e Peru. Nesse sentido, os países devem aproveitar essa conjuntura para avançar no âmbito da Agenda 2030, uma vez que várias metas dos ODS estão relacionadas a esses setores (ODS 7, sobre energia acessível; ODS 8, sobre trabalho decente na mineração; ODS 13, sobre ação climática; e ODS 15, sobre vida terrestre e desmatamento pela mineração, etc.).

Diversificação das economias rurais

Em países onde abundam minerais estratégicos para a transição energética, existe a oportunidade de desenvolver a cadeia de valor. Por exemplo, o Chile e a Argentina discutem políticas para não apenas exportar lítio bruto, mas também produzir baterias localmente. O Brasil busca atrair investimentos para o refino de seus metais críticos. A Jamaica e a Guiana poderiam desenvolver indústrias de alumínio a partir de sua bauxita, em vez de se concentrarem na exportação em bruto (BID Invest, 2025). Essas iniciativas, se concretizadas, poderiam gerar polos industriais em áreas rurais ou cidades intermediárias próximas à extração, com mais empregos e conhecimento tecnológico. No entanto, elas exigem a melhoria do ambiente de investimento, do capital humano e dos acordos de transferência de tecnologia.

No caso do hidrogênio verde ou azul, a promoção de centros de produção resolveria uma das principais limitações atuais para o uso desse recurso energético: seu transporte. A grande capacidade de geração de hidrogênio verde e azul a baixo custo (AIE, 2024), pode significar uma vantagem comparativa para a região, potencializando sua indústria manufatureira, por exemplo, para a produção de ferro, entre outros (Allub et al., 2024).

No caso dos biocombustíveis, os países da ALC podem aproveitar as lições aprendidas com a história de sucesso do Brasil. O Brasil adotou uma política precoce, planejada e de longo prazo, com o duplo objetivo de diversificar as receitas da cana-de-açúcar e garantir a segurança energética. Para tanto, implementou medidas que impõem a mistura de biocombustíveis com combustíveis tradicionais,

que foram atualizadas em várias ocasiões. Isso foi acompanhado pela introdução e expansão de veículos flex, capazes de utilizar gasolina, etanol ou misturas, juntamente com incentivos fiscais e programas de crédito tanto para a produção de biocombustíveis quanto para a compra de automóveis desse tipo. No Brasil, também existem agências de financiamento e linhas de crédito específicas para bioenergia e sua pesquisa e desenvolvimento. Por fim, o país impôs tarifas sobre as importações de etanol para proteger seu mercado interno. No restante da região, observam-se certos avanços em algumas dessas frentes, como na Argentina, Colômbia, Peru e Uruguai, que têm políticas de mistura de combustíveis, embora com proporções menores de etanol do que o Brasil.

●● **O histórico das políticas brasileiras para a promoção do uso e da produção de biocombustíveis pode ser um aliado para que a região avance em sua produção**

Por fim, diante de uma eventual reconfiguração dos mercados de energia, é recomendável que os países adotem posturas proativas que permitam reduzir os potenciais ativos ociosos que surgiriam com o abandono de minas de carvão, refinarias, oleodutos, etc. Para tanto, surgem alternativas, como o uso de poços para armazenamento de carbono, plataformas de petróleo para geração de energia offshore, adaptação de refinarias para produção de hidrogênio ou biocombustíveis, ou adaptação de tubulações para transporte de biocombustíveis (Allub et al., 2024; ESMAP, 2024; Saussay et al., 2024; Vona et al., 2018). Embora, como mencionado anteriormente, essas indústrias não sejam intensivas na contratação de trabalhadores, também será importante o fornecimento de treinamento e educação para orientar a mão de obra rural em direção a novos empregos emergentes (Bray et al., 2022; Lim et al., 2023).

Investimento para o bem-estar rural

Do ponto de vista da infraestrutura, o impacto das atividades extrativas pode ser positivo para as comunidades rurais. Grandes projetos extrativistas são altamente demandantes de infraestrutura, como a viária, elétrica ou de água e saneamento. Frequentemente, são as próprias empresas que, como parte de seus contratos, passam a ser responsáveis pelo investimento nesse tipo de instalação por meio de programas de responsabilidade social empresarial. No entanto, esses projetos de infraestrutura devem estar regulamentados, uma vez que ameaçam aumentar o desmatamento e alterar ainda mais a paisagem (Bebbington et al., 2018). Grandes empresas extrativas também podem estar envolvidas em projetos de investimento na construção de escolas ou centros de saúde, como parte de suas estratégias de responsabilidade social empresarial. Alguns governos estabeleceram programas para alinhar os investimentos sociais empresariais com os planos de desenvolvimento local, buscando evitar duplicidades ou práticas clientelistas (vide quadro 4.4). Tanto a CEPAL quanto a OCDE e as Nações Unidas publicaram manuais de boas práticas para apoiar a coordenação entre países, empresas e organizações sociais, buscando benefícios para todas as partes (FIO et al., 2020; IRP, 2020; OCDE, 2020).

●● **Vários países da região estabeleceram programas para alinhar os investimentos sociais empresariais com os planos de desenvolvimento local**

Embora a mineração ilegal seja atualmente um problema pouco relacionado aos minerais críticos para a transição energética e muito associado à extração de ouro, o combate a essa prática é muito importante para o bem-estar das populações rurais e para conter as perdas de recursos de alto valor nas áreas rurais da ALC (vide quadro 4.5).

Quadro 4.4

Mecanismos regulatórios em países da América Latina e do Caribe

Argentina. A Resolução 47/2020 aprovou o Plan Estratégico Minero (plano estratégico para a mineração) da Argentina, orientado à construção de uma visão comum para o desenvolvimento sustentável de atividade mineradora, que contribua para o desenvolvimento socioeconômico. Seus sete objetivos incluem aumentar a contribuição da mineração para o PIB, revisar o custo dos incentivos fiscais, gerar oportunidades locais, comunicar e legitimar a atividade, garantir a transparência, proteger o meio ambiente em conformidade com a Lei 24.585, promover o uso sustentável dos recursos e fortalecer a governança e a inserção internacional do setor. Além disso, foi assinado um memorando de entendimento com a União Europeia no âmbito da iniciativa Global Gateway, que prevê investimentos de até 300 bilhões de euros para o desenvolvimento de cadeias de valor sustentáveis de matérias-primas. O acordo visa um setor de mineração competitivo e alinhado com a transição energética e digital, promovendo empregos de qualidade, inovação, critérios ESG e capacitação da força de trabalho.

Brasil. O marco brasileiro sobre minerais críticos e estratégicos foi desenvolvido em várias etapas. O Plano Nacional de Mineração 2030 (adotado em 2011) definiu onze objetivos estratégicos e três grupos de minerais: importados em grande escala, ligados a tecnologias avançadas e com vantagens comparativas. Em 2020, o Programa de Mineração e Desenvolvimento traduziu essas diretrizes em metas de conhecimento geológico, economia circular, investimento e responsabilidade socioambiental. Em 2021, a Política Nacional de Minerais Estratégicos (Decreto 10.657) e a Resolução nº 2 estabeleceram uma lista de minerais prioritários e um comitê interministerial para acelerar projetos, impulsionando plantas de lítio, a expansão de terras raras e programas sustentáveis na Amazônia. Em 2022, o Decreto 11.108 instituiu a Política Mineral Brasileira com foco na sustentabilidade, na agregação de valor e no desenvolvimento regional. Em 2024, foi proposta uma Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos, centrada na segurança do abastecimento, na economia circular, na digitalização e na integração regional.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou iniciativas para promover esses minerais, como um edital público de R\$ 5 bilhões voltado para cadeias de lítio, terras raras e silício, bem como um fundo de investimento, em parceria com a Vale, de até R\$ 250 milhões. Além disso, foram aprovados 19 projetos no valor de US\$ 12 bilhões, consolidando o compromisso do Brasil com o desenvolvimento estratégico e sustentável da mineração.

Chile. Este país possui uma das estratégias mineradoras mais avançadas da região, integrando inovação, sustentabilidade, inclusão e visão de longo prazo. A Fundação Chile, parceria público-privada criada em 1976, consolidou-se como catalisadora da inovação com iniciativas como o Conselho de Competências em Mineração (criado em 2010) e o programa Expande (lançado em 2013), voltado para a inovação aberta e o desenvolvimento de fornecedores de tecnologia. A Mesa Nacional Mujer y Minería (Mesa Nacional Mulher e Mineração) (instituída em 2018) impulsionou compromissos para aumentar a participação feminina e promover lideranças diversas. Em 2022, a Política Nacional de Mineração 2050 definiu um roteiro para uma mineração sustentável, competitiva e inclusiva, com metas de neutralidade de carbono até 2040, fortalecimento institucional e participação feminina de 20% em 2030 e 35% em 2050. Por fim, a Estratégia Nacional de Lítio (2023) estabeleceu um modelo público-privado com a futura Empresa Nacional de Lítio, priorizando a captação de rendas, o desenvolvimento tecnológico e a proteção dos salários, dos quais pelo menos 30% serão designados como áreas protegidas até 2030.

Colômbia. Em 2016, este país adotou a Política Minera Nacional como um roteiro para uma indústria mais competitiva, organizada e inclusiva, baseada na segurança jurídica, na melhoria das condições e da infraestrutura, na ampliação das informações geológicas e no fortalecimento institucional.

Em 2023, foi apresentada sua política Una Nueva Visión de la Minería en Colombia (Uma Nova Visão da Mineração na Colômbia) (alinhada com o Plano Nacional de Desenvolvimento 2022-2026 e com horizonte para 2035), que incorpora direitos humanos, gênero, diversidade étnica, gestão de mudanças climáticas e transição de um modelo extrativista para um produtivo. Essa nova política identifica dez problemas estruturais, que vão desde fragilidades institucionais e controle de títulos até informalidade e práticas ambientais inadequadas. A política propõe medidas para remediá-los, como a formalização da pequena mineração, a industrialização de minerais estratégicos, a criação de uma empresa pública de mineração, o aumento da rastreabilidade (especialmente do ouro), planos responsáveis de fechamento e mecanismos contra a mineração ilegal. O objetivo é reorientar a mineração para um modelo competitivo, sustentável e inclusivo, que contribua para o desenvolvimento econômico e territorial com legitimidade social.

Equador. Em 2021, por meio do Decreto 151, o Equador aprovou um Plano de Ação para uma mineração eficiente e social e ambientalmente responsável. A estratégia busca avaliar o potencial geológico, atrair investimentos e aplicar as melhores práticas no uso dos recursos. Para tanto, estabelece obrigações de transparência – o Ministério da Energia e Recursos Não Renováveis deve publicar, em até 100 dias, estatísticas e projeções baseadas em um modelo econômico de longo prazo (rentabilidade, contribuição para o PIB, exportações, investimentos, produção e custos socioambientais) – e declara a transparência das receitas de mineração como política de Estado. Também reformula o processo de licenciamento, com diretrizes para adjudicações justas (incluindo áreas caducas) que garantam igualdade de acesso a empresas nacionais e estrangeiras.

México. Um decreto presidencial criou a LitioMx, empresa estatal subordinada à Secretaria de Energia, para controlar todos os projetos de lítio no país. Seu mandato inclui a exploração, benefício e aproveitamento do lítio, bem como a gestão das cadeias de valor, em conformidade com a Lei de Mineração, as normas ambientais e os direitos dos povos indígenas. A LitioMx deve elaborar planos estratégicos, executar projetos de engenharia e pesquisa, articular-se com o Serviço Geológico Mexicano para registrar reservas e desenvolver tecnologia própria. Além disso, tem a missão de promover o uso sustentável do lítio na transição energética e gerenciar a produção, transformação e distribuição de produtos derivados em articulação com instituições públicas e privadas.

Peru. A Lei 31.283 de 2021 declara a exploração, extração e industrialização do lítio e seus derivados como atividades de necessidade pública, interesse nacional e caráter estratégico, para garantir seu desenvolvimento sustentável. Além disso, reconhece a comercialização do lítio como um recurso fundamental para o desenvolvimento nacional e atribui ao Poder Executivo a competência para regulamentar sua venda, promover uma indústria nacional de baterias e estabelecer processos para a reciclagem de baterias de lítio.

República Dominicana. A Empresa Mineira Dominicana (EMIDOM) foi criada recentemente para realizar atividades de exploração e, no futuro, explorar jazidas de terras raras, com o objetivo de posicionar o país no mercado global de minerais críticos. O desenvolvimento desse setor dependerá da colaboração internacional, da formação técnica, da inovação tecnológica e da implementação de políticas públicas que promovam a sustentabilidade e a segurança do abastecimento.

Fonte: Elaborado por Luisa Rivas.

Quadro 4.5

Mineração ilegal de ouro

Um fenômeno preocupante no setor extrativista é a proliferação de atividades ilícitas de mineração, especialmente a de ouro. O termo mineração ilegal refere-se a explorações realizadas à margem da lei, sem licenças, frequentemente em áreas proibidas (reservas naturais, terras indígenas) e com métodos de extração altamente prejudiciais ao meio ambiente e às pessoas, geralmente utilizando mercúrio. Na última década, impulsionada pelos preços recordes do ouro e pelos fracos controles, a mineração ilegal expandiu-se em vários países, trazendo graves consequências socioambientais e de segurança (UNODC, 2025c; Wagner, 2016).

A América do Sul tornou-se um dos focos mundiais da mineração ilegal de ouro. Algumas estimativas indicam que, em países como Colômbia, Equador e Venezuela, essa atividade pode atingir valores bem acima de 70% da respectiva produção total de ouro respectiva (Wagner, 2016). A Amazônia, em particular, sofre uma corrida ilegal do ouro.

Um relatório recente do Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC, 2025c) alerta que organizações criminosas, incluindo grupos de tráfico de drogas, têm se voltado para a exploração do ouro ilegal devido ao seu alto valor e à possibilidade de lavagem de dinheiro por meio da cadeia legal do ouro. Diferentemente do tráfico de drogas, em que o produto é ilícito em si, o ouro extraído ilegalmente pode ser inserido no mercado formal, misturado com ouro legal, utilizando documentação falsa e empresas de fachada. Essa característica atraiu grupos ilícitos, que veem no ouro uma forma de diversificar suas fontes de renda com menos riscos (UNODC, 2025c).

A mineração ilegal tem efeitos devastadores sobre as comunidades rurais e os ecossistemas onde ocorre. Ela gera economias informais e violência, instala estruturas de extorsão e cobrança de “impostos ilegais” aos pequenos mineradores por parte de grupos armados, e está frequentemente associada a aumentos na prevalência do tráfico de pessoas, da exploração do trabalho e sexual e do trabalho infantil em áreas rurais (Heck, 2014; UNODC, 2025c). O UNODC destaca que essas atividades fomentam outros crimes graves nos mesmos territórios, entrelaçando-se com o tráfico de drogas e de armas.

Do ponto de vista ambiental, a mineração ilegal causa danos irreparáveis, geralmente utilizando técnicas de aluvião (com dragas em rios) ou escavação de terras com máquinas pesadas, destruindo florestas nativas. Estima-se que, em países como Brasil, Peru e Venezuela, a mineração ilegal tenha desmatado centenas de milhares de hectares da Amazônia na última década (Heck, 2014; UNODC, 2025c). Além disso, os mineradores ilegais utilizam substâncias proibidas, como mercúrio, para amalgamar o ouro, despejando grandes quantidades nos rios. Isso contamina a cadeia alimentar (peixes contaminados por mercúrio) e afeta a saúde das populações indígenas que dependem da pesca e da água, causando doenças neurológicas (UNODC, 2025c). A degradação dos solos e cursos d'água também é grave: valas e poças abandonadas alteram a drenagem, e os sedimentos turvam os rios, afetando a fauna e a qualidade da água a jusante.

Do ponto de vista econômico, a mineração ilegal acarreta evasão fiscal e afeta negativamente o desenvolvimento das áreas rurais. O boom do ouro ilegal significa que estados e comunidades perdem potencialmente bilhões de dólares em receitas, especialmente no contexto de preços recordes e alta rentabilidade desse metal precioso (UNODC, 2025c). Em contrapartida, embora a mineração de ouro continue sendo uma fonte de renda, por vezes importante, para as populações rurais, nos casos em que há atuação do crime organizado, esses rendimentos permanecem nas mãos de grupos ilegais que não reinvestem na comunidade. Os mineradores artesanais, em geral, apropriam-se da menor parcela dessas rendas, perpetuando a pobreza rural. Além disso, a mistura de ouro ilegal com o ouro legal deprime os preços pagos aos produtores formais e afeta negativamente a reputação internacional do ouro latino-americano, ao associá-lo ao desmatamento e a violações de direitos humanos (UNODC, 2025c).

A coordenação entre o setor público, as empresas e as forças de segurança é vital para impedir o desenvolvimento de economias ilegais. Os governos da região tentaram diversas estratégias para combater a mineração ilegal, com resultados mistos. Na Colômbia, persegue-se a lavagem de dinheiro ligada ao ouro e têm sido utilizadas tecnologias inovadoras, como o uso de imagens de satélite e o aprendizado de máquina (*machine learning*) para identificar novos estabelecimentos mineradores não registrados (Saavedra, 2025). No entanto, enquanto houver alta rentabilidade e falta de alternativas econômicas para as populações rurais, a mineração ilegal reaparece. Uma abordagem complementar tem sido a criação de programas de formalização da mineração artesanal, que ajudam os mineradores que atuam em pequena escala a obter licenças, capacitação técnica e acesso a mercados legais em troca do cumprimento de padrões ambientais (IGF, 2017). A cooperação internacional também é crucial devido à natureza transnacional do comércio de ouro. São necessários esforços coordenados para rastrear a cadeia de suprimentos, impor a devida diligência às refinarias e aos mercados compradores e fechar espaços para a comercialização de ouro ilícito (UNODC, 2025c).

As ERNC contribuíram significativamente para a melhoria no acesso à energia elétrica em áreas rurais (vide capítulo 8). Para que a região continue avançando nessa área e aprofunde o seu desenvolvimento aumentando a qualidade dos serviços, serão necessários grandes investimentos não só em infraestrutura, como painéis solares ou aerogeradores, mas também em infraestrutura elétrica, por exemplo, de transmissão e distribuição. A transição energética e as mudanças demográficas obrigam a região a adotar planos para ampliar sua infraestrutura elétrica de forma geral, a qual deverá ser suprida principalmente por energias renováveis. Isso, somado à intermitência na geração das ERNC, impõe a necessidade de dispor de mecanismos adequados de respaldo para atender à demanda, inclusive nos momentos em que as ERNC não estão ativas. Nesse sentido, a energia hidrelétrica, com grande presença na região, desempenhará um papel fundamental. Por conseguinte, serão necessários investimentos significativos em armazenamento de baterias (Allub et al., 2024), embora a região também precise adequar sua infraestrutura hidrelétrica atual (vide quadro 4.6).

Por fim, tanto as melhorias na conectividade elétrica quanto no gás natural permitem que as famílias rurais substituam a biomassa como insumo energético para cozinhar e aquecer. Isso, além do aumento na eficiência e da potencial redução de custos, tem impactos significativos na redução da exposição a poluentes atmosféricos, provenientes da queima de biomassa. Para garantir esses impactos positivos na saúde, os governos podem realizar campanhas de conscientização, bem como apoiar a compra de eletrodomésticos elétricos ou a gás com subsídios ou financiamento, priorizando aqueles com maior eficiência energética (Allub et al., 2024).



O acesso à energia elétrica por meio da geração distribuída pode resultar em menores custos energéticos, maiores níveis de eficiência produtiva e redução da poluição local

Quadro 4.6

Resiliência da infraestrutura hidrelétrica na ALC

A energia hidrelétrica fornece cerca de metade da eletricidade na ALC (Allub et al., 2024). Esse tipo de energia terá um papel ainda mais importante nas próximas décadas, integrando-se às energias renováveis não convencionais, como a solar e a eólica, e garantindo a continuidade e confiabilidade da rede.

As mudanças no regime hídrico fizeram com que muitas usinas hidrelétricas operassem fora das condições para as quais foram projetadas, com maior variabilidade em seu funcionamento e menor eficiência energética. Isso leva ao desgaste acelerado dos equipamentos eletromecânicos, perda de eficiência devido à operação em baixa carga, deterioração do isolamento elétrico e danos nas tubulações de descarga por operarem fora dos limites recomendados (Ubierna e Alarcón Rodríguez, 2022).

Diante das mudanças climáticas, muitas usinas hidrelétricas deverão se adaptar a condições hidrológicas diferentes daquelas previstas em seu projeto original. A modernização dessas instalações requer a avaliação de cenários hidrológicos futuros e a garantia de um projeto robusto diante da incerteza climática. Esse processo também representa uma oportunidade para incorporar tecnologias avançadas de monitoramento, medição e previsão que melhorem a gestão operacional. Ubierna et al. (2020) estimam uma necessidade de investimento total de US\$ 33 bilhões para modernizar o parque hidrelétrico existente na região, custo que tenderia a aumentar à medida que esse parque envelhece.

O CAF –banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe– promove a resiliência da infraestrutura hidrelétrica por meio do financiamento de projetos de infraestrutura adaptados às mudanças climáticas, assistência técnica para melhorar a gestão de riscos e fortalecimento de marcos regulatórios voltados para reduzir a vulnerabilidade do setor hídrico diante dos impactos climáticos e desastres naturais. Além disso, presta apoio técnico a ministérios e governos para fortalecer a gestão de riscos de desastres e melhorar o planejamento do investimento público em infraestrutura.

Aumentar o financiamento para projetos de adaptação é essencial não apenas para fortalecer a resiliência às mudanças climáticas, mas também para promover um crescimento inclusivo e sustentável. O investimento em infraestrutura resiliente ao clima não só permite evitar perdas futuras, como também reduzir os riscos associados à infraestrutura existente e preservar os benefícios sociais e ambientais, gerando assim o chamado triplo dividendo.

Roteiro para o desenvolvimento de setores-chave para a transição energética

Ao longo do capítulo, foram descritos os principais desafios e oportunidades nos setores ligados à transição energética. Existe um conjunto de políticas que ajudariam a fortalecer o desenvolvimento desses setores e melhorar as condições de vida dos

trabalhadores rurais. A figura 4.3 apresenta um roteiro que sintetiza a situação e as principais medidas que podem ser tomadas.

Figura 4.3
Oportunidades, desafios e recomendações de políticas

Minerais críticos para a transição energética	Desenvolvimento de combustíveis de baixo carbono: biocombustíveis e hidrogênio
Desenvolvimento das cadeias de valor dos setores extrativistas	Modernização e digitalização: eficiência e melhorias nas condições de trabalho
Investimentos em infraestrutura impulsionados pelo crescimento das receitas dos setores extrativistas	ERNC para residências e empreendimentos em áreas rurais isoladas
Emprego verde e local	Eletrodomésticos elétricos ou a gás para aquecimento e cozinha em residências rurais
Governança e sustentabilidade ambiental	Acesso ao financiamento
Marcos legais e regulatórios	Situação do emprego artesanal e de pequena escala
Adoção de boas práticas de mineração e padrões internacionais	Energias renováveis não convencionais como motor da expansão de energia elétrica
Apoio ao desenvolvimento da cadeia de valor	Promoção de investimentos em combustíveis de baixo carbono e mistura obrigatória de combustíveis
Apoio à formalização e capacitação de pequenos mineradores	Programas de adoção de fornos e fogões elétricos ou a gás em residências
Mecanismos de redistribuição de rendimentos e royalties dos setores extrativistas	Capacitação profissional e técnica em empregos verdes
Apoio e promoção da digitalização	Marcos regulatórios sobre recursos hídricos

- Oportunidades
- Desafios
- Recomendações de políticas