

**CANNING HOUSE RESEARCH FORUM**

# O comércio latino- americano na era das mudanças climáticas: Impacto, oportunidades e opções em políticas públicas



**Amir Lebdioui**

Canning House Research Fellow  
London School of Economics and Political Science  
Maio 2022



# Índice

<b>Introdução</b> .....	<b>2</b>
Lista de figuras, tabelas e quadros	2
Prefácio	3
Sobre o autor	4
Agradecimentos	4
Sumário executivo	5
Siglas	11
Glossário	12
Introdução	13
<b>A vulnerabilidade comercial da América Latina às mudanças climáticas e à mitigação das mesmas</b> .....	<b>16</b>
Visão geral	16
Impacto das mudanças climáticas e da maior frequência dos eventos meteorológicos extremos nos setores de bens e serviços comercializáveis	17
O impacto da agenda de descarbonização sobre os recursos não renováveis da América Latina	20
<b>Panorama da energia renovável</b> .....	<b>26</b>
Visão geral	26
Implementación de recursos renovables y acceso energético	27
Investimento	30
Comercialização de eletricidade	33
Empregos	34
Indústria de transformação cadeias de suprimentos renováveis	38
Inovação e P&D	41
Adição de valor a jusante: a movimentação em direção ao hidrogênio verde	45
Adição de valor a jusante: oportunidades para fornecimento de serviços de baixo carbono	49
<b>Biodiversidade no contexto do comércio</b> .....	<b>51</b>
O papel central da biodiversidade na América Latina	51
Mercados de carbono e compensação por serviços ecossistêmicos	52
Dependência do ecoturismo: benefícios e limitações	55
Inovação a partir da biodiversidade	59
<b>Próximos passos: Recomendações de políticas públicas</b> .....	<b>61</b>
Construção de capacidade em nível nacional	61
Políticas industriais verdes	61
Desenvolvimento de competências verdes e políticas para o mercado de trabalho	64
Financiamento, capital de risco e apoio a startups	66
Economia circular	68
Capacitação em nível regional	70
Estabelecer um roteiro para cadeias de suprimentos regionais e proteção da biodiversidade além das fronteiras	70
Compartilhamento de informações regionais para juntar oferta e demanda	72
Construção de capacidade regional e coordenação para competências verdes e P&D de baixo carbono	73
Rumo a um Pacto Verde Latino-Americano?	74
Justificativa	74
O que é um acordo verde?	75
Diferentes componentes de um Pacto Verde na América Latina	75
Desafios adiante	77
<b>Observações finais</b> .....	<b>80</b>
<b>Outras publicações do autor</b> .....	<b>82</b>

## Lista de figuras

- Figura 1. *Perda percentual do PIB per capita até 2100 na ausência de políticas para mudanças climáticas*
- Figura 2. *Mapeamento de economias dependentes de commodities (2013–2017)*
- Figura 3. *Uso de minerais nas principais tecnologias de baixo carbono*
- Figura 4. *Evolução esperada da demanda por minerais críticos*
- Figura 5. *Participação da América Latina nas reservas de minerais críticos*
- Figura 6. *Capacidade de energia renovável em kWh per capita, por região (2000–2019)*
- Figura 7. *Mapa da capacidade de energia renovável per capita (2019)*
- Figura 8. *Consumo de eletricidade per capita por fonte, 2020*
- Figura 9. *Investimento em energia renovável (2010–2021)*
- Figura 10. *Investimento em energia renovável na América Latina e Caribe, por país*
- Figura 11. *Investimento em energia renovável na América Latina e Caribe, por tecnologia*
- Figura 12. *Principais indicadores de energia renovável no Paraguai*
- Figura 13. *Empregos em setores de energia renovável por país da América Latina em 2020*
- Figura 14. *Empregos em energia renovável na América Latina, por fonte de energia*
- Figura 15. *Principais indicadores de energia renovável no Paraguai*
- Figura 13. *Empregos em setores de energia renovável por país da América Latina em 2020*
- Figura 14. *Empregos em energia renovável na América Latina, por fonte de energia*
- Figura 15. *Participação por empresa no mercado de turbinas eólicas da América Latina*
- Figura 16. *Evolução das patentes em energias renováveis na América Latina, 2009–2020 (acumulado)*
- Figura 17. *Gastos (públicos e privados) planejados em P&D em energia eólica no mundo, 2019–2028*
- Figura 18. *Gastos com pesquisa e desenvolvimento por região mundial (% PIB)*
- Figura 19. *Países com produtos de ecoturismo oferecidos por operadoras sediadas nos EUA*
- Figura 20. *Consequências da dependência excessiva do turismo em Galápagos*
- Figura 21. *Diagrama com os objetivos de um Green New Deal*
- Figura 22. *Exemplos do impacto multissetorial de um Pacto Verde na América Latina*
- Figura 23. *Coordenação abrangente de políticas públicas é necessária para um Pacto Verde na América Latina*

## Lista de tablas

- Tabela 1. *Políticas industriais verdes de curto e longo prazo para uma transformação sustentável*

## Lista de quadros

- Quadro 1. *Empregos em energia renovável no Brasil*
- Quadro 2. *P&D em biocombustíveis no Brasil*
- Quadro 3. *Estratégia de hidrogênio verde do Chile*
- Quadro 4. *Estratégia de Bioeconomia da Costa Rica*
- Quadro 5. *Estratégia de Crescimento Verde da Colômbia*
- Quadro 6. *Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde e Programa de Competências Verdes da Argentina*
- Quadro 7. *Start-up Chile*
- Quadro 8. *Exemplos de medidas que podem ser adotadas como parte de um Pacto Verde na América Latina*

## Prefácio

Agradecemos seu interesse por este segundo relatório do Fórum de Pesquisa Canning House na LSE. O Fórum é uma colaboração entre a Canning House e o Centro para América Latina e Caribe (LACC) da LSE, estabelecido como um programa plurianual de pesquisa e engajamento em políticas públicas em torno do tema “O futuro do comércio na América Latina e no Caribe”. Funcionando dentro do LACC, o programa consiste em projetos de pesquisa individuais com foco em políticas públicas, que visam avançar o conhecimento acadêmico e gerar informações e orientações práticas para a elaboração de políticas econômicas, sociais e empresariais.

Em 2021, o Fórum produziu seu primeiro relatório, “*Desigualdade e diversificação comercial: Como reduzir a desigualdade de renda na América Latina sem depender da valorização das commodities?*”, escrito por Amir Lebdioui, PhD, o primeiro pesquisador bolsista da Canning House. O relatório foi lançado em 19 de janeiro em um painel online com a participação de Profa. Vanessa Rubio Márquez (LSE), Marcela Meléndez, PhD (economista-chefe do PNUD para América Latina e Caribe) e Antonio Celia (LSE). Cópias do relatório em inglês, português e espanhol e a gravação do evento em inglês, com interpretação em português e espanhol, estão disponíveis em [www.lse.ac.uk/lacc/events/inequality-and-trade-diversification](http://www.lse.ac.uk/lacc/events/inequality-and-trade-diversification).

Este segundo relatório aborda o tema crucial do comércio na era das mudanças climáticas. Os governos da América Latina e do Caribe enfrentam enormes desafios com a ameaça das mudanças climáticas e os esforços para atenuar seus impactos. Em uma contribuição original para a compreensão das mudanças climáticas, o relatório considera os possíveis efeitos sobre o comércio regional e internacional. O relatório discute como a atual especialização comercial dos países da região afeta sua resiliência aos efeitos das mudanças climáticas. O estudo contempla as oportunidades comerciais decorrentes da agenda global de descarbonização e os fatores que podem permitir que os países da região aproveitem essas oportunidades. Os ganhos previstos com a expansão do mercado de minerais necessários para produzir tecnologias de baixo carbono compensarão a perda de receitas e empregos devido à menor demanda por combustíveis fósseis no longo prazo? A biodiversidade única da região pode ser alavancada como ferramenta comercial? De que maneira? Que tipo de apoio governos, setor privado e organizações internacionais de desenvolvimento precisam fornecer para transformar a estrutura comercial da região na direção de indústrias e serviços de baixo carbono?

O relatório está alinhado à missão da Canning House e do LACC de desenvolver pesquisas relevantes para a elaboração de políticas públicas e para aplicação prática, além de promover discussões e entendimento sobre a América Latina para beneficiar governos, empresas e sociedade civil. Esperamos que as conclusões apresentadas neste relatório tenham grande valor para pastas ministeriais, parlamentares, formuladores de políticas públicas, autoridades reguladoras, formadores de opinião, outras instituições de pesquisa e grupos de estudo — no Reino Unido ou onde quer que haja interesse ou potencial interesse na região e, claro, dentro da América Latina e do Caribe.

**Cristina Cortes**  
CEO  
Canning House

**Professor Gareth A. Jones**  
Director  
LSE LACC

Para mais informações sobre o trabalho da Canning House e do Centro para América Latina e Caribe da LSE, acesse [www.canninghouse.org/](http://www.canninghouse.org/) e [www.lse.ac.uk/lacc/about-us](http://www.lse.ac.uk/lacc/about-us).

## Sobre o autor

Amir Lebdioui lidera o *Fórum de Pesquisa Canning House*, programa plurianual contínuo de pesquisa e engajamento em políticas públicas que consiste em projetos e eventos sobre o futuro do comércio exterior na América Latina e no Caribe, dentro do Centro para América Latina e Caribe da LSE.

Sua pesquisa foca na economia política do desenvolvimento baseado em recursos, em estratégias de diversificação de exportações e em políticas industriais no contexto das mudanças climáticas. Amir fornece regularmente análises e consultoria para governos, organizações multilaterais de desenvolvimento e institutos de pesquisa.

Recentemente começou a lecionar economia política do desenvolvimento na Faculdade de Estudos Orientais e Africanos (SOAS) da Universidade de Londres. Já foi membro da LSE e professor afiliado da Universidade de Cambridge. Amir é PhD em Estudos do Desenvolvimento pela Universidade de Cambridge.

Twitter: [@amirlbd](https://twitter.com/amirlbd)

Contato: [a.a.lebdioui@lse.ac.uk](mailto:a.a.lebdioui@lse.ac.uk) ou [al61@soas.ac.uk](mailto:al61@soas.ac.uk).



## Agradecimentos

O autor agradece aos integrantes do Comitê Diretivo do Fórum de Pesquisa Canning House (Gareth Jones, Cristina Cortés, Juanita Gonzalez-Uribe, Irene Mia e Ian Perrin) e à equipe do Centro para América Latina e Caribe da LSE (Mariann Sarquis-Sepúlveda, Denise Bandeira de Castro, Maria Clara Montoya e Juan Pedro Ocampo) pelo apoio e excelente orientação nesse projeto.

Este relatório também se beneficiou de feedback e discussões valiosas com Tony Addison, Manuel Albaladejo, Baptise Albertone, Max Correa, David Delgado, Daniel Goya, Rasmus Lema, Paula Mirazo e Daniel Perdomo Rodriguez.

O autor agradece a Andrea Costa e Pavel Bilek pelo auxílio nas pesquisas, a Freddy Nevison-Andrews pela formatação deste relatório, e a Andrea Riffo e Camila Fontana pela tradução para espanhol e português.

**Citar como:** Lebdioui, Amir (2022) *Latin American Trade in the Age of Climate Change: Impact, Opportunities, and policy options*. Londres: Canning House e LSE.

## Sumário executivo

O futuro econômico da América Latina e do Caribe está intrinsecamente ligado às mudanças climáticas. Considerando que o século 21 será marcado pelas mudanças climáticas e pela luta global contra essas mudanças, o status quo dificilmente ajudará as economias latino-americanas a dar um salto para a fronteira do desenvolvimento. A situação exige repensar amplamente as estratégias de comércio e investimento na região. Um *green deal* latino-americano – fundamentado na coordenação regional para explorar sinergias e economias de escala – pode ser o caminho para o progresso.

Em toda a região, os padrões das chuvas estão mudando, as temperaturas estão subindo e algumas áreas enfrentam aumento da frequência e gravidade de eventos climáticos extremos, como inundações e secas. Até 2050, estima-se que os danos causados pelas mudanças climáticas possam custar US\$ 100 bilhões anualmente à região. O impacto da mudança climática, que será mais devastador na América Latina do que na maior parte do mundo, também influencia a capacidade de comércio da região e suas perspectivas de exportação de longo prazo. A crescente frequência de eventos meteorológicos extremos já provoca efeitos devastadores na produção, no turismo e na infraestrutura comercial, enquanto as flutuações esperadas nas precipitações e na temperatura ameaçam a produtividade de longo prazo de culturas agrícolas das quais muitos países dependem como fonte de exportação.

Paralelamente, o impulso global para descarbonização e mitigação das mudanças climáticas tem implicações importantes em termos das perspectivas comerciais da região e traz desafios e oportunidades para o comércio e o investimento na América Latina. Vários produtores de petróleo da América Latina estão enfrentando os ventos contrários decorrentes da transição energética global porque a demanda por combustíveis fósseis deve cair no médio a longo prazo. Por outro lado, vários países latino-americanos estão prestes a se beneficiar da implementação global de tecnologias de baixo carbono porque têm grandes reservas de minerais críticos que são insumos essenciais nessas tecnologias. Em vista da crescente popularidade das propostas do Green New Deal nos Estados Unidos e União Europeia e a evolução das regulamentações ambientais, normas comerciais e preferências dos consumidores nos principais mercados em direção a produtos mais sustentáveis, as empresas latino-americanas enfrentam pressão cada vez maior para adotar métodos de produção mais sustentáveis. Para se antecipar a regulamentações comerciais “verdes” e padrões de sustentabilidade, os países latino-americanos precisarão alterar suas capacidades produtivas para exportar bens e serviços verdes que terão acesso de longo prazo aos maiores mercados consumidores. Diante das implicações contundentes, complexas e multifacetadas das mudanças climáticas para o comércio latino-americano, este relatório investiga como a região pode lidar com os efeitos de longo prazo das mudanças climáticas e explorar potenciais oportunidades comerciais geradas pela agenda global de descarbonização.

Compensar a perda de empregos esperada para o setor de combustíveis fósseis e a vulnerabilidade do setor agrícola exige fazer mais para capturar as consideráveis oportunidades de emprego e comércio associadas à transição para atividades de baixo carbono. Tal objetivo é atingível e até necessário, mas requer mudança significativa em termos de políticas públicas, investimento e visão. Felizmente, vários países da região vêm mostrando crescentes ambições climáticas e iniciativas pioneiras de desenvolvimento a partir da biodiversidade, lançando planos de economia verde e assinando recentemente um acordo regional que terá implicações críticas para o comércio sustentável.

Este relatório apresenta cinco principais conclusões e recomendações para apoiar a transição para economias sustentáveis e inclusivas na América Latina e no Caribe:

- 1. A implementação de energia renovável tem sido um grande sucesso na América Latina, que tem um dos mercados de energia renovável mais dinâmicos do mundo (fontes renováveis já apresentam o menor custo de geração de energia nova e a capacidade de energia renovável per capita é o dobro da média mundial). No entanto, há muito por fazer para atrelar a expansão da energia renovável ao comércio e ao desenvolvimento industrial na região.** Primeiramente, o comércio irrestrito de eletricidade entre países da América Latina traria benefícios consideráveis (como substancial economia de custos), mas essas operações comerciais permanecem limitadas. Em segundo lugar, os países latino-americanos — com algumas exceções notáveis, como os setores de biocombustíveis e energia eólica no Brasil — estão inseridos principalmente nos segmentos de baixo valor agregado das cadeias de valor de energia renovável, como matérias-primas, fornecimento, instalação e atividades de manutenção. Em terceiro lugar, os países latino-americanos podem aproveitar fontes limpas e baratas para descarbonizar a geração de eletricidade, mas também como matéria-prima para desenvolver serviços competitivos de baixo carbono e atividades industriais de alto valor agregado, como a produção de hidrogênio verde, data centers, serviços em nuvem e mineração de baixo carbono.
- 2. A vasta biodiversidade endêmica e os ecossistemas naturais únicos da América Latina são ativos que podem atuar como força transformadora no desenvolvimento sustentável da região por meio de inovação e comércio fundamentados em biodiversidade.** A interação entre biodiversidade e atividade econômica ocupa lugar de destaque na agenda de políticas públicas em muitos países da região. No entanto, as abordagens tradicionais de conservação ambiental muitas vezes perdem oportunidades de fornecer benefícios na forma de serviços ecossistêmicos para a população. Os esforços governamentais precisam de maior coordenação para alavancar o valor comercial da biodiversidade. Por exemplo, além das metas nacionais de descarbonização, os sistemas de negociação de carbono precisam cruzar fronteiras nacionais e

continentais para que os mercados de carbono sejam aproveitados como instrumentos comerciais. E embora o ecoturismo tenha se tornado uma estratégia popular para alinhar a conservação ambiental ao crescimento de serviços comercializáveis, a dependência excessiva dessa atividade traz riscos significativos, especialmente devido à vulnerabilidade do turismo de natureza às mudanças climáticas. A bioinovação é outro caminho promissor para capitalizar o valor comercial da biodiversidade. A biodiversidade da América Latina inspirou várias invenções interessantes e é grande promessa para inovações futuras. Embora o desenvolvimento do setor de inovação a partir da biodiversidade esteja em estágios iniciais em toda a região, alguns países (como a Costa Rica) já apresentaram iniciativas importantes em prol da bioinovação (principalmente por meio da bioprospecção), que constitui uma área emergente muito promissora para investimentos futuros, startups e capital de risco.

- 3. *É preciso haver grande variedade de instrumentos coordenados de políticas públicas em nível nacional para promover o desenvolvimento de capacidades necessárias para transformações de baixo carbono em toda a região.*** Isso inclui políticas industriais verdes com visão de longo prazo, como incentivos apropriados de conteúdo local, incubação de empresas, programas de desenvolvimento de fornecedores, apoio a P&D e promoção de polos industriais de baixo carbono; programas de desenvolvimento de competências para treinar a força de trabalho necessária para setores descarbonizados e para requalificar trabalhadores do setor de energia; políticas públicas para lidar com potenciais desalinhamentos no mercado de trabalho, especialmente se a eliminação de empregos for maior do que a geração inicial de vagas ou se as novas vagas forem abertas em regiões diferentes daquelas que perderam empregos; políticas de financiamento para atrair investimentos privados e capital de risco para nutrir ecossistemas de startups em torno de serviços de baixo carbono; políticas de economia circular para ajudar países e comunidades a administrar recursos escassos e comercializar resíduos para encurtar o ciclo de vida das emissões em vários setores.



## Instrumentos coordenados de políticas públicas para uma transformação econômica verde eficaz



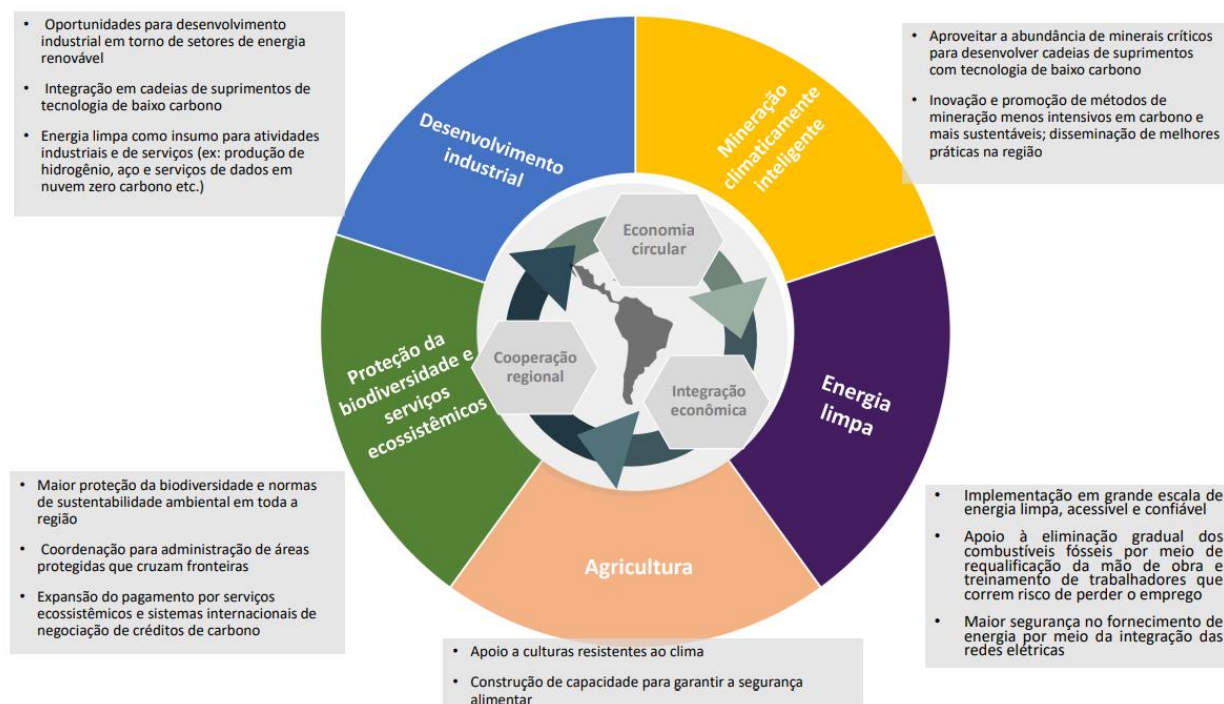
Fonte: Autor

4. **No futuro, a melhora das perspectivas de longo prazo e o tamanho dos benefícios da agenda global de descarbonização na América Latina também dependerão de coordenação regional adequada e regionalização das cadeias de suprimentos.** A cooperação para promover cadeias de suprimentos regionais em torno de tecnologias de baixo carbono – desde a extração de minerais críticos até a produção e utilização de energias renováveis e serviços de baixo carbono – proporcionaria ganhos de produtividade consideráveis por meio de economias de escala para fornecedores locais e atividades de processamento e distribuição, além de oferecer oportunidades para diversificação, criação de empregos e desenvolvimento industrial. No entanto, desenvolver e fortalecer cadeias de suprimentos regionais exigirá instrumentos apropriados de políticas públicas e mecanismos de cooperação regional. Por exemplo, o compartilhamento de informações sobre compras de insumos – desde a mineração até a implementação de tecnologias de energia limpa – será fundamental para lidar com falhas de coordenação ao juntar fornecedores em toda a cadeia de suprimentos. Tendo em vista os índices muito baixos de P&D em toda América Latina, a cooperação regional também oferece oportunidades para reunir

recursos de P&D para elaborar soluções projetadas para ambientes compartilhados (como mineração em grande altitude). Esquemas de certificação reconhecidos regional e internacionalmente também serão de vital importância para garantir que bens de baixo carbono (hidrogênio) sejam comercializados no exterior.

- 5. Rumo a um Pacto Verde na América Latina? A natureza multifacetada das políticas públicas necessárias para promover modelos de desenvolvimento resilientes ao clima na América Latina, bem como a necessidade de coordenação regional para explorar sinergias e economias de escala existentes, tornam a ideia de um Green Deal particularmente relevante no contexto latino-americano.** Um acordo verde cuidadosamente elaborado na região tem potencial para gerar impactos positivos consideráveis em uma ampla variedade de setores da economia: no de energia, com a implementação regional em grande escala de fontes de energia limpas, acessíveis e confiáveis; na agricultura, com resiliência climática; desenvolvimento de atividades industriais intensivas em energia descarbonizadas e serviços de tecnologia; comércio inter-regional e intrarregional de eletricidade e sistemas de negociação de créditos de carbono; na mineração por meio de apoio à extração ecologicamente correta e agregação de valor a minerais críticos; na bioeconomia por meio do apoio à conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos (ver Figura abaixo). A coordenação regional é necessária para promover sinergias entre vários países e sub-regiões, expandir economias de escala e promover o desenvolvimento de cadeias de suprimentos regionais resilientes em torno de tecnologias de baixo carbono. Cada país da região tem aspectos fortes complementares – incluindo uma variedade de minerais críticos (complementares) espalhados pela região (como Chile, Cuba, Peru e Suriname), capacidade fabril (Brasil, Costa Rica), potencial de energia renovável (México, Paraguai) e proximidade de importantes rotas comerciais (Panamá) – que podem ser fomentados para o desenvolvimento de um ecossistema industrial regional eficiente em torno de tecnologias de baixo carbono se houver uso coordenado e apropriado de recursos e instrumentos de políticas públicas. Mas apesar dos potenciais benefícios, existem diversos obstáculos à coordenação política necessária em nível regional para que tal programa se concretize.

## Transições multissetoriais para a transformação verde da produção e para um Green Deal na América Latina



Fonte: Autor

Considerando as oportunidades e os desafios que surgem na era das mudanças climáticas e o enorme potencial da região, fica claro que os governos latino-americanos, em conjunto com seus parceiros internacionais de comércio e investimento, precisam tomar medidas ousadas, drásticas e necessárias em direção a modelos econômicos mais sustentáveis fundamentados no desenvolvimento de setores de baixo carbono.

## Siglas

<b>AIE</b>	Agência Internacional de Energia
<b>AMDEE</b>	Associação Mexicana de Energia Eólica
<b>ASGMI</b>	Associação de Serviços de Geologia e Mineração Ibero-Americanos
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desenvolvimento
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>CAMMA</b>	Conferência Anual de Ministérios de Mineração das Américas
<b>CEPAL</b>	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
<b>CINDE</b>	Agência de Promoção de Investimentos da Costa Rica
<b>CORFO</b>	Corporação de Fomento à Produção do Chile
<b>ESG</b>	Ambiental, Social e Governança
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
<b>IED</b>	Investimento Estrangeiro Direto
<b>INBIO</b>	Instituto Nacional de Biodiversidade
<b>IRENA</b>	Agência Internacional de Energias Renováveis
<b>kWh</b>	Quilowatt-hora
<b>NDB</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PES</b>	Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>RCP</b>	Via de Concentração Representativa
<b>US\$</b>	Dólar dos Estados Unidos

## Glossário

<b>Bioeconomia</b>	Produção, utilização e conservação de recursos biológicos e conhecimentos relacionados para fornecer informações e serviços que sustentem os meios de subsistência humanos com garantia de sustentabilidade ecológica.
<b>Biomimética</b>	Método de inovação que se baseia em inspiração, aprendizado e imitação de estratégias encontradas na natureza para resolver desafios de design.
<b>Negociação de créditos de carbono</b>	Instrumentos de mercado nos quais o governo estabelece um limite de emissões em um ou mais setores e as entidades cobertas podem negociar licenças de emissão, o que cria incentivos para reduzir as emissões onde há eficiência de custos.
<b>Hidrogênio cinza, azul ou verde</b>	<p>O hidrogênio cinza é a forma mais comum, gerado a partir do gás natural ou metano, por meio de reforma a vapor.</p> <p>O hidrogênio azul também é produzido a partir de gás natural, mas o carbono gerado pela reforma a vapor é capturado e armazenado no subsolo por meio da captura e do armazenamento industrial de carbono, tornando esse hidrogênio neutro em carbono.</p> <p>O hidrogênio verde – também conhecido como hidrogênio zero carbono – é produzido com energia limpa para dividir a água em átomos de hidrogênio e oxigênio por meio de eletrólise.</p>
<b>Custo nivelado de energia</b>	Medida do custo médio líquido da geração de eletricidade por uma usina ao longo de sua existência, a fim de orientar decisões de investimento.
<b>Minerais críticos</b>	Minerais considerados essenciais para a economia nacional e global, mas sem substitutos viáveis e com risco de interrupção no abastecimento (devido a escassez geológica, questões geopolíticas ou outros fatores).
<b>Programa de pagamentos por serviços ambientais</b>	Mecanismo financeiro pelo qual proprietários de terras recebem pagamentos diretos pelos serviços ecológicos que suas terras produzem quando adotam técnicas de manejo florestal e utilizam a terra de forma ambientalmente favorável.

## Introdução

A sustentabilidade ambiental e as mudanças climáticas estão ocupando lugar cada vez mais relevante na agenda do comércio global. Com a consolidação dos compromissos de descarbonização e o surgimento de propostas de acordos verdes em todo o mundo, uma preocupação importante da sociedade nas regiões em desenvolvimento é como construir resiliência às mudanças climáticas, mas também lidar com dinâmicas de consumo, produção e inovação que evoluem rapidamente. As implicações das mudanças climáticas e da agenda de descarbonização são consideráveis para as economias da América Latina, que estão profundamente inseridas nos ecossistemas naturais. A América Latina já começou a sofrer os efeitos devastadores das mudanças climáticas. A maior frequência dos eventos meteorológicos extremos já trouxe efeitos dramáticos para a agricultura, o turismo e a infraestrutura. O BID prevê que, até 2050, os danos causados pelas mudanças climáticas podem custar US\$ 100 bilhões anuais à região.

Esse cenário impõe muitas perguntas. Como a atual especialização comercial dos países da região afeta sua resiliência aos efeitos das mudanças climáticas? Que oportunidades comerciais para as economias da região podem surgir a partir da agenda global de descarbonização e quais fatores podem permitir que essas oportunidades sejam aproveitadas? Os ganhos previstos com a expansão do mercado de minerais necessários para produzir tecnologias de baixo carbono compensarão a perda de receitas e empregos decorrentes da menor demanda por combustíveis fósseis no longo prazo? Quem está preparado para se beneficiar e quem vai perder? A biodiversidade única da região pode ser aproveitada como ferramenta comercial e de que forma? As forças do mercado bastam para estimular a transformação da estrutura comercial da região na direção de indústrias e serviços de baixo carbono?

Estas perguntas não têm resposta fácil, considerando a complexidade das implicações das mudanças climáticas no comércio latino-americano. Mas são perguntas de grande relevância no contexto da América Latina do século 21. Este relatório pretende rever como a região pode lidar com os efeitos de longo prazo das mudanças climáticas, bem como explorar potenciais oportunidades comerciais que surgem a partir da agenda global de descarbonização.

A especialização comercial da América Latina torna a região particularmente vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas — e da descarbonização — no médio e longo prazo. As oscilações esperadas nas chuvas e temperaturas ameaçam a produtividade de longo prazo das atividades agropecuárias que são fonte de receita para os países da região. Com a agenda de descarbonização, vários países latino-americanos dependem de combustíveis fósseis que correm o risco de se tornar ativos ociosos porque a demanda por combustíveis fósseis tende a diminuir. Além da vulnerabilidade direta da produção latino-americana às mudanças climáticas, as

empresas precisarão se adaptar à medida que os consumidores nos principais mercados passam a demandar produtos mais sustentáveis. A crescente popularidade das propostas do Green New Deal nos Estados Unidos e na União Europeia inevitavelmente trará mudanças regulatórias que vão redefinir padrões de consumo. A maior importância das regulamentações ambientais no comércio e suas implicações nas economias latino-americanas são evidenciadas pela pressão exercida para que os governos da região adotem determinadas regulamentações ambientais e ratifiquem convenções internacionais como o Acordo de Paris antes do acordo de livre comércio UE-Mercosul.<sup>1</sup>

Ao mesmo tempo, há também “janelas verdes de oportunidades” para a América Latina se beneficiar da agenda global de descarbonização.<sup>2</sup> Para se antecipar a regulamentações comerciais e padrões de sustentabilidade, os países latino-americanos precisarão alterar suas capacidades produtivas para exportar bens e serviços verdes que terão acesso aos maiores mercados consumidores no longo prazo. Vários países latino-americanos têm reservas abundantes dos chamados minerais do futuro — insumos essenciais à produção de tecnologias de baixo carbono — e devem se beneficiar da transição energética global. Mas para evitar a repetição de situações passadas de dependência das commodities e aproveitar as oportunidades mais valiosas que surgem nessas transições, serão necessárias reformas em nível nacional e regional.

Em toda a região, os governos vêm mostrando ambições climáticas cada vez maiores, adotando iniciativas pioneiras de desenvolvimento com base na biodiversidade e assinando pactos regionais, como o acordo de Escazú, que terão implicações importantes para o comércio sustentável. No entanto, existem disparidades em termos de pontos de partida e objetivos nacionais de comércio sustentável em toda a região. Embora países como Costa Rica e Chile tenham demonstrado grandes ambições em relação ao desenvolvimento de economias verdes globalmente competitivas, muitos governos da região e reformas feitas nos últimos anos e em resposta à crise da Covid aparentemente ignoraram isso, optando por setores intensivos em carbono e piora da degradação ambiental.

Com instrumentos adequados de políticas públicas, a América Latina tem oportunidades consideráveis de diversificação em direção a serviços e indústrias de baixo carbono e para garantir a resiliência das economias nacionais aos efeitos das mudanças climáticas e à mitigação das mesmas. Tais oportunidades que podem viabilizar a compensação das perdas de empregos e receitas esperadas em setores intensivos em carbono.

---

<sup>1</sup> Bronckers, M., & Gruni, G. (2021). Retooling the Sustainability Standards in EU Free Trade Agreements. *Journal of International Economic Law*, 24(1), 25-51.

<sup>2</sup> Lema, R., Fu, X., & Rabelotti, R. (2020). Green windows of opportunity: Latecomer development in the age of transformation toward sustainability. *Industrial and Corporate Change*, 29(5), 1193-1209.

Este relatório é dividido em cinco seções principais. A segunda seção analisa o impacto das mudanças climáticas e mitigação das mesmas sobre o comércio exterior na América Latina a curto, médio e longo prazo e em vários setores de bens comercializáveis, como agricultura, turismo, combustíveis fósseis e mineração. A terceira seção traz um panorama para as energias renováveis na região incluindo implementação, investimentos, empregos, comércio, inserção em cadeias de valor e perspectivas de agregação de valor. A implementação de energia renovável tem grande sucesso na América Latina, já sendo a fonte de menor custo de geração de energia nova. No entanto, as oportunidades para aproveitar a expansão das energias renováveis no desenvolvimento comercial e industrial na região não foram totalmente exploradas. Apesar dos benefícios consideráveis oriundos do comércio irrestrito de eletricidade entre países da América Latina, essas operações comerciais permanecem limitadas e a região continua sendo importadora líquida de eletricidade. Apesar de algumas exceções notáveis, os países da América Latina se inserem sobretudo em segmentos de baixo valor agregado das cadeias de valor de energia renovável. Assim, a seção também discute oportunidades e obstáculos para os países latino-americanos usarem fontes de eletricidade baratas e limpas como matéria-prima para desenvolver atividades industriais e serviços competitivos de baixo carbono e alto valor agregado.

A quarta seção trata das oportunidades comerciais que surgem a partir da proteção de alguns dos ativos mais valiosos da América Latina: seus ecossistemas naturais e rica biodiversidade. A interação entre biodiversidade e atividade econômica determinará o futuro do desenvolvimento sustentável na América Latina. O foco global cada vez maior em sustentabilidade exige uma discussão sobre a contínua dependência do extrativismo convencional e o desejo de preservar a riqueza natural única da região. Vale a pena explorar o papel dos serviços com base em biodiversidade como alternativa econômica sustentável ao desmatamento e a atividades extrativistas prejudiciais ao meio ambiente.

A quinta seção trata das implicações para políticas públicas. Diversos instrumentos coordenados de políticas públicas são necessários em nível nacional e regional para promover o desenvolvimento de serviços competitivos de baixo carbono, serviços ecossistêmicos de alto valor agregado e atividades baseadas na biodiversidade. Isso inclui programas de desenvolvimento de competências, políticas para o mercado de trabalho, políticas industriais verdes, financiamento e políticas de economia circular. Cooperação e medidas regionais também serão fundamentais para promover sinergias entre vários países, expandir as economias de escala e fomentar cadeias de suprimentos regionais resilientes em torno de tecnologias de baixo carbono. A seção termina avaliando se um Green Deal na América Latina seria uma plataforma para avançar a tão necessária coordenação regional dos movimentos de transição para baixo carbono na América Latina e no Caribe.



# A vulnerabilidade comercial da América Latina às mudanças climáticas e à mitigação das mesmas

## Visão geral

O clima da América Latina está mudando, com efeitos devastadores nos meios de subsistência da população, na infraestrutura, nos ecossistemas naturais e no comércio. A América Latina é de fato uma das regiões mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Estima-se que, até 2050, os danos causados pelas mudanças climáticas custarão anualmente US\$ 100 bilhões à região.<sup>3</sup> A maior frequência de eventos meteorológicos extremos já tem efeitos dramáticos na produção, no turismo e na infraestrutura, enquanto as flutuações de longo prazo nas precipitações e temperaturas também ameaçam a produtividade de longo prazo de várias culturas agrícolas que são fonte de receita para os países da região.

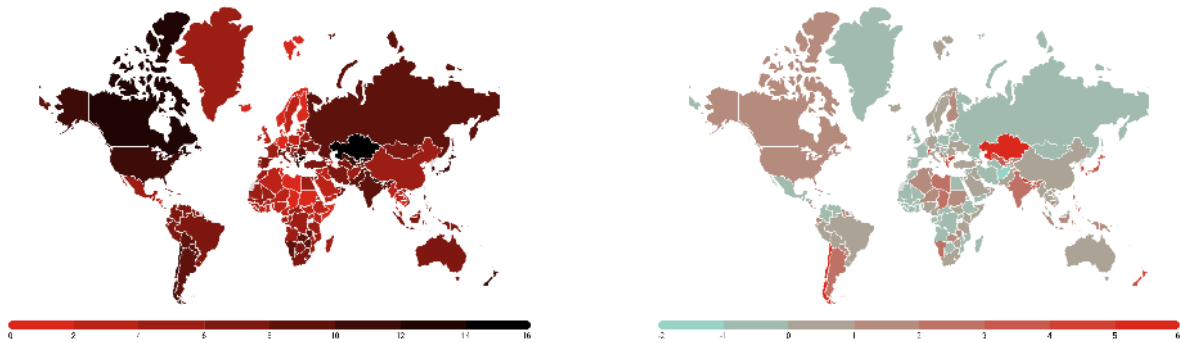
**Mesmo se o Acordo de Paris for cumprido, os países latino-americanos ainda devem enfrentar perda de PIB, o que exige uma transformação mais profunda das estruturas produtivas regionais** (ver Figuras 1a e 1b). O comércio latino-americano é afetado não apenas pelas condições climáticas, mas também pelas alterações esperadas na demanda de commodities devido à agenda global de descarbonização. Vários países latino-americanos dependem de combustíveis fósseis que correm risco de se tornarem ativos ociosos, uma vez que a demanda por combustíveis fósseis tende a diminuir (ver Figura 2). No entanto, alguns países latino-americanos com reservas abundantes dos chamados minerais do futuro (lítio, cobre, níquel, bauxita) — insumos essenciais à produção de tecnologias de baixo carbono — estão posicionados para se beneficiar da transição energética global. Portanto, a especialização comercial da América Latina está intrinsecamente ligada às mudanças climáticas.

---

<sup>3</sup> Vergara, W., Rios, A. R., Paliza, L. M. G., Gutman, P., Isbell, P., Suding, P. H., & Samaniego, J. (2013). *The climate and development challenge for Latin America and the Caribbean: options for climate-resilient, low-carbon development*. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Figura 1a: Perda percentual do PIB per capita até 2100 na ausência de políticas para as mudanças climáticas (Cenário RCP 8.5)

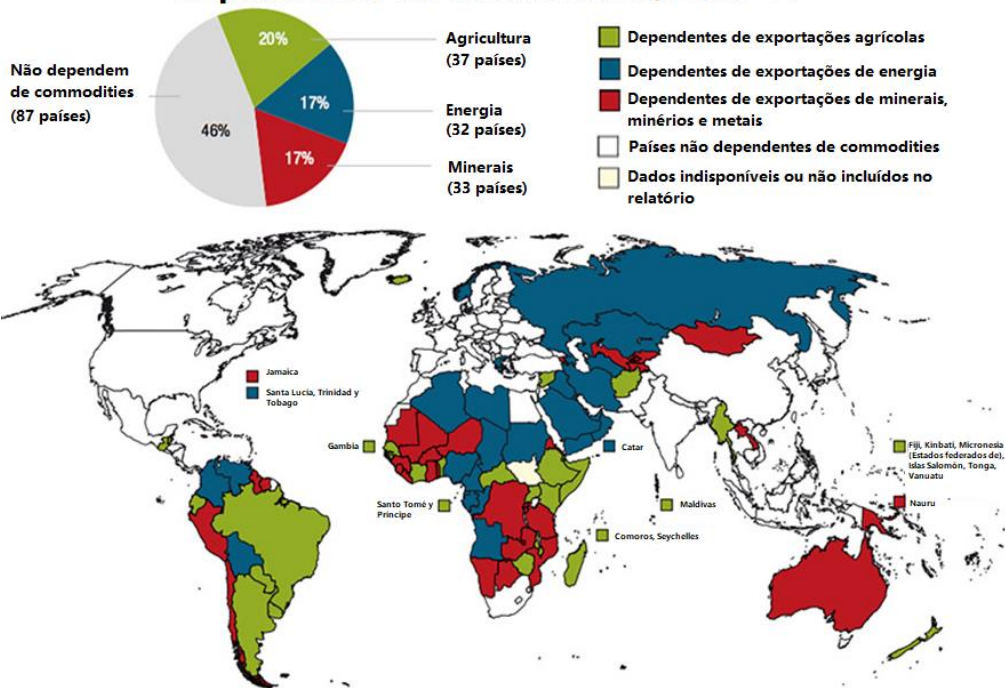
Figura 1b: Perda percentual do PIB per capita até 2100 com cumprimento do Acordo de Paris (Cenário RCP 2.6)



Fonte: Kahn et al. 2019

Figura 2. Mapeamento de economias dependentes de commodities

**Distribuição de países dependentes e não dependentes de commodities, 2013-17**



Fonte: UNCTAD

**Impacto das mudanças climáticas e da maior frequência dos eventos meteorológicos extremos nos setores de bens e serviços comercializáveis**

Na América Latina e no Caribe, os padrões de precipitação estão mudando, as temperaturas estão subindo e algumas áreas enfrentam alterações na frequência e gravidade de eventos climáticos extremos, como inundações e secas. 2020 foi um dos

anos mais quentes em registro na América Latina e no Caribe.<sup>4</sup> Os volumes totais de precipitação em 2020 também ficaram abaixo da média de longo prazo em muitas partes da América Latina. As geleiras da região – importantes fontes de água doce para consumo, geração de energia, agricultura e conservação de ecossistemas – vêm perdendo massa.<sup>5</sup> O nível do mar no Caribe subiu a um ritmo ligeiramente superior (3,6 mm/ano) à média global de 3,3 mm/ano entre 1993 e 2020.<sup>6</sup> Por conta dessas mudanças, a região se tornou uma das mais afetadas por eventos meteorológicos extremos, como visto em 2020 com a devastação causada pelos furacões Eta e Iota na América Central, a seca e os incêndios florestais incomuns na região pantaneira do Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina.<sup>7</sup>

**Além de causar trágica perda de vidas humanas, esses eventos também impactam os setores de bens e serviços comercializáveis da América Latina, especialmente a agricultura e o turismo.** As atividades de turismo voltado para a natureza – importante fonte de receita e empregos na América Latina, representando até 40% das receitas de exportação em países como a República Dominicana<sup>8</sup> – provavelmente serão as mais afetadas pelas mudanças climáticas. Por exemplo, a temporada de furacões de 2017 fez com que mais de 800.000 turistas deixassem de visitar o Caribe, o que teria gerado US\$ 740 milhões para a região e garantido cerca de 11.000 empregos.<sup>9</sup>

---

<sup>4</sup>Organização Meteorológica Mundial (2021). *State of the Climate in Latin America and the Caribbean 2020*. OMM: Genebra.

<sup>5</sup>Ibid.

<sup>6</sup>Ibid.

<sup>7</sup>Organização Meteorológica Mundial, op. cit.

<sup>8</sup> Gouvea, R. (2004). Managing the Ecotourism Industry in Latin America: Challenges and Opportunities. *Problems and Perspectives in Management*, 2(2)

<sup>9</sup> Saget, Catherine, Vogt-Schilb, Adrien & Luu, Trang (2020). Jobs in a Net-Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean. Banco Interamericano de Desenvolvimento e Organização Internacional do Trabalho, Washington e Genebra.



Bananal destruído pela enchente em Eldorado, Vale do Ribeira, sul do Estado de São Paulo (Brasil). / Nelson Antoine (Shutterstock)

Na agricultura, a seca ao longo de 2020 impactou significativamente a produtividade das lavouras em toda a região: quase 80% do milho cultivado nas montanhas da Guatemala foi perdido, enquanto o município de Cerritos, no México, teve quebra de 50% na safra, incluindo sorgo, girassol e milho.<sup>10</sup> Os furacões Eta e Iota também causaram:

- Perdas de US\$ 2,159 bilhões, equivalente a 0,8% do PIB, prejudicando mais de 287.315 hectares de plantações e afetando cerca de 4 milhões de pessoas em Honduras
- Estragos em 220.000 hectares de terras cultivadas e morte de 43.667 animais de criação, US\$ 172 milhões em perdas e danos materiais que afetaram 1,8 milhão de pessoas na Nicarágua
- 119.913 hectares de terras cultivadas danificadas e morte de 126.812 animais, afetando 1,2 milhão de pessoas na Guatemala

**As exportações latino-americanas estão ameaçadas pelas mudanças climáticas, uma vez que a agricultura representa mais de 60% das exportações em pelo menos seis países latino-americanos.** Além da frequência elevada de eventos meteorológicos extremos e efeitos esporádicos na produção agrícola, os efeitos graduais de longo prazo das mudanças climáticas também afetam o comércio agrícola (e a segurança

---

<sup>10</sup>Organização Meteorológica Mundial, op. cit.

alimentar). A região (particularmente Argentina, Brasil, Chile, Equador e Uruguai) é altamente dependente de commodities agrícolas e a produtividade dessas culturas é especialmente vulnerável a flutuações nas temperaturas e chuvas. Entre os exemplos mais evidentes, as mudanças climáticas representam sério risco à criação de salmão no Chile, aos cafezais na Colômbia e às plantações de cacau no Equador.<sup>11</sup>

## O impacto da agenda de descarbonização sobre os recursos não renováveis da América Latina

### Combustíveis fósseis

**Vários países latino-americanos, como Bolívia, Colômbia e Venezuela, são dependentes de combustíveis fósseis que correm risco de se tornarem ativos ociosos à medida que o mundo descarboniza seus sistemas econômicos.** A transição global para uma economia descarbonizada terá efeitos consideráveis no setor de combustíveis fósseis e eliminará mais de 360.000 empregos nos segmentos de extração de combustíveis fósseis e geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis na região.<sup>12</sup> Estima-se que, à medida que o mundo se aproxima de zero emissões líquidas, a maioria dos empregos nas usinas elétricas movidas a petróleo e carvão (93% a 94%) vai desaparecer até 2030, enquanto 80% dos empregos em usinas movidas a gás e 70% dos empregos na extração de combustíveis fósseis devem ser eliminados até 2050.<sup>13</sup> Políticas públicas serão necessárias para maximizar a geração de empregos em outros setores e para reinserir no mercado de trabalho aqueles que perderam o emprego devido à agenda de descarbonização (ver seção 5).

**O gás natural tem perspectivas favoráveis no médio prazo devido a seu potencial como energia “intermediária”, enquanto o petróleo enfrenta obstáculos substanciais diante da transição energética global.** O uso do petróleo não desaparecerá completamente porque seus derivados são usados em uma enorme variedade de produtos não energéticos, como medicamentos, cosméticos e plásticos. No entanto, a expectativa é que os países que extraem petróleo com custo alto sejam afastados do mercado. O custo de produção por barril na América Latina tende a ser maior do que em outras regiões. Nos últimos anos, esse custo no Brasil (US\$ 35) e na Venezuela (US\$ 28) foi mais alto do que no Irã, Arábia Saudita (US\$ 9 em ambos os casos), Iraque (US\$ 11), Rússia (US\$ 19) e

---

<sup>11</sup> Soto, D., León-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C., Tapia, F. J., & Garreaud, R. (2019). Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11(2), 354–374; Macías Barberán, R., Cuenca Nevárez, G., Intriago Flor, F., Caetano, C. M., Menjivar Flores, J. C., & Pacheco Gil, H. A. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder cocoa producers in the province of Manabí, Ecuador. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(1), 8707–8716.

<sup>12</sup> Saget et al., op. cit.

<sup>13</sup> Ibid.

mesmo Noruega (US\$ 21). Na Colômbia, o custo de produção saiu de US\$ 16,3 em 2017 para US\$ 45 em 2020.<sup>14</sup> Com os preços do petróleo retomando a projetada trajetória de queda após o “choque da Ucrânia”, a expectativa é que os países latino-americanos com maior custo de produção sejam os primeiros a sair do mercado.

## Mineração

**Outros países latino-americanos tendem a se beneficiar da crescente demanda por minerais essenciais às tecnologias de baixo carbono, que são necessárias para atenuar as mudanças climáticas.** Tendências recentes – como a maior importância da agenda de sustentabilidade, a expansão global dos compromissos de carbono neutro e o contexto mais amplo da crise climática – indicam que os minerais críticos terão papel fundamental na transição energética global e nas transformações econômicas do futuro. A América Latina e o Caribe estão em posição favorável para se beneficiar dessas tendências devido às reservas de diversos minerais críticos (complementares) espalhadas por toda a região. Minerais críticos são commodities essenciais para a economia doméstica e/ou global, não possuem substitutos viáveis e podem ter seu abastecimento ameaçado (por escassez geológica, questões geopolíticas ou outros fatores). Essa denominação é altamente dependente do contexto local (um mineral que é crítico para a economia de um país pode não ser considerado crítico em outra região) e do tempo (a importância de um mineral e sua cadeia de suprimentos podem mudar devido a disrupção ou inovação tecnológica). Os minerais críticos representam um mercado em crescimento porque são usados em diversas indústrias estratégicas, como energias renováveis, tecnologias de eletromobilidade e eletrônicos de consumo. Vários minerais críticos são insumos necessários à transição para sistemas de energia limpa e ao combate às mudanças climáticas. Por exemplo, lítio, níquel, cobalto, manganês e grafite são fundamentais para o desempenho, longevidade e densidade das baterias.<sup>15</sup> Um carro elétrico contém duas vezes mais cobre e muito mais níquel, manganês e grafite do que um carro com motor de combustão. Uma turbina eólica de 3 MW requer até 335 toneladas de aço, 4,7 toneladas de cobre, 3 toneladas de alumínio, 2 toneladas de terras raras, além de zinco, manganês e lítio (ver Figura 3).<sup>16</sup> Assim, em um cenário de cumprimento das metas do Acordo de Paris, a demanda por minerais críticos aumentará significativamente nas próximas duas décadas (ver Figura 4).

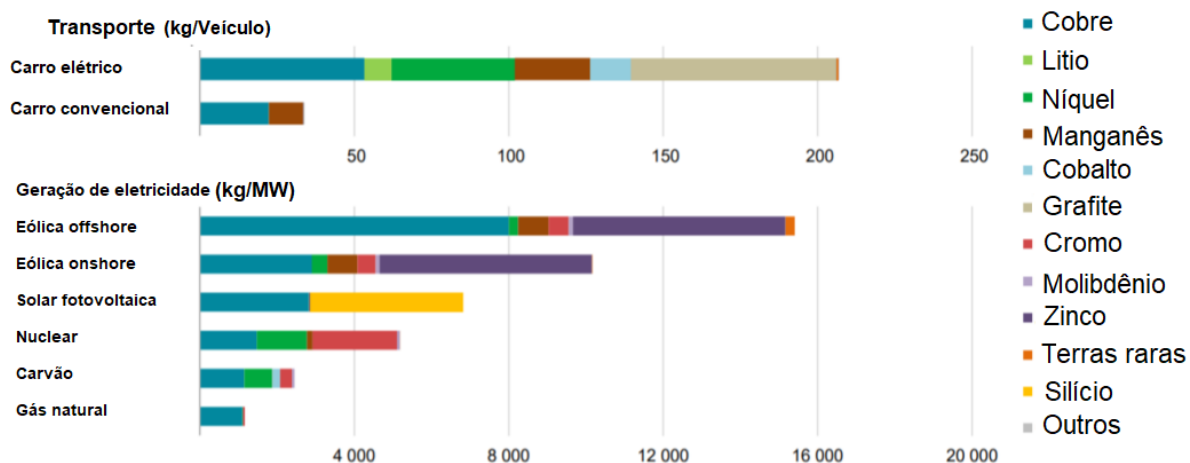
---

<sup>14</sup> *Wall Street Journal* (2016) 'Barrel Breakdown', 15 de abril, disponível em: <http://graphics.wsj.com/oil-barrel-breakdown/> (acessado em dezembro de 2020); Asociación Colombiana de Petróleo (ACP). *Costos De Operación Del Sector Petrolero En Colombia En 2017*. Bogotá: ACP.

<sup>15</sup> Agência Internacional de Energia (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. Paris: AIE.

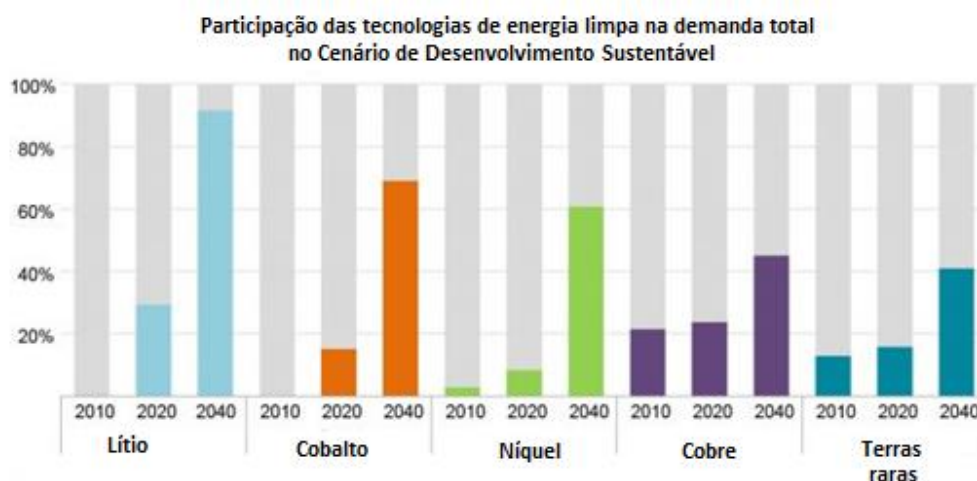
<sup>16</sup> La Porta; D. Hund, K.L.; McCormick, M.; Ningthoujam, J.; Drexhage, J. (2017). *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future* Washington: Banco Mundial.

**Figura 3. Uso de minerais nas principais tecnologias de baixo carbono**



Fonte: AIE

**Figura 4. Evolução esperada da demanda por minerais críticos**



Fonte: AIE

**Os minerais críticos terão papel cada vez mais significativo no comércio latino-americano.** Os países da região têm reservas abundantes e espalhadas de minerais críticos, além de setores de processamento e distribuição que utilizam esses minerais como insumos, especialmente no Brasil (ver Seção 3). Também há potencial para que sejam desenvolvidos. Por exemplo, a América Latina domina a produção – e detém reservas muito grandes – de diversos minerais críticos, como lítio, cobre e prata e, em menor grau, bauxita, zinco, manganês, níquel e grafeno (ver Figura 5). Com instrumentos apropriados de políticas públicas, a região pode se beneficiar consideravelmente do crescente mercado de minerais críticos e tecnologias de baixo carbono essenciais para atingir as metas climáticas, especialmente se houver desenvolvimento adicional da capacidade industrial de refinar e processar esses minerais.

**Figura 5. Participação da América Latina nas reservas de minerais críticos**



Fonte: Autor a partir de diferentes fontes e conjuntos de dados

**Mas mesmo para os países dependentes dos chamados minerais do futuro, que devem ter maior demanda com a implementação de tecnologias de baixo carbono, as perspectivas de longo prazo ainda são dominadas por altos níveis de incerteza e riscos de ruptura tecnológica.** Há precedente histórico. No início do século 20, a descoberta na Alemanha de uma nova forma de produção de amônia teve impacto econômico dramático no Chile, que dependia em grande parte da extração de depósitos naturais de nitrato de sódio. Tal cenário não é impensável atualmente para países como Chile ou Bolívia, que hoje apostam nesses minerais do futuro (como o lítio<sup>17</sup>), considerando os grandes recursos investidos em P&D para desenvolver tecnologias alternativas em baterias elétricas (como baterias em estado sólido ou baterias à base de hidrogênio, especialmente na China, no Japão e nos Estados Unidos), que dependem de matérias-primas e minerais substitutos. As decisões de investir na capacidade de agregar valor em segmentos de processamento e distribuição ou na produção de baterias elétricas em países produtores de lítio precisam considerar os riscos potenciais de ruptura tecnológica. Esses riscos podem ser consideráveis por causa dos elos estreitos na cadeia de suprimentos de commodities como o lítio (usado principalmente em baterias elétricas), em contraste com minerais como cobre e prata, que possuem diversas aplicações.

**Os desafios relacionados a danos ambientais causados pela extração desses minerais persistem,** como contaminação do solo e problemas hídricos. Em um futuro de baixo

<sup>17</sup> Perotti, R & Coviello, M. (2015). "Governance of strategic minerals in Latin America: the case of Lithium," *Documentos de Proyectos* 669. Santiago: CEPAL.



carbono, a expectativa é de pressão cada vez maior para que as mineradoras da América Latina adotem métodos de extração menos intensivos em carbono. Tal pressão também decorre dos conflitos sociais associados à expansão das atividades de mineração e às preocupações das comunidades com a poluição ambiental.<sup>18</sup> Inovações em biomineração (ou mineração verde) serão essenciais adiante, como já ocorreu no Chile com a biolixiviação aplicada à mineração de cobre.<sup>19</sup> O impulso para a biomineração no Chile desde a década de 1990 resulta de uma combinação de fatores, como o aumento dos preços do cobre, esgotamento do minério de maior qualidade, alta de custos nos processos tradicionais e crescente preocupação ambiental.<sup>20</sup> Com as novas possibilidades abertas pela biotecnologia, várias inovações têm sido estudadas e testadas, como o uso da água do mar para lixiviar minério oxidado de cobre no Projeto Lince – uma colaboração entre as mineradoras Outokumpu, da Finlândia, e Minera Michilla, do Chile, que resultou na operação pioneira no uso de água do mar como única fonte de água em uma operação de lixiviação controlada. No Chile, cerca de 10% do cobre é atualmente obtido por biolixiviação.<sup>21</sup> Apesar de potenciais limitações, a biolixiviação (que consiste no uso de bactérias para extrair cobre de minérios de menor qualidade) tem vantagens tecnológicas, ambientais e econômicas sobre a pirometalurgia.<sup>22</sup> A redução da pegada de carbono das indústrias extrativas por meio da biomineração tem implicações na produtividade a longo prazo, podendo até determinar a viabilidade de projetos de investimento devido ao:

- Potencial de redução de custos na eventual aplicação de impostos de carbono;
- Potencial para aumentar a aceitação social das atividades de mineração, reduzindo o custo associado a conflitos;
- Potencial para ampliação das margens de lucro via prêmio pago pelo mercado por produtos “mais verdes”;
- Possibilidade de reter (ou ampliar) a fatia de mercado em resposta às pressões para tornar cadeias de suprimentos inteiras mais sustentáveis e às normas de sustentabilidade impostas por empresas importantes e governos.

---

<sup>18</sup> Haslam, P. A., & Tanimoune, N. A. (2016). The determinants of social conflict in the Latin American mining sector: new evidence with quantitative data. *World Development*, 78, 401-419; Mara Weiß, Stefan Giljum & Sebastian Luckeneder (2020) Mining and social conflict in Latin America: Which factors drive conflict escalation, *FINEPRINT Brief No. 11*, julho.

<sup>19</sup> Gentina, J.C., & F. Acevedo (2013). ‘Application of Bioleaching to Copper Mining in Chile’. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(3).

<sup>20</sup> Domic, 2007Domic, E.M. (2007). ‘A Review of the Development and Current Status of Copper Bioleaching Operations in Chile: 25 Years of Successful Commercial Implementation’. In D.E. Rawlings and D.B. Johnson (eds), *Biomining* (pp. 81–95). Berlim/Heidelberg: Springer.

<sup>21</sup> Benavente J.M. e Goya, D. (2011). ‘Copper mining in Chile’, *Sectorial Report, Project Opening up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America*, IDRC.; Pietrobelli C., Marin A., Olivari J. (2018), “Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America,” *Resources Policy*, vol. 58, pp. 1-10

<sup>22</sup> Gentina & Acevedo, op. cit.

**No futuro, a magnitude dos benefícios que os países latino-americanos terão com a expansão do mercado de minerais críticos dependerá também da regionalização adequada das cadeias de suprimentos.** A cooperação para promover cadeias regionais de suprimentos em torno da extração de minerais críticos permitiria ganhos de produtividade consideráveis por meio de economias de escala para fornecedores locais e atividades de processamento e distribuição de minerais críticos, além de oferecer oportunidades de diversificação, geração de empregos e desenvolvimento industrial. No entanto, desenvolver e fortalecer cadeias regionais de suprimentos exigirá instrumentos apropriados de políticas públicas e mecanismos de cooperação regional. Por isso, a seção 5 deste relatório também discute as oportunidades para o uso de minerais críticos como alavanca de desenvolvimento nas Américas.



*Painéis solares no Atacama, Chile. / Abriendomundo (Shutterstock)*

## Panorama da energia renovável

### Visão geral

**O mercado de energias renováveis da América Latina é um dos mais dinâmicos do mundo.** Mais de um quarto da energia primária na região vem de fontes renováveis, o dobro da média global, enquanto a capacidade de energia renovável per capita na região é quase o dobro da média mundial, principalmente devido ao aumento constante dos investimentos em projetos de energia renovável desde 2000. A América Latina e o Caribe também possuem o setor elétrico menos intensivo em carbono do mundo, graças à maior participação das hidrelétricas.<sup>23</sup>

**Em muitas partes do mundo e na América Latina mais especificamente, as energias renováveis já são a fonte de geração de energia de menor custo.** Os custos das tecnologias de energia renovável vêm diminuindo a ponto de projetos de energia solar e eólica onshore não precisarem mais de apoio financeiro para competir com a geração de energia convencional em alguns países latino-americanos.<sup>24</sup> Distribuidoras no México, Peru e Chile já estão adquirindo energia solar e eólica por US\$ 0,03 por

<sup>23</sup> OIT (2018). *Presente y futuro de la protección social en América Latina y el Caribe*. Acessível em [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_633654.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_633654.pdf)

<sup>24</sup> IRENA (2020). *Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*. Agência Internacional de Energias Renováveis, Abu Dhabi.

quilowatt-hora (kWh). Esse é o menor custo globalmente para geração de energia de qualquer fonte e cerca de seis vezes mais barato do que a eletricidade produzida a partir de carvão, petróleo ou gás.<sup>25</sup>

**No entanto, há mais por fazer para capturar mais benefícios socioeconômicos do desenvolvimento de energias renováveis, como o acesso à energia, empregos de qualidade, inovação, disseminação de conhecimento e aumento da capacidade industrial com uso de energia limpa.** Apesar dos progressos consideráveis, o setor de energia não atingiu todo o seu potencial, uma vez que o consumo de energia/eletricidade permanece bastante baixo na região. O acesso à eletricidade é um aspecto importante da atualidade e a América Latina e o Caribe registraram progresso notável em termos de acesso à eletricidade nos últimos 25 anos. No entanto, muito precisa ser feito, dado que a América Latina e o Caribe ainda contavam cerca de 10 milhões de pessoas sem acesso à eletricidade em 2019 (um recuo significativo em comparação com o total de 27 milhões de pessoas contabilizado 10 anos antes, em 2009), 90% residindo em áreas rurais.<sup>26</sup> O comércio de eletricidade entre fronteiras também permanece limitado, apesar do potencial e das consideráveis economias de custos que acarreta. É necessário fazer mais para capturar a potencial criação de empregos de qualidade no setor de energia renovável, especialmente em países e comunidades que precisam compensar a perda de empregos prevista para o setor de combustíveis fósseis. Isso porque, com exceção do Brasil, os países da América Latina em sua maioria estão inseridos em segmentos de baixo valor agregado das cadeias de valor de energia renovável, com pouca presença em inovação ou na indústria de transformação. Existem oportunidades que começam a ser exploradas quando se trata de usar energias renováveis em prol do desenvolvimento industrial sustentável na região.

## **Implementação de energias renováveis e acesso à energia**

**A energia renovável per capita na América Latina e no Caribe é quase o dobro da média mundial** (ver Figura 6). Em 2010, a capacidade média de energia renovável per capita na América Latina era de cerca de 284 kWh. Em 2019, em menos de uma década, essa capacidade aumentou 43% para 405 kWh. Em 2019, Paraguai, Uruguai e Brasil apresentavam as maiores taxas da região, seguidos pelo Chile (ver Figura 7).

**No entanto, existem disparidades sub-regionais consideráveis.** A capacidade de energia renovável é bastante alta na América do Sul (517 kWh per capita), muito menor

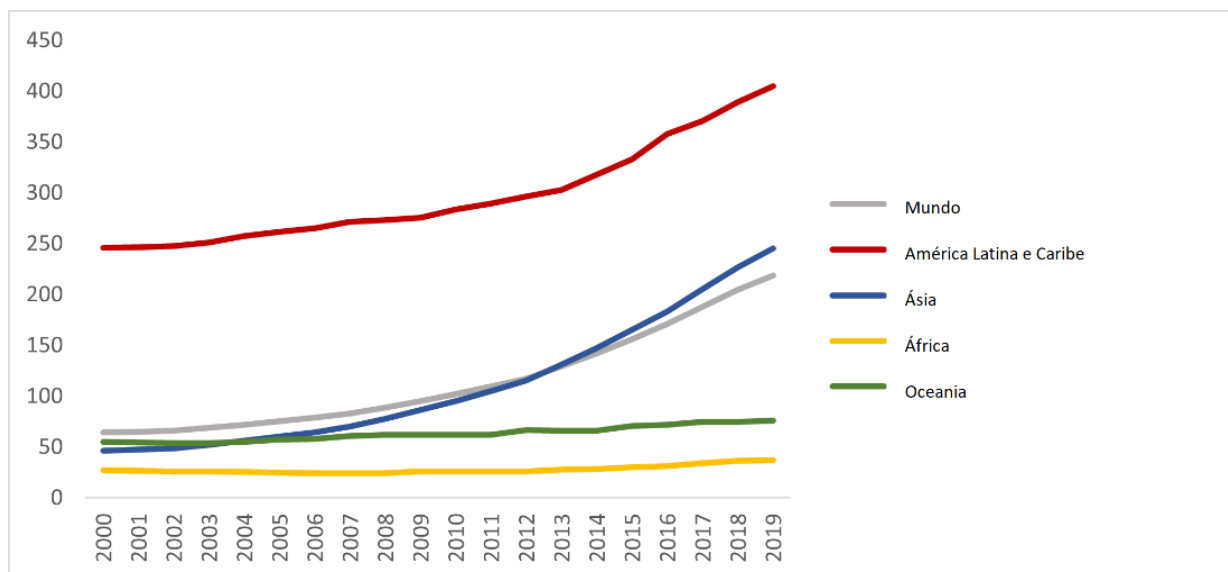
---

<sup>25</sup> Ibid.

<sup>26</sup>(BID, 2016); Banco Mundial (2021). Indicadores de Desenvolvimento Mundial. Disponível em <https://data.worldbank.org> (acessado em 23 de agosto de 2018).

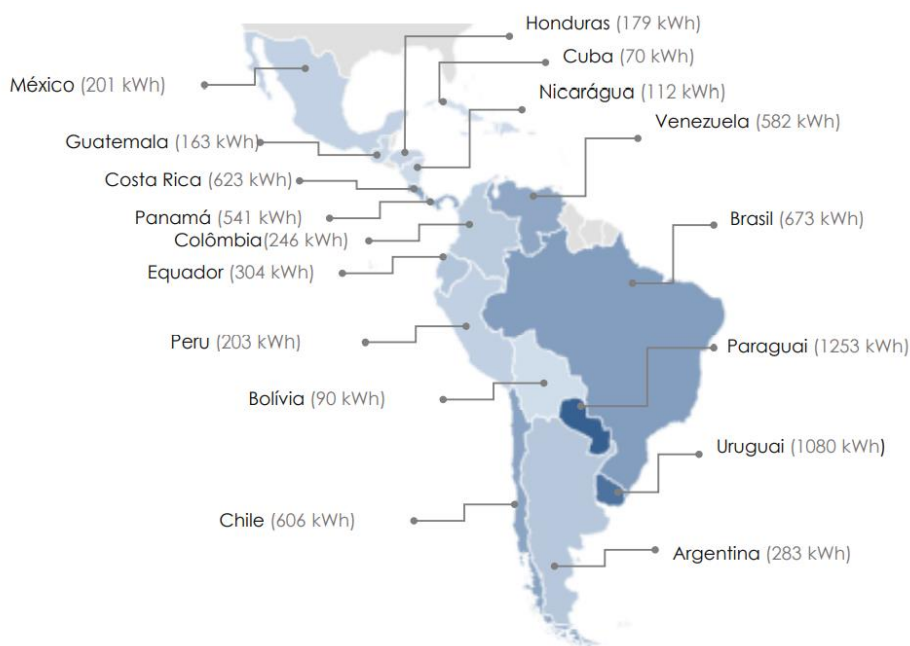
na América Central (214 kWh per capita) e extremamente baixa no Caribe (77 kWh per capita).

**Figura 6. Capacidade de energia renovável per capita em kWh por região (2000-2019)**



Fonte: Autor a partir de estatísticas da IRENA

**Figura 7. Mapa de capacidade de energia renovável per capita (2019)**



Fuente: Autor

**Apesar da impressionante implementação de energias renováveis na América Latina, as necessidades de energia não são plenamente atendidas em muitos países. Existe substancial falta de acesso à energia em alguns países (especialmente Nicarágua, Guatemala e Peru). Em um mês típico, as empresas na América Latina sofrem em média**

2,8 interrupções no fornecimento de eletricidade, que geralmente duram uma hora e meia. Quase 40% das empresas da região identificam o setor de energia como um dos principais entraves para que atinjam todo o seu potencial.<sup>27</sup> Famílias de baixa renda tendem a enfrentar mais blecautes e picos de energia do que as famílias de alta renda.<sup>28</sup> A falta de eletricidade continua sendo um grande obstáculo à melhora das condições de vida em muitas partes da América Latina.

Embora a parcela da população com acesso à eletricidade estivesse acima de 98% em 2019,<sup>29</sup> o consumo médio de energia e eletricidade per capita na região está bem abaixo das médias mundiais de 28.884 kWh e 3.322 kWh, respectivamente.<sup>30</sup> Apenas quatro países da região (Paraguai, Trinidad e Tobago, Chile e Uruguai) apresentaram consumo de eletricidade acima da média mundial em 2020 (ver Figura 8). Não está claro se isso é boa ou má notícia – ou seja, se o baixo consumo de energia significa que os latino-americanos têm padrão de vida de baixa intensidade energética ou se muita gente enfrenta pobreza energética.

Além do acesso à energia em si, a pobreza energética também considera se a eletricidade acessada é suficiente para atender às necessidades diárias (a quantidade também varia de acordo com as condições locais, como a temperatura média anual) e o custo dessa eletricidade. Por exemplo, uma família pode ser considerada pobre em energia se gasta mais de 10% de sua renda em combustível para ter aquecimento adequado (a definição oficial de pobreza energética no Reino Unido). Portanto, a parcela de gastos das famílias para cobrir custos de energia é outro indicador importante de pobreza energética na América Latina. Embora o desafio seja fazer mais com menos energia, a energia é necessária para fornecer os bens e serviços básicos que garantem o bem-estar da geração atual e das gerações futuras, e espera-se que a demanda de energia primária em toda a região seja pelo menos 80% maior do que se observa atualmente.<sup>31</sup>

### **Os países da América Latina e do Caribe podem ser classificados em quatro grupos:**

- Países que dependem muito de combustíveis fósseis como fontes de geração de eletricidade (Trinidad e Tobago, Argentina, República Dominicana, Jamaica e México)
- Países que dependem muito de hidrelétricas (Paraguai, Brasil, Panamá, Costa Rica e Equador)

---

<sup>27</sup> Enterprise Surveys, Banco Mundial.

<sup>28</sup> Banco Interamericano de Desenvolvimento (2014). *Megacities & Infrastructure in Latin America: What its people think*. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento.

<sup>29</sup> Banco Mundial (2021), op. cit.

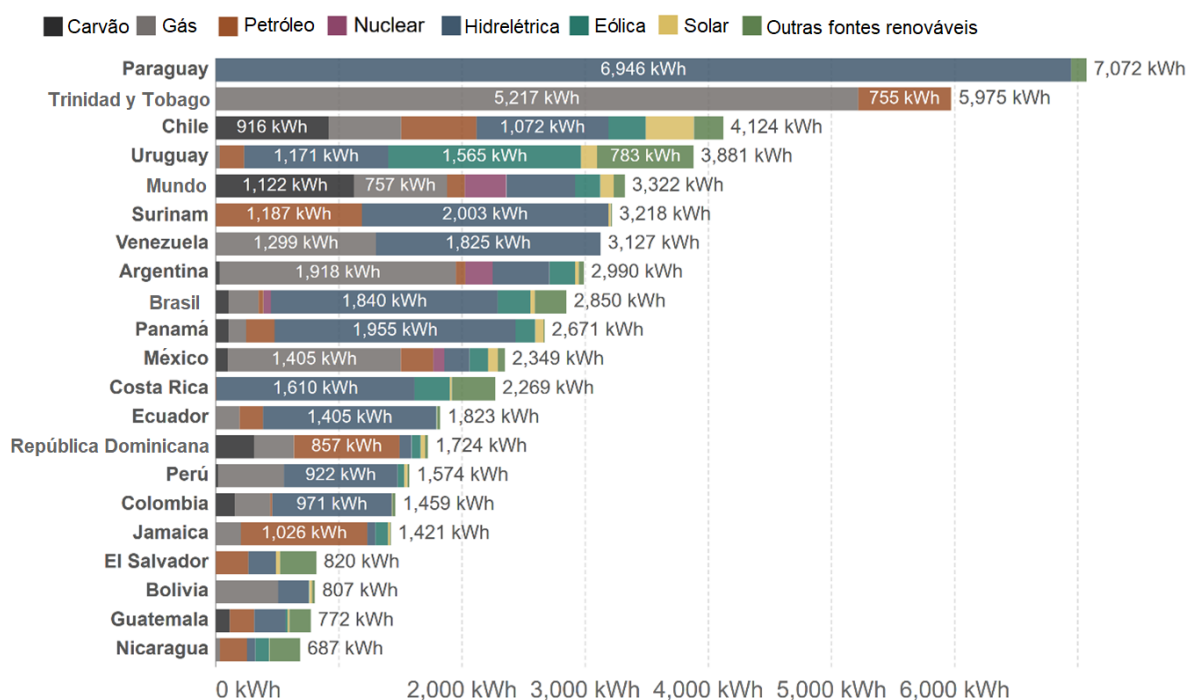
<sup>30</sup> BP Statistical Review of World Energy; (OIT BID 2022)

<sup>31</sup> Balza et al (2016). *Lights On? Energy Needs in Latin America and the Caribbean to 2040*. Washington: BID

- Países com mix diversificado de combustíveis fósseis e fontes renováveis (Chile, Colômbia, Guatemala, Peru, Suriname, Venezuela)
- Países com mix diversificado de energias renováveis (Uruguai)

Cada grupo tem pontos de partida e desafios diferentes na transição energética. Países que dependem de combustíveis fósseis enfrentam maior urgência na transição para fontes de energia limpa porque recursos não renováveis podem se esgotar em algumas décadas (ver seção 2). Os países que dependem de hidrelétricas também precisam diversificar a matriz energética devido à alta vulnerabilidade da energia hidrelétrica às condições climáticas. Seca e/ou temperaturas mais altas podem causar escassez significativa de energia hidrelétrica (como na Bacia do Rio Jubones, no Equador). Países com um mix diversificado de fontes de energia têm matriz energética mais resiliente, embora o desafio de expandir a capacidade de energia limpa persista em países onde as necessidades de energia não são plenamente atendidas.

**Figura 8. Consumo de eletricidade per capita por fonte em 2020**



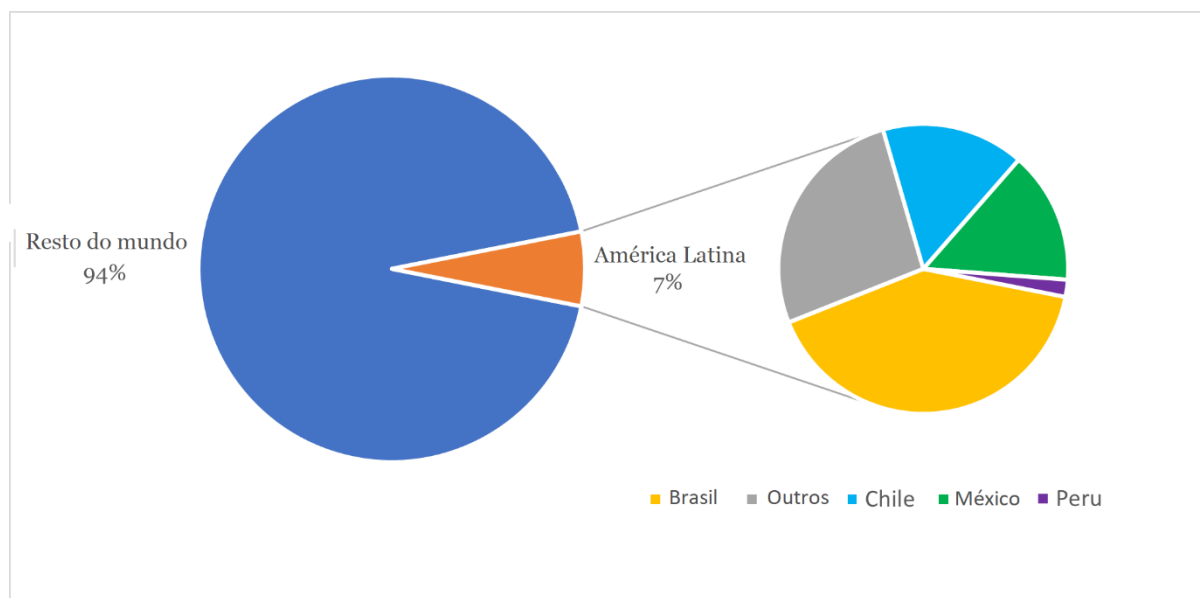
Fonte: Our World in Data com base na BP Statistical Review of World Energy & Ember

## Investimento

Durante o período 2010–2021, US\$ 3,3 trilhões foram investidos globalmente na capacidade de energia renovável (excluindo grandes projetos hidrelétricos), mais de três vezes o montante investido na década anterior. A América Latina e o Caribe atraíram cerca de 7% desse investimento global. O investimento total em energias renováveis na América Latina somou quase US\$ 200 bilhões entre 2010 e 2021. O investimento em capacidade de energia renovável na América Latina aumentou quase 20 vezes desde

2005, atingindo um recorde de US\$ 24,3 bilhões em 2021. O investimento em fontes de energia renovável na região supera a média global de 18% de crescimento anual desde 2005.<sup>32</sup> A distribuição dos investimentos em energias renováveis tem se mostrado bastante desigual na região. Brasil, Chile e México foram responsáveis por três quartos do investimento em energia renovável na região desde 2010. O Brasil atraiu a maior quantia: mais de US\$ 12 bilhões em 2021, ocupando o 9º lugar no ranking mundial. Entre 2010 e 2021, três países da América Latina (Brasil, México e Chile) ficaram entre os 20 maiores em investimentos em energias renováveis, somando mais de US\$ 100 bilhões. A composição tecnológica dos investimentos em energia renovável na América Latina mudou consideravelmente nas últimas duas décadas. Em 2008, os biocombustíveis (e, em menor grau, biomassa e resíduos) representavam mais de 60% dos investimentos em energia renovável na região. Até 2021, energia solar e eólica serão responsáveis por mais de 99% dos novos investimentos na região. O crescimento do mercado de energia solar tem sido espetacular, com os investimentos saltando de US\$ 1,2 bilhão para US\$ 15,2 bilhões ao longo da última década.

**Figura 9. Investimento em energia renovável (2010-2021)**

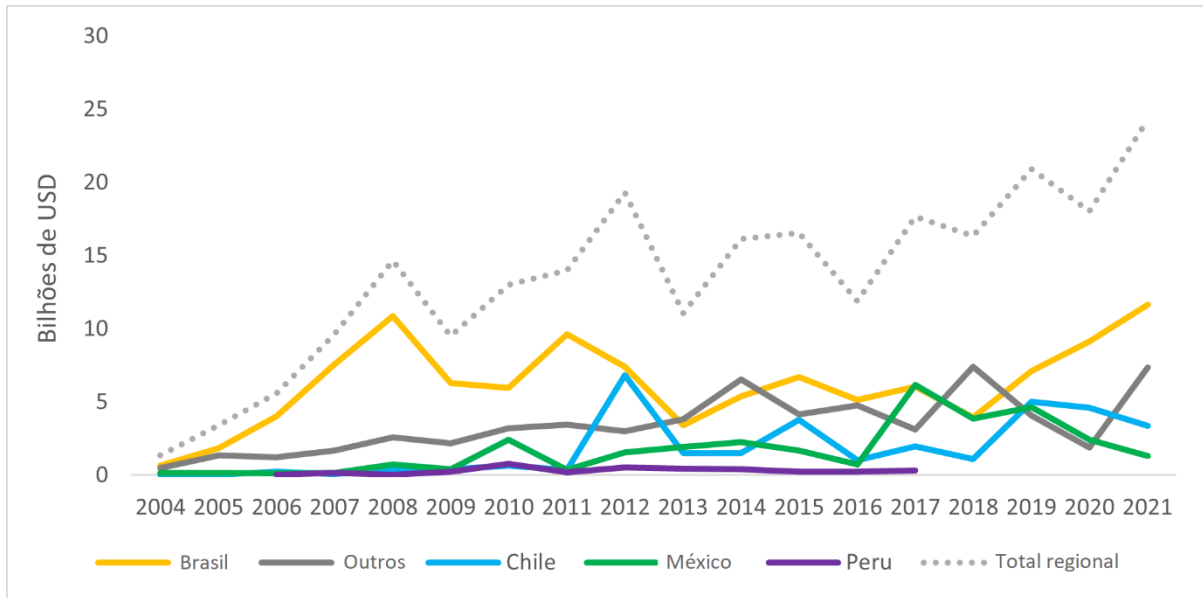


Fonte: Autor com base em dados da BloombergNEF

<sup>32</sup> Cálculos a partir de dados da BloombergNEF.

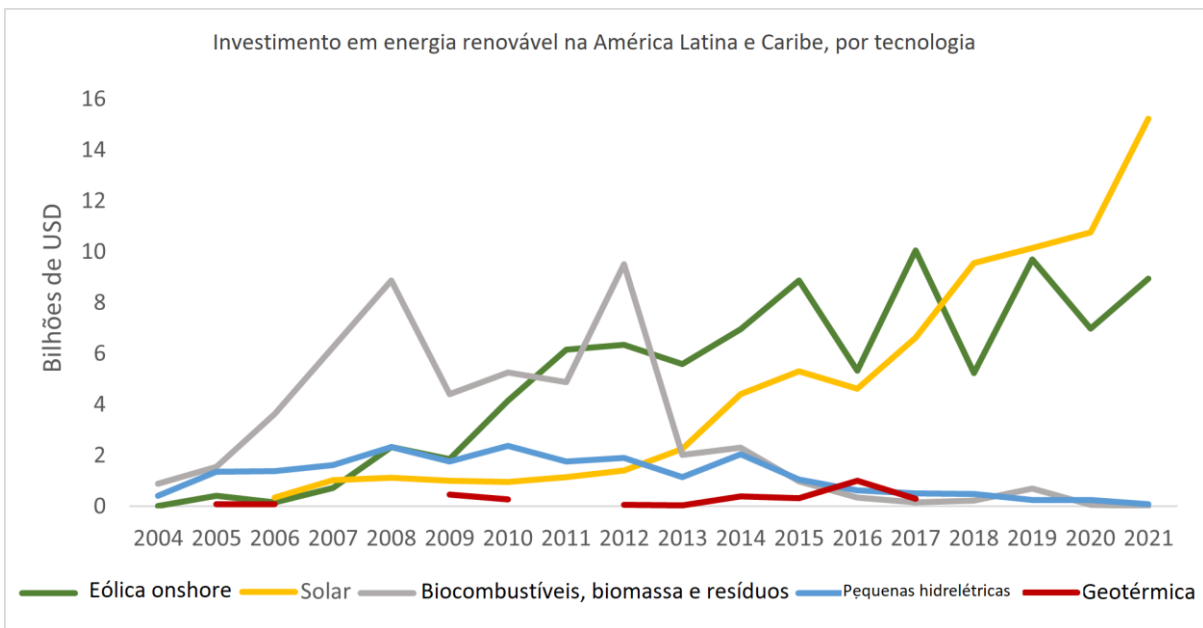


**Figura 10. Investimento em energia renovável na América Latina e Caribe, por país**



Fonte: Autor com base em dados da BloombergNEF

**Figura 11. Investimento em energia renovável na América Latina e Caribe, por tecnologia**



Fonte: Autor com base em dados da BloombergNEF

**O financiamento público tem sido o principal motor da expansão das energias renováveis.** Pelo menos 14 países latino-americanos já estabeleceram fundos públicos dedicados à energia renovável ou fundos elegíveis relacionados ao tema.<sup>33</sup> Cada fundo tem fontes diferentes, incluindo contribuições governamentais direcionadas ou

<sup>33</sup> IRENA (2015) *RD&D for Renewable Energy Technologies: Cooperation in Latin America and the Caribbean*. Abu Dhabi: IRENA

regulares, impostos específicos, subsídios cruzados, doações de parceiros internacionais

<sup>34</sup> No entanto, o financiamento público para energias renováveis na região se mostrou volátil na última década (ver Figura 10), especialmente em países (como o Equador) que dependem das receitas do petróleo, sujeitas à volatilidade dos preços do barril.<sup>35</sup> Avançar, ampliar e estabilizar o financiamento público para energias renováveis e atrair investimentos privados por meio de cadeias de valor de energia renovável será prioridade fundamental.

## Comercialização de eletricidade

**Apesar dos benefícios consideráveis oriundos do comércio internacional de eletricidade na América Latina e do potencial e competitividade da região na produção de eletricidade com baixo custo e baixo carbono, essas transações comerciais permanecem restritas e os benefícios potenciais não se concretizaram.**<sup>36</sup> A comercialização de eletricidade vem crescendo globalmente e atingiu cerca de US\$ 35 bilhões em 2019. No mesmo ano, os países da região comercializaram cerca de US\$ 2,2 bilhões em eletricidade. O Brasil respondeu por aproximadamente 56% dessas importações, seguido por Argentina (20%), México (15%) e Colômbia (3%). O Paraguai, com cerca de US\$ 1,6 bilhão em exportações, foi o maior na venda de eletricidade na América Latina (responsável por 80% da eletricidade comercializada na América Latina e 4,4% das exportações mundiais de eletricidade, conforme a Figura 12). Bem atrás do Paraguai vêm Guatemala (US\$ 259 milhões), México (US\$ 228 milhões), Uruguai (US\$ 88 milhões)<sup>37</sup> e Equador (US\$ 67 milhões). A eletricidade (totalmente hidrelétrica) representa mais de 20% das exportações do Paraguai. Mais de 90% da energia gerada no país é exportada para os vizinhos Brasil (75%) e Argentina (25%).

---

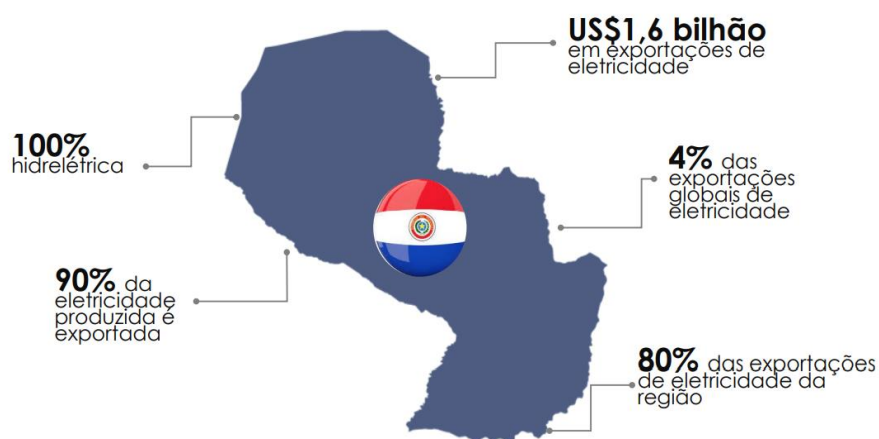
<sup>34</sup>Ibid.

<sup>35</sup> Anzolin, G., & Lebdioui, A. (2021). Three dimensions of green industrial policy in the context of climate change and sustainable development. *The European Journal of Development Research*, 33(2), 371-405.

<sup>36</sup>Timilsina, G., Deluque Curiel, I., & Chattopadhyay, D. (2021). How Much Does Latin America Gain from Enhanced Cross-Border Electricity Trade in the Short Run? Washington: Banco Mundial.

<sup>37</sup>Dados da ONU Comtrade.

**Figura 12. Principais indicadores de energia renovável no Paraguai**



Fonte: Cálculos do autor a partir de diversas fontes de dados

**Haveria uma economia considerável nos custos de fornecimento de eletricidade se os países latino-americanos permitissem o comércio irrestrito de eletricidade entre as fronteiras sem expandir sua atual capacidade de geração.** Os benefícios do comércio regional de eletricidade são particularmente altos quando fontes variáveis atuam juntas de forma sistêmica, como no caso da Nord Pool, que é a bolsa de energia pan-europeia. Dados recentes mostram que o volume de eletricidade comercializada no exterior aumentaria 13% com um comércio sub-regional irrestrito de eletricidade (entre os países das sub-regiões Andina, Central e Mercosul) e 29% com o comércio regional pleno envolvendo todos os 20 países.<sup>38</sup> A região ganharia US\$ 1,5 bilhão anualmente no cenário de comércio sub-regional e quase US\$ 2 bilhões no cenário de comércio regional pleno. Mais da metade desse ganho se daria na sub-região andina em ambos os cenários.<sup>39</sup> Estes são benefícios de curto prazo, sem expandir a atual capacidade de geração de eletricidade. No futuro, à medida que os países latino-americanos adicionam mais capacidade de geração para atender à crescente demanda, os benefícios decorrentes da comercialização de eletricidade seriam ainda maiores. A promoção da integração dos países latino-americanos em uma rede elétrica regional, portanto, deve ser prioridade fundamental para as políticas públicas (conforme discutido na seção 5.2).

## Empregos

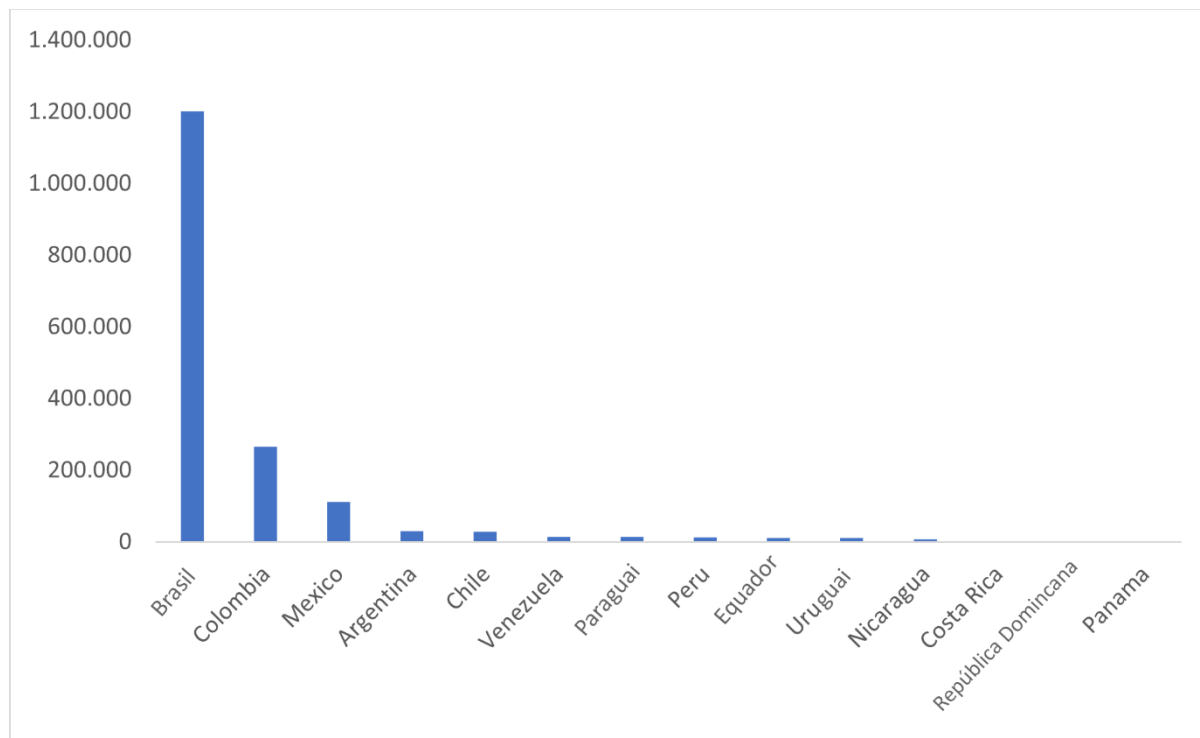
Existe um potencial substancial de criação de empregos nos setores de energia renovável. A implementação de energias renováveis pode estimular o desenvolvimento industrial e gerar empregos na construção civil, indústria de transformação e em atividades de operação e manutenção. Os empregos no setor de energia renovável

<sup>38</sup> Timilsina et al., op cit.

<sup>39</sup> Ibid.

apresentaram aumento constante nas últimas décadas, atingindo um recorde 12 milhões em 2020. Quase 40% dessas vagas estão na China e 14% (cerca de 1,7 milhão) na América Latina (a maior parte no Brasil, com mais de 1,2 milhão de empregos).<sup>40</sup>

**Figura 13. Empregos em setores de energia renovável por país da América Latina em 2020**



Fonte: Elaboração pelo autor com base em dados fornecidos pela IRENA

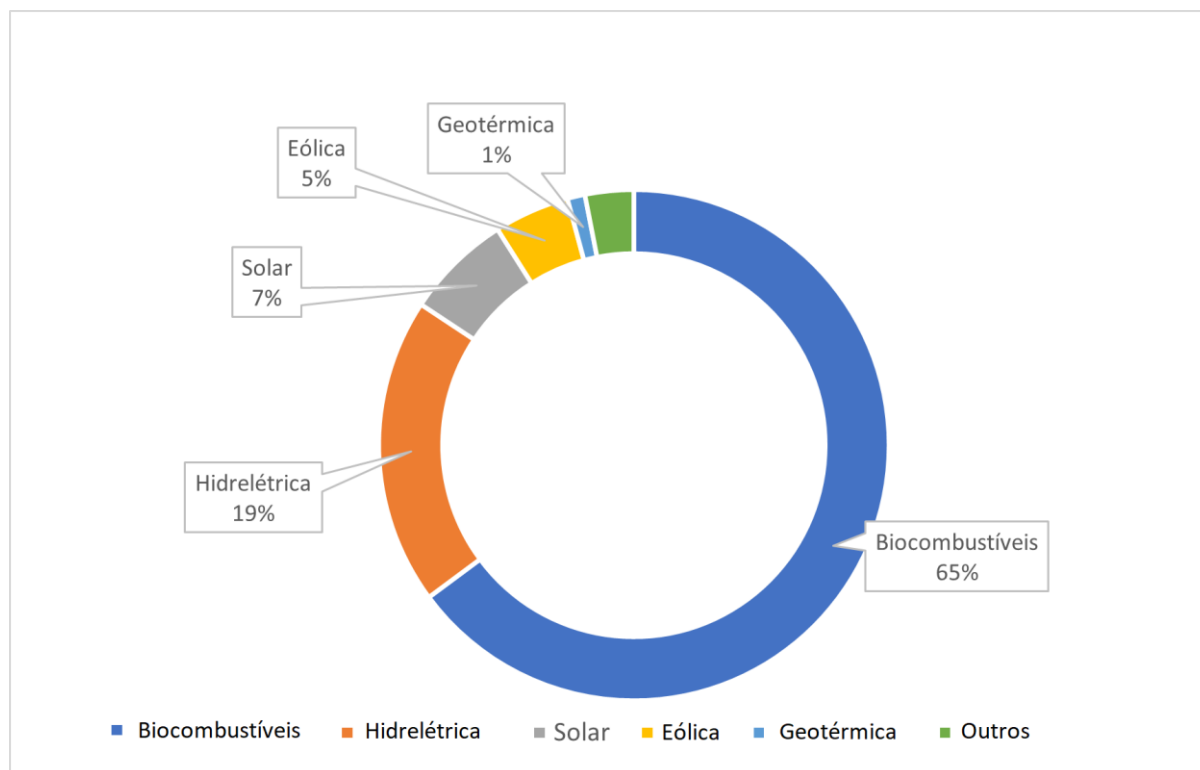
**A maior parte dos empregos em energia renovável na América Latina está em empreendimentos de biocombustíveis e, em menor grau, hidrelétricos.** . A América Latina responde por 44,4% de todos os empregos em biocombustíveis no mundo. O Brasil sozinho tem 36% dos empregos em biocombustíveis no planeta (quase 900.000 empregos), seguido pela Colômbia (cerca de 200.000).<sup>41</sup> A energia hidrelétrica é a segunda fonte de emprego no setor de energia renovável. O Brasil ocupa o 3º lugar em empregos no setor hidrelétrico global. A energia eólica emprega atualmente mais de 80.000 pessoas na América Latina. Mais uma vez, o Brasil lidera em termos de empregos onshore e offshore. O México também aumentou recentemente sua capacidade eólica geral, criando mais vagas no setor. Brasil e México ocupam o 6º e 8º lugar, respectivamente, em empregos no segmento eólico. De acordo com a Associação Mexicana de Energia Eólica (AMDEE), aproximadamente 56% dos empregos no setor estão na indústria de transformação, 34,5% na construção civil e 9,5% em operações e

<sup>40</sup>IRENA (2020). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020*. Abu Dhabi: IRENA.

<sup>41</sup>IRENA (2021a). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021*. Abu Dhabi: IRENA.

manutenção.<sup>42</sup> No Chile, a estimativa é de 9.400 empregos no setor de energia eólica. Esse número deve crescer consideravelmente devido aos recentes investimentos em grande escala do país para acelerar a implementação da energia eólica.

**Figura 14. Empregos em energia renovável na América Latina por fonte de energia**



Fonte: Elaboração pelo autor com base em dados fornecidos pela IRENA

**No futuro, compensar os empregos que devem ser eliminados no setor de combustíveis fósseis implica aumentar os esforços para capturar o potencial de criação de vagas no setor de energia renovável.** Políticas públicas destinadas a facilitar a realocação e o redirecionamento de trabalhadores e incentivar atividades locais com potencial para gerar empregos de qualidade serão essenciais (ver seção 5 sobre implicações em políticas públicas). Sob o Acordo de Paris e o cenário de limitar o aquecimento global a 1,5°C, o setor de energia renovável poderia ser responsável por 38 milhões empregos até 2030 e 43 milhões até 2050.<sup>43</sup> As estimativas também sugerem que a transição para uma economia verde traz a promessa de criação líquida de 15 milhões de novos empregos na América Latina e no Caribe (especialmente em energia solar e eólica, além de agricultura e silvicultura sustentáveis).<sup>44</sup> Essas perspectivas de emprego também oferecem mais potencial para reduzir a desigualdade de gênero, uma vez que as mulheres ocupam um

<sup>42</sup> Zarco, J. (2020), "Inversión de 11.4 mil millones de dólares en la generación de Energía Eólica, 6,160 MW instalados y más 13 mil empleos en México", PV Magazine México, 16 de junho; Zarco, J. (2021), "Oaxaca Eólica...Oaxaca Renewable", PV Magazine México, 25 de agosto.

<sup>43</sup>IRENA (2021a), op. Cit.

<sup>44</sup>Saget et al., op. cit.

terço dos empregos em energias renováveis – parcela muito superior à de empregos femininos no setor de combustíveis fósseis.<sup>45</sup>

Além do *número* de empregos criados, os países latino-americanos também precisam capturar ganhos em termos de *qualidade* de emprego decorrentes da transição energética. Empregos decentes, ou seja, com bons salários e condições de trabalho seguras, são necessários para garantir uma transição justa. No entanto, até o momento, a maioria dos empregos foi criada na construção civil e em atividades de operação e manutenção. Essas vagas costumam ser temporárias, mal remuneradas e de baixa qualificação. No Brasil, estima-se que 58% dos empregos no setor eólico se concentram na fase de construção e 16% em operações e manutenção (comparado a 13% e 3% na Europa, respectivamente), restando 26% para a indústria de transformação.<sup>46</sup> As atividades de manufatura e conteúdo local se expandiram desde 2014, mas muitos empregos ainda são de baixa qualificação e temporários.<sup>47</sup> Assim, o desafio de maior integração de conteúdo local e atividades de valor agregado nas cadeias globais de fornecimento de energia renovável persiste (conforme discutido na próxima seção).

## Quadro 1. Empregos em energia renovável no Brasil



O Brasil tem cerca de 1,2 milhão de empregos em energia renovável, a maioria em biocombustíveis. O número geral de empregos permaneceu relativamente estável nos últimos anos, mas sua composição vem mudando. Em biocombustíveis, o nível de vagas na produção de biodiesel aumentou (324.000 em 2020), porém vem diminuindo quando se trata da produção de etanol (547.000 empregos). O número tende a cair à medida que a mecanização avança no segmento.

A produção e o número de empregos no segmento de energia eólica no Brasil também estão subindo rapidamente. A IRENA estima a força de trabalho em empreendimentos eólicos no País em 40.000 pessoas, principalmente em construção, operações e manutenção – vagas que costumam ser temporárias, mal remuneradas e pouco qualificadas.

O segmento solar também está crescendo no Brasil e empregava cerca de 68.000 pessoas em 2020. A maior parte dos painéis solares fotovoltaicos ainda é importada. Os módulos produzidos internamente, que são elegíveis a financiamento com juros mais baixos, atenderam aproximadamente 3,8% da demanda em 2020 (Greener, 2021).

Fonte: IRENA 2021 (JOBS)

<sup>45</sup>IRENA 2021<sup>a</sup>, op. Cit.

<sup>46</sup> Simas, M., & Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 83–90.

<sup>47</sup> Hochstetler, K. (2020) *Political economies of energy transition: wind and solar power in Brazil and South Africa*. Cambridge University Press.

## Indústria de transformação cadeias de suprimentos renováveis

Latina — com algumas exceções notáveis, como o Brasil — estão inseridos principalmente em segmentos de baixo valor agregado das cadeias de valor de energia renovável, como produção de matérias-primas e atividades de instalação e manutenção. De modo geral, as autoridades têm duas estratégias disponíveis na implementação de energia renovável: a abordagem rápida e a abordagem lenta.<sup>48</sup> A estratégia acelerada envolve a rápida adoção e implementação de tecnologias de baixo carbono, importadas de onde já estão disponíveis (por exemplo, instalação do maior número de turbinas no menor tempo possível por meio da importação de turbinas eólicas totalmente montadas). A estratégia lenta vai além da simples adoção e implementação de energia renovável e envolve fomentar a produção de equipamentos que entram diretamente nas cadeias de valor de energia renovável (por exemplo, desenvolvendo uma base doméstica para fabricação de turbinas eólicas). Com exceção do Brasil (e do Uruguai em menor grau), a maioria dos países latino-americanos adotou uma abordagem acelerada para as energias renováveis. Até o momento, a maior parte da tecnologia de energia renovável foi importada (turbinas eólicas e biocombustíveis produzidos no Brasil são exceção notável). A integração às cadeias de valor globais se dá pela exportação de matérias-primas para produzir tecnologias de baixo carbono (como cobre, lítio, madeira balsa, minério de ferro, plásticos).

**Mesmo havendo capacidade de fabricação de turbinas eólicas no Brasil e na Argentina, a capacidade de exportação permanece muito restrita e a maioria das turbinas instaladas vem de fora.** O segmento de turbinas eólicas merece atenção especial porque oferece perspectivas interessantes para regionalização das cadeias de suprimentos na América Latina em comparação com outras tecnologias de energia renovável.

- Primeiramente, há grande variedade de matérias-primas disponíveis em diferentes partes da região.
- Em segundo lugar, a América Latina é uma das regiões com maior demanda por turbinas eólicas e o transporte desses equipamentos acarreta custos econômicos e ambientais muito grandes (devido ao tamanho das turbinas e à intensidade de carbono do transporte marítimo). Em terceiro lugar, existe capacidade fabril no Brasil e, em menor grau, na Argentina.
- Por último, o potencial de disrupção e competitividade é maior onde as perspectivas de competitividade são mais limitadas. No entanto, a maioria das turbinas eólicas instaladas até o momento na América Latina foi importada, principalmente da China. Em 2020, as exportações chinesas de naceles completas

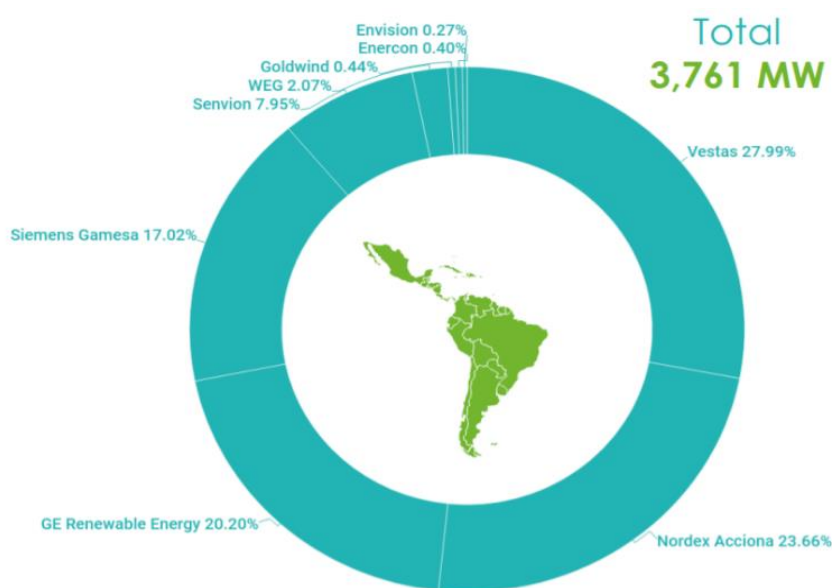
---

<sup>48</sup> Lema, A., & Ruby, K. (2006). Towards a policy model for climate change mitigation: China's experience with wind power development and lessons for developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 10(4), 5-13; Lema, R., Johnson, B., Andersen, A. D., Lundvall, B-Å., & Chaudhary, A. (2014). *Low-Carbon Innovation and Development*. Aalborg Universitetsforlag.

(principal componente de geração de energia das turbinas) representaram respectivamente 82% e 59% das importações desse produto no Chile e México (os dois principais importadores de nacelles completas da América Latina), com valor somado de US\$ 855 milhões nos dois países. Entre os fornecedores menores desses equipamentos estão Estados Unidos, Dinamarca e Espanha.

Em se tratando de empresas, Vestas, Nordex Acciona, GE Renewable Energy e Siemens Gamesa detinham fatias entre 17% e 28% do mercado latino-americano de turbinas eólicas em 2019 (ver Figura 15). Fabricantes locais de turbinas eólicas e componentes relacionados conseguem entrar no mercado, mas sua participação regional permanece muito pequena. WEG (Brasil), Aeris Energy (Brasil), Wobben Windpower (Brasil) e IMPSA (Argentina) estão entre essas fabricantes locais. Com 2,1% do mercado regional, a WEG, líder latino-americana em turbinas eólicas, caiu para a 6ª posição em 2019 após perder mais de 5% de market share na América Latina em relação ao ano anterior. Todas as operações da companhia em 2019 foram no mercado brasileiro.

**Figura 15. Participação por empresa no mercado de turbinas eólicas da América Latina**



Source: GWEC Market Intelligence, May 2020

Fonte: GWEC Market Intelligence

**Ainda existem obstáculos consideráveis aos investimentos em capacidade de fabricação local e em cadeias de suprimentos regionais em torno de energias renováveis.** Algumas das principais empresas estrangeiras de energia eólica mencionadas acima investiram em fábricas locais (principalmente no Brasil), mas a maior parte de suas operações depende de turbinas eólicas importadas. A Vestas é um exemplo de empresa estrangeira que investiu na produção de turbinas eólicas no Brasil, onde o baixo custo nivelado de energia poderia ser



alcançado devido a incentivos fiscais a investimentos em produção local, além do alto volume vendido no Brasil (2 GW para a Vestas apenas em 2021). No México, a empresa também conta com fornecedores locais de torres e pás eólicas. No entanto, entre os maiores obstáculos ao investimento na capacidade fabril na região estão a volatilidade da demanda e políticas energéticas instáveis (segundo a Gerência de Comunicação da Vestas para a América Latina). Devido às frequentes mudanças nas políticas públicas, as operações no México, Brasil, Colômbia e Argentina sofrem flutuações consideráveis de ano para ano, dificultando a expansão. No futuro, a promoção de um mercado de energia renovável mais estável — por meio de um roteiro para o médio e longo prazo e maior clareza nas regulamentações e na comunicação oficial sobre os objetivos das energias renováveis — será essencial para que os investidores tenham confiança na capacidade doméstica de fabricação de bens relacionados a energias renováveis (ver seção 5).

**Apesar dos desafios existentes, as políticas de conteúdo local têm se mostrado bastante eficazes para aumentar a presença local nas atividades de maior valor agregado nas cadeias de valor de turbinas eólicas no Brasil.**<sup>49</sup> O país é um exemplo de abordagem lenta, em que o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenhou papel relevante no apoio à indústria de turbinas eólicas por meio do financiamento competitivo para instalações de energia eólica (com juros bem abaixo dos praticados no mercado) em paralelo às exigências de conteúdo local.<sup>50</sup> As diversas exigências de conteúdo local atrasaram a introdução da energia eólica para além de 2009, mas acabaram contribuindo para o tamanho substancial da indústria nacional, pois se tornaram "a garantia mais eficaz da produção localizada contínua de componentes elétricos",<sup>51</sup> segundo Hochstetler. Em 2014, o conteúdo fabricado nacionalmente no segmento de energia eólica já chegava a 89%.<sup>52</sup> No entanto, o sucesso das fábricas de turbinas eólicas também dependeu da capacidade de alavancar a capacidade doméstica pré-existente de fabricação de aeronaves. Isso levanta questões sobre a replicabilidade desse sucesso em outros países da América Latina, que podem não ter a mesma capacidade de fabricação pré-existente nem um mercado interno tão grande quanto o do Brasil. Uruguai e Argentina também introduziram exigências de conteúdo local. Em Chubut (Argentina), estudos apresentaram resultados mistos. Baixos incentivos financeiros e o cronograma rígido de exigências de conteúdo local têm sido grandes entraves ao desenvolvimento da energia eólica.<sup>53</sup>

---

<sup>49</sup> Exigências de conteúdo local foram introduzidas em 2009 no Uruguai, com leilão de 30–50 MW de pequenos parques eólicos, tendo pelo menos 20% de conteúdo local e 80% de funcionários contratados localmente.

<sup>50</sup> Hochstetler, op. cit.

<sup>51</sup> *ibid.*

<sup>52</sup> IRENA (2019). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019*. Abu Dhabi: IRENA.

<sup>53</sup> Jacobs, D. (2012). "Feed-in tariffs: Design options and case studies for developing countries." 26 de janeiro de 2012. Leonardo Webinar.

## Inovação e P&D

**Inovação e P&D têm papel essencial no desenvolvimento, adaptação e implementação de tecnologias de energia renovável.<sup>54</sup> Nessa frente, o histórico da América Latina é misto.** Por um lado, a região liderou várias atividades de P&D em energias renováveis, incluindo o desenvolvimento de ferramentas de previsão de curto prazo para geração eólica, turbinas hidrocínéticas para uso com correntes marítimas, pequenas redes inteligentes para eletrificação de comunidades isoladas e rurais e produção de biocombustíveis a partir de microalgas.<sup>55</sup> Os esforços de P&D que alavancaram o sucesso do desenvolvimento de biocombustíveis no Brasil merecem destaque (ver Quadro 2). A primeira tentativa de usar biocombustível no lugar do diesel ocorreu há mais de um século, mas não avançou devido à alta viscosidade dos biocombustíveis e a seu baixo desempenho como fonte de energia.<sup>56</sup> No final da década de 1970, o governo brasileiro lançou o Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal, visando o desenvolvimento técnico de óleos vegetais para uso em motores a diesel. A partir daí, diversos programas apoiaram P&D em biocombustíveis, como a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (que inclui representantes dos setores público, privado e academia) e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, lançado em 2005 (ver Quadro 2). O setor de biocombustíveis no Brasil é hoje considerado um sucesso: o Brasil é o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis líquidos para transporte e a indústria gera quase 1 milhão de empregos no país (como destacado anteriormente).

---

<sup>54</sup> Lema, R., Iizuka, M., & Walz, R. (2015). Introduction to low-carbon innovation and development: insights and future challenges for research. *Innovation and Development*, 5(2), 173-187

<sup>55</sup> IRENA (2015), op. cit.

<sup>56</sup> Schwab, A. W., Bagby, M. O., & Freedman, B. (1987). Preparation and properties of diesel fuels from vegetable oils. *Fuel*, 66(10), 1372-1378.



## Quadro 2. P&D em biocombustíveis no Brasil

A primeira patente brasileira de biodiesel foi obtida em 1983, logo após o lançamento do Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal e de P&D resultantes com ésteres puros e blends com 30% de éster de óleo de soja, devido à maior disponibilidade dessa matéria-prima.<sup>57</sup>

A crescente preocupação com a sustentabilidade dos sistemas energéticos e a evolução da produção de biodiesel na Europa aumentaram o interesse por biocombustíveis no Brasil e incentivaram diversas políticas em prol de P&D no ramo. Em 2002, o Ministério da Ciência e Tecnologia criou a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, reunindo representantes de universidades, da indústria automotiva e potenciais produtores de biodiesel. Em 2005, o governo lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel para fortalecer as capacidades de P&D existentes.

Em 2006, foi criada a Petrobras Biocombustível, subsidiária da estatal para apoio a produção e P&D em torno de biocombustíveis. Para fomentar o desenvolvimento tecnológico, a Petrobras Biocombustível liderou diversas iniciativas de P&D que mobilizaram 19 centros públicos de pesquisa agropecuária.<sup>58</sup> Essas iniciativas começaram com o lançamento de usinas-piloto para produção de biodiesel em 2006 e incluíram o estabelecimento de uma rede de pesquisas sobre oleaginosas em 2010, que fornece financiamento e apoio técnico a centros públicos de pesquisa agropecuária.<sup>59</sup>

Atualmente, os biocombustíveis suprem cerca de 25% da demanda de combustíveis para transporte rodoviário no Brasil. O desenvolvimento de biocombustíveis também trouxe benefícios socioeconômicos consideráveis, como a geração de empregos. A produção de etanol gera aproximadamente 32 vezes mais empregos por unidade de energia produzida do que o setor petrolífero.<sup>60</sup> Apesar do avanço da mecanização, o setor também gerou mais de 500 mil empregos diretos, a maioria com carteira assinada. Cerca de 40% dos trabalhadores da agricultura são contratados com carteira assinada, mas na produção de cana-de-açúcar essa parcela chega a 81,4% dos empregados, que têm acesso a benefícios trabalhistas.<sup>61</sup>

---

<sup>57</sup>Ministério da Indústria e Comércio do Brasil (1979). Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal. Brasília: STI/MIC.; Nogueira, LAH, & Capaz, RS (2013). Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. *Global Food Security*, 2(2), 117-125.

<sup>58</sup>Nogueira & Capaz, op. cit.

<sup>59</sup>Ibid.

<sup>60</sup>Ibid.

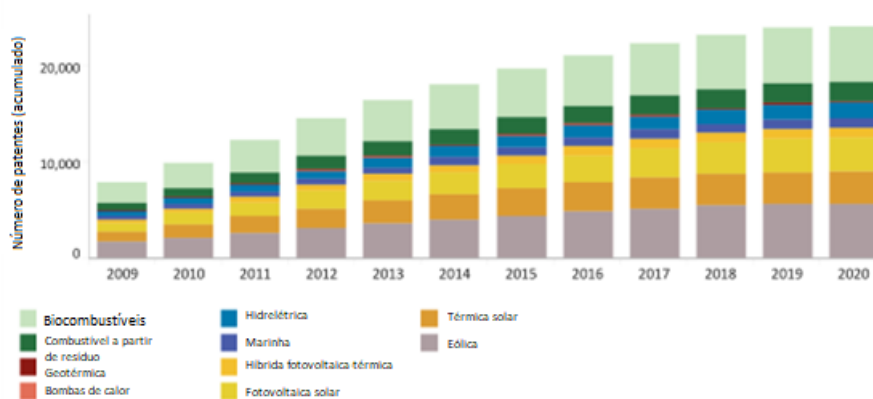
<sup>61</sup> Moraes, M. A. F. D., Costa, C., Guilhoto, J., Souza, L., & Oliveira, F. (2010). Externalidades sociais dos combustíveis. *Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*, 1.



Trabalhador monitora etanol em usina sucroalcooleira em Minas Gerais, Brasil, 2008. / T photography (Shutterstock)

Apesar de sucessos pontuais, a capacidade de P&D em energias renováveis continua bem baixa na América Latina e no Caribe. Apenas 2,5% das patentes globais em energias renováveis foram registradas na região em 2020. Embora essas patentes aumentem em ritmo constante na região, esse avanço é mais lento do que o total mundial e a participação relativa da região nas patentes globais em energias renováveis vem diminuindo desde 2010.

Figura 16. Evolução das patentes em energias renováveis na América Latina, 2009-2020 (acumulado)

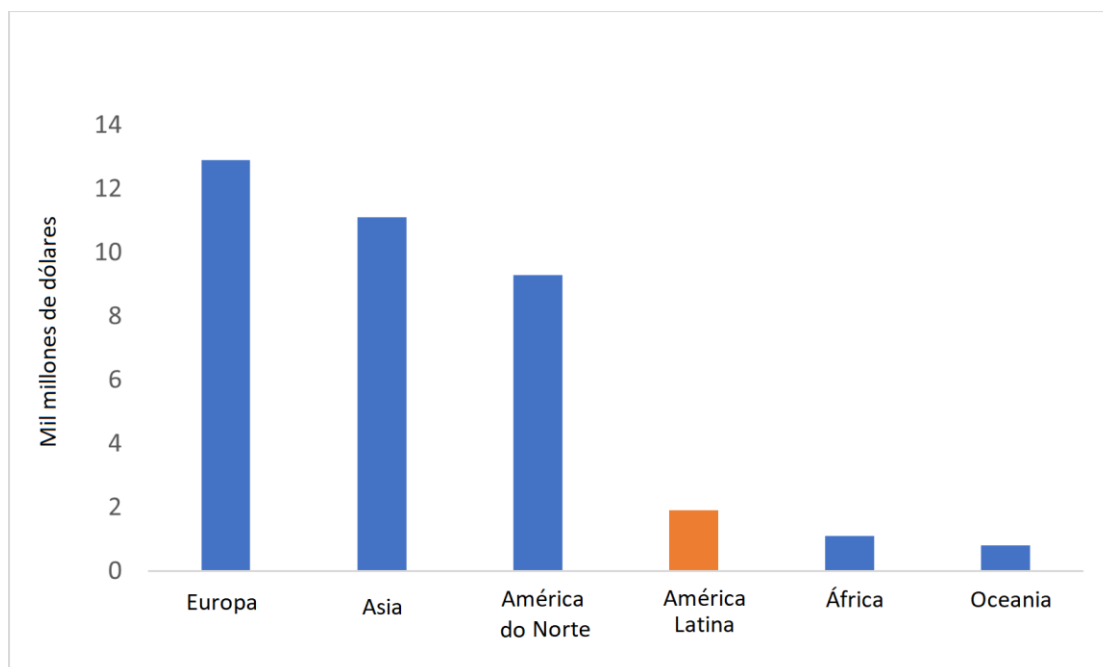


Fonte: Banco de dados IRENA

No segmento de energia eólica mais especificamente, nenhum país latino-americano está entre os 10 que mais investem em P&D em turbinas eólicas. Os investimentos

planejados em P&D no período 2019–2028 na região ficam muito atrás dos da Europa, Ásia e América do Norte (ver Figura 17).

**Figura 17. Gastos (públicos e privados) planejados em P&D em energia eólica no mundo, 2019–2028**

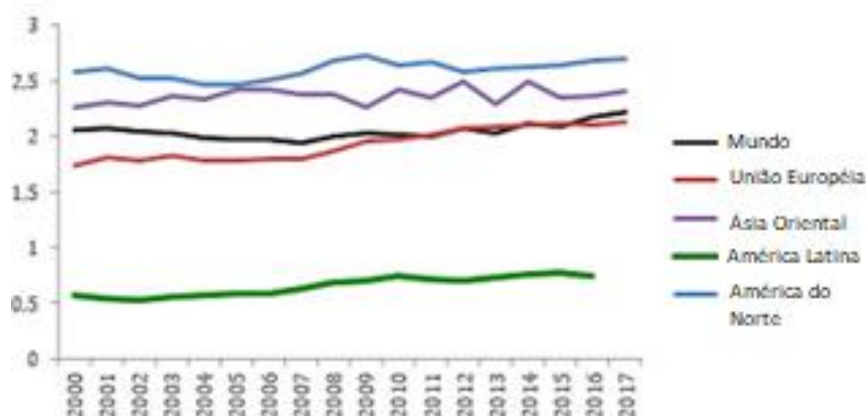


Fonte: Autor com base em dados da Intelstor

A participação ínfima da América Latina em P&D em energias renováveis reflete uma tendência regional maior. Como mostra a Figura 18, o gasto médio em P&D na região (como proporção do PIB) está entre os mais baixos do mundo (<0,6%) e bem aquém da média mundial (>2%). É inegável a necessidade de esforço público maior e melhor direcionado na América Latina, além da necessidade de coordenação com o setor privado.<sup>62</sup> Em quase todos os países da América Latina, mais da metade dos gastos existentes em P&D tem financiamento público. Na Europa e América do Norte (excluindo o México), a parcela de financiamento público costuma ser inferior a 35%. No Equador, Argentina, Cuba e Costa Rica, a participação do financiamento público em P&D ultrapassa 70%. Encontrar maneiras de incentivar mais financiamento privado complementar para P&D será essencial para aproveitar ao máximo as oportunidades econômicas e comerciais decorrentes das transições energéticas.

<sup>62</sup> Perez, C. (2008). A vision for Latin America: A resource-based strategy for technological dynamism and social inclusion. *Globelics Working Paper Series*.

Figura 18. Inversión en I+D por región del mundo (% PIB)



Fonte: Autor com base em dados dos Indicadores de Desenvolvimento Mundial

## Adição de valor a jusante: a movimentação em direção ao hidrogênio verde

A América Latina tem uma oportunidade única de desenvolver uma indústria competitiva de hidrogênio verde a partir de eletricidade produzida com recursos renováveis, desempenhando papel crítico no impulso global de descarbonização. O hidrogênio é amplamente usado como gás industrial há mais de um século. Tradicionalmente é produzido a partir de combustíveis fósseis, separando a água em seus elementos constituintes hidrogênio e oxigênio. O chamado hidrogênio “verde” pode ser produzido usando energia renovável como fonte de energia zero carbono. Embora essa tecnologia emergente traga alguns riscos e incertezas, o hidrogênio verde já é considerado facilitador crítico da transição econômica global para energias sustentáveis e zero emissões líquidas.

Os países latino-americanos estão bem-posicionados para o desenvolvimento do hidrogênio verde. A crescente demanda global por hidrogênio de baixo carbono representa importante janela de oportunidade para esses países exportarem hidrogênio de baixo carbono a custo competitivo. O Chile foi o primeiro país da região a apresentar uma estratégia de desenvolvimento de hidrogênio (ver Quadro 3). Brasil, Colômbia, Panamá também apresentaram uma estratégia para o hidrogênio ou submeteram seu plano de desenvolvimento a consulta pública. Diversos países da região – incluindo Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México – possuem características para produção competitiva de hidrogênio verde a partir de energias renováveis. A Agência Internacional de Energia identificou mais de 800 km (principalmente no norte do Chile, Brasil, Patagônia e norte do México) onde os custos de produção de hidrogênio podem ficar em um patamar muito competitivo, inferior a US\$ 1 até 2050.

O hidrogênio verde também oferece uma oportunidade para os países latino-americanos agregarem valor à produção local de energia renovável, aumentarem a segurança do abastecimento e comercializarem energia com zero carbono de forma mais econômica, considerando a versatilidade do hidrogênio como transportador de energia. A competitividade potencial dos países da América Latina na produção de energia renovável e a necessidade global de transportar energia limpa criam oportunidade para a produção doméstica de hidrogênio rivalizar com o tamanho do setor de combustíveis fósseis na região, que enfrenta perspectivas difíceis (ver seção 3.1). Se medidas oportunas e eficazes forem tomadas, os investimentos, a produção e o uso de hidrogênio verde da América Latina podem criar ecossistemas econômicos e comerciais dinâmicos em toda a região.

**Alguns países latino-americanos já têm experiência na produção de hidrogênio a partir de combustíveis fósseis. No entanto, a longo prazo, a transição para a produção de hidrogênio a partir de energias renováveis será fundamental.** No curto prazo, a demanda e a infraestrutura associadas ao chamado hidrogênio azul podem ser desenvolvidas na região por meio da combinação da produção existente de hidrogênio a partir de gás natural (no Brasil, Argentina, Peru e Trinidad e Tobago) com captura, utilização e armazenamento de carbono.<sup>63</sup> No entanto, esse método de produção é muito caro e, até certo ponto, os requisitos tecnológicos diferem daqueles empregados no hidrogênio verde. A transição para a produção de hidrogênio a partir de energia renovável é importante no longo prazo, dado que as atuais emissões decorrentes do hidrogênio produzido a partir de fontes “sujas” são muito altas na região. Em Trinidad e Tobago, as emissões com a produção de hidrogênio (cinza) atingiram 16 Mt CO<sub>2</sub>/ano em 2019, representando uma das principais fontes de emissões de carbono do país.<sup>64</sup> Atualmente, a maior parte da produção regional de hidrogênio vem de fontes sujas (85% do gás natural). Em 2018, a demanda regional por hidrogênio atingiu cerca de 4Gt, sendo 40% em Trinidad e Tobago, e em seguida México, Colômbia e Brasil, para produção de amônia, refino de petróleo, produção de metanol e siderurgia.<sup>65</sup>

**Há uma diversidade de oportunidades e usos finais do hidrogênio verde nos diferentes países da região.**<sup>66</sup> No caso de Trinidad e Tobago, já grande produtor de hidrogênio (cinza), a capacidade existente poderia ser aproveitada para produção de hidrogênio verde. No Brasil, que tem considerável capacidade de produção de biocombustíveis, estes podem atuar como fonte de energia para produção de hidrogênio. Em países como Brasil, Chile (onde a mineração responde por um quarto do consumo nacional de diesel),

---

<sup>63</sup> AIE 2021, op. cit.

<sup>64</sup> (ibid.).

<sup>65</sup> (ibid.).

<sup>66</sup> AIE (2021), *Hydrogen in Latin America*, AIE, Paris

Equador e Peru, a produção e o uso de hidrogênio verde podem ajudar a reduzir as emissões da mineração. Em países que descarbonizaram quase totalmente a geração de energia, como Costa Rica, Panamá, Paraguai e Uruguai, a produção e o uso de hidrogênio podem ser direcionados à exportação para gerar receitas em moeda estrangeira, além de ajudar a substituir os combustíveis fósseis no transporte se/quando a tecnologia relacionada ao hidrogênio se tornar rentável em relação ao combustível fóssil importado. O Panamá, ponto estratégico do transporte marítimo internacional, poderia se tornar um polo regional de distribuição e comercialização de hidrogênio.

**O hidrogênio verde ainda está em estágio inicial na região. Os desafios para aumentar a escala da produção e usá-la em várias aplicações persistem, mas projetos demonstrativos e pilotos foram lançados com sucesso.** Na frente tecnológica, a Argentina foi pioneira regional na produção de hidrogênio verde. Desde 2008, o projeto-piloto Hychico, na Patagônia, produz hidrogênio e oxigênio (vendido no mercado de gás industrial) por meio da eletrólise da água movida por um dos primeiros parques eólicos do país.<sup>67</sup> Existem outros pilotos para produção de hidrogênio verde. Na Costa Rica, o projeto Ad Astra Rocket (estabelecido em 2011) é usado para abastecer um ônibus com célula a combustível e quatro veículos leves com célula a combustível. No Chile, a pequena rede Cerro Pabellón funciona no Deserto do Atacama desde 2019.

---

<sup>67</sup> Possui dois eletrolisadores com capacidade total de 120 Nm<sup>3</sup>/h de hidrogênio e 60 Nm<sup>3</sup>/h de oxigênio (ver [Hychico.com.ar](http://Hychico.com.ar)).



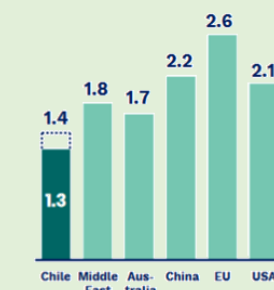
### Quadro 3. Estratégia de hidrogênio verde do Chile<sup>68</sup>



O Chile realizou esforços consideráveis em prol de uma indústria competitiva de hidrogênio verde para exportação e uso doméstico. Nos últimos seis anos, o país quintuplicou a capacidade de geração a partir de fontes renováveis e trabalha para que as fontes renováveis representem 70% da geração de eletricidade até 2030. Na região central do Chile, a geração solar já é mais competitiva do que a geração de eletricidade a partir de combustível fóssil.

A qualidade e abundância dos recursos renováveis encontrados no Chile podem viabilizar produção competitiva de hidrogênio verde. Estimativas sugerem que o hidrogênio verde produzido no Deserto do Atacama (onde a radiação solar é a mais poderosa do planeta) e na região de Magalhães (onde o potencial eólico é considerável) terá o menor custo nivelado de produção no mundo até 2030.

O Chile foi o primeiro país latino-americano a apresentar uma estratégia nacional de hidrogênio, com meta de exportar o equivalente a US\$ 11 bilhões até 2035 e US\$ 24 bilhões até 2050.



Fonte: McKinsey & Company

A primeira fase da produção de hidrogênio verde incluirá o uso doméstico diante da grande demanda existente de energia ou hidrogênio, substituindo a amônia importada e o hidrogênio cinza usados atualmente em refinarias de petróleo. No médio e longo prazo, esse hidrogênio verde produzido localmente poderá ser exportado ou utilizado em maquinário, frotas de veículos pesados e transporte de longa distância. A abertura de novos mercados de exportação no longo prazo (por exemplo, usando o hidrogênio verde para descarbonizar o transporte marítimo e a aviação) permitirá grande aumento da produção.

Uma abordagem que inclua múltiplas partes interessadas é necessária para que o Chile construa capacidade competitiva em torno do hidrogênio e seja inserida na estratégia do país, visando promover vínculos entre indústria e academia para identificar e fomentar as competências técnicas necessárias ao longo da cadeia de valor do hidrogênio verde. A estratégia de hidrogênio do Chile inclui um roteiro de P&D para resolver desafios de implementação local, envolvendo setor público e privado e o papel essencial do Instituto de Tecnologias Limpas, que é uma plataforma de inovação com financiamento público de até US\$ 193 milhões.

Fonte: Ministério de Energia do Chile, *Estratégia Nacional de Hidrogênio Verde*

**Instrumentos mais robustos de políticas públicas e uma abordagem regional serão fundamentais para o sucesso do setor de hidrogênio verde na América Latina.** Muito precisa ser feito para que a América Latina concretize seu potencial em hidrogênio. Existem várias barreiras para desenvolver e dar escala à produção de hidrogênio, incluindo assimetrias de informação, falta de coordenação entre oferta e procura, riscos financeiros e tecnológicos, além de diferenças de custo em relação a soluções movidas a combustíveis fósseis.<sup>69</sup> A introdução dessa nova tecnologia nos sistemas de energia exigirá esforços públicos em nível nacional, mas também regional. O desenvolvimento e

<sup>68</sup>Ministério de Energia do Chile, *National Green Hydrogen Strategy*. [https://energia.gob.cl/sites/default/files/national\\_green\\_hydrogen\\_strategy\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/national_green_hydrogen_strategy_-_chile.pdf)

<sup>69</sup>AIE 2021, op. Cit.

o sucesso de longo prazo da indústria de hidrogênio verde na região dependem da cooperação internacional e regional para estabelecer esquemas de certificação com reconhecimento regional para promover a produção e a demanda de hidrogênio com baixo teor de carbono, explorar sinergias e economias de escala para estabelecer cadeias regionais de suprimentos e aumentar a produtividade.<sup>70</sup>

Uma abordagem regional ao hidrogênio verde – envolvendo órgãos reguladores do setor energético, empresas e instituições de pesquisa – é fundamental para que a América Latina amplie e coordene a oferta e a demanda regional por essa tecnologia e atinja economias de escala. Essa abordagem regional pode se inspirar no que já vem sendo adotado em outras partes do mundo, como o noroeste da Europa, onde vários países estabeleceram um fórum para discutir o desenvolvimento de um mercado regional de energia.<sup>71</sup>

## **Adição de valor a jusante: oportunidades para fornecimento de serviços de baixo carbono**

**Com a expansão da economia global de baixo carbono, o mercado terá oportunidades consideráveis para desenvolver indústrias e serviços de baixo carbono/descarbonizados.** À medida que os países prometem descarbonizar seus sistemas produtivos e de consumo, haverá maior demanda e prêmio de mercado por bens e serviços com menor pegada de carbono e menor pegada material. Segundo estimativas, até 2030, o mercado de produtos de baixo carbono movimentará mais de US\$ 1 trilhão por ano – um aumento de sete a 12 vezes em relação ao nível atual.<sup>72</sup> Os primeiros países que se esforçarem para ganhar competitividade no fornecimento de bens de baixo carbono estarão posicionados para conquistar maior fatia de mercado. Por isso, os países latino-americanos precisam agir imediatamente.

**Sob este ponto de vista, os países latino-americanos têm a oportunidade de alavancar seu potencial de energia renovável e hidrogênio verde para serem pioneiros no fornecimento de uma série de bens e serviços descarbonizados,** incluindo indústria de transformação, mineração e serviços de tecnologia de baixo carbono. O processo da indústria de transformação de baixo carbono reduz a intensidade das emissões de carbono e usa energia e recursos de forma eficiente.

**Em um mundo que se descarboniza, fará sentido que atividades intensivas em energia ocorram perto de locais com abundância de energia renovável.**<sup>73</sup> Historicamente, devido à facilidade de transportar combustíveis fósseis, países pobres em energia como Japão e Coreia do Sul predominam em indústrias com uso intensivo de energia, como a siderurgia. No entanto, fontes de energia limpa (excluindo a energia nuclear) são

---

<sup>70</sup>Ibid.

<sup>71</sup>Ibid.

<sup>72</sup> Vieira, H. (2017). Low-carbon services can enhance the UK's economic prospects. 28 de agosto. *Blogs da LSE*

<sup>73</sup>Hausmann, R. (2021). 'Crescimento Verde no Fim do Mundo Plano'. *Projeto Sindicato*. 9 de dezembro.

distribuídas de forma desigual e seu transporte é caro (a produção de hidrogênio verde consome muita energia).<sup>74</sup> Os que forem pioneiros no desenvolvimento do ecossistema adequado à industrialização verde devem sair na frente, o que pode ser boa notícia para países da América Latina capazes de fornecer fontes de energia renovável a custo competitivo.

Além da indústria de transformação, a energia renovável traz oportunidade para descarbonizar alguns processos de mineração. Reduzir a pegada de carbono das indústrias extrativas é prioridade diante da crescente pressão para que os países latino-americanos adotem métodos de extração mineral menos intensivos em carbono (como discutido na seção 2),

**Diversos serviços de tecnologia – como nuvens de dados e mineração de liquidez de criptomoedas – também enfrentam desafios devido à intensidade de carbono, o que pode gerar oportunidades de mercado interessantes na América Latina.** Em 2015, o Google abriu um data center em Santiago abastecido por energia solar do Deserto do Atacama. O Google contratou até 80 MW de energia solar da Acciona Energia para garantir o abastecimento do data center.<sup>75</sup> No futuro, o fornecimento de energia barata, confiável e limpa pode ser ativo fundamental – e requisito – para atrair mais investimentos estrangeiros para serviços de tecnologia com uso intensivo de energia. Será necessário expandir a capacidade de energia renovável para que novos investimentos em atividades intensivas em energia não redirecionem a energia limpa existente, forçando outras atividades a reverter para fontes mais sujas para complementar suas necessidades energéticas.

---

<sup>74</sup>Ibid.

<sup>75</sup> Bebon, J. (2017) Google Powers Chilean Operations With 100% Solar. 20 de janeiro. *Solar Industry*.

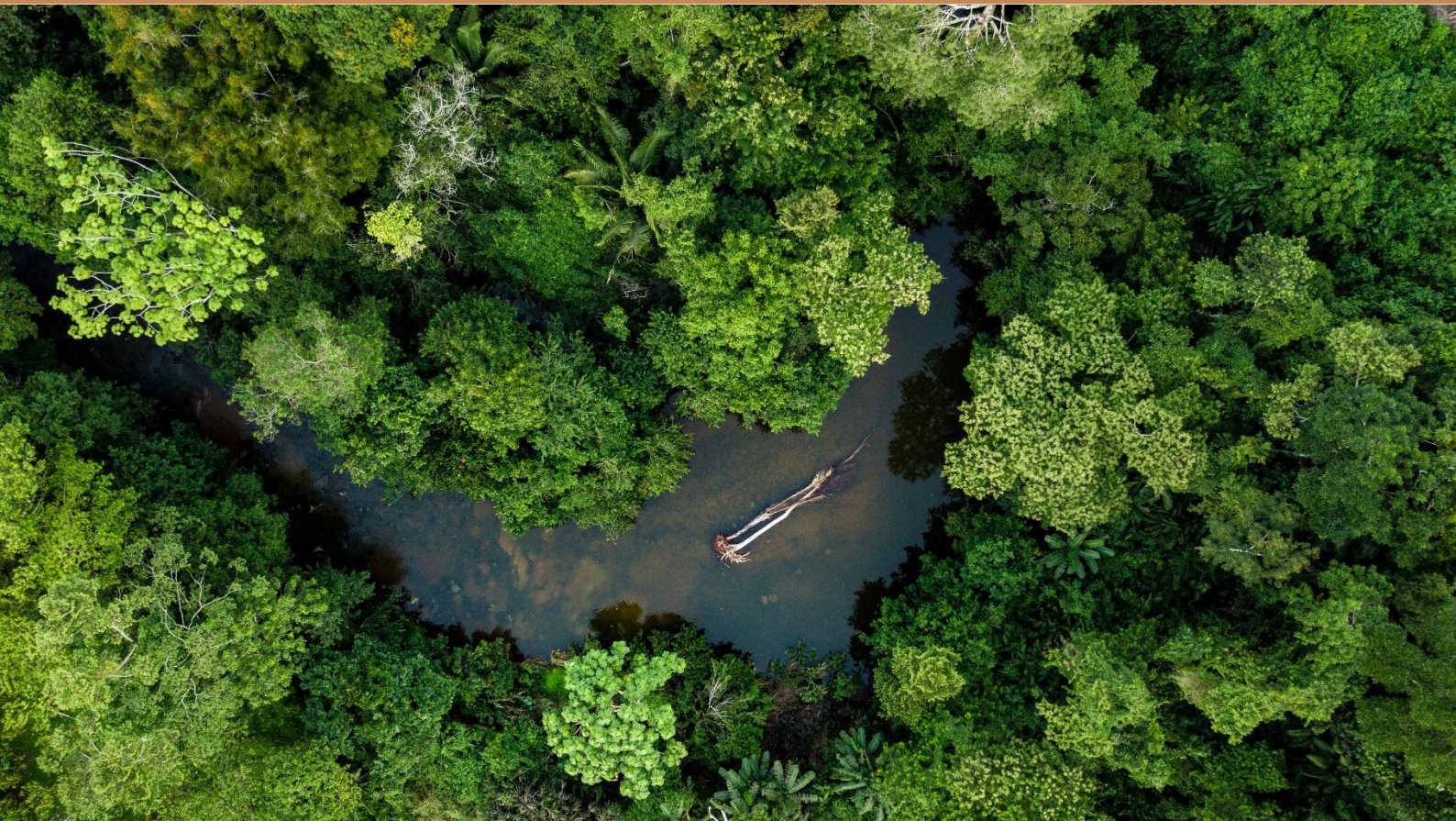


Foto aérea de um rio na Amazônia peruana. / qualtaghvisuals (Shutterstock)

## Biodiversidade no contexto do comércio

### O papel central da biodiversidade na América Latina

A América Latina é caracterizada por geografia e ecossistema natural singulares. Sua conservação é central ao desenvolvimento sustentável. Sete dos 13 países com maior biodiversidade no mundo ficam na região: Brasil, Colômbia, México, Peru, Equador, Bolívia e Venezuela.<sup>76</sup> A interação entre biodiversidade e atividade econômica é uma narrativa vital para a América Latina.<sup>77</sup> Durante muitos anos, essa interação priorizou a extração e o uso de recursos. No entanto, o crescente foco global no desenvolvimento sustentável e na sustentabilidade ecológica exige discutir a dependência contínua da atividade econômica extrativa tradicional e a intenção de preservar os tesouros naturais únicos da região.<sup>78</sup> Assim, vale a pena explorar o papel dos serviços associados à biodiversidade como alternativa econômica sustentável ao desmatamento e a atividades extrativistas prejudiciais ao meio ambiente.

**Dada a vasta biodiversidade endêmica e os ecossistemas naturais únicos da América Latina, o comércio e a inovação fundamentados em biodiversidade podem atuar como**

---

<sup>76</sup> Lebdioui A (2022) Learning from nature to reconcile economic upgrading with biodiversity conservation? Biomimicry as an innovation policy. Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper 402/Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper 37

<sup>77</sup> Purkey D. (2021) 'Biodiversidade', LatAm Outlook 2021. Londres: Canning House.

<sup>78</sup>Ibid.

**força transformadora para impulsionar o desenvolvimento econômico e o comércio na região.** As abordagens tradicionais de conservação e os debates sobre políticas de proteção da biodiversidade raramente discutem como a biodiversidade única da região pode alavancar o desenvolvimento sustentável. A biodiversidade da região influencia as oportunidades comerciais de várias maneiras – não apenas o ecoturismo, mas também mercados de carbono e bioinovação, explicando a crescente atenção ao potencial desenvolvimento de estratégias de bioeconomia na América Latina. A bioeconomia consiste na "produção, utilização e conservação de recursos biológicos – incluindo conhecimento, ciência, tecnologia e inovação – para fornecer informações, produtos, processos e serviços em todos os setores econômicos visando uma economia sustentável".<sup>79</sup> Um pilar do desenvolvimento de uma bioeconomia na América Latina é a promoção de processos de inovação que contribuam para a diversificação das economias e gerem novas cadeias de valor.<sup>80</sup>

**Apesar do potencial considerável, a inovação a partir da biodiversidade ainda se encontra em estágio nascente em toda a América Latina.** Alguns países têm demonstrado esforços louváveis para capitalizar o valor da inovação da biodiversidade por meio da bioprospecção. Como discutido adiante nesta seção, a iniciativa mais conhecida ocorreu na década de 1990 na Costa Rica, com a criação do Instituto Nacional de Biodiversidade (INBio), que trabalhava sob a premissa de que um país será capaz de conservar grande parte de sua biodiversidade selvagem se essa biodiversidade gerar benefícios intelectuais e econômicos suficientes para compensar sua manutenção (Mateo et al. 2001). No entanto, na região como um todo, existem poucas políticas governamentais neste sentido e o empreendedorismo até agora é mínimo em comparação com o potencial estimado.

### **Mercados de carbono e compensação por serviços ecossistêmicos**

**Os países latino-americanos fornecem uma série de serviços ecossistêmicos (como armazenamento de carbono, proteção de bacias hidrográficas, conservação de fauna e flora) dos quais o mundo inteiro se beneficia e deveria recompensar.** Biodiversidade e ecossistemas naturais estão entre os ativos mais valiosos da região. Existem políticas públicas para comercializar e recompensar a proteção desses ativos valiosos. Na Costa Rica, os Pagamentos por Serviços Ambientais constituem um mecanismo financeiro pioneiro pelo qual os proprietários de terras recebem pagamentos diretos pelos serviços ecológicos que suas terras produzem quando eles usam a terra de modo ecologicamente correto e técnicas de manejo florestal (Malavasi e Kellenberg 2002).

Pagamentos por serviços ecossistêmicos também oferecem uma oportunidade valiosa de desenvolvimento pós-conflito em áreas de biodiversidade, como a Colômbia, que

---

<sup>79</sup> International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2018. (2018). Communiqué, Global Bioeconomy Summit 2018, Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing. 20 de abril de 2018, Berlim.

<sup>80</sup> (Rodriguez et al. 2019).

abriga 10% da biodiversidade do planeta e é um dos países com maior biodiversidade.<sup>81</sup> Contudo, nas últimas décadas, conflitos armados restringiram o acesso às áreas de alta biodiversidade. Com o acordo de paz e à semelhança de outros países em situações pós-conflito, o investimento público tem se concentrado em segurança e recuperação econômica, o que aumentou o desmatamento e a pressão sobre o capital natural.<sup>82</sup> O desafio do governo é gerenciar o retorno de milhões de pessoas desalojadas pelo conflito e proporcionar meios de subsistência sustentáveis que aumentem a riqueza natural, como alternativa às práticas extrativistas que podem alimentar famílias no curto prazo, mas prejudicar a riqueza intergeracional e as perspectivas de desenvolvimento futuro.<sup>83</sup> Neste sentido, a Estratégia de Crescimento Verde da Colômbia (ver Quadro 5) visa o uso eficiente do capital natural, incluindo água, solo e energia, bem como novas oportunidades econômicas por meio do aprimoramento da bioeconomia local. O governo colombiano propôs o pagamento por serviços ambientais como forma sustentável de promover alternativas econômicas (especialmente projetos produtivos que melhorem a biodiversidade) a populações afetadas pelo conflito armado. Avaliações revelam que, quando o valor da biodiversidade é contabilizado, os pagamentos propostos se tornam propostas de investimento robustas, com valor presente líquido de US\$ 4,4 bilhões.<sup>84</sup> Esses benefícios são diferentes em cada região, o que ajuda no direcionamento espacial das políticas públicas para maximizar os resultados econômicos, ambientais e sociais.<sup>85</sup> No entanto, os mecanismos para comercializar o valor dos serviços ecossistêmicos prestados pelas comunidades locais costumam ser limitados às fronteiras nacionais. As comunidades locais muitas vezes lutam para receber remuneração da comunidade internacional por esse serviço “comercializável”. No Equador, a Iniciativa Yasuní-ITT lidou diretamente com a questão dos serviços ecossistêmicos internacionais ao optar por não extrair petróleo no Parque Nacional Yasuní, um dos locais de maior biodiversidade do mundo. A proposta inicial do governo equatoriano era manter quase 1 bilhão de barris de petróleo na terra se a comunidade internacional contribuísse com pelo menos metade do custo de oportunidade da exploração do petróleo.<sup>86</sup> O apoio inicial de organismos internacionais, governos europeus e ONGs do mundo inteiro não se traduziu em ações concretas. A crise financeira de 2008/09 aumentou a pressão sobre as fontes internacionais de financiamento do Equador, o que levou o presidente Rafael Correa a prosseguir com o

---

<sup>81</sup>Moreno, LA, Andrade, GI, Gómez, MF, (2019). Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

<sup>82</sup>Bustos, C., Jaramillo, M. (2016). La paz en Colombia: una oportunidad clave para un desarrollo sostenible. Ojo Al Clima . 17 de setembro; McNeish, J. - A., 2017. Extracting justice? Colombia's commitment to mining and energy as a foundation for peace. The International Journal of Human Rights 21, 500 –516.

<sup>83</sup>Banerjee et al., op. cit.

<sup>84</sup>Ibid.

<sup>85</sup>Ibid.

<sup>86</sup> Larrea, C., & L. Warnars (2009). 'Ecuador's Yasuni-ITT Initiative: Avoiding Emissions by Keeping Petroleum Underground'. Energy for Sustainable Development, 13(3): 219–23

plano alternativo de extrair petróleo no local na ausência de contribuições.<sup>87</sup> Apesar do fracasso, várias lições resultantes podem favorecer o sucesso de programas semelhantes no futuro, especialmente no que diz respeito à necessidade de coordenação internacional e marcos legais mais claros para recompensar a proteção da biodiversidade da qual o mundo inteiro se beneficia. Embora muitos serviços ecossistêmicos não sejam prontamente transacionados ou valorizados pelo mercado, eles ainda são economicamente valiosos e mais e mais pesquisas e discussões de políticas públicas visam determinar o valor (de mercado ou não) derivado da<sup>88</sup> gestão e proteção de ecossistemas (como programas RED+).<sup>89</sup>

**Especificamente, há maior atenção aos mercados de carbono e precificação de carbono como caminho para gerar valor comercial a partir da proteção da biodiversidade.** Colocar um preço na poluição pode ser uma importante fonte de receita governamental: em 2019, os governos arrecadaram globalmente US\$ 45 bilhões dessa maneira.<sup>90</sup> Iniciativas domésticas de precificação do carbono estão se fortalecendo em todo o mundo com a adoção de metas mais ambiciosas de mitigação e instrumentos associados de políticas públicas.<sup>91</sup> Países como México, Chile e Colômbia começaram a usar – ou estudam usar – sistemas de precificação de carbono e negociação de créditos de emissões como parte de uma estratégia mais ampla para descarbonizar suas economias. No México, a fase-piloto do mercado nacional de carbono teve início em 2020 como primeiro sistema de negociação de emissões da América Latina.<sup>92</sup> Esses sistemas de negociação são instrumentos de mercado que criam incentivos para reduzir as emissões. O governo define limites de emissões em um ou mais setores e as organizações incluídas podem negociar licenças de emissão (AIE, 2020).<sup>93</sup>

Mas para além das metas domésticas de descarbonização, os sistemas de negociação de créditos de carbono precisam atravessar fronteiras nacionais e continentais para que os mercados de carbono sejam aproveitados como ferramenta comercial. A cooperação entre jurisdições para alinhamento dos mercados de carbono vem aumentando (caso de União Europeia e Suíça). Cooperação semelhante é necessária dentro e fora da América Latina para alavancar os mercados de carbono como fonte de receita cambial e receber compensação por serviços ecossistêmicos de parceiros comerciais internacionais – e não somente de agentes locais.

---

<sup>87</sup> Ibid.

<sup>88</sup> Ibid.

<sup>89</sup> Siikamäki, J. and Epanchin-Niell, R. (2015). Mapping the Value of Ecosystem Services in Latin America and the Caribbean. *Resources Magazine*, 17 de fevereiro.

<sup>90</sup> Banco Mundial “*State and Trends of Carbon Pricing*”. Banco Mundial, Washington.

<sup>91</sup> Ibid.

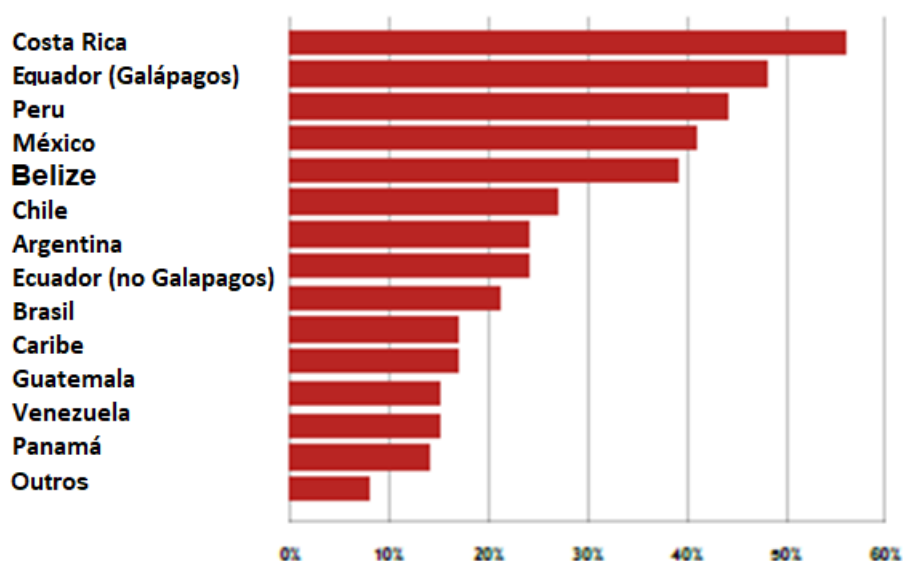
<sup>92</sup> O programa-piloto do sistema de negociação terá duração de três anos, dando aos participantes tempo para se familiarizarem com o mercado de carbono, permitindo que os reguladores testem seu design e disseminando um preço inicial do carbono pela economia ( Santikarn et al. 2020)

<sup>93</sup> AIE (2020), *Implementing Effective Emissions Trading Systems*, AIE, Paris <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems>

## Dependência do ecoturismo: benefícios e limitações

O ecoturismo tem como apelo seu potencial de fornecer benefícios econômicos locais, mantendo a integridade dos recursos ecológicos por meio do uso de baixo impacto nos recursos sem consumi-los.<sup>94</sup> O ecoturismo – que visa reduzir a pegada ambiental das atividades turísticas – consiste na promoção de viagens responsáveis na natureza e conservação ambiental, ao mesmo tempo em que melhora as condições de vida da população local (TIES, 2015). O comércio de serviços de ecoturismo é considerado promissor para enfrentar o duplo desafio de sustentabilidade e diversificação econômica.<sup>95</sup> Costa Rica e Equador (Ilhas Galápagos em particular) estão entre os principais destinos de ecoturismo do mundo (ver Figura 19). A atividade vem se popularizando em toda a América Latina como forma de fomentar o crescimento ecologicamente correto.

**Figura 19. Países com produtos de ecoturismo oferecidos por operadoras sediadas nos EUA**



Fonte: Purkey D. (2021) 'Biodiversity', no LatAm Outlook 2021. London: Canning House.

<sup>94</sup> Stem, C. J., Lassoie, J. P., Lee, D. R., & Deshler, D. J. (2003). How eco is ecotourism? A comparative case study of ecotourism in Costa Rica. *Journal of sustainable tourism*, 11(4), 322-347

<sup>95</sup> Hübler, M. (2019). How trade in ecotourism services can save nature: a policy scenario analysis. *Development Southern Africa*, 36(1), 127-143.



**O ecoturismo empregava cerca de 3,5 milhões de pessoas na América Latina e no Caribe**, enquanto o turismo em geral empregava cerca de 19 milhões em 2018, ou 8% do emprego total.<sup>96</sup> O turismo voltado para a natureza pode acelerar a redução da pobreza, especialmente em áreas remotas onde fontes alternativas de empregos são escassas, proporcionando divisas em moeda estrangeira a vários setores econômicos.<sup>97</sup>



Turistas em um barco a remo. Conceito de ecoturismo. Parque Nacional Tortuguero. Costa Rica. / Marco Lissoni (Shutterstock)

**No entanto, a dependência excessiva do ecoturismo representa riscos relevantes ao meio ambiente e ao desenvolvimento.**<sup>98</sup> O ecoturismo não pode ser visto como uso benigno que não consome recursos naturais em nações de alta biodiversidade porque a escala influencia os impactos negativos do turismo. Quando o ecoturismo domina a economia local, as cidades podem se tornar economicamente vulneráveis.<sup>99</sup> Portanto, é essencial identificar maneiras alternativas de capturar o valor econômico da conservação da biodiversidade para complementar — e às vezes suplementar — o ecoturismo.<sup>100</sup> Na Costa Rica, o ecoturismo ganhou apelo como estratégia para alinhar conservação e desenvolvimento. As avaliações sobre o impacto no país são mistas. O desenvolvimento do ecoturismo na Costa Rica veio com a Lei de Biodiversidade (nº 7788,

<sup>96</sup> Saget et al. op cit.; WTTC, 2019b

<sup>97</sup> BID, 2017

<sup>98</sup> Purkey, op. cit.

<sup>99</sup> Jacobson e Lopez, 1994),

<sup>100</sup> Saget et al. op cit.

1998) e programas complementares de treinamento em empreendedorismo (incluindo desenvolvimento de negócios com foco em responsabilidade ambiental e social e adaptados às necessidades de cada comunidade). Algumas avaliações concluíram que a indústria do turismo na Costa Rica (e na Península de Osa em particular) tende a contratar mais gente da comunidade do que outros setores, oferecendo salários mais altos, inclusive para jovens e mulheres com filhos pequenos (graças ao horário de trabalho mais flexível).<sup>101</sup> Por outro lado, também foram observados impactos negativos, como geração de resíduos sólidos, poluição do ar, destruição de habitats e problemas socioculturais.<sup>102</sup> As Ilhas Galápagos são exemplo dos riscos associados à dependência do ecoturismo para custear a proteção da biodiversidade.

**Figura 20. Consequências da dependência excessiva do turismo em Galápagos**



San Cristóbal, Ilhas Galápagos. Crédito: Amir Lebdioui

### **Danos ambientais**

Em 2007, devido ao desenvolvimento descontrolado do turismo, as Ilhas Galápagos foram incluídas na lista de patrimônios ameaçados da Unesco

### **Limites a serviços de valor agregado e empregos qualificados**

É altamente improvável que o ecoturismo gere empregos qualificados em número suficiente e dissemine conhecimento a ponto de atuar como motor do crescimento ou como alternativa atraente a atividades de exploração/extração de biodiversidade.

### **Receitas voláteis**

As receitas do turismo são altamente vulneráveis a choques externos, como demonstrou a crise da Covid. O número de turistas nas ilhas caiu 75% entre 2019 e 2020. Apesar do alívio para a natureza, a queda da receita prejudicou a subsistência da comunidade local, bem como o orçamento público para manutenção dos ecossistemas naturais.

<sup>101</sup> Hunt et al., 2015

<sup>102</sup> (Ver Jacobson e Lopez. 1994 ; Stem et al. 2003; Koens et al. 2009, por exemplo) .

**O ecoturismo também é mais eficaz quando uma ferramenta de conservação e desenvolvimento é inserida na estratégia nacional e em um processo mais amplo de construção de capacidade.** A Costa Rica deu passos importantes nessa direção. Sua Lei Florestal (de 1996) reconhece quatro serviços ambientais prestados pelos ecossistemas florestais: (i) mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa; (ii) serviços hidrológicos, incluindo o abastecimento de água para consumo humano, irrigação e produção de energia; (iii) conservação da biodiversidade; e (iv) beleza que serve à recreação e ao ecoturismo. O ecoturismo foi incorporado à visão nacional para alavancar o valor econômico da natureza. O governo também demonstra há muito tempo esforços ambiciosos para alavancar o valor inovador da biodiversidade (embora quase inteiramente restrito à bioprospecção), conforme discutido na próxima seção.

## **Inovação a partir da biodiversidade**

**A América Latina teve sucessos e fracassos em se tratando de alavancar o valor da inovação da biodiversidade.** O potencial de desenvolvimento de atividades de inovação baseadas na biodiversidade na América Latina é considerável porque

- a região abriga grande parte da biodiversidade endêmica do mundo (ou seja, que não pode ser encontrada em nenhum outro lugar).
- O transporte de recursos genéticos é frequentemente restrito por marcos legais amparados pelo Protocolo de Nagoya sobre Acesso e Repartição de Benefícios,
- mas também existe na região capacidade de pesquisa de ponta, com mapeamento e descoberta de novas espécies – muitas vezes em parcerias entre pesquisadores locais e estrangeiros.<sup>103</sup>

A biodiversidade natural da América Latina inspirou muitas invenções e inovações interessantes e é uma grande promessa em termos de inovações potenciais e futuras (ver Anexo 1). Contudo, apesar do considerável potencial desses países para a inovação tecnológica a partir da natureza, obstáculos institucionais e de mercado continuam sendo os principais desafios.

Alguns países abordaram essa agenda de forma mais incisiva. Os governos da Costa Rica, México, Colômbia e Chile deram passos relevantes no apoio à pesquisa de inovação a partir da biodiversidade e em atividades empresariais. Em outros países da região, o apoio via políticas públicas é quase inexistente. Mesmo sendo o país com maior biodiversidade no mundo, o Brasil está particularmente atrasado na construção de um ecossistema de inovação inspirado na natureza. Em parte, isso se explica pela desaceleração econômica, que levou muitas organizações a reduzir sua capacidade de P&D, além da falta de investimento governamental em programas de biomimética.<sup>104</sup> A

---

<sup>103</sup>A necessidade de colaboração entre empresas/pesquisadores estrangeiros e pesquisadores locais se deve principalmente às restrições de acesso ao material genético local e exigências de licenças ambientais, além de as equipes locais frequentemente possuírem mais conhecimento do ecossistema natural local.

<sup>104</sup> Você S/A (2019)

inovação a partir da biodiversidade também oferece grande potencial para o Chile, que tem ecossistema diversificado e grande número de espécies endêmicas. Mais de 62% das espécies marinhas do Chile são endêmicas e não são encontradas fora dali.<sup>105</sup> No entanto, a concretização de uma estratégia de biodiversidade permanece em estágio inicial.

**A Costa Rica realizou iniciativas governamentais muito maiores para capturar o valor econômico da biodiversidade, incluindo esforços para capturar o valor de inovação potencial da biomimética.**

No contexto da recuperação da crise da Covid-19, foram lançadas várias iniciativas importantes para promover a bioinovação, como a estratégia nacional de bioeconomia (lançada em 2020 para fomentar uma economia verde do conhecimento) e o polo de biomateriais (financiado pelo Laboratório do BID e liderado pela agência nacional de promoção de investimentos - CINDE) em prol de P&D em biodiversidade e sustentabilidade para empresas nacionais que não têm capacidade de P&D. Esses esforços continuam focados na utilização de ativos naturais como fonte de material genético e não como fonte de inspiração para inovação. Nenhuma iniciativa de biomimética foi identificada no país além de quatro projetos universitários de pesquisa realizados atualmente na Universidad de Costa Rica, LANOTECH, Veritas e Universidad Nacional.<sup>106</sup> Nenhum desses projetos evoluiu para o formato de negócio até o momento.

Nas Ilhas Galápagos, devido às desvantagens da dependência excessiva do ecoturismo, o governo tenta desenvolver atividades de pesquisa e inovação para substituir o turismo como principal fonte de renda da população local e de recursos para a proteção da biodiversidade (segundo entrevista com o governador Norman Wray publicada em abril de 2021). Antes da pandemia, 85% da atividade econômica de Galápagos dependia direta ou indiretamente do turismo e “tornou-se essencial recuperar a atividade econômica de forma produtiva, inclusiva, resiliente e favorável ao meio ambiente” (Luis Felipe López-Calva, diretor para a América Latina do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, citado em ONU 2020). As Ilhas Galápagos abrigam a segunda maior reserva marinha do planeta e costumam ser citadas como "o maior laboratório de biodiversidade viva do mundo". As ilhas são famosas por terem inspirado a teoria da evolução de Charles Darwin, demonstrando o valor de seus ecossistemas como fonte de informação. No entanto, esse potencial não foi realizado até o momento devido às limitadas capacidades locais de P&D para realizar atividades de biomimética, como a falta de universidades especializadas. A população local tem dificuldades para adquirir as competências necessárias para o desenvolvimento de um ecossistema local

---

<sup>105</sup> Conicyt (2016).

<sup>106</sup> Os pesquisadores que lideram esses projetos estudam o resfriamento dos besouros serra-pau, as propriedades adesivas do hidrogel secretado por uma espécie de verme e as propriedades antibacterianas da *casca de abacaxi* (interações pessoais com líderes de pesquisas; outubro/novembro de 2021).

de inovação fundamentada na natureza.<sup>107</sup> Como primeiro passo para um novo modelo de desenvolvimento com base em inovação, em maio de 2021 foi criado um polo de inovação sob a lei equatoriana. Esse polo de inovação é a primeira política pública com o objetivo de promover atividades de inovação em Galápagos. O impacto que essa iniciativa terá nos esforços de conservação de longo prazo não está claro, mas se trata de um avanço promissor porque identifica sinergias entre biodiversidade e inovação, bem como sua orientação como alternativa para custear a conservação ambiental. Porém, no resto do país o apoio de políticas públicas à inovação baseada na natureza é quase inexistente. Em sua maioria, as atividades de bioinovação no país são projetos nascidos no meio universitário que não atingiram escala por falta de financiamento e por causa do custo elevado dos laboratórios.<sup>108</sup>

Entrevistas com várias partes interessadas na Costa Rica e no Equador entre janeiro e novembro de 2021 trouxeram à tona os gargalos que impedem o desenvolvimento de atividades de bioinovação e sua comercialização, como por exemplo:

- Bioprospecção limitada e limitação do valor derivado dessa atividade até o momento
- Falta de massa crítica de capital humano especializado devido à falta de formação universitária interdisciplinar relacionada à bioinovação
- Apoio financeiro inadequado
- Obstáculos administrativos e dificuldade para obter licenças para realizar pesquisas utilizando a biodiversidade do país.

A solução dessas falhas de coordenação que impedem o avanço das atividades de bioinovação requer intervenções estratégicas em políticas públicas. Por exemplo, a disponibilização de financiamento, a facilitação do acesso para estudo da biodiversidade e a promoção de programas de educação integral e interdisciplinar em processos de bioinovação serão essenciais para o desenvolvimento bem-sucedido de ecossistemas locais de inovação baseada na natureza. A próxima seção discute as implicações dessas conclusões para políticas públicas.

---

<sup>107</sup>A baixa conectividade à internet também atrapalha o desenvolvimento de atividades de inovação nas ilhas (um plano de instalação de cabos de fibra ótica em 2022 visa aumentar a conectividade nas ilhas).

<sup>108</sup>A empresa Anuka, por exemplo, aproveita a capacidade das microalgas vulcânicas endêmicas do Equador – que oferecem mais resistência a bactérias e fungos do que a maioria das microalgas encontradas no mundo – para reduzir a presença de CO<sub>2</sub> no meio ambiente. A Anuka evoluiu como projeto universitário, mas o crescimento da companhia e a evolução para a fase comercial foram prejudicados pela indisponibilidade de financiamento subsidiado no mercado interno e pelo custo alto de operação do laboratório no Equador.

# Próximos passos: Recomendações de políticas públicas

## Construção de capacidade em nível nacional

### Políticas industriais verdes

**Políticas industriais com visão de longo prazo serão fundamentais para aproveitar as oportunidades comerciais decorrentes da agenda global de descarbonização.** As transições verdes oferecem oportunidade para diversificar as economias, ampliar a industrialização e deixar para trás a armadilha da dependência de commodities por meio do fomento a “indústrias sem chaminés”.<sup>109</sup> Nesse contexto, as políticas industriais verdes ganham reconhecimento como indispensáveis para impulsionar a transformação estrutural em direção a um sistema econômico mais sustentável e verde, focando em tecnologias de transição energética, especialmente por causa dos substanciais investimentos de longo prazo que as atividades verdes exigem.<sup>110</sup> Tais políticas públicas iriam além da simples adoção de tecnologias de baixo carbono, implicando o fomento a atividades de alto valor agregado que se inserem em cadeias de valor de tecnologia de baixo carbono. Entre as áreas estratégicas em que a política industrial da região poderia avançar estão cadeias de suprimentos de minerais críticos, energia limpa e hidrogênio verde, métodos de extração de baixo carbono e eficiência de recursos, serviços de alto valor agregado em segmentos de tecnologia de baixo carbono e inovação a partir da biodiversidade.

Nos últimos dois anos, vários países latino-americanos deram passos importantes em direção a políticas industriais verdes (ver Quadros 4, 5, 6). O governo da Costa Rica lançou recentemente uma “estratégia de bioeconomia” que visa enfrentar o desafio trazido pela Covid-19 por meio da promoção de uma economia do conhecimento verde. A Argentina anunciou o Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde com o objetivo de alinhar a produção do país à agenda climática global. O governo do Uruguai lançou o Plano de Transição da Economia Verde Inclusiva. Na Colômbia, o governo lançou uma política de Crescimento Verde no início de 2018.

Políticas industriais visam promover a transformação estrutural de uma economia e são necessárias para ampliar os ganhos de produtividade e o retorno dos investimentos nas atividades do setor privado. Vale ressaltar que políticas industriais e soluções de energias renováveis precisam ser adaptadas às condições do respectivo país para maximizar seu

---

<sup>109</sup> Newfarmer, R., Page, J., & Tarp, F. (2019). *Industries without smokestacks: Industrialization in Africa reconsidered* (p. 480). Oxford University Press.

<sup>110</sup> Anzolin, G., & Lebdioui, A. (2021). Three dimensions of green industrial policy in the context of climate change and sustainable development. *The European Journal of Development Research*, 33(2), 371-405.; Hallegatte, S., M. Fay, & A. Vogt-Schilb (2013), “Green Industrial Policy: When and How”, *World Bank Policy Research Working Paper No. 6677*. Washington: Banco Mundial; Lütkenhorst, W., T. Altenburg, A. Pegels, & G. Vidican (2014), “Green Industrial Policy: Managing Transformation under Uncertainty”, *DIE Discussion Paper*. Bonn: Deutsches Institute für Entwicklungspolitik; Rodrik D. (2014), “Green Industrial Policy”, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 30, Edição (3), pp.469-491.

potencial. Diferentes objetivos podem ser adotados com base nas ambições específicas de um país, no cronograma em questão e na capacidade existente no local (ver tabela abaixo).

**Tabela 1. Políticas industriais verdes de curto e longo prazo para uma transformação sustentável**

CURTO PRAZO	
Instrumentos de políticas públicas	Exemplos
Adoção de metas claras e roteiro para a descarbonização	<i>Adoção de objetivos de energia renovável de curto e longo prazo e planos de economia verde (como a Estratégia de Crescimento Verde da Colômbia e a Estratégia de Bioeconomia da Costa Rica)</i>
Estabelecer estratégias, objetivos de transição energética e polos industriais para tecnologias emergentes	<i>Estratégia Nacional de Hidrogênio do Chile</i>
Promoção de investimentos em setores de energia renovável	<i>Incentivos fiscais e créditos para investimentos em projetos de energia solar e eólica</i>
Incentivos e adoção de padrões de sustentabilidade para gerar demanda por energias limpas e soluções energeticamente eficientes	<i>Regulamentações governamentais para a adoção progressiva de soluções que usam recursos de forma eficiente, como fogões elétricos (Equador)</i>
Avaliar incentivos de conteúdo local, requisitos e programas de desenvolvimento de capacidade para que fornecedores locais tenham aprendizado prático	<i>Inclusão de objetivos de conteúdo local como parte das licitações de projetos de energia renovável, como no Brasil, Argentina e Uruguai</i>
Estabelecer estruturas nacionais de para o redirecionamento de competências de energias “sujas” para “limpas”	<i>Programas de treinamento para pessoas que correm risco de perder o emprego por causa da transição energética global (por exemplo, o programa de competências verdes da Argentina)</i>
LONGO PRAZO	
Instrumentos de políticas públicas	Exemplos
Apoio e incentivos a P&D verde	<i>Fornecimento de capital de longo prazo e subsídios para inovações tecnológicas de baixo carbono, certificação de qualidade, definição de padrões, incubação e apoio à transferência e difusão de tecnologia (por exemplo, o novo Instituto de Tecnologias Limpas do Chile)</i>
Expansão de programas de educação e treinamento para acúmulo de capital humano qualificado relacionado a indústrias verdes	<i>Expansão dos programas de treinamento de competências necessárias para que atividades relacionadas a energias renováveis sejam desenvolvidas localmente</i>
Eliminar gradualmente as exigências de conteúdo local quando a base de fornecedores for competitiva e não precisar mais das proteções dedicadas a indústrias em estágio inicial	<i>Ênfase na internacionalização de fornecedores locais por meio do compartilhamento de informações, diálogo dentro da indústria e desenvolvimento de capacidades</i>
Construir cadeias de valor regionais que promovam resiliência a choques exógenos	<i>Promoção de cadeias de valor regionais em torno das principais tecnologias de energia renovável, utilizando insumos de toda a região e suas reservas de minerais críticos (por exemplo, uma cadeia regional de suprimentos no segmento de energia eólica)</i>

## Quadro. 4 Estratégia de Bioeconomia da Costa Rica



Em 2020, o governo da Costa Rica lançou uma “estratégia de bioeconomia” que visa enfrentar o desafio trazido pela Covid-19 promovendo uma economia do conhecimento verde. A estratégia também propõe aplicar os princípios de bioeconomia circular e descarbonizar processos de produção e consumo. Essa estratégia fornece uma estrutura para direcionamento de investimentos, desenvolvimento de incentivos e sinergias entre produção e meio ambiente.

Almejando posicionar a Costa Rica como economia baseada no conhecimento com produção sustentável de alto valor agregado e uso justo e equitativo de sua biodiversidade, a estratégia se baseia em compromissos de descarbonização que o país já havia assinado. Em fevereiro de 2019, a Costa Rica se tornou o primeiro país da América Latina e Caribe a anunciar um plano abrangente para se tornar uma economia de emissão zero até 2050. Além das metas setoriais, o plano nacional de descarbonização destaca o papel da inclusão social e integração ao mercado de trabalho como parte da transição para uma economia verde.



## Quadro 5. Estratégia de Crescimento Verde da Colômbia



Em 2018, o Departamento Nacional de Planejamento (DNP) da Colômbia publicou a Política de Crescimento Verde. Seu objetivo é impulsionar a produtividade e a competitividade econômica do país até 2030, garantindo o uso sustentável do capital natural e a inclusão social de forma compatível com os compromissos climáticos do país. Por meio dessa política, o governo da Colômbia reconhece que o atual modelo econômico leva à degradação de longo prazo e ao esgotamento da base de recursos para a produção econômica e gera altos custos para o meio ambiente e para a economia no longo prazo (estimados em 2% do PIB). A política visa reduzir os impactos ambientais das atividades produtivas que apoiam o desenvolvimento, ao mesmo tempo em que busca maneiras de combinar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais, a redução da desigualdade e a construção da paz. A implementação da política requer investimentos estimados em 2,3 trilhões de pesos (aproximadamente US\$ 600 milhões).

A Política de Crescimento Verde da Colômbia é articulada em torno de cinco eixos estratégicos. O primeiro eixo pretende gerar novas oportunidades econômicas para diversificar a economia por meio da produção de bens e serviços com base no uso sustentável do capital natural. O segundo busca melhor uso dos recursos naturais para aumentar a eficiência dos recursos e a produtividade em vários setores econômicos e minimizar os impactos ambientais e sociais gerados pelo desenvolvimento das atividades econômicas. O terceiro eixo foca em geração e fortalecimento do capital humano para obtenção do conhecimento necessário para apoiar o crescimento verde. O quarto eixo estabelece ações estratégicas em ciência, tecnologia e apoio a tecnologias inovadoras favoráveis ao meio ambiente, gerando valor agregado na economia nacional. O quinto eixo define as ações para garantir a coordenação interinstitucional necessária para a implementação dessa política e o fortalecimento das capacidades para produzir informação de qualidade para fundamentar decisões sobre crescimento verde e o financiamento de projetos sustentáveis.

Para ajudar a financiar essas intervenções, o governo colombiano estabeleceu o Fundo Colômbia Sustentável, com múltiplos doadores, a fim de promover a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica, apoiar o desenvolvimento rural e a construção de capacidade em zonas de conflito.<sup>111</sup>

<sup>111</sup> Banerjee et al., op cit.



## Desenvolvimento de competências verdes e políticas para o mercado de trabalho

Os agentes públicos precisarão direcionar e coordenar o desenvolvimento de competências verdes e atividades de treinamento. Os governos têm papel fundamental como catalisadores do acúmulo direcionado de capital humano necessário para o desenvolvimento de novos setores, especialmente em países com poucas capacidades existentes nessa frente. Esse papel é particularmente relevante no contexto das transições de baixo carbono, que exigem aquisição ampla de competências “verdes”, que são as competências necessárias para adaptar e desenvolver produtos, serviços e processos para apoiar o uso de recursos de forma sustentável e eficiente. O desenvolvimento de competências verdes precisa ser integrado à política mais ampla de treinamento e desenvolvimento de competências – e não considerado algo adicional ou separado de outras formas de desenvolvimento de competências.<sup>112</sup> A transição bem sucedida para uma economia de baixo carbono só será possível se os trabalhadores conseguirem se adaptar e migrar de setores com nível de emprego decrescente para outras indústrias e se o capital humano existente for maximizado para desenvolver novas indústrias.<sup>113</sup>

### Quadro 6. Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde e Programa de Competências Verdes da Argentina



O Ministério da Produção da Argentina anunciou um [Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde](#) para alinhar a produção do país à agenda climática global. O Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde inclui um conjunto de iniciativas para implementar esse compromisso em sistemas de produção com paradigma sustentável, inclusivo e ambientalmente responsável, com participação do governo, setor privado e sociedade civil.

Os quatro pilares do plano são:

- Economia verde, por meio de energia renovável, eletromobilidade, atividades de conhecimento e indústrias verdes
- Economia circular
- Sustentabilidade para a competitividade por meio de eficiência energética e uso eficiente de recursos
- Industrialização sustentável dos recursos naturais e integração regional

Além do Plano de Desenvolvimento Produtivo Verde, os governos nacionais e provinciais também priorizaram o desenvolvimento de empregos e competências verdes. O governo de Santa Fé estabeleceu uma agência pública em 2018 para fomentar o desenvolvimento de competências verdes.<sup>114</sup> Essa agência oferece treinamento, requalificação e certificação de competências para empregos verdes. Desde 2016, mais de 1.500 pessoas foram treinadas pelo programa “Empleos Verdes – Cuidar el planeta da trabajo” (“Empregos Verdes – Cuidar do Planeta Gera Trabalho”).<sup>115</sup>

<sup>112</sup>Ibid.

<sup>113</sup>OCDE (2014). *Greener Skills and Jobs*. Paris: OCDE

<sup>114</sup>Saget et al. Op cit.

<sup>115</sup>Ibid.

Mesmo no contexto da inovação a partir na biodiversidade, onde a América Latina tem grande potencial, políticas educacionais serão fundamentais porque, diferentemente de muitos outros setores “tradicionais”, essas atividades exigem uma combinação estratégica de competências (como conhecimento de biologia, química e engenharia) que o currículo-padrão não fornece.<sup>116</sup> Os processos de design de bioinovação dependem muito do conhecimento biológico, além de design e engenharia, especialmente quando se trata de abstrair estratégias biológicas em princípios de design mais amplamente aplicáveis e implementá-los para resolver desafios humanos.<sup>117</sup> No entanto, são raros os cursos técnicos interdisciplinares de bioinovação em toda a América Latina, embora sejam a base para o futuro desse setor na região.

**Políticas de desenvolvimento de competências verdes serão essenciais para viabilizar atividades locais e criar empregos verdes na América Latina.** Empregos verdes são empregos em condições adequadas que contribuem diretamente para a sustentabilidade ambiental – seja por meio da produção de bens ambientais ou do uso mais eficiente dos recursos naturais.<sup>118</sup> A expectativa é que a transição para emissões líquidas zero crie muito mais empregos verdes que contribuam significativamente para a erradicação da pobreza e para a inclusão social. Na Argentina, os empregos verdes foram estimados em 7% (650.000 empregos) do emprego formal assalariado em 2015, a maioria na indústria (38%), transporte (29%), agricultura, pecuária, silvicultura e pesca (9%), e abastecimento de água e gestão de resíduos (7%).<sup>119</sup>

Em conjunto com as políticas de desenvolvimento de competências verdes, as políticas para o mercado de trabalho também serão muito necessárias para aproveitar as oportunidades de emprego verde e evitar desalinhamentos em termos de tempo, espaço e competências educacionais.

#### **Desalinhamentos temporais**

Perda de empregos precede os ganhos de emprego em maior escala (por exemplo, fechamento de uma usina movida a carvão precede novas atividades em energia renovável)

#### **Desalinhamentos espaciais**

Novos empregos surgem em comunidades ou regiões diferentes daquelas que perdem empregos

#### **Desalinhamentos educacionais**

Competências ou ocupações exigidas na transição energética não foram desenvolvidas ou não eram necessárias no sistema energético anterior

Fonte: IRENA (2022)<sup>120</sup>

No Chile, o plano de eliminação gradual do carvão – que implica desativar progressivamente as usinas de energia movidas a carvão entre 2030 e 2050 – provavelmente terá impactos sociais negativos, como a perda de 400 a 4.000

<sup>116</sup> Lebdioui (2022), op. cit.

<sup>117</sup> Kennedy, E., Fechey-Lippens, D., Hsiung, B. K., Niewiarowski, P. H., & Kolodziej, M. (2015). Biomimicry: A path to sustainable innovation. *Design Issues*, 31(3), 66-73.

<sup>118</sup> OIT (2019a). *Skills for a greener future: A global view based on 32 country studies*. Genebra: OIT.

<sup>119</sup> OIT (2019b). *Estimating Green Jobs in Argentina 2019 Executive summary and conclusions*. Buenos Aires: OIT

<sup>120</sup> IRENA (2022). *Renewable Energy Market Analysis: Africa and its Regions*. Abu-Dhabi: IRENA.

empregos.<sup>121</sup> A substituição do carvão por energia renovável deve gerar de 2.000 a 8.000 empregos líquidos até 2030. No entanto, as comunidades onde as usinas movidas a carvão estão localizadas — onde a energia a carvão representa quase 4% do PIB local e 7,1% do emprego — serão desproporcionalmente prejudicadas porque não há garantias de que os empregos criados nos setores de energia renovável estarão localizados nas mesmas comunidades.<sup>122</sup> Assim, políticas voltadas para o mercado de trabalho serão fundamentais para facilitar a transição dos trabalhadores das usinas movidas a carvão (e da maioria dos trabalhadores das chamadas indústrias em declínio) para outros setores e/ou regiões do país. Evitar os impactos negativos da transição e a resistência da comunidade — ao fornecer alternativas que se traduzam em melhores condições de trabalho nas comunidades afetadas — será essencial para garantir que as transições de baixo carbono em toda a América Latina sejam inclusivas.

## Financiamento, capital de risco e apoio a startups

**Aumentar o investimento em setores de baixo carbono exigirá grandes reformas de políticas públicas — não apenas para ampliar o financiamento público eficiente, mas também para atrair mais capital privado e apoiar startups de tecnologias de baixo carbono.** O apoio vindo de políticas públicas é fundamental para as transições de baixo carbono e para o processo em direção a um modelo social e econômico mais sustentável. Em transições de energia bem-sucedidas já observadas em nível nacional, o financiamento público teve papel central, como ocorreu na Islândia (de energia fóssil para geotérmica), Noruega (para hidrelétricas), França (de petróleo para nuclear) e Estados Unidos (de gás convencional para gás de xisto).<sup>123</sup> O financiamento público tem esse papel porque a disponibilidade de financiamento de P&D de longo prazo e subsidiado é essencial para estimular o desenvolvimento inicial de tecnologias de baixo carbono, especialmente quando a inovação só pode gerar lucro em um futuro distante.<sup>124</sup> Isso é particularmente relevante diante das limitações do setor bancário e do capital de risco para atuar como motor de inovação. O setor bancário privado, especialmente nos países em desenvolvimento, costuma mostrar aversão a risco e muitas vezes não oferece as condições que viabilizem o capital semente de longo prazo para inovações. Mesmo no contexto do capital de risco, as evidências sugerem que os investidores normalmente são atraídos para oportunidades em que as ideias podem ser comercializadas e que o valor possa ser realizado ao sair do investimento dentro de um período razoavelmente curto (geralmente 10 anos).<sup>125</sup> Portanto, um banco nacional de desenvolvimento que seja funcional e tenha a missão de financiar a

---

<sup>121</sup>Saget et al., op. cit.

<sup>122</sup>Viteri Andrade, A. (2019). *Impacto económico y laboral del retiro y/o reconversión de unidades a carbón en Chile* (Estudo desenvolvido para o Ministério de Energia do Chile). Vogt-Schilb, A., Feng, K. (2019). *The labor impact of coal phase down scenarios in Chile*. Banco Interamericano de Desenvolvimento; Saget et al., op. cit.

<sup>123</sup>Semieniuk, G., & M. Mazzucato. 2019. Financing green growth. In *Handbook on Green Growth*, ed. R. Fouquet. Cheltenham: Edward Elgar Publishing

<sup>124</sup>Anzolin & Lebdoui, op cit.; Mazzucato, M. (2016). From market fizzling to market creating: A new framework for innovation policy. *Industry and Innovation* 23 (2): 140–156

<sup>125</sup>Lerner, J., & Nanda, R. (2020). Venture capital's role in financing innovation: What we know and how much we still need to learn. *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 237-61.

transformação estrutural para atividades de maior valor agregado pode ajudar a superar algumas dessas limitações, fornecer incentivos e reduzir o nível de risco para investimentos de longo prazo em inovação, especificamente por meio de financiamento misto. No contexto das mudanças climáticas, os bancos nacionais de desenvolvimento estão bem-posicionados para apoiar a transformação econômica verde e o realinhamento dos fluxos financeiros, tanto por meio de financiamento direto quanto pela mobilização de financiamento privado para fazer frente ao enorme investimento necessário às transições de baixo carbono. Os bancos centrais também estão em posição de poder em se tratando de apoiar o desenvolvimento de modelos de finanças verdes e exigir precificação adequada do risco ambiental e de carbono pelas instituições financeiras por meio da supervisão regulatória do dinheiro, crédito e sistema financeiro

**Na América Latina, a justificativa de negócios para investimentos verdes e instrumentos financeiros ESG (sigla em inglês para questões ambientais, sociais e de governança) já é robusta, mas é preciso fazer mais para atrair investimentos.** Um [estudo recente](#) do Banco Interamericano de Desenvolvimento demonstrou que os fundos soberano e de pensão do Chile teriam obtido retornos ainda maiores com o investimento verde.<sup>126</sup> A noção de que a sustentabilidade sempre reduz o retorno financeiro é uma falácia. No entanto, ainda há muito a ser feito para tornar os investimentos em atividades de baixo carbono atraentes para o capital privado. Por exemplo, a baixa parcela de investimentos em P&D na América Latina (em relação ao resto do mundo) é financiada principalmente por recursos públicos, enquanto o investimento privado em P&D é muito maior nos países da OCDE. No futuro, a capacidade de atrair capital de risco para ecossistemas industriais de baixo carbono na América Latina, sobretudo para startups, será transformadora. Sem inovação adicional, será difícil alcançar as metas de descarbonização e adaptação climática. Ao mesmo tempo, nutrir startups de tecnologia limpa até que amadureçam pode criar prosperidade econômica local e representar grande oportunidade de mercado para os países da América Latina.<sup>127</sup>

**Os investimentos de capital de risco em tecnologias limpas e a atenção das políticas públicas às startups têm aumentado no mundo todo.** A política pública tem papel essencial na inovação em tecnologias limpas. No passado, isso acontecia por meio do financiamento de projetos de P&D, incentivos fiscais e regulamentação do mercado. Porém, os governos estão migrando para o apoio direto a startups inovadoras e há maior expectativa de que certas tecnologias de energia limpa (como baterias, eletrolisadores, reatores modulares, sensores, painéis solares) possam ser comercializadas por empreendedores.<sup>128</sup> As startups são muito importantes para levar descobertas até a fase de comercialização, mas apresentam alto risco operacional — razão pela qual o capital de risco e a cooperação

---

<sup>126</sup>Parrado et al. (2020) 'Invertir para crear mejores sociedades sin sacrificar los retornos'. *BID*, acessível em: <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/invertir-para-crear-mejores-sociedades-sin-sacrificar-los-retornos/>

<sup>127</sup>AIE (2022) *How Governments Support Clean Energy Start-ups*. Paris: AIE

<sup>128</sup>Ibid.

abrem um vasto leque de possibilidades em tecnologias de energias renováveis.<sup>129</sup> Políticas públicas eficazes serão necessárias para superar desafios específicos enfrentados por startups de energia limpa, que atuam em um setor altamente regulamentado e intensivo em equipamentos, enfrentam um ambiente fragmentado e incerto em termos de políticas públicas, além da falta de conhecimento e alinhamento por parte da comunidade de investidores.<sup>130</sup>

## Quadro 7. Start-up Chile



Em 2010, a Corporação de Fomento à Produção (CORFO) lançou a Start-Up Chile, primeira aceleradora pública de negócios do mundo, que tem forte histórico de desempenho. O objetivo era atrair empreendedores internacionais para se conectar com startups chilenas e aumentar o impacto do ecossistema de inovação no Chile, fornecendo diversos serviços de aceleração (de até US\$ 300.000), como financiamento subsidiado, equipe de assessoria que se reúne mensalmente com os beneficiários, treinamentos envolvendo vários serviços de negócios, elaboração de propostas, serviços externos com desconto (incluindo armazenamento em nuvem, software e assessoria jurídica).

Após o lançamento, o Chile despontou como polo de startups de tecnologias com alto potencial de crescimento na América Latina. A Start-Up Chile apoiou mais de 5.500 empreendedores e 2.200 novos empreendimentos em diferentes setores, fornecendo mais de US\$ 75 milhões em recursos públicos.

Embora não seja voltada especificamente para energia, a iniciativa fez editais somente para startups de energia. Entre as companhias apoiadas estão a Endurance Electric, fornecedora de energia solar fotovoltaica fora da rede por meio de um aplicativo de pagamento, e a Quempin, que oferece eficiência de combustão a clientes.<sup>131</sup> Apesar desses exemplos, o ecossistema de inovação em energia limpa do Chile ainda é muito pequeno em relação ao seu potencial.<sup>132</sup> No futuro, deve haver maior foco em inovação em áreas-chave, como a extração de minerais energéticos de forma ecologicamente correta.

## Economia circular

A economia circular é uma abordagem da economia industrial à desmaterialização, que envolve a gestão cuidadosa dos fluxos de materiais e visa dissociar o crescimento econômico do consumo de recursos finitos, reduzindo os resíduos, que são parcialmente reinseridos nos processos de produção.<sup>133</sup> Setores industriais obtêm substancial economia líquida com o custo dos materiais quando adotam modelos de negócios de economia circular.<sup>134</sup>

---

<sup>129</sup> IRENA (2015), op. cit.

<sup>130</sup> AIE (2022), op. cit.

<sup>131</sup> Ibid.

<sup>132</sup> Ibid.

<sup>133</sup> Lütkenhorst, W., Altenburg, T., Pegels, A., & Vidican, G. (2014). Green industrial policy: Managing transformation under uncertainty. *Deutsches Institut für Entwicklungspolitik Discussion Paper*, 28.

<sup>134</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

**O comércio internacional pode desempenhar papel central no avanço dos modelos de economia circular**, especialmente em termos de promoção de economias de escala, aproveitamento do investimento estrangeiro direto e fomento à inovação e ao desenvolvimento tecnológico.<sup>135</sup> Vários fluxos comerciais estão diretamente ligados a diferentes estratégias de circularidade, como o comércio de resíduos, subprodutos e sucata para restauração, bens de segunda mão, serviços e produção de biofertilizantes para melhora da produtividade agrícola, ajudando assim a diversificar a pauta de exportação de um país.<sup>136</sup> Diferentemente dos sistemas de produção linear, em que o crescente comércio de resíduos e sucata de pouco valor agrava danos ambientais e faz com que produtos têxteis e de vestuário de regiões desenvolvidas sejam descartados em regiões em desenvolvimento com regulamentações mais fracas (como no caso recente de descarte de roupas no Chile<sup>137</sup>), os sistemas de produção circulares apresentam uma oportunidade de utilizar esses materiais como insumo valioso em processos produtivos em outros países.<sup>138</sup>

Os países da América Latina e do Caribe podem se beneficiar de algumas dessas oportunidades comerciais e vários deles já adotaram estratégias nacionais de economia circular.<sup>139</sup>

### Estratégias nacionais de economia circular na América Latina.



Fonte: Mulder et al. op.cit

**A economia circular também apresenta desafios comerciais para os países latino-americanos.** Ao promover a substituição de matérias-primas virgens por matérias-primas secundárias, a economia circular pode levar à redução dos fluxos comerciais de minerais do setor extrativo, responsável por boa parte das exportações da América Latina.<sup>140</sup> Por exemplo, se a China desenvolvesse uma estratégia de economia circular para o aço, isso afetaria o Brasil como exportador de minério de ferro, enquanto medidas de economia circular na OCDE poderiam levar à diminuição do comércio internacional

<sup>135</sup> Albaladejo, M.; Mulder, N.; Mirazo, P.; & Jauregi, I. (2021) The Circular Economy: From waste to resource through international trade. *UNIDO Industrial Analytics Platform*. Julho.

<sup>136</sup> Ibid.

<sup>137</sup> Al Jazeera (2021). 'Chile's desert dumping ground for fast fashion leftovers'. 8 de novembro, acessível em: <https://www.aljazeera.com/gallery/2021/11/8/chiles-desert-dumping-ground-for-fast-fashion-leftovers>

<sup>138</sup> Ibid.

<sup>139</sup> Mulder, N.; Albaladejo, M.; Mo, M.; Olmos, M.; Dante, P. & Mirazo, P. (2021) International Trade and the Circular Economy in Latin America and the Caribbean. Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series 3/2021. CEPAL-UNIDO: Viena.

<sup>140</sup> Ibid.

de até 50% para metais não ferrosos, 15% para ferro e aço primário e 10% para minerais não metálicos.<sup>141 142</sup> Promover maior circularidade nas indústrias de minerais e metais não significa o desaparecimento das atividades de mineração na América Latina, mas seu complemento, uma vez que o caminho para uma economia de baixo carbono passa por energias limpas e por minerais críticos à sua implementação.<sup>143</sup>

Alguns setores e serviços têm maior potencial de circularidade do que outros. No nível nacional, o avanço da agenda da economia circular impulsiona setores relevantes para a indústria, como gestão de resíduos, reparo, manutenção, restauração e reciclagem. Portanto, os países da América Latina devem olhar para o futuro e implementar políticas públicas proativas que visem alavancar a economia circular para desenvolver, aumentar o valor agregado e a produtividade das indústrias locais com maior potencial de circularidade e maiores<sup>144</sup> repercussões socioeconômicas para as comunidades locais.

## Capacitação em nível regional

Diversas ações em políticas públicas podem ser tomadas em nível regional e internacional para promover transições de baixo carbono inclusivas, desenvolvimentistas e sustentáveis na América Latina e no Caribe.

### **Estabelecer um roteiro para cadeias de suprimentos regionais e proteção da biodiversidade além das fronteiras**

**Ter uma visão compartilhada é fundamental para catalisar os esforços regionais para o desenvolvimento do comércio em torno das atividades de baixo carbono na região.**

Primeiramente, quando se trata de ativos de biodiversidade, é preciso destacar que muitos ativos ambientais (como a Floresta Amazônica) atravessam fronteiras na América Latina. Garantir a conservação e, por extensão, a perenidade das atividades econômicas baseadas na biodiversidade requer colaboração de todos os lados das fronteiras para evitar a superexploração de bens comuns. Por exemplo, os manguezais são recurso excepcional para armazenamento de carbono (com capacidade para armazenar 3-4x mais carbono do que a maioria das florestas do planeta, além de fornecer outros serviços como estabilização da costa, conservação da biodiversidade, mitigação de desastres etc.). No entanto, a área de mangue na região diminuiu 20,22% entre 2001 e 2018. <sup>145A</sup>

---

<sup>141</sup> Nechifor, V., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., Winning, M., Tian, X., & Usubiaga, A. (2020). Steel in a circular economy: Global implications of a green shift in China. *World Development*, Volume 127

<sup>142</sup> Dellink, R. (2020). *The Consequences of a more resource efficient and circular economy for international trade patterns*. Paris: OCDE.

<sup>143</sup> Mulder et al., op. cit.

<sup>144</sup> Albaladejo et al., op. cit.

<sup>145</sup> Organização Meteorológica Mundial, op. cit.

conservação desse ecossistema requer a criação de estruturas regionais para proteção da biodiversidade.

**Um avanço louvável nesse sentido foi o acordo assinado recentemente por Colômbia, Costa Rica, Equador e Panamá para criação do Corredor Marinho do Pacífico Tropical Oriental.** Essa iniciativa, lançada em novembro de 2021, criará o corredor de maior riqueza biológica e extensão do mundo, incluindo um corredor sem pesca que abrange mais de 500.000 km<sup>2</sup> em uma das rotas migratórias mais importantes do planeta para tartarugas marinhas, baleias, tubarões e arraias-jamanta.<sup>146</sup> O Pacífico Tropical Oriental também tem os maiores índices de endemismo do mundo (devido em parte à convergência de múltiplas correntes oceânicas que moldaram sua distinta paisagem marinha), incluindo 160 espécies endêmicas ameaçadas de extinção.<sup>147</sup> Além de seu inegável valor ecológico, essa colaboração entre países para proteção da biodiversidade também tem implicações importantes para salvaguardar as possibilidades presentes e futuras de buscar inspiração e informações na biodiversidade para promover a inovação na região (ver seção 4).

Em segundo lugar, a cooperação para promover a regionalização das cadeias de abastecimento relacionadas a energia limpa e minerais críticos apresenta vários benefícios, como:

- Ganhos de produtividade por meio de sinergias e economias de escala para fornecedores locais e atividades de processamento e distribuição.
- Resiliência a choques externos e dependência de um único país fornecedor de tecnologias de baixo carbono. Por exemplo, a pandemia de Covid causou interrupções consideráveis em muitas cadeias de suprimentos internacionais.<sup>148</sup> Tais efeitos mostram que a resiliência de longo prazo dos projetos de energia renovável a choques exógenos exigirá maior diversificação e regionalização dessas cadeias de suprimentos.<sup>149</sup>
- Resiliência macroeconômica no contexto das mudanças climáticas por meio de oportunidades de diversificação industrial para superar a dependência de commodities e as vulnerabilidades climáticas associadas (ver Seção 2). O desenvolvimento de cadeias de valor regionais fortes em torno de tecnologias de baixo carbono oferece oportunidades de geração de empregos e valor e uma economia mais resiliente no contexto das mudanças climáticas.

---

<sup>146</sup>UNESCO (2021). 'Colombia, Costa Rica, Ecuador and Panama take the first step towards creating the largest transboundary marine biosphere reserve'. 3 de novembro, Comunicado à imprensa, UNESCO.

<sup>147</sup>Ibid.

<sup>148</sup> Seric, A., Görg, H., Möslle, S., & Windisch, M. (2020, April). Managing COVID-19: How the pandemic disrupts global value chains. *Fórum Econômico Mundial* (Vol. 27).

<sup>149</sup> IRENA. (2020). *Post-COVID recovery: an agenda for resilience, development and equality*. Abu Dhabi: Agência Internacional de Energias Renováveis.



Para atingir tais objetivos, os países da região devem trabalhar juntos para avaliar o potencial regional na oferta de minerais críticos; compartilhar conhecimento e dados disponíveis sobre depósitos minerais críticos e suas cadeias de suprimentos em cada país; identificar e preencher as lacunas de conhecimento. O recente apelo à colaboração regional em torno de minerais críticos e a proposta de adoção de um roteiro no âmbito da Conferência Anual de Ministérios da Mineração das Américas (CAMMA) de 2021 representa um caminho promissor.

## **Compartilhamento de informações regionais para juntar oferta e demanda**

**As assimetrias e a falta de informação representam um dos principais problemas que dificultam a integração regional e o desenvolvimento de cadeias de suprimentos regionais em torno de tecnologias de baixo carbono.** Na mineração, o compartilhamento de informações sobre as compras necessárias dentro das cadeias de suprimentos de energia limpa — da mineração às atividades de processamento e distribuição — é essencial para juntar fornecedores e compradores ao longo das cadeias de suprimentos de minerais críticos. Uma série de medidas concretas podem ser tomadas em nível regional:

Como a geração transparente de informação de qualidade é essencial para direcionar e atrair investimentos, é fundamental reunir informação com maior credibilidade para compreender o panorama de minerais críticos, com a conclusão de estudos geológicos na região. Isso pode ser alcançado por meio do apoio a programas de construção de capacidade junto à Associação de Serviços de Geologia e Mineração Ibero-americanos (ASGMI) e a pesquisas geológicas e de mineração feitas em âmbito nacional. Por exemplo, recursos, programas de treinamento e conhecimento podem ser compartilhados com levantamentos geológicos e de mineração na região para fortalecer a capacidade local de realizar mais exploração e mapeamento de depósitos minerais críticos nas respectivas jurisdições.

Além disso, organizações regionais podem avaliar oportunidades de forma mais sistemática para identificar projetos regionais prioritários de investimento, com base nos pontos fortes e limitações existentes, e oportunidades de desenvolvimento das cadeias de suprimentos regionais para tecnologias específicas e/ou minerais críticos (por exemplo, turbinas eólicas, tecnologia com base em grafeno, polos de eletromobilidade etc.). Da mesma forma, uma avaliação jurídica e regulatória dos acordos comerciais existentes — e de como esses tratados viabilizam ou atrapalham a agenda de regionalização das cadeias de suprimentos — será fundamental para delinear a cooperação regional em torno dessas questões.

## **Construção de capacidade regional e coordenação para competências verdes e P&D de baixo carbono**

**A construção de capacidade em torno de atividades comerciais de baixo carbono nos diferentes países da América Latina e do Caribe depende de instrumentos de cooperação regional.** A cooperação regional poderia se traduzir em esquemas de certificação reconhecidos regionalmente para produtos de baixo carbono, o que permite desenvolver oportunidades de mercado e comércio de produtos de baixo carbono. Diante da crescente necessidade de métodos sustentáveis de extração na mineração e dos diferentes graus de maturidade na produção de minérios na região, as melhores práticas também poderiam ser compartilhadas por meio de oficinas e viagens de estudo (considerando os diferentes graus de progresso na produção em toda a região), além de estimular a interação entre fornecedores locais e empresas de processamento e distribuição para compreender as necessidades de compras.

As iniciativas regionais de P&D também oferecem uma oportunidade de reunir recursos de P&D para desenvolver soluções conjuntas. Nesse sentido, redes regionais de inovação para tecnologias ou desafios específicos (como a implementação de energia limpa em locais de grande altitude ou alternativas à mineração com uso intensivo de água) podem ser formadas para conectar instituições de pesquisa nas Américas. Além da academia, envolver o setor privado também será de suma importância para entender as necessidades da indústria. Inspiradas no modelo da European Battery Alliance, alianças regionais para tecnologias específicas e cadeias de suprimentos podem reunir o setor privado (mineradoras e fábricas), universidades e instituições governamentais para desenvolvimento de capacidade regional e identificação de desafios.

A cooperação regional também é fundamental para aproveitar as oportunidades comerciais decorrentes da economia circular (ver seção 5.1). Existem sinergias em termos de procura e oferta de resíduos e sua reutilização em toda a região. A implementação de padrões regionais para promover o comércio de biomateriais residuais, sucata e serviços de reparo e restauração pode melhorar a produtividade e a circularidade em vários setores na região.

Por último, a regionalização dos sistemas de negociação de créditos de carbono também teria efeitos consideráveis para fortalecer a conservação e a valorização da biodiversidade, juntamente com a adoção e harmonização de padrões ambientais em todo o continente (em linha com o Acordo de Escazú) para apoiar a gestão de áreas protegidas que atravessam fronteiras e a implementação continental de pagamentos por serviços ecossistêmicos (incentivos oferecidos às populações locais em troca da gestão de suas terras para fornecer serviços de conservação ecológica que beneficiam outros). Estruturas regionais podem facilitar e canalizar o financiamento internacional em prol da conservação ambiental na região.

## Rumo a um Pacto Verde Latino-Americano?

### Justificativa

**A natureza multifacetada das políticas públicas necessárias para promover modelos de desenvolvimento resilientes ao clima na América Latina, a necessidade de coordenação regional desses instrumentos e estratégias de política pública para alcançar economias de escala e explorar sinergias existentes aumentam a relevância de um Green Deal .** Até o momento, os acordos verdes foram propostos e discutidos em vários contextos e regiões geográficas, como nos Estados Unidos, União Europeia e Coreia do Sul, mas ocorrem principalmente no contexto das economias avançadas, com discussões focadas em estratégias para desenvolver as capacidades produtivas e inovadoras das empresas locais. O impacto e aplicabilidade desses acordos nos países em desenvolvimento foram negligenciados, apesar dos enormes benefícios que podem proporcionar a esses países.<sup>150</sup>

A noção de “Green New Deal” é inspirada na enorme mobilização de recursos liderada pelo presidente dos EUA, Franklin D. Roosevelt, na década de 1930. O New Deal original incluía reformas fiscais, monetárias e bancárias, obras públicas e outros programas, além de novas medidas regulatórias em resposta à devastadora crise financeira conhecida como Grande Depressão. Mais de 70 anos depois, na esteira da crise financeira de 2009, surgiu a ideia de outro acordo que incorporasse a dimensão das mudanças climáticas (Benedick, 2001; Friedman; 2007; New Economics Foundation, 2008; UNEP 2009), diante do maior reconhecimento das interligações entre as dinâmicas socioeconômicas e ambientais. Apesar das circunstâncias, região geográfica e contexto institucional distintos em que as propostas do Green Deal surgiram, existem várias características em comum, incluindo a adoção de ações sem precedentes de política pública e mobilização de recursos em escala compatível com o tamanho da crise.

**O conceito de acordo verde é de extrema importância no contexto latino-americano, onde a coordenação regional é necessária para promover sinergias entre vários países e sub-regiões, expandir economias de escala e promover o desenvolvimento de cadeias de suprimentos regionais resilientes em torno de tecnologias de baixo carbono.**<sup>151</sup> Cada país da região tem diferentes pontos fortes complementares – como abundância de minerais críticos (por exemplo, Chile e Peru), capacidade fabril (por exemplo, Brasil e Costa Rica), potencial de energia renovável (por exemplo, México e Paraguai) e proximidade de importantes rotas comerciais (por exemplo, Panamá) – que podem ser fomentados para o desenvolvimento de um ecossistema industrial regional eficiente em torno de tecnologias de baixo carbono, com uso apropriado e coordenado de recursos e instrumentos de políticas públicas. A ideia de um acordo verde latino-americano se alinha ao entendimento da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) de que a região deve dar um “grande impulso para a sustentabilidade”

<sup>150</sup> IRENA (2020). *Global renewables outlook: Energy transformation 2050*. Abu Dhabi: IRENA

<sup>151</sup> A relevância de um Green Deal nas Américas foi destacada em Aldana Cohen, D, & Riofrancos, T. eds. (2020) *A green New Deal for the Americas. NACLA Report on the Americas* (Verão), Vol. 52. Nº 2.

por meio de uma combinação de políticas econômicas, industriais, sociais e ambientais capazes de impulsionar uma recuperação pós-Covid-19 e reativar o desenvolvimento na região.<sup>152</sup> Portanto, é justificado e oportuno discutir se um acordo verde poderia ser o caminho para o progresso na América Latina.

## O que é um acordo verde?

Um Green New Deal é essencialmente um pacote abrangente de políticas públicas que combina o alcance de metas climáticas (como a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa), o fomento ao desenvolvimento econômico e à geração de emprego, a equidade social e o bem-estar da sociedade (ver Figura 21).

**Figura 21: Diagrama com os objetivos mais amplos de um Green New Deal**



Fonte: IRENA 2020

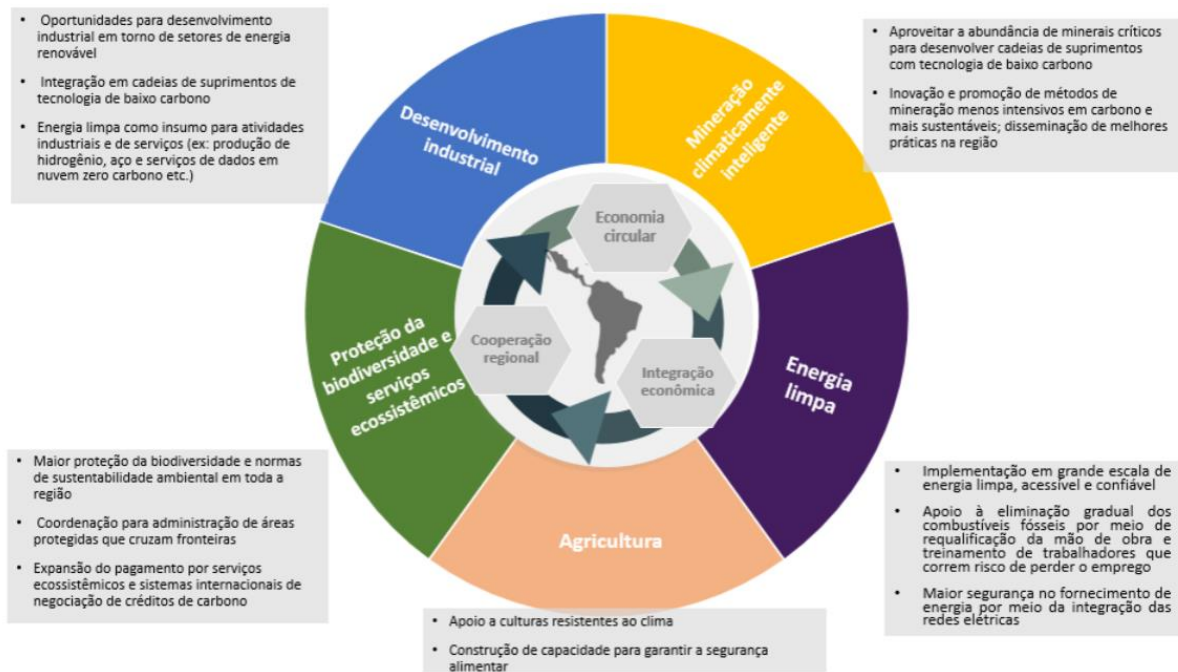
## Diferentes componentes de um Pacto Verde na América Latina

**Um acordo verde latino-americano elaborado de forma cuidadosa tem potencial para gerar impactos positivos consideráveis em uma grande variedade de setores econômicos.** O impacto mais óbvio seria no setor de energia, onde um Green Deal pode apoiar a implementação regional em larga escala de fontes de energia limpas, acessíveis e confiáveis, bem como a coordenação de treinamento e reintegração de trabalhadores que correm risco de perder empregos no setor de combustíveis fósseis por causa das transições energéticas (IRENA, 2022). Também existem oportunidades para apoiar o setor agrícola e a resiliência climática das culturas; para o desenvolvimento industrial em torno de setores e atividades de baixo carbono; para o comércio inter-regional e intrarregional de tecnologias, serviços e eletricidade limpa; para a extração

<sup>152</sup>CEPAL (2020). *Building a New Future: Transformative Recovery with Equality and Sustainability*. Santiago: ONU

ecologicamente correta de minerais críticos e seu valor agregado, além da proteção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos (ver Figura 22).

**Figura 22: Exemplos do impacto multissetorial de um Pacto Verde na América Latina**



Fonte: Autor

**Figura 23. Coordenação abrangente de políticas públicas é necessária para um Pacto Verde na América Latina.**



Fonte: Autor

**Quadro 8. Exemplos de medidas que podem ser implementadas como parte de um Pacto Verde da América Latina**

- Políticas coordenadas (como tarifas garantidas e leilões) para facilitar a integração de energia renovável em redes e sistemas de transmissão regionais e sub-regionais
- Integração do mercado por meio de certificações regionais de qualidade e padronização para tecnologias de baixo carbono e serviços associados
- Estratégias regionais para tecnologias de baixo carbono além das estratégias nacionais (por exemplo, uma Estratégia Regional de Hidrogênio)
- Expansão dos centros regionais de treinamento e plataformas de intercâmbio de conhecimento
- Ampliação de treinamentos técnicos e profissionais em energias renováveis para reduzir o desemprego
- Coordenação regional e articulação entre centros de pesquisa dedicados a tecnologias de baixo carbono

**No entanto, para alcançar uma transformação estrutural climaticamente inteligente em toda a região, diversos instrumentos abrangentes de política pública são necessários.** As especificidades podem variar entre os países, mas um pacote de políticas regionais abrangentes precisaria incluir uma ampla combinação de políticas complementares, como aquelas descritas nas seções 5.1 e 5.2.

### Desafios adiante

**O acesso a financiamento será um dos principais desafios para um Pacto Verde na América Latina.** Até agora, o investimento em transformações verdes tem sido insuficiente e não basta para implementar a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e o Acordo de Paris.<sup>153</sup> No contexto da recuperação pós-Covid, pacotes de estímulo também não beneficiaram o desenvolvimento sustentável devido à parcela insignificante do investimento verde no total de gastos anunciados (0,4%).<sup>154</sup>

Com base nas estimativas existentes dos custos totais de adaptação ao clima e expansão da energia limpa, o financiamento necessário para financiar um Pacto Verde

<sup>153</sup> CEPAL (2022). How to finance sustainable development. *Special Report COVID-19 No. 13*. Santiago: CEPAL.

<sup>154</sup> Ibid.

na América Latina provavelmente supera US\$ 1 trilhão. Os desafios de financiamento aumentam diante da redução do espaço fiscal em toda a região desde a crise da Covid-19 e o conflito entre Rússia e Ucrânia, que causou queda na demanda por exportações agrícolas latino-americanas (como rosas e bananas). No entanto, os custos de financiamento de um acordo verde precisam ser comparados às perdas econômicas provocadas pelas mudanças climáticas no continente, estimadas em cerca de US\$ 100 bilhões anuais até 2050.<sup>155</sup> Além disso, conforme discutido na seção 2, as mudanças climáticas devem levar a uma perda considerável do PIB per capita em toda a região até o final do século. Considerando o retorno crescente dos investimentos em energias renováveis e tecnologias de baixo carbono, bem como as economias potenciais geradas pelo comércio regional de eletricidade e bens de baixo carbono, há justificativa para uma enorme mobilização de financiamento local e internacional, com o apoio de instituições financeiras internacionais.

**Governo, setor privado, sociedade civil e organizações internacionais de desenvolvimento precisam se unir para superar os desafios e riscos associados ao financiamento e investimento em um acordo verde latino-americano.** Uma combinação de investimento público coordenado, capital de risco e financiamento misto será essencial para avançar. Aumentar a emissão de títulos soberanos verdes para financiar projetos nacionais e além das fronteiras pode ser um caminho. O mercado de títulos verdes para a América Latina e o Caribe cresce rápido desde que foi inaugurado em 2014. Foram US\$ 21,6 bilhões emitidos entre 2014 e 2020, sendo que Chile e Brasil responderam por 67% desse montante.<sup>156</sup> Expandir e replicar iniciativas colaborativas pioneiras, como o EcoEnterprises Fund, também pode ajudar a canalizar recursos financeiros para apoiar a transformação verde em toda a América Latina. Esse fundo de capital de risco com foco na América Latina, que tem o IDB Group entre os principais investidores, trabalha com o setor privado para investir em pequenas empresas que tem seu sucesso financeiro atrelado à gestão de recursos naturais de longo prazo. O fundo já mobilizou US\$ 140 milhões para atividades de agricultura sustentável, agrossilvicultura e ecoturismo.<sup>157</sup>

**Os desalinhamentos políticos para alcançar a cooperação regional constituem obstáculo muito mais relevante à elaboração e implementação de um acordo verde na América Latina.** Um programa regional tão ambicioso exigiria considerável visão política e coordenação regional. No entanto, existem divisões políticas regionais e a integração do mercado tem se mostrado difícil ao longo das décadas. Essas divisões variam de divergência ideológica à polarização interna, além de rivalidades pessoais

---

<sup>155</sup> Vergara et al., op. cit.

<sup>156</sup> Apenas 12 dos 33 países da região haviam emitido títulos verdes até 2021 (CEPAL, 2022, op.cit.).

<sup>157</sup> Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: the Dasgupta review*. HM Treasury.

entre os líderes da região e a competição geopolítica EUA-China. Tudo isso dificulta a governança regional e impacta negativamente as perspectivas de cooperação.<sup>158</sup>

**Ainda assim, a cooperação persiste em alguns formatos e será um instrumento necessário no futuro.** Será preciso trabalhar em conjunto para alcançar os benefícios socioeconômicos das transições de baixo carbono e uma agenda regional ambiciosa poderia aproveitar inúmeras instituições e iniciativas existentes nos níveis regional e sub-regional. Por exemplo, a Parceria em Energia e Clima das Américas, lançada em 2009, visa promover soluções de baixo carbono na região, fornecendo uma plataforma para que os governos liderem iniciativas bilaterais ou entre vários países de forma voluntária. Mais recentemente, o Acordo de Escazú (adotado em 2018), que é o Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Justiça em Questões Ambientais é o primeiro tratado da região em questões ambientais e afirma o valor da dimensão regional do multilateralismo para o desenvolvimento na América Latina e no Caribe. Ao unir estruturas globais e nacionais, o acordo estabelece padrões regionais, fomenta a construção de capacidade —particularmente por meio da cooperação Sul-Sul— e estabelece as bases de uma arquitetura institucional de apoio, oferecendo instrumentos para melhorar a elaboração de políticas públicas e os processos decisórios. Nos últimos dois anos, outros movimentos surgiram para apoiar a cooperação regional em torno de tecnologias de baixo carbono, como *Nuestra America Verde* e *Pacto Ecosocial del Sur*.

**Um acordo verde latino-americano poderia capitalizar os mecanismos de cooperação existentes e reunir os principais atores regionais** (como CEPAL, BID e Corporação Andina de Fomento/Banco de Desenvolvimento da América Latina-CAF), governos, organizações multilaterais e setor privado para facilitar o diálogo e o consenso entre diferentes partes interessadas, identificar metas regionais e sub-regionais confiáveis, identificar e explorar sinergias entre as diferentes estratégias nacionais e sub-regionais de transição energética e ajudar a superar os problemas de coordenação. No âmbito de um acordo verde, alianças regionais podem ser criadas para coordenar a pesquisa, produção e implementação de tecnologias específicas de baixo carbono (à semelhança do modelo da European Battery Alliance, que reúne autoridades nacionais da UE, regiões, institutos de pesquisa da indústria e outras partes interessadas na cadeia de valor das baterias). Existem esforços em curso, mas é necessário haver maior apoio. A colaboração regional também precisaria envolver a sociedade civil como fundamental parte interessada, conforme discutido recentemente pelos proponentes de um Green New Deal nas Américas com foco no papel dos movimentos sociais.<sup>159</sup>

---

<sup>158</sup> Merke et al. (2021). Reimagining Regional Governance in Latin America. Carnegie Endowment for International Peace. Acessível em <https://carnegieendowment.org/2021/06/24/reimagining-regional-governance-in-latin-america-pub-84813>.

<sup>159</sup> Aldana Cohen, D, & RioFrancos, T. eds. (2020) A green New Deal for the Americas. *NACLA Report on the Americas* (Summer), Vol. 52. No.2.



## Observações finais

As alterações climáticas e a mitigação das mesmas exigem repensar as estratégias e dinâmicas comerciais no século 21. Os países latino-americanos dificilmente chegarão à fronteira do desenvolvimento ignorando as demandas impostas pelas mudanças climáticas. Os atuais padrões de atividade econômica serão alterados. As mudanças climáticas terão impacto cada vez mais grave no comércio e no desenvolvimento em todo o mundo e particularmente na América Latina, comprometendo os meios de subsistência, a produtividade econômica e a segurança alimentar. Além disso, vários produtores de petróleo na América Latina enfrentam ventos contrários decorrentes das transições energéticas globais, uma vez que a demanda por combustíveis fósseis deve cair no médio a longo prazo. Diante da dependência da região das exportações de petróleo, as consequências da descarbonização podem ser consideráveis.

No entanto, o impulso global em direção à sustentabilidade pode trazer substanciais oportunidades de comércio e investimento na América Latina, com a visão e os instrumentos corretos de políticas públicas. Para que os países latino-americanos aproveitem as “janelas verdes de oportunidades”, os governos e o setor privado precisarão realizar reformas adequadas para apoiar as cadeias regionais de suprimentos de energia renovável, produção de hidrogênio verde, iniciativas de economia circular, modelos de inovação a partir da biodiversidade e métodos mais sustentáveis para extrair minerais críticos às tecnologias de baixo carbono.

Vários países da região vêm mostrando ambições climáticas cada vez maiores, sucessos impressionantes em termos de implementação de energia limpa, grandes ambições para serviços de baixo carbono e iniciativas pioneiras de desenvolvimento a partir da biodiversidade. No entanto, há muito por fazer para aproveitar todo o potencial que as transições limpas podem oferecer na América Latina e compensar as perdas de renda e empregos previstas no setor de combustíveis fósseis. Muito precisa ser feito para unir a expansão das energias renováveis, a conservação da biodiversidade e a exploração de minerais críticos com o comércio de alto valor agregado e o desenvolvimento industrial na região. Para atingir esse objetivo, são necessárias transformações produtivas em várias camadas em vários setores inter-relacionados. O fomento à mineração climaticamente inteligente será necessário para a exploração menos intensiva em carbono dos minerais críticos que vão abastecer a implementação de energia limpa na região, ao mesmo tempo em que oferece oportunidades para desenvolver cadeias de suprimentos regionais resilientes em torno de tecnologias de energia renovável. Os países latino-americanos podem aproveitar fontes de eletricidade baratas e limpas não apenas para descarbonizar a geração de eletricidade, mas também como matéria-prima para desenvolver serviços competitivos de baixo carbono e alto valor agregado.

Em se tratando dos ecossistemas naturais e da biodiversidade únicos da região, aproveitar os esforços existentes para capturar o valor comercial dos serviços

ecossistêmicos é uma agenda fundamental para o futuro. Além do ecoturismo, para que os mercados de carbono sejam alavancados como ferramenta comercial, os sistemas de negociação de créditos de carbono precisam atravessar fronteiras nacionais e continentais. A bioinovação oferece outro caminho interessante para capitalizar o valor comercial da biodiversidade na América Latina, sendo uma área emergente bastante promissora para futuros investimentos, startups e capital de risco.

Instrumentos coordenados de políticas públicas são necessários tanto em nível nacional quanto regional para promover o desenvolvimento de serviços competitivos de baixo carbono e serviços ecossistêmicos de alto valor agregado a partir da biodiversidade. A cooperação regional também é essencial para fomentar cadeias de suprimentos regionais em torno de tecnologias de carbono – desde a extração de minerais críticos até a agregação de valor a energias renováveis e serviços de baixo carbono, que permitiriam ganhos de produtividade consideráveis por meio de economias de escala para fornecedores locais e atividades de processamento e distribuição, além de oferecer oportunidades de diversificação, criação de empregos e desenvolvimento.

Um Pacto Verde da América Latina poderia funcionar como plataforma para a coordenação regional necessária para promover sinergias entre vários países e sub-regiões. Cada país possui diferentes pontos fortes complementares, que podem ser alavancados com coordenação e uso apropriado de recursos e instrumentos de política pública. Mas ainda existem vários obstáculos à coordenação política necessária em nível regional para que tal programa se concretize. Outro caminho possível é ampliar as iniciativas regionais existentes e promover acordos bilaterais e/ou multilaterais para fomentar cadeias regionais de suprimentos em torno de bens e serviços de baixo carbono.

Considerando as oportunidades e desafios significativos para o futuro do comércio latino-americano, é evidente que os governos da região, juntamente com seus parceiros internacionais de comércio e investimento, precisam ter ambições maiores e dar passos mais ousados em direção a modelos de desenvolvimento mais verdes que se baseiem no desenvolvimento de indústrias de baixo carbono.

## Outras publicações do autor

[Industrial Policy Can Rescue Latin America from its Commodities Trap](#). Americas Quarterly. 2022

[Learning from nature to reconcile economic upgrading with biodiversity conservation? Biomimicry as an innovation policy in developing countries](#). 2022

[Inequality and Trade Diversification: How can Income Inequality in Latin America be Reduced beyond Commodity Booms?](#). 2022

[Three Dimensions of Green Industrial Policy in the Context of Climate Change and Sustainable Development](#), com G. Anzolin, European Journal of Development Research, 33(2) 2021.

The Multidimensional Indicator of Extractives-based Development (MINDEX): A new approach to measuring resource wealth and dependence. World Development, 147. 2021

[Are we measuring natural resource wealth correctly? A reconceptualization of natural resource value in the era of climate change](#). UNU WIDER working paper series, 2021.

[The case for a green recovery in Post-COVID Latin America](#). Blog LSE LACC (Latin America and Caribbean Centre (1<sup>o</sup> de setembro de 2020)

[What resource-dependent countries may learn from athletes to diversify their economies](#), LSE Blog. 2020

[The political economy of moving up in global value chains: how Malaysia added value to its natural resources through industrial policy](#). Review of International Political Economy. 2020.

[From fiscal stabilization to economic diversification: the developmental management of resource revenues](#), com Ha-Joon Chang, UNU WIDER Working Paper Series, 2020.

[Local-foreign technology interface, resource-based development, and industrial policy: how Chile and Malaysia are escaping the middle-income trap](#). com K. Lee, C. Pietrobelli - The Journal of Technology Transfer, 46. 2020.

[Local content in extractive industries: Evidence and Lessons from Chile and Malaysia](#), The Extractive Industries and Society. 7(2). 2019.

[Export Diversification in Chile since 1960: a free market miracle or a free market mirage?](#) Development and Change. 50(6) 2019.