

Transição Energética e Powershoring na América Latina e Caribe: Oportunidades, Desafios e Políticas Públicas¹

Jorge Arbache | Emilio Lèbre La Rovere²

Sumário

Este trabalho identifica as principais barreiras ao acesso dos países da América Latina e Caribe – ALC aos recursos necessários à produção de manufaturas verdes, discute instrumentos para superar esses desafios e oferece sugestões para o avanço do desenho, formulação e implantação de ações de promoção do powershoring na região.

Inicialmente, analisamos as iniciativas em curso para a transição para uma economia de baixo carbono em todo o mundo, ressaltando as especificidades da ALC. A análise do caso do Brasil oferece um cenário plausível de transição para uma economia de emissões líquidas zero de gases de efeito estufa com base no uso de tecnologias já disponíveis. Este estudo de caso permite identificar os principais facilitadores globais e domésticos para a descarbonização da ALC.

Em seguida, apresentamos o conceito de powershoring, o qual refere-se à descentralização da produção para países próximos a centros de consumo e que oferecem energia limpa, segura, barata e abundante, além de outras virtudes para a atração de investimentos industriais. Fazemos uma avaliação do potencial da sua contribuição para a economia da região, incluindo as suas repercussões nas cadeias de valor domésticas e regionais e no tipo de integração da região à economia mundial, e para atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Por fim, discutimos aspectos estratégicos da formulação de um roadmap para o powershoring na ALC, o qual inclui várias medidas normativas e regulatórias, instrumentos de política industrial e financiamento e mobilização de recursos.

A principal conclusão do trabalho é que será fundamental reduzir riscos e estabelecer parcerias de capitais públicos e privados para avançar com o powershoring na América Latina e Caribe.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2023³

¹ Este artigo não necessariamente representa as posições institucionais da CAF e de seus países membros.

² Respectivamente, vice-presidente de setor privado da CAF e Professor titular da COPPE/UFRJ e Coordenador do Centro Clima.

³ Este artigo foi atualizado em março de 2024.

Índice

Apresentação	3
1. O contexto da transição global e da ALC para uma economia de baixo carbono.....	4
1.1. As mudanças climáticas, a Convenção do Clima e o Acordo de Paris.....	4
1.2. A transição para uma economia de baixo carbono.....	5
1.3. Especificidades da ALC no contexto da transição	7
2. Conceito de powershoring e seu potencial na ALC.....	10
2.1. Powershoring: conceitos e definições.....	10
2.2. Oportunidades abertas pelo powershoring para a ALC.....	15
3. Transição para uma economia de baixo carbono na ALC: o caso do Brasil	16
3.1. Introdução.....	16
3.2. Cenário de transição para emissões líquidas zero de GEE no Brasil	17
3.2.1. A narrativa qualitativa	17
3.2.2. Principais facilitadores globais da descarbonização no Brasil	17
3.2.3. Facilitadores domésticos.....	18
3.3. Barreiras e instrumentos financeiros.....	18
3.4. Resumo dos principais resultados do cenário de descarbonização.....	24
4. Obstáculos e promoção do powershoring na ALC	25
4.1. Principais barreiras ao powershoring na ALC.....	25
4.1.1. Obstáculos do contexto internacional	25
4.1.2. Barreiras domésticas: políticas, financeiras, tecnológicas e econômicas	26
4.2. Estratégia de formulação de um roadmap para o powershoring na ALC.....	28
4.3. Powershoring como política de descarbonização centrada nas pessoas	31
4.4. Instrumentos de política industrial para promover o powershoring.....	33
4.5. A contribuição dos bancos multilaterais de desenvolvimento	36
5. Considerações finais.....	38
Referências bibliográficas	39

Apresentação

Os objetivos deste trabalho são identificar barreiras ao acesso dos países da América Latina e Caribe - ALC aos recursos tecnológicos e financeiros e não financeiros necessários à produção de manufaturas verdes, discutir instrumentos para remover e/ou superar esses obstáculos e contribuir para o avanço do desenho, formulação e implantação de ações de promoção do powershoring na região.

O primeiro capítulo discute o contexto da transição global e da ALC para uma economia de baixo carbono. Inclui um breve histórico sobre as mudanças climáticas, a Convenção do Clima e o Acordo de Paris. Em seguida, apresenta as iniciativas em curso para a transição para uma economia de baixo carbono em todo o mundo e, ao seu final, ressalta as especificidades da ALC.

O segundo capítulo apresenta o conceito de powershoring e seu potencial na ALC. Discutem-se as características distintivas do powershoring em relação aos processos de *offshoring* e *nearshoring* e são identificadas as principais oportunidades para a ALC.

O terceiro capítulo discute a transição para uma economia de baixo carbono na ALC através da análise do caso do Brasil. Apresenta-se um cenário plausível de transição para uma economia de emissões líquidas zero de GEE com base no uso de tecnologias já disponíveis. Após a narrativa qualitativa do cenário, identificam-se os principais facilitadores globais e domésticos para a descarbonização da economia brasileira. Finalmente, analisam-se as barreiras e instrumentos financeiros para a viabilização da descarbonização.⁴

O quarto capítulo trata dos obstáculos e da promoção do powershoring na ALC. Inicialmente, identificam-se as principais barreiras internacionais e domésticas, políticas, financeiras, regulatórias, tecnológicas e econômicas ao powershoring. Em seguida, discutem-se aspectos estratégicos da formulação de um roadmap para o powershoring na ALC. Após a apresentação do potencial de diversos instrumentos de política industrial para a promoção do powershoring, analisa-se a possível contribuição de bancos multilaterais de desenvolvimento.

Ao final, resumimos os principais pontos do artigo.

⁴ Para maiores detalhes sobre o estudo de caso do Brasil, ver La Rovere, 2023 e La Rovere et al, 2023.

1. O contexto da transição global e da ALC para uma economia de baixo carbono

1.1. As mudanças climáticas, a Convenção do Clima e o Acordo de Paris

Os impactos da mudança global do clima vêm se manifestando de maneira cada vez mais clara e se tornando mais intensos e frequentes, e países, regiões e grupos sociais mais vulneráveis tendem a ser os mais afetados. A cada relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC⁵), que resume o avanço do conhecimento científico neste campo, fica mais evidente a responsabilidade da ação antropogênica como causadora do fenômeno, e as projeções da velocidade de crescimento dos impactos previstos aumentam de maneira assustadora (IPCC, 2023). As emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) chegaram a 57,4 GtCO₂e em 2022 (UNEP, 2023), tendo como fonte principal a emissão de dióxido de carbono (CO₂) decorrente da queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), responsável por cerca de 2/3 das emissões anuais globais de GEE e que ainda apresenta uma tendência de crescimento, chegando ao nível recorde de 37 GtCO₂e em 2022 (IEA, 2023a).

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change) com o objetivo de definir ações para estabilizar as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa (GEE) impedindo, assim, que atividades antrópicas interfiram perigosamente no clima do planeta. Conhecida como a Convenção do Clima, entrou em vigor em 21 de março de 1994 tendo sido assinada por 195 países (denominados partes). Em dezembro de 2015, a Convenção aprovou o Acordo de Paris, com o objetivo de “Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais (...)” (UNFCCC, 2015). Estudos científicos apontam que o cumprimento dessa meta exigirá neutralizar as emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE) entre 2070 e 2075, para que o aumento não supere 2°C ou entre 2055 e 2060, para evitar que supere 1,5°C (IPCC, 2023).⁶

No entanto, o nível médio da temperatura global já atingiu em 2023 um nível de 1,4°C acima da média pré-Revolução Industrial, potencializado pelo recrudescimento do fenômeno El Niño (WMO, 2024). Os danos causados pelos impactos das mudanças climáticas vêm se avolumando desde o final do século XX com nítida aceleração desde o início do século XXI. A partir do atingimento de um limite entre 1,5°C e 2°C acima do nível pré-industrial, esses danos começam a crescer exponencialmente (IPCC, 2023). Daí a urgência de se atingir o quanto antes a neutralidade climática mundial (sumidouros iguais às emissões de GEE, ou emissões líquidas nulas), condição para a estabilização da

⁵ Sigla em inglês de Intergovernmental Panel on Climate Change, organismo criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e a Organização Meteorológica Mundial.

⁶ Resultados com 2/3 de probabilidade para a média dos cenários de emissões de GEE considerados pelo IPCC.

temperatura global. Dos 195 membros do Acordo de Paris, 149 países⁷ já apresentaram seus compromissos voluntários de redução de emissões líquidas de GEE, definidos em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, sigla em inglês). Além disso, até setembro de 2023, 97 países responsáveis por 81% das emissões globais anunciaram compromissos de atingir emissões líquidas zero, até 2050 ou mais cedo, para países representando 37% das emissões globais, ou após 2050, no caso dos demais, responsáveis por 44%. É importante salientar, porém, que há uma desigualdade muito grande entre países em desenvolvimento e avançados no grau de responsabilidade pelo surgimento das mudanças climáticas e pela solução do problema. Com 62% da população global, o G-20, grupo que reúne as vinte maiores economias do planeta, representa 76% das emissões anuais mundiais de GEE, e contribuiu com 72% do aquecimento global desde 1850 (UNEP, 2023).

1.2. A transição para uma economia de baixo carbono

Após a aprovação do Acordo de Paris em 2015, ficou clara não apenas para os governos, mas, também, para o mundo empresarial a necessidade de se promover uma radical transformação do sistema energético mundial. Começou a se difundir a percepção de que, com o prosseguimento das tendências históricas, os danos das mudanças climáticas se tornariam cada vez maiores do que os custos de uma descarbonização da economia, apesar de sua magnitude. Já é patente o impacto das políticas públicas e privadas de mitigação das emissões de GEE, ainda que não na escala e velocidade adequadas para o atingimento dos objetivos do Acordo de Paris. O prosseguimento dos esforços já em andamento permite limitar o aumento de temperatura neste século a 3°C acima do nível pré-industrial. Caso as metas anunciadas nas NDCs sejam integralmente atingidas até 2030, esse aumento pode ser limitado a 2,5°C. E, se todos os compromissos anunciados de atingimento de emissões líquidas zero forem cumpridos, há 2/3 de chance de que a temperatura se mantenha em até 2°C acima do nível pré-industrial (UNEP, 2023). Entretanto, pairam grandes incertezas sobre a viabilidade de se alcançar a neutralidade climática na velocidade necessária para impedir a escalada dos danos causados pelos impactos das mudanças climáticas.

As políticas de mitigação já em andamento podem manter as emissões anuais mundiais de GEE relativamente estáveis em cerca de 57 GtCO₂e até 2030. Seria necessário intensificar os esforços para limitar o aquecimento global nos níveis estabelecidos pelo Acordo de Paris: numa trajetória de emissões de GEE consistente com o objetivo de 2°C, seria necessária uma redução entre 2022 e 2030 para 41 GtCO₂e (29%), enquanto para manter viva a esperança de se limitar o aquecimento global a 1,5°C acima do nível pré-industrial uma redução mais ambiciosa (42,5%) teria de permitir se chegar a 33 GtCO₂e (UNEP, 2023).

Como o sistema energético representa cerca de ¾ das emissões anuais mundiais de CO₂, é incontornável promover uma transição dos combustíveis fósseis hoje dominantes para as energias renováveis. A partir da virada do século XXI, a queda dos

⁷ Contando os 27 países da União Europeia como um só país.

custos da energia eólica e solar fotovoltaica vem viabilizando um aumento da participação das energias renováveis na geração elétrica e, juntamente com a recente promoção do uso de veículos elétricos, anuncia a direção em que essa transição pode se concretizar em nível global: geração de eletricidade limpa e eletrificação dos usos finais da energia. Assim, outros fatores, como a busca da maior viabilidade econômica do suprimento de energia e a redução da poluição atmosférica urbana⁸, se somam ao combate às causas das mudanças climáticas para impulsionar a transição energética.

Em 2023, os investimentos globais na transição energética subiram 17% em relação a 2022, atingindo USD 1,77 trilhão. Desse total, 634 bilhões se destinaram a eletromobilidade⁹ e 623 bilhões para energias renováveis,¹⁰ com os investimentos em redes de transmissão elétrica em terceiro lugar, com USD 310 bilhões. Em relação a 2022, alguns investimentos de menor montante tiveram taxas de crescimento expressivas: em hidrogênio triplicaram (para USD 10,4 bilhões), em captura de carbono duplicaram (para USD 11,1 bilhões) e em baterias elétricas subiram 76% (para USD 36 bilhões) (BNEF, 2024).

É importante também salientar que os investimentos globais na transição energética superaram em USD 671 bilhões aqueles destinados à oferta de combustíveis fósseis, e que essa diferença vem se ampliando sucessivamente, ano após ano, desde 2020, quando era de USD 192 bilhões. No entanto, o investimento na oferta de combustíveis fósseis ainda é 7% maior (USD 75 bilhões a mais em 2023) do que na oferta de energias renováveis e essa proporção tem se mantido estável desde 2020 (BNEF, 2024).

O momentum adquirido pela transição energética permite a sua aceleração nos próximos anos: a participação dos combustíveis fósseis na oferta mundial de energia, da ordem de 80% há décadas, deverá cair para 73% em 2030, no cenário STEPS¹¹ da IEA, que considera apenas as políticas de descarbonização já definidas e em andamento. Neste cenário, o percentual de carros elétricos nas vendas de carros novos nos EUA é projetado em 50% em 2030, graças, principalmente, ao Inflation Reduction Act – IRA (IEA, 2023a).

No entanto, no cenário alinhado com o atingimento dos objetivos do Acordo de Paris, a Bloomberg estima que os investimentos na transição energética têm que chegar a uma média anual de USD 4,84 trilhões, de 2024 a 2030, quase o triplo do nível de 2023 (BNEF, 2024). A IEA calcula, em seu cenário de Emissões Líquidas Zero (NZE), que os investimentos em energia limpa tenham que chegar a USD 4,5 trilhões por ano, no início da década de 2030. Neste cenário, as maiores reduções de emissões são obtidas

⁸ O setor energético é o principal responsável pelo ar poluído que 90% da população mundial respira, causando 6 milhões de mortes prematuras por ano (IEA, 2023a).

⁹ Em 2020, apenas 4% dos carros novos vendidos eram elétricos, mas, em 2023, esta proporção já chegou a 25% (IEA, 2023a).

¹⁰ Mais de 500 GW foram adicionados à capacidade de geração de energia renovável em 2023, um novo recorde, e mais de USD 1 bilhão são gastos por dia na instalação de novos sistemas solares (IEA, 2023a).

¹¹ Sigla em inglês de Stated Policies Scenario.

triplicando a capacidade de energia renovável para 11 mil GW em 2030. A taxa média anual de redução da intensidade energética seria o dobro da atual em 2030, e cessaria imediatamente a instalação de novas usinas a carvão sem captura e sequestro de carbono (CCS). Até 2030, acelerar a eletrificação do uso de energia, com os veículos elétricos atingindo 2/3 das vendas de carros novos e o crescimento da instalação de bombas de calor a uma taxa média anual de 20%, fornecendo 20% das reduções de emissões de GEE neste cenário, e cortar 75% das emissões de metano do setor energético, são também fatores decisivos neste cenário (IEA, 2023b).

Do total de investimentos globais na transição energética em 2023, a China contribuiu com USD 676 bilhões (38%), seguida pela União Europeia, com USD 341 bilhões (dos 27 países em conjunto) e os EUA, com USD 303 bilhões. A América Latina e o Caribe (ALC) mais o Canadá (as Américas menos os EUA) investiram apenas USD 83 bilhões, destacando-se a contribuição do Brasil, com USD 34,8 bilhões, como sexto país no mundo que mais investiu na transição energética em 2023 (BNEF, 2024).

Entretanto, no cenário NZE da IEA, o maior salto projetado no investimento em energias renováveis, para 7 vezes o nível atual até o início da década de 2030, deve ocorrer nos países emergentes e economias em desenvolvimento (com exclusão da China). Os requisitos de financiamento em condições favoráveis (“concessional funding”) nesses países deve atingir a casa de USD 80 a 100 bilhões por ano no início da década de 2030. Além disso, políticas nacionais de descarbonização muito mais fortes serão necessárias (IEA, 2023b).

O mundo já passou pela transição energética do uso dominante da lenha para o carvão mineral e, em seguida, para a era do petróleo e seus derivados, mas a magnitude da transição energética já em curso deverá assumir dimensões inéditas nas próximas décadas.

1.3. Especificidades da ALC no contexto da transição

A principal especificidade da ALC em relação ao resto do mundo no contexto da descarbonização da economia é o avanço da região na transição energética. Os combustíveis fósseis representam 2/3 da energia usada na região, contra 80% na média mundial. Uma contribuição essencial neste sentido vem da geração elétrica, fornecida em 60% por fontes renováveis. Países como Costa Rica, Uruguai e Paraguai têm quase 100% da sua eletricidade renovável, e o Brasil tem cerca de 85%. Isoladamente, a hidroeletricidade responde por 45% da geração elétrica na região. Isso permitiu que, no acumulado desde 1971, as emissões da região contribuíssem com apenas 5% das emissões globais de GEE acumuladas devidas ao uso de energia, bem abaixo de sua parcela de 9% do PIB mundial nesse período (IEA, 2023c).

A ALC está bem-posicionada para desempenhar papel ainda mais relevante no futuro da transição energética mundial graças à sua ampla base de recursos energéticos renováveis: energia solar e eólica de alta qualidade no Brasil, México, Chile e Argentina; hidroeletricidade no Brasil, Venezuela, México, Colômbia, Argentina e Paraguai; e

biocombustíveis no Brasil, por exemplo. Além disso, a região detém pelo menos 1/3 das reservas globais de lítio, cobre e prata, minerais críticos para a transição energética. O cobre é um componente essencial para redes de transmissão e distribuição elétrica e o lítio para a fabricação de veículos elétricos e baterias. A ALC dispõe também de vastos recursos de petróleo e gás natural na Venezuela, Brasil, Colômbia, Argentina, México e Guiana. Atualmente a região ainda é importadora líquida de derivados de petróleo e de gás natural, mas é exportadora líquida de petróleo bruto e de carvão mineral, que fornecem importantes excedentes (USD 230 bilhões do petróleo para toda a ALC em 2022) em divisas e recursos financeiros para investimentos em alguns países latinoamericanos (IEA, 2023c).

Hoje, a ALC representa 8% da população mundial e 7% do PIB global, após uma década “perdida” de baixo crescimento econômico, crises de balanço de pagamentos e investimentos insuficientes. Entretanto, a transição energética mundial oferece oportunidades para a região mais do que dobrar a taxa média anual de crescimento do PIB na próxima década. O efeito das políticas de descarbonização já em andamento foi simulado no cenário STEPS da IEA para a ALC. As implicações da aceleração da transição energética na ALC são mostradas no cenário APS¹², que simula o atingimento pleno e no prazo de todos os compromissos das NDCs e de neutralidade climática assumidos pelos países da região¹³ (IEA, 2023c).

O maior crescimento econômico se traduz no aumento de 90% da demanda de eletricidade na ALC em 2050, no cenário STEPS. Já no APS, a aceleração da eletrificação da economia faz com que esse aumento seja de 180%, dobrando a parcela da eletricidade no consumo energético final. No APS, a produção de hidrogênio se torna o maior fator de crescimento da demanda de eletricidade, seguida pelas edificações, transportes (quase 16 milhões de veículos elétricos, incluindo ônibus, em 2030) e a indústria, para produção mais limpa de ferro e aço, alumínio e produtos químicos. As fontes renováveis aumentam a sua participação na geração elétrica dos atuais 60% para 2/3 em 2030 e 80% no STEPS, chegando no APS a atingir 70% em 2030 (10 anos antes do STEPS) e 90% em 2050. A parcela de energia solar e eólica na geração elétrica passa dos atuais 11% para 22% em 2030 e 40% no STEPS. O crescimento da hidroeletricidade é limitado por restrições sociais e ambientais, mas o seu papel é essencial para assegurar uma maior flexibilidade no despacho das fontes intermitentes, pois o crescimento da demanda elétrica em períodos de pico é maior do que a média. Assim, a contribuição do gás natural na geração elétrica permanece em 25% em 2030 no STEPS (IEA, 2023c).

Na demanda total de energia da ALC, a parcela dos combustíveis fósseis passa dos atuais 67% para 63%, em 2030, e 54%, em 2050, no STEPS, enquanto as fontes renováveis aumentam a sua contribuição de 28%, em 2022, para mais de 40%, em 2050.

¹² Sigla em inglês de Announced Pledges Scenario.

¹³ 16 países da ALC, representando 2/3 do PIB e 60% das emissões de CO₂ devidas ao uso de energia na região, já anunciaram compromissos de zerar suas emissões líquidas de GEE: Antigua e Barbuda, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, Granada, Guiana, Jamaica, Panama, Peru, Suriname e Uruguai.

No APS, o consumo de cada um dos combustíveis fósseis atinge um pico nesta década e, em seguida, passa a declinar continuamente: o uso de petróleo cai para menos da metade e o de gás natural cai para 2/3 até 2050. A maior redução no uso de derivados de petróleo se dá no setor de transportes graças à expansão do transporte público, veículos elétricos (sobretudo no Chile e no México), ganhos de eficiência energética e combustíveis mais limpos (sobretudo biocombustíveis no Brasil) (IEA, 2023c).

A transição energética global abre grandes mercados internacionais para os países da ALC. A região tem um enorme potencial para expandir a sua produção de combustíveis mais limpos, e não só etanol, biodiesel e HVO¹⁴, mas, também, de biocombustíveis de 2ª e 3ª geração, incluindo combustíveis sustentáveis para a aviação e o transporte marítimo internacional, biogás e biometano, além de hidrogênio verde (de fontes renováveis) ou de baixa pegada de carbono, em especial na Argentina, Brasil, Colômbia e Chile. Diversos projetos ambiciosos de produção e exportação de hidrogênio verde e de baixo carbono já foram anunciados. Além do seu uso tradicional em refinarias e na indústria química, o hidrogênio pode reduzir a pegada de carbono em outras aplicações industriais como, por exemplo, na produção competitiva de ferro e aço, com potencial de atrair investimentos estrangeiros e dinamizar a economia regional. A ALC pode ainda aumentar significativamente a renda da produção de minerais críticos,¹⁵ que já atingiu USD 100 bilhões em 2022. Graças à exportação de cobre e lítio, a renda poderá até superar a da produção de petróleo e gás natural antes de 2050, no APS (IEA, 2023c).

É necessária, porém, uma intensificação dos esforços de descarbonização já em andamento na ALC. No STEPS, as emissões de CO₂ devidas ao uso de energia aumentam das atuais 1660 MtCO₂ para 1850 MtCO₂ em 2050, enquanto no APS, essas emissões devem cair para menos de 800 MtCO₂. Além da redução das emissões de CO₂, os maiores produtores da região podem reduzir 80% das emissões de metano ao longo da cadeia de petróleo e gás natural a um baixo custo (sendo 40% sem acréscimo de custos).¹⁶ Além disso, será fundamental cortar as emissões de GEE da agricultura, florestas e uso do solo (AFOLU¹⁷), que, atualmente, representam 45% das emissões totais de GEE da ALC.

Após décadas de perda de cobertura vegetal, os compromissos assumidos levam no APS a uma redução de 80% na taxa anual de desmatamento em 2030 na região. Em conjunto com o desenvolvimento da agricultura de baixo carbono e o aumento dos esforços de reflorestamento, isto permite alcançar emissões líquidas zero de AFOLU em 2030. O prosseguimento nos esforços de reflorestamento, em particular no Brasil e no México, permite no APS se chegar a 100 milhões de hectares com crescimento líquido da cobertura vegetal em 2050 (IEA, 2023c). Além do enorme sumidouro de GEE que isso

¹⁴ Sigla em inglês do óleo vegetal hidrotratado, tipo de “diesel verde” já produzido em refinarias de petróleo, inclusive na ALC, 3º biocombustível mais consumido no mundo, após o etanol e o biodiesel.

¹⁵ Grafite, bauxita, níquel, zinco, lítio, cobre e neodímio.

¹⁶ A maior parte dos países da ALC assinou o Global Methane Pledge, iniciativa lançada em Glasgow por ocasião da COP 26 da UNFCCC visando o corte de 30% das emissões mundiais de metano até 2030.

¹⁷ Sigla em inglês de Agriculture, Forestry and Land Use.

representa, os benefícios econômicos, sociais e ambientais para a agricultura, promoção da bioeconomia, proteção da biodiversidade e de populações locais (inclusive indígenas) dessas soluções baseadas na natureza (SBN) são incomensuráveis.

A promoção das energias renováveis e da eficiência energética também pode contribuir para uma transição energética justa na ALC. A notória desigualdade na distribuição da renda na ALC faz com que atualmente 40% das emissões de GEE devidas ao uso de energia sejam causadas pela parcela dos 10% mais ricos da população da região. Enquanto isso, 74 milhões de pessoas não dispõem de combustíveis limpos para cozinhar, cerca de 17 milhões permanecem sem acesso ao uso da eletricidade e os preços da energia penalizam os orçamentos da população de baixa renda. A aceleração da transição energética na ALC pode contribuir para reduzir os custos da energia e facilitar a eliminação dos subsídios aos preços dos combustíveis fósseis. Espera-se, também, o seu efeito na criação de empregos em energias renováveis e no setor mineral, com aumento de 15% nos postos de trabalho nesses setores em 2030 (IEA, 2023c). Por outro lado, a população de baixa renda deve ser protegida de um eventual aumento no índice geral de preços devido à precificação de carbono e ter acesso a crédito para poder financiar dispêndios iniciais mais elevados na aquisição de algumas tecnologias energéticas limpas (Wills et al, 2021).

São necessários vultosos investimentos na ALC para cumprir os compromissos assumidos na transição para uma economia de baixo carbono e aproveitar as oportunidades internacionais associadas a ela. No APS, os investimentos na oferta de energia renovável dobram em 2030, atingindo USD 150 bilhões, e são multiplicados por 5 em relação aos níveis atuais, atingindo quase USD 400 bilhões em 2050. Enquanto esses investimentos são hoje da mesma ordem de grandeza dos realizados em combustíveis fósseis sem captura de carbono, eles se tornam 4 vezes maior que os investimentos em fósseis, na década de 2030. Para atender à magnitude desses requisitos, será essencial atrair capital privado. Os desafios para isso são bem conhecidos, como os riscos políticos, cambiais e regulatórios, com custos financeiros elevando o custo de capital, e a insuficiência da poupança doméstica. Um amplo espectro de instrumentos deverá ser adotado para superar esses obstáculos e atrair o investimento direto externo, tais como o aprimoramento dos marcos regulatórios, o desenvolvimento de inovações que mitiguem grandes efeitos cambiais, a agilização dos procedimentos administrativos e uma colaboração estreita com as instituições financeiras internacionais (IEA, 2023c; La Rovere et al, 2017).

2. Conceito de powershoring e seu potencial na ALC

2.1. Powershoring: conceitos e definições

Segundo Arbache (2022a), “o powershoring refere-se à descentralização da produção para países próximos a centros de consumo e que oferecem energia limpa, segura, barata e abundante, além de outras virtudes para a atração de investimentos industriais”. Esta nova etapa do processo de globalização da economia mundial se anuncia após a adoção de uma política de *nearshoring* pelo governo dos Estados Unidos,

as consequências da guerra da Ucrânia e a crescente importância da agenda ambiental global, em particular da descarbonização.

O *reshoring* e o *nearshoring* resultaram da política do governo americano, acelerada a partir da administração Trump, de restrições e estímulos para facilitar a realocação de empresas americanas atualmente estacionadas na Ásia e, principalmente, na China, para produzirem nos Estados Unidos ou em países próximos. A motivação principal dessa política é geopolítica, com os EUA reagindo à ameaça à sua hegemonia mundial pela China, mas o fechamento da economia chinesa por longo período durante a epidemia de COVID-19 e a guerra da Ucrânia aceleraram o processo (Arbache, 2022b).

A guerra da Ucrânia afetou fortemente o suprimento de gás natural para a Europa, causando substancial aumento dos preços da energia. O maior custo e a insegurança no fornecimento, com alta volatilidade dos preços, levou diversas empresas a se interessarem em transferir plantas industriais para outros países (Arbache, 2022c).

A implantação do mercado regulado de carbono na Europa (ETS¹⁸) desde 2005, que regula, hoje, mais de 10 mil plantas dos setores de energia e industrial, além de operadores do transporte aéreo na Europa (EC, 2024),¹⁹ também estimulou a realocação para outros países de muitas empresas, particularmente as de setores intensivos em energia e emissões de GEE. Os compromissos corporativos com as metas do Acordo de Paris reforçam este movimento, especialmente das empresas mais sujeitas ao escrutínio governamental, do público e dos investidores: globalmente, o número de empresas com metas de emissões líquidas zero de GEE passou de 702 em junho de 2022 a 1003 em outubro de 2023²⁰ (NZZ, 2023).

Em reconhecimento a esse fenômeno, a União Europeia lançou em outubro de 2023 o CBAM²¹, um mecanismo de ajuste de fronteira que permite aplicar uma taxa às importações europeias de forma a nivelar o preço de carbono pago no país exportador ao praticado no ETS. O objetivo declarado do CBAM é lutar contra o “vazamento de carbono”, isto é, a transferência de plantas industriais da Europa para países que tenham padrões ambientais (e preços de carbono) menos ambiciosos (EC, 2023).

O *powersharing* parece fornecer uma resposta adequada a esses desafios, com benefícios para ambas as partes, e pode se tornar um dos fatores determinantes da localização industrial. É muito mais difícil para as regiões desenvolvidas cortarem suas emissões de GEE sem frear o crescimento de suas economias devido a custos bem mais

¹⁸ Sigla em inglês de European Union Emissions Trading System.

¹⁹ A partir de 2024, o ETS vai abarcar também em seu escopo o transporte marítimo.

²⁰ Isto representa mais da metade das 2 mil maiores companhias em todo o mundo com informações publicamente disponíveis.

²¹ Sigla em inglês de Carbon Border Adjustment Mechanism. No seu 1º ano, o CBAM será aplicado às importações europeias de cimento, ferro e aço, alumínio, fertilizantes, eletricidade e hidrogênio (EC, 2023).

elevados de suas opções de descarbonização. O powershoring tem potencial para reduzir custos, aumentar a eficiência e a segurança produtiva, melhorar a alocação de recursos, proteger a competitividade, acelerar a descarbonização no país de origem e contribuir para a “compliance” das empresas com a agenda ambiental. (Arbache, 2022c). E, naturalmente, investimentos industriais, se bem planejados, podem ter importantes efeitos positivos em zonas urbanas dos países em desenvolvimento que atendam aos critérios de powershoring, onde se concentra a grande maioria da população, a informalidade e a pobreza nessas regiões (Arbache, 2022a).

Pode-se discutir se os fatores que incentivam o powershoring seriam transitórios ou permanentes. A insegurança no suprimento energético e a volatilidade dos preços do petróleo e do gás natural devem permanecer à mesa por muito tempo por razões geopolíticas, regulatórias e de falta de infraestruturas específicas (Arbache, 2022c). A dependência de importações de combustíveis fósseis deverá diminuir à medida que siga adiante a transição energética nos países avançados. Porém, essa transição não deve ocorrer antes de 2050, data do objetivo europeu para atingimento de sua neutralidade climática, na melhor das hipóteses. E ela não será viável com base somente em ações de mitigação domésticas, na velocidade necessária para atingir os objetivos afixados: na Europa, a meta de redução de emissões de GEE, em relação às de 1990, é de 55% em 2030. Recentemente, a Comissão Europeia anunciou sua proposta de ampliar essa meta para 90% em 2040. No entanto, de 1990 a 2021 a redução nas emissões líquidas de GEE da Europa foi de apenas 30% e a magnitude dos custos das ações de mitigação tende a se elevar à medida que os níveis de descarbonização se tornam mais ambiciosos (Berghmans, 2024). Assim, o powershoring poderá ter um importante papel para ajudar a acelerar os tempos e reduzir os custos da descarbonização em zonas desenvolvidas.

A produção manufatureira sob condições do powershoring pode ser determinante para resguardar interesses corporativos e das pessoas. De fato, o powershoring pode contribuir para reduzir custos com energia, eliminar custos com cotas de emissão, acelerar a colocação de produtos verdes no mercado, reduzir gastos com compliance ambiental e reduzir impostos. Com isto, pode-se fornecer mais rapidamente ao mercado internacional insumos e bens de consumo verdes e a preços mais acessíveis.

Setores de altas emissões, como ferro e aço, alumínio, cerâmica, vidro, fertilizantes, cimento e química, estão especialmente expostos às normas ambientais que impactam custos e preços finais. No caso do aço, que responde por entre 7% e 9% do total mundial de emissões de GEE, o custo para conversão de plantas maduras pode ser proibitivo. Na União Europeia, a produção de o aço responde, isoladamente, por 22% de todas as emissões industriais. Mas o aço de baixa emissão produzido em zonas de powershoring poderia ter amplas repercussões a jusante, em processos produtivos que usam o metal, ajudando a baratear e esverdear carros, construção civil e outros bens de consumo popular – para referência, o aço e o alumínio podem representar 70% do peso de um carro de porte médio. O powershoring também pode apoiar o atingimento das NDC de países que importam o aço, bem como a redução do custo da transição

energética. Ao aliviar a carga fiscal e a inflação que pesam sobre os ombros da população, o powershoring se apresenta como aliado da descarbonização e poderia ajudar a angariar a necessária simpatia para com a agenda do clima.

Porém, resta em aberto a questão da aceitação da opinião pública e de governos de países avançados da realocização de suas plantas industriais, em razão da perda de empregos locais. Neste sentido, vale lembrar dos protestos na França dos “coletes amarelos” e, mais recentemente, dos agricultores europeus contra medidas que promovem a descarbonização. Também significativa é a resistência do presidente francês ao Acordo de Comércio entre a União Europeia e o Mercosul, com a justificativa de proteção dos interesses não apenas da agricultura, mas, também, da indústria europeia (Arbache, 2023a). Estas políticas protecionistas impostas por países avançados podem contaminar o debate público sobre o powershoring.

Para esclarecer esse debate, é preciso recuar no tempo e analisar a evolução histórica do *offshoring*. Após o final da 2ª guerra mundial, pouco a pouco tomou corpo um processo de realocização industrial de economias avançadas para países em desenvolvimento sob variadas formas: plataformas asiáticas (em Taiwan, Coreia do Sul, Hong-Kong, Singapura, etc.) de exportação, inicialmente de produtos eletroeletrônicos. Na China, o movimento ganha impulso nos anos 80. Mais tarde, ganha corpo o movimento de indústrias “maquiladoras” na fronteira entre o México e Estados Unidos, aproveitando a mão de obra bem mais barata. Em países em desenvolvimento de maior porte, empresas transnacionais se fizeram presentes também para, aproveitando a disponibilidade de matérias-primas e mão de obra a baixo custo, conquistar mercados domésticos importantes e otimizar ganhos de escala e minimizar custos da importação/exportação para outros países. Este processo se acelerou na década de 1970 e, posteriormente, nos anos 90, e suas transformações vêm sendo amplamente documentadas na literatura econômica há mais de meio século²².

Com a emergência da questão climática, essa tendência se reforça ainda mais. Um exemplo emblemático é o caso da siderúrgica integrada a coque de carvão mineral instalada no Rio de Janeiro por uma empresa transnacional de origem alemã. Usando a energia elétrica de baixo carbono do país e carvão importado, destina mais de 90% de sua produção de aço bruto para outra filial da transnacional alemã nos Estados Unidos, onde se dá o acabamento e venda dos produtos finais no mercado americano. O consumo de energia e água, a poluição local e as emissões de GEE ficam no Brasil. Durante a sua fase pré-operacional, um problema técnico causou uma chuva de pó preto que se abateu sobre as comunidades habitando o seu entorno. Em 2012, sua produção atingiu 3,5 milhões de toneladas (Mt) de aço bruto e as emissões brutas de GEE chegaram a 8,8 MtCO_{2e}. Esta foi a principal causa de as emissões de GEE do município do Rio de Janeiro mais do que dobrarem entre 2005 e 2012, de 11,4 para 23,6 MtCO_{2e}

²² Ver, por exemplo, Von Doellinger, 1975, o artigo seminal de Gereffi et al, 2005 e Fleury e Fleury, 2020.

(Centro Clima, 2015). Pouco tempo depois, ela atingiu sua plena capacidade nominal de produção de 5 Mt de aço, aumentando ainda mais as emissões de GEE.

O importante é salientar que, no caso da indústria de transformação, foram realocizados nos países em desenvolvimento²³ principalmente os elos iniciais da cadeia de suprimento, de menor valor agregado e maior intensidade energética e potencial de poluição local²⁴: petroquímicos básicos, ferro gusa, aço bruto, bauxita, alumina e alumínio, dentre outros. Os elos de maior valor agregado e de produção mais limpa (petroquímicos de 2ª e 3ª gerações, aços laminados, produtos acabados de alumínio, etc.), assim como os centros dinâmicos de inovação tecnológica, permaneceram nos países avançados.

É evidente que esse processo favorece os países avançados, mesmo considerando o lento crescimento da parcela dos países em desenvolvimento no valor agregado do comércio mundial²⁵. Isto fez com que, ao longo do tempo, resistências políticas internas de grupos prejudicados nos países avançados fossem sendo vencidas. O governo americano de Reagan, nos anos 80, impôs o pagamento de imposto de renda sobre os lucros auferidos pelas empresas americanas no exterior, mas essa medida teve um impacto apenas pontual, com a venda de alguns ativos dessas empresas. Na mesma década, o governo Thatcher esmagou a resistência ao fechamento de minas de carvão e à realocização de algumas indústrias pesadas britânicas. Mesmo com a alternância de poder que se observa em países ocidentais, tem prevalecido a lógica da globalização dos mercados.²⁶ De todo modo, países avançados dispõem de fundos e recursos para compensar grupos sociais e regiões prejudicados pela transição energética. A direção das medidas depende, sobretudo, do resultado de disputas políticas internas nas sociedades.

Mais recentemente, porém, temos visto uma tendência de mudanças, com crescente politização e mercantilização da agenda verde em países desenvolvidos, acompanhadas de crescente protecionismo tarifário e não tarifário, crescente discriminação contra produtos verdes importados, subsídios sem precedentes para a produção local de bens verdes (ex. IRA e EU Green Deal), mesmo que não sejam nada

²³ O caso da China é diferente, pois a partir da abertura de sua economia nos anos 80, conseguiu chegar a ser hoje a segunda potência econômica mundial, líder de inovação tecnológica em diversos campos. Fazendo valer o poder de barganha fornecido por seu enorme mercado interno, privilegiou o estabelecimento de joint ventures com as empresas transnacionais (e de empresas 100% chinesas, após a absorção da tecnologia) e a formação de recursos humanos altamente qualificados no exterior.

²⁴ Este fenômeno é conhecido como “Pollution Haven Effect”: Duan et al (2021) demonstraram que as cadeias globais de valor são também “cadeias de poluição global”.

²⁵ Essa parcela passou de 20% em 1990 para 30% em 2000 e chegou a mais de 40% em 2012. As cadeias de valor administradas de diversas formas pelas empresas transnacionais representam 80% dos 20 trilhões de dólares resultantes do comércio mundial (UNCTAD, 2013 e 2020). No entanto, houve uma ruptura das cadeias globais de valor na pandemia do COVID-19, à qual a ALC também ficou exposta (Fleury e Fleury, 2020).

²⁶ Rivera-Basques et al (2021) mostram que a desigualdade dos “termos de troca ecológicos” entre os países avançados e a ALC persistem e inclusive se intensificam com a tendência à fragmentação dos sistemas de produção.

competitivos, e bloqueios a novos acordos de comércio. Considerando os imensos desafios dos países desenvolvidos para descarbonizar, ainda não está claro se estas políticas protecionistas seguirão intactas no futuro próximo, ou se se mesclarão com medidas mais amplas e diversas que enderecem as suas necessidades mais imediatas.

Há uma série de benefícios potenciais para países recebedores de indústrias realocizadas, como será ilustrado na seção seguinte, para o caso da ALC. Mas, para assegurar que os benefícios do powershoring sejam bidirecionais, os governos desses países terão que elaborar e implementar políticas e regulações consistentes e coerentes.

2.2. Oportunidades abertas pelo powershoring para a ALC

A ALC se encontra bem posicionada para se tornar um dos principais destinos de empresas que buscam os benefícios do powershoring. Afinal, já tem a matriz energética mais renovável do globo e uma oferta de energia elétrica muito mais renovável do que a média mundial (ver seção 1.3). A região ainda pode aumentar a oferta de energia renovável a custos decrescentes: seu potencial de energia eólica *onshore* está longe de ser esgotado, a produção de energia solar pode se beneficiar de economias de escala e avançar no conteúdo nacional de seus componentes, e o potencial de expansão do aproveitamento da bioenergia em suas diversas formas (etanol, biodiesel, HVO, biogás e biometano, lenha e carvão vegetal de origem renovável e biocombustíveis avançados, inclusive para a aviação) é muito promissor. Além disso, a região apresenta uma baixa exposição a tensões geopolíticas internacionais, está avançando no rigor de suas certificações ambientais, via normas de compliance ambiental e adoção de práticas ESG²⁷ no mundo corporativo, e já dispõe de complexos industriais/portuários, com potencial de ampliação dessa infraestrutura (Arbache, 2022c).

Essas vantagens comparativas permitem à ALC não apenas aumentar a produção de energia renovável, mas, também, aproveitar as oportunidades de exportação de energia renovável e de produtos manufaturados verdes. O Brasil, por exemplo, já exporta produtos de biomassa lenhosa oriundos de florestas plantadas para uso em termoelétricas europeias (*“co-firing”*) deslocando combustíveis fósseis e reduzindo as emissões de GEE. Mais recentemente, vêm sendo anunciados numerosos projetos de produção de hidrogênio verde ou de baixo carbono a serem implantados em complexos industriais/portuários na ALC visando à sua exportação para a Europa, onde a transição energética abre a perspectiva de formação de um grande mercado consumidor, em particular na Alemanha.

No entanto, é preciso ir além e aproveitar o potencial de bens industriais com pegada de carbono menor do que nos países avançados. Por exemplo, o foco atual na exportação de hidrogênio deve ser complementado pelo desenvolvimento da cadeia de valor do hidrogênio verde na ALC: aumento do conteúdo nacional na produção de equipamentos para geração de eletricidade renovável e de eletrolisadores, uso do hidrogênio para a descarbonização da indústria doméstica (alimentos, fertilizantes,

²⁷ Sigla em inglês de Environmental, Social and Governance.

refinarias, química, e até a siderúrgica, a mais longo prazo), e sua conversão (*power-to-X*) em outros produtos (por exemplo, amônia) com aplicações no setor de transportes (IRENA et al, 2023).

A promoção da transformação produtiva propiciada pelo powershoring pode contribuir para a formação e consolidação de cadeias regionais de valor, beneficiando pequenas e médias empresas, ter impactos substantivos na produtividade e na competitividade, gerar impostos, exportação e divisas, tecnologia e inovação na ALC. Em síntese, o powershoring abre um leque de oportunidades para o desenvolvimento econômico e social da ALC, ajudando a reduzir a exposição da região aos ciclos de commodities que causam tanta volatilidade a seu ritmo de crescimento. Há estimativas de que o powershoring poderia adicionar apenas no Brasil exportações de manufatura verde de USD 395 bilhões no período 2024-2032, com investimentos diretos e indiretos correspondentes chegando a USD 351 bilhões no período (Arbache e Esteves, 2024). Esses números traduzem um potencial significativo de contribuição ao atingimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e de repercussões econômicas nas cadeias de valor domésticas e regionais e no tipo de integração da região à economia mundial (Arbache, 2023b).

Apesar da grande competitividade da ALC para o powershoring, há desafios para a região materializar o aproveitamento de suas oportunidades. O capítulo 4 identifica e discute instrumentos de política para superá-los.

3. Transição para uma economia de baixo carbono na ALC: o caso do Brasil

3.1. Introdução

Este estudo de caso é uma síntese de dois trabalhos anteriores (La Rovere, 2023; La Rovere et al, 2023) que apresentam uma estratégia de descarbonização para o Brasil, alinhada ao objetivo geral do Acordo de Paris de chegar a emissões líquidas de gases de efeito estufa - GEE nulas em 2050. Englobam ações de mitigação adicionais às políticas atuais, juntamente com as principais barreiras identificadas e os instrumentos mais relevantes que removeriam esses obstáculos. Estas barreiras, propostas políticas e alguns exemplos de oportunidades de investimento são detalhados para 5 setores: AFOLU, Transportes, Indústria, Energia e Resíduos. A proposta de um sistema de precificação do carbono também é destacada como facilitador fundamental dessa transição, como uma ferramenta de política econômica transversal que fornece um sinal ao mercado de um quadro estável de longo prazo para a descarbonização.

Este capítulo apresenta um resumo de partes desses dois trabalhos, com foco nos instrumentos financeiros para superação das barreiras à descarbonização do Brasil. Esses estudos, que por sua vez se basearam em exercícios de cenários anteriores (La Rovere et al., 2021; Unterstell, La Rovere, et al. 2021), desenvolveram dois cenários de emissão, um considerando políticas de mitigação em andamento e outro considerando ações adicionais de mitigação que levem a emissões líquidas zero até 2050.

O caminho da transição aqui apresentado (La Rovere et al, 2023) é apenas uma dentre muitas opções existentes na literatura, e foi escolhido por ter sido desenhado, avaliado e validado com a ajuda de especialistas técnicos representativos e lideranças políticas para propor uma NDC brasileira mais ambiciosa até 2030, em linha com o Acordo de Paris.

3.2. Cenário de transição para emissões líquidas zero de GEE no Brasil

3.2.1. A narrativa qualitativa

O exercício simula dois cenários de emissões de GEE no Brasil até 2050. O Cenário de Descarbonização Radical (DDS)²⁸ reduz as emissões de GEE do país de 1,6 Gt CO₂e em 2015 para 0,95 Gt CO₂e em 2030, indo além da meta da NDC (1,2 Gt CO₂e em 2030) e segue uma trajetória de emissões de GEE compatível com o objetivo global de 1,5°C, alcançando emissões líquidas zero em 2050. Ele fornece uma estrutura para analisar indicadores setoriais e de toda a economia de um caminho de descarbonização alinhado com o objetivo geral do Acordo de Paris. Além disso, foi simulado também um Cenário de Políticas Atuais (CPS)²⁹, seguindo a tendência das ações de mitigação em andamento. Suas emissões são de 1,68 Gt CO₂e em 2030, sem aumento na ambição entre 2030 e 2050. Ele fornece uma referência para comparação e análise das implicações tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais dos esforços adicionais de descarbonização requeridos na transição para atingir o objetivo da neutralidade climática do Brasil até 2050.

3.2.2. Principais facilitadores globais da descarbonização no Brasil

A implementação do DDS no Brasil pressupõe que o mundo está fortemente comprometido em cumprir a meta de 1,5°C do Acordo de Paris e pelo menos os países do G-20 também estão no caminho para a neutralidade de carbono até 2050 (ou 2060 para a China e um pouco mais tarde para a Índia). A oferta de financiamento internacional para investimento e inovação cresce ao longo do período, permitindo que a produtividade do trabalho nos países em desenvolvimento cresça mais rapidamente e promova educação, saúde e infraestrutura de boa qualidade. Existe um melhor acesso ao financiamento de baixo custo (em condições acessíveis) para permitir investimentos em infraestruturas de baixo carbono nos países em desenvolvimento, em consonância com a neutralidade de carbono global e fluxos de investimento robustos, de países do Anexo I da UNFCCC para os países não incluídos no Anexo I, em mitigação e inovação. O progresso técnico continua em energias renováveis, mobilidade elétrica, eficiência energética, H₂, CCS³⁰ e processos industriais altamente emissores (aço verde, cimento, etc.).

A cooperação internacional e os mecanismos de comércio apoiam a meta brasileira de desmatamento líquido zero. A adoção da precificação do carbono pela

²⁸ Sigla em inglês de Deep Decarbonization Scenario.

²⁹ Sigla em inglês de Current Policies Scenario.

³⁰ Sigla em inglês de Carbon Capture and Storage.

maioria dos países favorece produtos de baixo carbono no comércio e nas finanças. Os mercados voluntários de carbono ajudam o desenvolvimento de um mercado de carbono latino-americano. Há uma abertura de comércio para produtos de baixo carbono com mecanismos comerciais preferenciais que exigem rastreabilidade e comprovação de origem das exportações de produtos agrícolas e florestais que possam contribuir para o controle do desmatamento no Brasil.

Os esforços de pesquisa e desenvolvimento alcançam avanços em biocombustíveis de 2ª e 3ª geração, baterias elétricas e processos industriais verdes (aço, cimento, etc.), mas no Brasil, o DDS é baseado apenas na implantação de tecnologias já disponíveis.

3.2.3. Facilitadores domésticos

O DDS fornece uma estratégia para a retomada do desenvolvimento econômico e social, com uma transição justa para a neutralidade climática do país em 2050. O cenário considera um aumento considerável da produtividade, uma política cambial ativa e o uso das receitas de exportação de petróleo para educação, saúde e importação de bens de capital.

Baseia-se, também, em duas políticas climáticas:

- Redução radical do desmatamento e aumento dos sumidouros de CO₂;
- Precificação do carbono, aplicada às emissões de GEE provenientes do uso de combustíveis fósseis e processos industriais e uso de produtos (IPPU):
 - ✓ Mercado de licenças negociáveis de emissão provenientes da utilização de energia fóssil e de processos/produtos (IPPU) para o setor industrial; e imposto sobre o carbono sobre as emissões resultantes da utilização de combustíveis fósseis nos demais setores da economia;
 - ✓ A precificação do carbono é neutra do ponto de vista fiscal, com a reciclagem de 100% de suas receitas voltando para a economia; é usada para reduzir os encargos trabalhistas, criar empregos e financiar transferências sociais para as famílias mais vulneráveis, protegendo seu poder de compra;
 - ✓ Adoção em todos os setores da economia de ações de mitigação compatíveis com o preço do carbono em cada período (medidas mais baratas entram primeiro), proporcionando marcos econômicos e setoriais de um caminho de emissões de GEE para a descarbonização até 2050.

3.3. Barreiras e instrumentos financeiros

O financiamento climático no Brasil não pode começar a ser discutido a partir do zero, pois o país tem um perfil muito peculiar em relação ao setor financeiro e aos mercados de capitais. O Brasil é conhecido por sua baixa taxa de poupança e alto custo de capital, que tem, ao longo dos anos, limitado os investimentos não apenas em projetos de baixo carbono, mas em infraestrutura geral. Aumentar a estabilidade política do país e melhorar os sistemas jurídicos e judiciais ajudará a reduzir riscos, como taxas de câmbio altamente voláteis e altas taxas de juros, e beneficiará o mercado de capitais, fomentando investimentos no país.

Serão necessários recursos financeiros sem precedentes e um setor financeiro público e privado preocupado com o ambiente para alcançar os objetivos do Acordo de Paris e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os recursos públicos por si só não serão suficientes. O setor financeiro é importante para mobilizar e canalizar os recursos financeiros para investimentos de baixo carbono, resilientes e sustentáveis. Cada vez mais, os proprietários de ativos, gestores de investimentos e bancos veem essa transição como oportunidade de negócio e alinham suas estratégias para esse fim.

Apesar do volume crescente de investimentos verdes e sustentáveis, os montantes totais ainda estão longe dos necessários para uma economia sustentável e de baixo carbono. A resolução das questões das mudanças climáticas e do crescimento sustentável é complexa e requer ações coordenadas entre muitos atores. Nos países em desenvolvimento, a superação das barreiras estruturais é fundamental para o desenvolvimento de um setor financeiro sustentável. Essas questões são particularmente relevantes para o Brasil (La Rovere et al, 2017).

Uma análise do setor financeiro brasileiro aponta três conjuntos principais de barreiras que comprometem o desenvolvimento saudável do financiamento climático no país:

- i. A primeira está relacionada ao alto nível de subsídios aos combustíveis fósseis no país: quase USD 70 bilhões em 2018-2022, contra USD 12,7 bilhões para energias renováveis, sendo de USD 14,5 bilhões em 2022, contra USD 2,8 bilhões para energias renováveis (INESC, 2023). A maioria desses subsídios se deve a incentivos e deduções fiscais.
- ii. A segunda principal barreira é a falta de instrumentos financeiros e econômicos para fomentar investimentos de baixo carbono, como os títulos verdes e a implementação de uma política de precificação de carbono no Brasil. As barreiras a isso, de acordo com a revisão da literatura e entrevistas com *stakeholders* são: percepção de riscos mais elevados, falta de oferta e demanda por títulos verdes, baixa atratividade financeira, macroambiente instável, deficiências nos sistemas jurídico e judicial, ambiente político instável e cultura conservadora de investimento.

- iii. Por último, mas não menos importante, é também necessário ajustar e propor novas políticas e regulamentos financeiros para facilitar os investimentos em projetos de baixo carbono.

Para o setor financeiro, após extensa revisão da literatura e consultas a *stakeholders*, foram concentrados esforços em quatro tipos de instrumentos políticos que são fundamentais para desencadear investimentos de baixo carbono no Brasil:

- i) Redução progressiva e eliminação dos subsídios aos combustíveis fósseis: no Brasil, os subsídios aos combustíveis fósseis totalizaram quase R\$ 100 bilhões em 2019, correspondendo a, aproximadamente, 1,4% do PIB. O montante total dos subsídios foi igual a três vezes o programa “Bolsa Família”, que transfere recursos para famílias extremamente pobres, e a cerca de 29 vezes o total de recursos do Ministério do Meio Ambiente em 2019. O desafio de dimensionar e alterar os incentivos aos combustíveis fósseis não pode ser negligenciado e é um caminho estratégico para alcançar a redução da produção e do consumo de combustíveis fósseis no Brasil. No entanto, do ponto de vista nacional e geopolítico, lidar com incentivos e subsídios é um desafio. Além das dificuldades metodológicas, do conteúdo técnico e da falta de transparência por parte dos governos, isto exige um debate político sobre a direção do desenvolvimento.
- ii) Instrumentos Financeiros: Debêntures verdes ou títulos verdes e debêntures incentivadas são títulos de renda fixa usados para levantar fundos para implementar ou refinar projetos de longo prazo e comprar ativos com preocupação ambiental. Acabam atraindo investidores institucionais, como fundos de pensão e seguradoras. Os países em desenvolvimento enfrentam desafios no avanço de seus mercados de títulos verdes, em grande parte porque essas nações têm economias e mercados de capitais menos desenvolvidos. Esses desafios podem estar relacionados a barreiras estruturais que comprometem o desenvolvimento do mercado de títulos e a obstáculos específicos ao aumento dos fluxos financeiros para setores de baixo carbono. No que diz respeito às barreiras estruturais, de um modo geral, as condições que fomentam o desenvolvimento de um mercado de títulos convencionais também contribuem para o desenvolvimento de um mercado de títulos verdes e, por conseguinte, devem ser perseguidas pelo país. Fundos garantidores e instrumentos financeiros de compartilhamento de risco também são iniciativas promissoras para acelerar investimentos de baixo carbono em países em desenvolvimento.
- iii) Precificação do carbono: com a precificação do carbono, seja um imposto ou um mercado, a decisão de reduzir as emissões ou pagar o preço do CO₂e emitido é feita pelo agente econômico, que compara o preço do

poluente a ser precificado com seu custo marginal de mitigação. O que se espera é que os agentes econômicos com menor custo de controle reduzam mais, pois é mais barato controlar do que pagar o preço. No Brasil, o projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR) do Banco Mundial discutiu, simulou e analisou muitas opções de precificação de carbono em conjunto com o Ministério da Economia. O Centro Clima/COPPE/UFRJ foi responsável pelo componente de modelagem e simulou oito diferentes cenários econômicos e de emissão de GEE até 2030, seis deles com precificação de carbono (Wills et al, 2021). De acordo com os resultados obtidos a partir das simulações, um cenário de precificação ideal no Brasil deve ter as seguintes características: a) aumento gradual de preços para permitir que os agentes se adaptem; b) amplo escopo para reduzir o preço de equilíbrio; c) ajustes fiscais de fronteira pareceram ser mais eficientes do que as opções de *grandparenting*; d) as compensações de reflorestamento florestal nativo são cruciais para o controle do preço do carbono; e) as receitas da precificação do carbono são muito importantes para reduzir os encargos trabalhistas e melhorar a distribuição de renda e reduzir a pobreza. Essas políticas públicas complementares são cruciais para a implementação bem-sucedida da precificação do carbono em um país em desenvolvimento como o Brasil.

- iv) Políticas e Regulamentos Financeiros: Políticas e regulamentações financeiras são fundamentais para desencadear investimentos sustentáveis e promover o financiamento climático no Brasil. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é a principal fonte de recursos reembolsáveis para o financiamento climático no Brasil. Atua por meio de fundos ligados à sustentabilidade, como o Fundo Clima (Fundo Nacional de Mudanças Climáticas) e a Linha de Crédito Ambiental. Por meio dos recursos do Fundo Clima, o BNDES apoia a implementação de projetos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A composição das taxas de juros varia de acordo com a forma de apoio. Pode incluir o custo financeiro, a remuneração do BNDES, a taxa de intermediação financeira, a taxa do agente financeiro e a taxa de risco de crédito. Outros bancos de desenvolvimento, como bancos regionais de desenvolvimento e bancos multilaterais de desenvolvimento, também são fundamentais para promover a aceleração necessária no setor financeiro, a fim de permitir a realização das ambiciosas e desafiadoras metas do Acordo de Paris. O papel do Banco Central do Brasil também é relevante, e já começou a emitir regulamentos sobre a exposição das instituições financeiras a riscos climáticos. A extensão dessas regulamentações para cobrir também os riscos de transição de produtos e instituições financeiras e a criação de uma taxonomia brasileira de investimentos verdes e climáticos certamente serão uma importante

contribuição para canalizar recursos financeiros para investimentos de baixo carbono.

Além disso, clubes climáticos e parcerias como as “Parcerias de Transição Energética Justa” (JETPs³¹) em andamento com a África do Sul e com a Indonésia também são iniciativas promissoras e estão resumidas abaixo para ilustrar como esse tipo de parceria poderia desencadear investimentos sem precedentes de baixo carbono no Brasil.

Parceria de Transição Energética Justa com a África do Sul:

Os governos da África do Sul, França, Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos, juntamente com a União Europeia, criaram uma nova Parceria de Transição Energética Justa ambiciosa e de longo prazo para ajudar os esforços de descarbonização da África do Sul. A Parceria visa acelerar a descarbonização com foco no setor elétrico. Um investimento inicial de USD 8,5 bilhões será feito na primeira fase usando uma variedade de mecanismos, incluindo subvenções, empréstimos concessionais e investimentos, bem como instrumentos de compartilhamento de riscos. Espera-se que a Parceria reduza até 1-1,5 Gt CO₂e nas emissões de GEE nos próximos 20 anos e ajude a África do Sul a acelerar sua transição para uma economia de baixa emissão e resiliente ao clima.

Parceria de Transição Energética Justa com a Indonésia:

Os governos dos Estados Unidos, Japão, Canadá, Dinamarca, França, Alemanha, Itália, Noruega, Reino Unido e União Europeia anunciaram sua dedicação a metas climáticas inovadoras e financiamento relacionado para ajudar a Indonésia em uma transição energética ambiciosa e justa, consistente com os objetivos do Acordo de Paris e ajudando a manter o limite de aquecimento global de 1,5°C ao alcance. Inclui uma estratégia baseada no crescimento das energias renováveis, na eliminação progressiva da geração de eletricidade a carvão dentro e fora da rede e em compromissos adicionais em matéria de reformas regulamentares e de eficiência energética. Este plano também inclui um caminho acelerado de redução de emissões do setor de energia para líquido zero até 2050. O objetivo geral dessa cooperação de longo prazo com a Indonésia é mobilizar USD 20 bilhões em financiamento público e privado durante um período de três a cinco anos, utilizando uma combinação de subvenções, fundos garantidores, empréstimos a taxas de mercado, garantias e investimentos privados. O caminho para alcançar os ambiciosos objetivos climáticos e energéticos será pavimentado por esta iniciativa. Os países membros levantarão USD 10 bilhões, ou metade desse montante. Através do Banco Europeu de Investimento (EIB, sigla em inglês), a UE disponibilizará € 1 bilhão desse montante à Parceria, a fim de financiar projetos qualificados que promovam e integrem as energias renováveis para descarbonizar o sistema energético da Indonésia. Além disso, a UE destinará € 25 milhões em subvenções e assistência técnica.

³¹ Sigla em inglês de Just Energy Transition Partnerships.

Uma iniciativa semelhante pode ser desenhada para o Brasil com base na experiência do Fundo Amazônia (que também pode ser significativamente ampliado), permitindo abranger outros setores além do uso da terra (especialmente silvicultura, energia, indústria verde, transporte e resíduos).

Em suma, para orientar o país para o caminho da neutralidade climática até meados do século, é necessário conectar a demanda por financiamento climático a instrumentos econômicos e financeiros que ajudem a reorientar as fontes atualmente direcionadas à Formação Bruta de Capital Fixo para investimentos em baixo carbono. Um dos principais instrumentos é a implementação de uma política de precificação do carbono que, idealmente, deveria ocorrer no âmbito da reforma tributária, em que várias questões que estão correlacionadas deveriam ser abordadas, como a limitação de subsídios e despesas fiscais a atividades intensivas em carbono e a criação de novos instrumentos financeiros capazes de aumentar a atratividade de investimentos de baixo carbono.

Um mercado de carbono como o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões poderia cobrir as emissões do setor industrial, garantindo flexibilidade e favorecendo a minimização de custos para reduzir as emissões de GEE. No entanto, para que o país atinja a neutralidade de emissões em 2050, será necessário que o setor AFOLU contribua ativamente, não apenas alcançando taxas líquidas de desmatamento anual zero, mas, também, fornecendo uma quantidade substancial de remoções de CO₂ por meio da restauração de florestas nativas e programas de arborização em terras degradadas. Permitir que a indústria utilize compensações da restauração florestal nativa pode ser uma oportunidade para alavancar investimentos nesse setor-chave no Brasil, levando a restauração de florestas nativas a um novo patamar. Por outro lado, é importante que a utilização de compensações pelo setor industrial se limite a, no máximo, 30% das suas metas de redução das emissões (de acordo com os resultados do DDS), de modo a que as empresas industriais continuem a investir na sua modernização, aumentando a eficiência e, assim, mantendo-se competitivas no mercado internacional ao longo do século.

Para o setor de transportes, uma possibilidade é a utilização de uma taxa inteligente sobre o carbono que auxilie a Petrobras em sua política de precificação de combustíveis para o mercado interno. Esta taxa consideraria e harmonizaria a volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional, mais a volatilidade da taxa de câmbio, criando um corredor de preços que aumentam ao longo do tempo, a fim de permitir a competitividade dos combustíveis renováveis e as opções de eficiência energética, levando a uma transição com menos oscilações, para que os agentes de mercado tenham uma visão clara do comportamento crescente no longo prazo dos preços dos combustíveis fósseis.

Esta é uma das possibilidades de implementação de uma política de precificação de carbono no Brasil. Com os incentivos econômicos e financeiros adequados, seria

possível implementar um plano de investimento ambicioso em consonância com o objetivo de neutralidade das emissões em 2050 e com o Acordo de Paris.

3.4. Resumo dos principais resultados do cenário de descarbonização

A análise dos resultados obtidos no DDS confirma e atualiza as conclusões de outros estudos anteriores nessa mesma linha de pesquisa (La Rovere et al, 2018; La Rovere et al, 2021):

- ✓ O DDS é apenas um entre muitos caminhos para o Brasil alcançar a neutralidade climática até 2050.
- ✓ Pressuposto subjacente: utilização apenas das tecnologias disponíveis; enorme potencial de mitigação a baixos custos no Brasil mesmo antes do alcance de *breakthroughs* tecnológicos.
- ✓ A redução acentuada da taxa anual de desmatamento e a restauração da vegetação nativa em áreas públicas e privadas têm um potencial de redução significativo e custos mais baixos do que as ações de mitigação em outros setores.
- ✓ Um caminho para emissões líquidas zero de GEE em 2050 pode ser alcançado com um preço de carbono por volta de 19, 34 e 49 USD / t CO₂e, respectivamente, em cada década; esses níveis são consideravelmente menores do que os necessários nos países avançados, confirmando a grande vantagem competitiva do país na transição para uma economia de zero carbono.
- ✓ Esta via de precificação do carbono permite estabelecer metas e marcos setoriais de mitigação consistentes com uma meta de emissões líquidas zero de GEE em toda a economia em 2050, abrindo caminho para a criação de um esquema de *cap-and-trade* para o setor industrial e planos de mitigação setoriais.
- ✓ O DDS permite alcançar a neutralidade de carbono e, ao mesmo tempo, alcançar resultados de desenvolvimento econômico e social ligeiramente melhores do que o CPS (graças a uma reciclagem inteligente das receitas de precificação de carbono).

Este estudo de caso mostra que é viável efetuar a descarbonização radical do Brasil sem sacrificar os objetivos de desenvolvimento econômico e social do país. No caso específico desse país, isto pode ser alcançado utilizando-se apenas as tecnologias já disponíveis hoje. No entanto, há que se ter em conta que esse pode não ser o caso de todos os demais países da ALC que não contam com a mesma base de recursos renováveis e a infraestrutura e capacidade industrial do Brasil. Além disto, a literatura técnico-científica na área de descarbonização tem seu principal foco na mitigação das

emissões de GEE, não dando conta de abarcar toda a complexidade do processo de desenvolvimento econômico e social. São raros, nesse campo, estudos que consigam esboçar estratégias alternativas de desenvolvimento econômico com transformações produtivas como o powershoring.

Uma possibilidade de elaboração de Estratégias de Desenvolvimento a Longo Prazo com Baixas Emissões de GEE (LTS-LEDS³²) se abriu com a exigência da entrega ao secretariado da UNFCCC de um documento desse tipo pelos governos dos 195 países signatários do Acordo de Paris. Até o momento, 70 países já o fizeram, sendo apenas 8 da ALC.³³ Caso os governos nacionais optem por abrir um amplo processo participativo de debate de suas LTS-LEDS, isso constituiria uma excelente oportunidade para a formulação de uma política de promoção do powershoring na ALC.

4. Obstáculos e promoção do powershoring na ALC

4.1. Principais barreiras ao powershoring na ALC

4.1.1. Obstáculos do contexto internacional

Existem riscos e ameaças à materialização do powershoring na ALC advindas do contexto internacional. A estratégia norte-americana de promover o *nearshoring* tem como principal componente o *reshoring*, ou a volta para os EUA de suas empresas baseadas principalmente na China. Em 2022, foi lançado pelo governo americano o pacote governamental de estímulos IRA, no montante de USD 433 bilhões, sendo USD 369 bilhões para as áreas de segurança energética e mudanças climáticas. Essas medidas incluem (Arbache e Esteves, 2023):

a) créditos tributários com o objetivo de redução do custo nivelado da energia (LCOE³⁴) das energias renováveis em até 60%; b) empréstimos para projetos de investimentos elegíveis com prazos de até 30 anos e cobrindo até 80% do CAPEX dos projetos; c) disponibilidade de recursos não reembolsáveis para projetos estratégicos supervisionados por órgãos governamentais³⁵; e d) alterações de regras de deduções fiscais para apuração de rendimento tributável e bônus para comunidades de baixa renda para instalação de infraestrutura de energia limpa.

O Credit Suisse estimou que o custo atual médio do hidrogênio verde nos EUA seria de USD 2,82/kg, mas, com o crédito fiscal de USD 3,00/kg que será concedido pelo IRA, o quilo passaria a ter valor negativo de USD 0,18/kg, sem considerar o retorno aos produtores do hidrogênio. O custo do módulo solar poderá ser reduzido para USD 0,05-0,10/W em 2025-2030 versus o custo atual médio não subsidiado de USD 0,25-0,30/W (Credit Suisse, 2023). Graças a esses subsídios e incentivos, a produção americana de

³² Sigla em inglês de Long-term Strategies-Low Emissions Development Strategies.

³³ Argentina, Belize, Chile, Colômbia, Costa Rica, Guatemala, México e Uruguai.

³⁴ Sigla em inglês de Levelized Cost of Energy.

³⁵ Department of Energy (DOE) e Environmental Protection Agency (EPA).

equipamentos solares e eólicos pode se tornar a mais barata do mundo e suprir pelo menos 90% da demanda doméstica.

Analogamente, a União Europeia, além de conceder subsídios, também vem atuando no campo normativo e regulatório, através do *EU Green Deal*, do *RePowerEU* e do CBAM. Seus objetivos de forte redução de emissões de GEE também se refletem em metas ambiciosas para sua indústria voltada à transição energética: alcançar uma fatia de 40% do mercado da indústria verde no mundo; atingir 40% de autossuficiência no suprimento de materiais críticos; chegar a 30 GW de capacidade de geração solar fotovoltaica, 36 GW de energia eólica e 31 GW de bombas de calor (Arbache e Esteves, 2023).

Outro grande desafio é, como visto anteriormente, a imposição unilateral, por parte de países avançados, de subsídios, regras, padrões, certificações e outros mecanismos e barreiras tarifárias e não tarifárias que reduzem vantagens comparativas dos países da ALC. Esse contexto de restrições comerciais e medidas políticas ajudam a explicar a virtual paralisação do sistema de soluções de controvérsias da OMC. A falta de uma arbitragem internacional imparcial e equilibrada para determinar e monitorar padrões, normas e barreiras na área ambiental limita a contribuição do comércio para a descarbonização (Arbache, 2023c).

Certamente, essas medidas americanas e europeias têm o potencial de criar obstáculos para o powershoring na ALC, mas é duvidoso que essas múltiplas barreiras tarifárias e não-tarifárias e subsídios possam compensar flagrantes desvantagens comparativas de forma permanente (ver seção 1.3). Por outro lado, o *nearshoring* também abre oportunidades de ampliação das exportações latino-americanas para os EUA, inclusive em parceria com a China. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (IDB, 2022) estima em USD 78 bilhões o potencial de exportações adicionais da ALC para a China, sendo que o México seria o maior beneficiado³⁶ (Arbache e Esteves, 2023).

4.1.2. Barreiras domésticas: políticas, financeiras, tecnológicas e econômicas

As ações de descarbonização enfrentam muitas barreiras para atrair investimentos em países em desenvolvimento, como os latino-americanos.³⁷ As barreiras mais fundamentais são herdadas do processo histórico que levou à inserção da ALC na economia global como região periférica. Eles são geralmente conhecidos como os riscos políticos dos países da região (instabilidade política, condições macroeconômicas, risco cambial, risco de inflação, dívida pública, dívida externa, flutuação das taxas de juros, insegurança legal, dentre outros). Indicadores das agências internacionais de avaliação de riscos para medir esses fatores para conceder ou negar o

³⁶ Com USD 35,3 bilhões desse total, seguido por Brasil (7,8), Argentina (3,9), Colômbia (2,6), Chile (1,8).

³⁷ Ilustrados no capítulo 3 para o caso do Brasil (maiores detalhes em La Rovere, 2023).

grau de investimento a governos, bancos e empresas mostram que poucos países latino-americanos gozam de melhores condições de acesso a crédito.³⁸

Imperfeições e falhas de mercado de países da ALC são notórias e levam a um alto custo de capital que limita investimentos em infraestrutura e em descarbonização (ilustrados, para o caso do Brasil, no capítulo 3 e em La Rovere, 2023; IRENA, 2023). Fatores estruturais também limitam a atratividade da ALC para investimentos diretos estrangeiros: baixa produtividade, baixa participação em cadeias globais de valor, baixo investimento em ciência e tecnologia, deficiências regulatórias, de capital humano e de institucionalidade, alta informalidade, gestão fiscal desafiadora, limitações de financiamento, baixas taxas de poupança e investimento, dentre outros temas conhecidos. Isso limita o acesso a tecnologias sustentáveis e a financiamentos e garantias para viabilizar investimentos verdes na região (Arbache, 2024a).

As barreiras tecnológicas a ações de descarbonização são, geralmente, relevantes, dado o seu caráter inovador. A falta de dados e de um registro histórico de desempenho aumenta o risco tecnológico e assusta investidores. É preciso construir, também, a capacitação da mão de obra qualificada e a infraestrutura necessárias à implantação dessas tecnologias. Como o progresso técnico tem como centro dinâmico os países avançados, a maioria das tecnologias de descarbonização são ali desenvolvidas (por exemplo, em energia solar, eólica, veículos e baterias elétricos), com limitações de acesso, uso e aplicação para os países em desenvolvimento.

Muitas ações de descarbonização ainda não são competitivas no mercado. De um lado, são inovações em estágio inicial de comercialização, ainda sem a escala necessária para reduzir seus custos unitários. Por outro lado, as externalidades negativas das emissões de GEE não são adequadamente precificadas pelo mercado. Ao contrário, os subsídios à produção e ao consumo de combustíveis fósseis são enormes em todo o mundo e, inclusive, na América Latina (como ilustrado no capítulo 3 para o caso do Brasil). A precificação de carbono vem avançando recentemente, com 36 países adotando mercados regulados de carbono em todo o mundo, cobrindo quase 18% das emissões globais de GEE, a um preço médio crescente, chegando a USD 23/tCO₂e, no final de 2023 (WB, 2023). Na ALC, apenas o México já implantou um mercado de carbono, havendo leis em tramitação na Colômbia (já aprovada) e no Brasil, enquanto cinco países³⁹ já adotam a precificação de carbono na forma de tributo aplicado ao consumo de combustíveis fósseis (ILACC, 2024).

A competitividade econômica das ações de descarbonização é também comprometida pelos altos custos de capital na ALC. O perfil do fluxo de caixa desses investimentos tipicamente envolve dispêndios iniciais mais altos do que para as

³⁸ Apenas Chile, México, Panamá, Peru e Uruguai figuram hoje com grau de investimento nas listas das três maiores agências (S&P, Fitch e Moody's).

³⁹ México, Uruguai, Chile, Argentina e Colômbia.

tecnologias convencionais, recuperados graças a menores despesas operacionais (por exemplo, com a economia de combustíveis fósseis). O tempo de retorno dos investimentos é geralmente mais longo do que para aplicações financeiras. A percepção de seus riscos é mais elevada devido à novidade das tecnologias e, frequentemente, ao tamanho pequeno e médio de seus proponentes. Instituições financeiras privadas (bancos comerciais, por exemplo) usualmente não conseguem conduzir o complexo processo contratual que leva a condições adequadas de *project finance*.

Na ALC, o crédito para investimento de longo prazo é limitado por imperfeições do setor financeiro, que nem sempre desempenha de forma eficaz o seu papel de alocação de capital e transferência de riscos. Assim, esse investimento é dependente de bancos públicos e multilaterais de desenvolvimento. Mesmo as instituições financeiras públicas ainda têm capacidade limitada de promover parcerias público/privadas através de mecanismos financeiros inovadores (títulos verdes e fundos de garantias públicas). Barreiras institucionais podem surgir de inadequações do marco legal e regulatório e da falta de capacidade de agências reguladoras desses investimentos. Todos esses fatores contribuem para a dificuldade de acesso de projetos de descarbonização ao capital nas condições necessárias: longos prazos de amortização e taxas de juros razoáveis (La Rovere et al, 2017).

4.2. Estratégia de formulação de um roadmap para o powershoring na ALC

Com base na alta participação das energias renováveis em sua matriz energética e, sobretudo, na geração elétrica, a ALC desfruta de muitas condições para aproveitar as oportunidades de exportação de energia verde “embarcada” e não “embarcada” para países avançados. Para isto, um elemento comum à estratégia dos países latino-americanos deveria ser aumentar a oferta de energia renovável, em suas diversas formas, para aumentar a sua participação no total da energia produzida e consumida. Além disto, deveria perseguir a eliminação de distorções tarifárias que aumentam os preços da energia para consumidores domésticos e para exportação.

As exportações de energia verde poderiam ocorrer, por exemplo, sob a forma de combustível sustentável de aviação (SAF⁴⁰) e hidrogênio produzido a partir de eletricidade solar e eólica. Há outros nichos, como a exportação de biomassa florestal para *co-firing* em termoelétricas. Mas, há que ter em conta que os esforços empreendidos há décadas pelo Brasil para transformar o etanol numa commodity não foram exitosos até agora, pois poucos países em desenvolvimento teriam capacidade de exportação em escala significativa para abastecer os mercados dos países avançados. Estes, agora, se orientam para a eletrificação de suas frotas de veículos (Grottera et al, 2020). Já o biodiesel poderia ser usado no abastecimento de navios (*bunker fuel*), pois testes preliminares indicam a viabilidade da mistura de 7% (B7) no combustível usado

⁴⁰ Sigla em inglês de Sustainable Aviation Fuel.

no transporte marítimo internacional⁴¹. As metas da Organização Marítima Internacional (IMO) são de redução de emissões de GEE de 40% até 2030 e 70% até 2050, em relação ao nível de 2008. No entanto, as regras da IMO permitem o uso de biocombustíveis somente de 2ª geração, mas não haveria disponibilidade de matérias-primas (gorduras residuais, como sebo, e óleo de cozinha usado, por exemplo) para atender a um mercado de grande escala.

Matérias-primas celulósicas para a produção de SAF são um recurso energético mais bem distribuído geograficamente e as ações estratégicas dos países latino-americanos devem focar no avanço e ganhos de escala da tecnologia de produção deste biocombustível avançado. A meta estabelecida pela Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO⁴²) é de reduzir em 15% (em relação ao nível de 2019) as suas emissões de GEE até 2035. A compensação (*offset*) das emissões de voos internacionais já está em vigor desde 2021 através do CORSIA⁴³, responsável, inclusive, por parte do aumento do volume de créditos de carbono comercializados no mercado voluntário (Arbache et al, 2022; ILACC, 2023a, 2023b e 2024).

No caso do hidrogênio, há uma estratégia de comoditização internacional do hidrogênio verde e de baixo carbono sendo promovida por países avançados, principalmente europeus. A União Europeia anunciou meta ambiciosa de importação de 10 milhões de toneladas de hidrogênio verde até 2030 e vem incentivando investimentos na sua produção em países com potencial de abastecerem o mercado europeu. O Brasil reúne condições para se tornar grande exportador de hidrogênio verde e esse potencial também existe em outros países da ALC, principalmente no Chile, Colômbia e Uruguai. Mas a ALC deve se preparar para enfrentar a competição de países africanos bem posicionados na exportação para o mercado europeu (IEA, 2023d).

Ao que parece, a produção e exportação de hidrogênio verde na forma de amônia e outros produtos para a Europa ainda parece uma agenda distante por razões variadas. Dentre elas, incluem-se temas de segurança, de custos, de viabilidade econômica e financeira, inexistência de energia renovável para reconverter a amônia em hidrogênio verde nos portos de destino, inexistência de infraestrutura de pipelines nos países e portos de destino, mudanças tecnológicas que afetam a tomada de decisão de investimento, existência de muitos subsídios e outras intervenções em mercados nos países desenvolvidos que trazem ruído para a formação de preços de mercado e para o cálculo de viabilidade econômica, dentre outros.

⁴¹ Conforme estudo da Bunker One com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), enviado para análise da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP do Brasil (Chiappini, 2024).

⁴² Sigla em inglês de International Civil Aviation Organization.

⁴³ Sigla em inglês de Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation.

Para aproveitar todo o potencial da região, será preciso, dentre outros, construir e otimizar a logística de exportação, promover a produção local dos equipamentos e maximizar o seu conteúdo nacional e regional. Também será fundamental acompanhar o progresso tecnológico em toda a cadeia de valor do hidrogênio, formar recursos humanos de alta performance, investir em ciência e tecnologia, formar parcerias nacionais e internacionais para a produção local de equipamentos e expandir a produção, para obter ganhos de escala e redução de custos, de forma a converter a região num grande hub global de hidrogênio verde (Arbache e Esteves, 2023).

Usar o hidrogênio verde para atingir um patamar mais elevado de powershoring através da produção de manufaturas sustentáveis na ALC pode, todavia, ser um desafio. O número de projetos anunciados para a produção de hidrogênio de baixo carbono vem aumentando em todo o mundo, alcançando um potencial de 38 Mt em 2030 (sendo 27 Mt de eletrólise usando eletricidade de baixo carbono e 10 Mt a partir de combustíveis fósseis com CCS). Entretanto, apenas 4% dessa produção potencial já foi objeto de decisão final de investimento. Por outro lado, as metas de criação de demanda para esse hidrogênio de baixo carbono atingem apenas 14 Mt. Mesmo se essas metas forem alcançadas, isto representaria apenas 20% do necessário em 2030 no cenário NZE até 2050 da IEA (IEA, 2023d).

Um ponto sensível para os países da ALC é que a cadeia de valor do hidrogênio é altamente intensiva em capital: para a sua produção a partir de eletricidade renovável, um aumento de 3 pontos percentuais no custo de capital se traduz num aumento de quase 1/3 no custo dos projetos. A inflação e o aumento do custo de capital causaram um aumento na estimativa inicial de custos de vários projetos em até 50% (IEA, 2023d). Assim, a competitividade do hidrogênio para descarbonizar a indústria pesada da ALC pode requerer apoio público, diante de outras opções disponíveis de menor custo.

Por exemplo, no caso no Brasil, o aumento no uso de processos usando carvão vegetal e gás natural, além da eficiência energética e eletricidade, tem potencial de cortar pela metade até 2050 as emissões de GEE da indústria siderúrgica (Hebeda, 2024). O uso dessas opções permitiria ao aço brasileiro, que já tem pegada de carbono menor do que a média mundial (e bem menor do que a do chinês, cerca de 40% da produção global) se tornar muito mais verde e a custos imbatíveis. Mesmo num cenário de redução de 82% das emissões de GEE do setor até 2050, a contribuição do hidrogênio seria conveniente somente a partir de 2043, exigindo um preço de carbono 85% maior do que para uma redução de 42% nas emissões do setor até 2050, sem o uso de hidrogênio (Hebeda et al, 2023).

Para avançar no uso de hidrogênio para a descarbonização da indústria na ALC, será mais indicado priorizar, no curto e médio prazos, os setores em que o hidrogênio já é usado, produzido a partir de combustíveis fósseis: refino de petróleo, indústria de alimentos e indústria química, por exemplo. Isso permitiria que tecnologias disruptivas

de processos industriais sejam introduzidas gradualmente nos demais setores, evitando a retirada prematura de seu estoque de capital e a criação de “ativos podres” (*stranded assets*). Será necessária a construção da infraestrutura de transporte e distribuição de combustíveis gasosos, possibilitando complementariedade com o uso de gás natural, recurso subutilizado em diversos países da ALC, com quantidades significativas de gás natural associado à produção de petróleo sendo reinjetadas no subsolo devido à ausência dessa infraestrutura⁴⁴. A criação de um mercado de uso industrial do gás natural é importante, permitindo uma transição futura para o hidrogênio verde e evitando que os recursos de gás natural sejam direcionados para a geração elétrica, preservando a baixa pegada de carbono da eletricidade na ALC.

Pode-se avançar mais rapidamente na promoção do powershoring na ALC através de políticas industriais domésticas que transformem vantagens comparativas (ver seções 1.3 e 2.2) em vantagens competitivas para produtos manufaturados no mercado internacional, como será visto na próxima seção.

Um caminho promissor a explorar é o investimento em plantas e infraestruturas para hidrogênio verde para atender à demanda de plantas manufatureiras novas em setores de uso intensivo desse gás. Estes são os casos de, por exemplo, plantas de aço, química, alumínio, fertilizantes, vidro, cerâmica, cimento, refinarias, dentre outros que, por questões de competitividade, de compliance, normativas e outras, buscam soluções em geografias onde já há energia renovável abundante. Há, na região, vários projetos em fase de estudo em setores como SAF, celulose e outros que perseguem visões verticais, e não de partes isoladas, dos elos principais das cadeias de valor, onde investimentos em plantas de hidrogênio verde são partes de investimentos mais integrados.

4.3. Powershoring como política de descarbonização centrada nas pessoas

Temos presenciado crescente incômodo com a agenda do clima em países desenvolvidos. As frustrações têm motivações variadas, mas vale destacar as relacionadas com o aumento percebido no custo de vida, o ônus percebido com o financiamento da transição para fontes de energia renovável, os impostos sobre carbono e emissões, os impostos para financiar gastos públicos, e a percepção de que o tema do meio ambiente comprime taxas de retorno de investimentos.

Esta frustração é inquietante, pois compromete aquele que talvez seja o mais urgente desafio que temos diante de nós. Para que a agenda do clima possa resistir às críticas e ampliar a base de apoio, será necessário que ela priorize as pessoas (Arbache, 2024a). E, para isto, será preciso encontrar meios que brindem o mundo com soluções

⁴⁴ No Brasil, por exemplo, a produção brasileira de gás natural triplicou nas últimas duas décadas com as descobertas na camada do pré-sal, de 40 para 120 Mm³/d, mas dados de 2022 indicam que cerca de 60 Mm³/d, mais do que o dobro do seu consumo na indústria brasileira, são reinjetados nos poços de petróleo devido à falta de infraestrutura para seu escoamento (EPE, 2023).

verdes, seguras, baratas e eficientes. Pense no tamanho do desafio da Europa, que se comprometeu em reduzir as emissões em nada menos que 55% até 2030, e no recente anúncio da Comissão Europeia de meta de 90% até 2040. Devido aos elevados custos das opções de descarbonização, não será nada fácil às regiões desenvolvidas alcançarem metas ambiciosas de corte de emissões em prazos relativamente curtos sem frear o crescimento econômico.

Com a matriz elétrica mais verde do planeta, a ALC pode ajudar a atacar desafios como esse. A produção manufatureira sob condições do powershoring poderá ser determinante para resguardar interesses corporativos, mas, também, das pessoas. De fato, o powershoring pode contribuir para reduzir custos com energia, eliminar custos com direitos de emissão, acelerar a colocação de produtos verdes no mercado, reduzir gastos com compliance ambiental e reduzir impostos. Com isto, pode-se fornecer mais rapidamente ao mercado internacional insumos e bens de consumo verdes e a preços mais acessíveis.

Setores de altas emissões estão especialmente expostos às normas ambientais que impactam custos e preços finais. Considere o caso do aço, que responde por entre 7% e 9% de todos os gases de efeito estufa do planeta, e cujo custo para conversão de plantas maduras pode ser proibitivo. Na União Europeia, o aço responde, sozinho, por 22% de todas as emissões industriais. O aço de baixas emissões produzido em zonas de powershoring poderia ter amplas repercussões águas abaixo em processos produtivos que usam o metal, ajudando a baratear e a esverdear carros, construção civil e outros bens de interesse popular – para referência, o aço e o alumínio podem representar 70% do peso de um carro de porte médio. A estratégia do powershoring também pode apoiar o atingimento das NDC de países que importam e substituem o aço e outros insumos verdes, bem como a redução do custo da transição energética desses países. Ao aliviar a carga fiscal e a inflação que pesam sobre os ombros das pessoas, o powershoring se apresenta como aliado da descarbonização e poderia ajudar a angariar a necessária simpatia para com a agenda do clima.

Mas, para que a ALC possa contribuir, é necessário que o comércio seja peça do tabuleiro da descarbonização. Porém, como vimos acima, o que vemos é uma crescente politização e mercantilização da agenda verde em países desenvolvidos, com crescente protecionismo tarifário e não tarifário, crescente discriminação contra produtos verdes importados, subsídios sem precedentes para a produção local de bens verdes, mesmo que não sejam nada competitivos, e bloqueio a novos acordos de comércio. Tudo isto desorganiza mercados, interfere na alocação de recursos, fomenta ineficiências e eleva preços e a dívida pública.

Para além de frustrar seus próprios cidadãos, a atual política de países desenvolvidos também pode gerar frustração em cidadãos de países em desenvolvimento. Afinal, aquelas intervenções em mercados reduzem a atratividade de

investimentos verdes em países do sul, promovem desvios de investimento e elevam o custo do capital naqueles países. Tudo isto neutraliza vantagens comparativas e oportunidades de monetizar negócios verdes que poderiam ser cruciais para financiar a adaptação e a mitigação.

Mas países da ALC também têm elevado potencial e competitividade para a produção de biocombustíveis e hidrogênio verde, têm muitas das maiores reservas de minerais estratégicos, a mais rica biodiversidade e gigantesco potencial de mercado de carbono e de bioeconomia. E a região também tem muita água doce e enorme capacidade para aumentar a produção agrícola para apoiar a luta global contra a insegurança alimentar. Mas, tal qual ocorre com o bloqueio ao comércio, também observamos manifestações que neutralizam o potencial nestas outras áreas. Pense no CBAM, nas resistências às soluções baseadas na natureza e na cobrança por serviços ambientais.

A ALC é considerada a região cujos políticos e a população mais guardam simpatia pela agenda do clima. Todavia, este panorama poderá se alterar em razão da escassez de meios e recursos para combater os efeitos da mudança do clima. A fragmentação dos mercados internacionais e a visão imediatista poderão ser especialmente danosas para países em desenvolvimento da região com mercados internos pequenos e que enfrentam ainda mais restrições e desafios.

Para avançar, será preciso estimular o comércio de produtos de baixo carbono com mecanismos comerciais preferenciais, rastreabilidade e comprovação de origem. O G20 e a COP30 no Brasil são oportunidades valiosas para tratar desses temas e da sua relação com a descarbonização nos países desenvolvidos, o desenvolvimento econômico e social e o financiamento da agenda do clima em países em desenvolvimento.

4.4. Instrumentos de política industrial para promover o powershoring

Um requisito inicial para a promoção do powershoring na ALC é que os países da região façam o seu dever de casa enfrentando fatores estruturais que causam elevada percepção de risco para investimentos diretos estrangeiros na ALC (ver seção 4.1.2). Assegurar o aprimoramento da democracia, a continuidade de políticas de Estado (evitando as mudanças abruptas das políticas de governo), o respeito aos contratos e gestão macroeconômica, fiscal e monetária prudente é condição para atrair capitais do exterior. Apesar da queda do investimento direto estrangeiro (IDE) em nível global, a participação relativa e absoluta da região no IDE aumentou de 9% do total, em 2021, para 16%, em 2022, e as projeções indicam novos aumentos. Mesmo num contexto fiscal e internacional complexos, alguns países da região têm experimentado melhoria de indicadores de risco e várias das maiores gestoras globais de fundos já estão aumentando a exposição em ativos de países da ALC (Arbache, 2024b).

É também essencial investir para destravar os gargalos de infraestrutura e implantar reformas microeconômicas, regulatórias e do sistema legal para melhorar o ambiente de negócios na ALC. A produtividade da região é estruturalmente baixa, porém, o espaço de *low-hanging fruits* para aumentá-la é enorme e intervenções pontuais e baratas podem ter impactos econômicos elevados e rápidos (Arbache, 2024b). A promoção do powershoring na ALC passa por investimentos em serviços corporativos e profissionais, capacitação dos trabalhadores, acordos de facilitação de investimentos, redução da burocracia, segurança jurídica e muita institucionalidade (Arbache, 2022a).

A política industrial deve perseguir o aumento do valor agregado nas cadeias de suprimento para a produção de energias renováveis e produtos manufaturados de baixo carbono. Apesar de serem controversas, há oportunidades que surgem para a aplicação exitosa de políticas de exigência de conteúdo local, como no exemplo dos componentes de parques geradores de energia eólica no Brasil⁴⁵. Há oportunidades análogas na cadeia de fabricação de equipamentos solares e eletrolisadores para a produção de hidrogênio (IRENA et al, 2023). Para aproveitá-las, é importante adotar estratégias industriais orientadas a missões⁴⁶ com ênfase em pesquisa, desenvolvimento e inovação, pautadas pelas melhores práticas internacionais, como recomenda a UNCTAD (2023).

No front externo, será fundamental enfrentar as barreiras colocadas pelos países avançados buscando neutralizar as vantagens comparativas ambientais da ALC (ver seção 4.1.1). Neste sentido, é preciso desenvolver sistemas nacionais e regionais de certificação do baixo conteúdo de carbono dos produtos latino-americanos e negociar acordos de reconhecimento mútuo de certificações nos fóruns internacionais, como o G-20, o Acordo Mercosul-EU e junto às instituições operadoras dos mercados regulados e voluntários de carbono em todo o mundo. Já existem diversos sistemas de certificação da pegada de carbono sendo aplicados em vários países⁴⁷ da ALC (ILACC, 2022) que podem ser aprimorados e utilizados também pelos demais países, inclusive se buscando uma harmonização dos padrões no nível da região. Para isto, seus critérios devem ser suficientemente rigorosos para serem aceitos pelos países destinatários das exportações da ALC.

Por exemplo, em reação à diretriz europeia que restringe a importação e comércio na Europa de produtos com pegada de desmatamento (EUDR⁴⁸), o Brasil está elaborando o *Green Label Brazil Program*, iniciativa governamental que consolida várias

⁴⁵Na esteira da queda de subsídios às energias renováveis na Europa na crise de 2008, essa política permitiu passar rapidamente de um para mais de 10 o número de fabricantes cadastrados no país como elegíveis para crédito na linha FINAME do BNDES, com um conteúdo local mínimo inicial de 60% do valor da produção, nível sucessivamente aumentado, incluindo não só torres como também pás, hubs, etc. (ver Rennkamp e Westin, 2013).

⁴⁶ Conforme o conceito elaborado por Mazzucato, 2021.

⁴⁷ Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e Peru.

⁴⁸ Sigla em inglês de European Union Deforestation-free Regulation, emitida em 31/05/2023, e aplicada a algumas commodities (carne bovina, cacau, café, óleo de palma, borracha, soja e madeira) oriundas de áreas de floresta desmatadas após 31/12/2020.

certificações para atender requisitos internacionais e o *Amazon Label Program*, que deve estabelecer padrões de certificação voluntária para produtos e serviços da região (Dubeux et al, 2023). A aceitação internacional desses certificados deve ser negociada de forma bi ou multilateral, para compatibilização de critérios. Neste caso, a legislação brasileira permite, em situações bem específicas previstas no Código Florestal, atividades legais de desmatamento. Por outro lado, a EUDR não abrange o desmatamento causado por atividades não agrícolas: grilagem de terras, garimpo ilegal, projetos elétricos e do setor de mineração, e outros.

A certificação necessária para o funcionamento dos mercados de carbono também pode contribuir de forma decisiva para a demonstração da vantagem comparativa da ALC propiciada pela baixa pegada de carbono de seus produtos. No mercado voluntário de carbono, onde a ALC tem uma vantagem comparativa importante nas soluções baseadas na natureza (NBS⁴⁹), destaca-se a iniciativa CERCARBONO da Colômbia, que criou, em 2017, um protocolo de certificação internacional voluntária e uma metodologia de validação de projetos que se constitui em benchmarking para o fortalecimento dos mercados voluntários nos países da região, já estando presente na Bolívia, Brasil e Panamá (ILACC, 2022). Em particular, uma robusta certificação de integridade é imprescindível para resgatar a credibilidade das metodologias de projetos de REDD+⁵⁰ na ALC, diante da crise que os afetou a partir de matérias veiculadas em jornais de países avançados (ILACC, 2023b).

Para o setor industrial, o depósito de inventários corporativos de emissões de GEE no registro nacional é uma exigência para as empresas incluídas no escopo dos mercados regulados de carbono de cada jurisdição. No caso da lei em tramitação no Brasil, por exemplo, empresas (exceto as do setor agrícola) que emitam mais de 10 mil tCO₂e/ano deverão entregar seus inventários anuais. Isso pode permitir, por exemplo, que essas empresas forneçam essas informações para importadores europeus de seus produtos para utilizarem no cumprimento de obrigações no CBAM. Será necessário que empresas verificadoras de terceiras partes também estejam credenciadas no CBAM e que os critérios de elaboração dos inventários sejam harmonizados com os europeus. Além disso, é importante que os países da ALC negociem uma compatibilização dos escopos dos inventários de pegada de carbono: em sua concepção inicial, serão incluídas nos cálculos do CBAM apenas as emissões diretas das empresas (escopo 1), sendo que as emissões do escopo 2 (emissões indiretas de sua compra de eletricidade e vapor) só serão computadas nas importações de fertilizantes, cimento e eletricidade. Isto exclui da maioria dos demais produtos incluídos no CBAM (ferro e aço, alumínio, hidrogênio, pelotas de minério de ferro, ferro-ligas, produtos fabricados com ferro e aço) a vantagem da baixa pegada de carbono da eletricidade da ALC. A EU deverá concluir uma revisão de todo o dispositivo previsto para o CBAM em 2025, antes do início da entrada em vigor da taxa, em 01/01/2026.

⁴⁹ Sigla em inglês de nature-based solutions.

⁵⁰ Sigla em inglês de Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation. O “+” denota a inclusão do papel da conservação, o manejo sustentável e o aumento dos estoques de carbono florestal.

A disseminação dos esquemas de precificação de carbono na ALC, através dos mercados de carbono, é essencial não só para documentar a baixa pegada de carbono dos produtos exportados pela ALC, mas, também, para viabilizar a aceleração da transição para a neutralidade climática da região, como apresentado anteriormente (ver seções 3.3 e 4.1.2). Entretanto, sua eficácia depende da adoção de uma série de políticas públicas complementares, conforme enfatizado por Stiglitz, Stern et al (2017). Entre elas, destaca-se a reciclagem das receitas da precificação de carbono para criar empregos e proteger os grupos sociais mais vulneráveis (ver seção 3.3), e iniciativas voltadas à redução dos custos de capital para os investimentos em projetos de baixo carbono (ver seção 4.1.2).

Os países da ALC podem aproveitar sinergias importantes para promover e construir processos para agendas combinadas de powershoring e mercado de carbono (Arbache, 2022c). Por um lado, implantar políticas e regulações consistentes, coerentes e sólidas de promoção, financiamento e gestão da energia limpa, segura e barata e o desenvolvimento de projetos virtuosos. Por outro lado, disponibilizar instrumentos de de-risking para atrair investimentos, especialmente de projetos de mais alto impacto em cadeias produtivas e em agregação de valor. As agências latino-americanas de promoção de investimentos devem ser capacitadas para disponibilizar informações para investidores, em especial para os de setores com maior potencial de interesse. Bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais também têm um papel crítico a cumprir nessa agenda, para o financiamento e redução de riscos e custos dos projetos privados do powershoring (Arbache, 2022a). O papel dos bancos multilaterais de desenvolvimento será analisado na seção seguinte.

4.5. A contribuição dos bancos multilaterais de desenvolvimento

Arbache e Esteves (2023) sugerem cinco vetores para a contribuição dos bancos multilaterais de desenvolvimento à estratégia de powershoring na ALC. O primeiro deles diz respeito à promoção e disseminação de conhecimento por meio da produção e publicação de estudos, pesquisas e inteligência comercial e de investimentos. O segundo vetor diz respeito à organização de eventos técnicos sobre o powershoring. O terceiro vetor inclui uma estrutura de apoio ao rol de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do powershoring. O quarto vetor inclui o apoio na articulação de partes interessadas na agenda. O quinto vetor está associado ao crédito, por meio de apoio na estruturação de (i) operações para captação de recursos, tais como emissões de bônus temáticos (green bonds), (ii) gerenciamento de riscos (garantias, colaterais, instrumentos de hedge e seguros diversos); e (iii) outros instrumentos de financiamento de plantas de energia verde e infraestruturas.

Alguns estudos se revestem de particular interesse para a promoção do powershoring na ALC e merecem ser apoiados por bancos multilaterais de desenvolvimento nos países da região, conforme sugerido ao longo deste documento, como por exemplo:

- Desenvolvimento de sistemas de certificação da pegada de carbono de produtos manufaturados com aplicação em mercados de carbono (regulados e voluntários) e na promoção das exportações dos países da ALC;
- lidem para sistemas de certificação da pegada de desmatamento de produtos exportados pelos países da ALC;
- Identificação de instrumentos para implantação das estratégias nacionais de desenvolvimento a baixo perfil de emissões de GEE e de NDCs;
- Roadmaps para a descarbonização de indústrias intensivas em energia e emissões de GEE na ALC;
- Evolução da demanda de hidrogênio de setores industriais e dos requisitos de infraestrutura e de produção de equipamentos nacionais para seu atendimento por hidrogênio de baixo carbono;
- Mapeamento do potencial de recursos de biomassa (resíduos agrícolas, florestais, urbanos e industriais, manejo e plantio de florestas, etc.) e de rotas para sua valorização (combustão, biogás, biometano, biocombustíveis de 1ª, 2ª e 3ª geração, etc.);
- Elaboração de taxonomias verdes para investimentos em mercados financeiros.

Além de promover a disseminação de informações (para governos, setor produtivo e investidores) sobre essas temáticas, os bancos multilaterais de desenvolvimento podem desempenhar um papel de ponte para reforçar o diálogo entre países da ALC e entre estes e os países avançados, visando, dentre outras:

- Análises comparativas de padrões de certificação de pegadas de carbono, de modo a facilitar a harmonização de critérios, metodologias e escopos;
- Idem para pegadas de desmatamento;
- Idem para taxonomias verdes de aplicações financeiras.

No apoio ao desenho e implantação de políticas públicas de países da ALC para apoio ao powershoring, destacam-se, dentre outros, os seguintes temas para atuação dos bancos multilaterais de desenvolvimento:

- Aprimoramento de marcos regulatórios para agilização dos procedimentos e melhoria do ambiente de negócios para atração de investimentos diretos externos;
- Políticas de preços de energia;
- Reciclagem das receitas dos esquemas de precificação de carbono;
- Instrumentos de promoção de uma transição justa de descarbonização, com a compensação necessária para os grupos sociais mais vulneráveis a seus impactos.

Enfim, os bancos multilaterais de desenvolvimento têm papel insubstituível na liderança de iniciativas para reduzir os custos de capital para a promoção do powershoring na ALC. Seus estímulos devem contemplar a oferta de bons projetos, com o desenvolvimento de carteiras de projetos virtuosos, agrupamentos de pequenos e médios projetos em programas regionais, dentre outros. É necessário seu apoio para

respaldar emissões de títulos verdes (*green bonds*) dos países da ALC para financiar sua infraestrutura de baixo carbono e resiliente às mudanças climáticas e outras formas de catalizar e mobilizar recursos. Sua atuação deve estar focada na atração de um fluxo de investimentos externos em condições favoráveis para financiar os investimentos de uma ordem de grandeza sem precedentes para efetuar a transição para uma economia descarbonizada na ALC. Nesse sentido, destaca-se seu potencial para articulação de iniciativas do tipo JETPs (ver seção 3.3) envolvendo os países da região e os países avançados na promoção do powershoring na ALC.

Um exemplo nesse sentido seria a criação de mecanismos de garantias multisoberanas. Este mecanismo permitiria alavancar recursos do Fundo Verde da UNFCCC (GCF⁵¹) e de países avançados para criar um fundo de garantias públicas de grau AAA/AA para financiar a descarbonização da ALC, bem como a formação de plataformas de matchmaking (lados da oferta e demanda) e de fundos internacionais para mobilização de recursos para o powershoring. Um resultado econômico atraente para todas as partes envolvidas pode ser obtido através da calibração das garantias pelo valor das emissões evitadas pelos empreendimentos, aproveitando as vantagens comparativas da ALC na descarbonização (Hourcade et al, 2017).

5. Considerações finais

O contexto da transição energética global oferece oportunidades ímpares para impulsionar o desenvolvimento da ALC graças à sua vantagem comparativa na oferta de energia, em particular, a elétrica, e à sua ampla base de recursos naturais fundamentais para a transição climática.

Para alcançar e acelerar a chegada da região a um patamar mais elevado de benefícios econômicos e sociais rumo a uma economia de carbono zero, a ALC deveria considerar promover a estratégia de powershoring, o que poderá inseri-la de forma competitiva nos mercados globais de produtos manufaturados verdes.

Este objetivo, porém, não será alcançado automaticamente, pois existem vários obstáculos no front externo e dentro dos países da região, incluindo superar barreiras políticas, financeiras, tecnológicas e econômicas para aumentar a produtividade industrial e a competitividade internacional, e para atrair investimentos estrangeiros.

É imperativo alinhar as estratégias de desenvolvimento a longo prazo dos países da ALC com trajetórias que os levem a uma economia de carbono zero através de suas LT-LEDS. NDCs sucessivamente mais ambiciosas devem constituir os marcos de referência nesse caminho, fornecendo as metas para a elaboração e implantação de planos setoriais dos diversos governos, seguindo políticas de Estado que assegurem a necessária estabilidade e continuidade dessa estratégia.

Será necessário desenhar e implementar instrumentos de política pública e usar muita diplomacia para superar as barreiras ao powershoring. Destacam-se a

⁵¹ Sigla em inglês de Green Climate Fund.

implantação de políticas de precificação de carbono, incluindo o desenvolvimento de mercados regulados e voluntários, e a certificação das pegadas de carbono e de desmatamento dos produtos de exportação.

A mobilização de vultosos recursos necessários para financiar os investimentos na descarbonização e na promoção do powershoring constitui um dos grandes desafios. Reduzir os riscos e estabelecer parcerias de capitais privados e públicos será essencial para fornecer a escala e as condições requeridas dos financiamentos, baixando, assim, o custo do capital.

Os bancos multilaterais de desenvolvimento têm importante papel a desempenhar em diversos pontos desta agenda e estão especialmente bem posicionados para contribuir para o diálogo entre os países da ALC e entre a região e os países avançados.

Referências bibliográficas

- Arbache, J. 2024a Como mitigar frustração com a agenda do clima, Valor Econômico, 14 de março de 2024.
- Arbache, J. 2024b, O que esperar da AL e Caribe em 2024, Valor Econômico, 11 de janeiro de 2024.
- Arbache, J. 2023a. Acordo Mercosul-EU e a Descarbonização, Valor Econômico, 14 de dezembro de 2023.
- Arbache, J. 2023b. Qual transição verde e justa?, Valor Econômico, 14 de setembro de 2023.
- Arbache, J. 2023c. Descarbonização e comércio, Valor Econômico, 9 de novembro de 2023.
- Arbache, J. Reflexões sobre a economia verde e o powershoring. Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, agosto de 2023.
- Arbache, J.; Esteves, L.A. Resiliência com eficiência: como o Powershoring pode contribuir para a descarbonização e o desenvolvimento econômico da América Latina e Caribe. Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, 2023.
- Arbache, J. 2022a. Powershoring. Valor Econômico, 10 de novembro de 2022.
- Arbache, J. 2022b. Nova Geografia dos Investimentos? 13 de outubro de 2022, In Arbache, 2023a, p. 7-9.
- Arbache, J. 2022c. Powershoring II. Valor Econômico, 8 de dezembro de 2022.
- Arbache, J.; Genua, G.; Vignati, F.; Larrea, N.; Fregossi, A.; La Rovere, E.L. et al. Diagnóstico do Mercado de Crédito de Carbono na América Latina e Caribe. Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, 2022.
- Chiappini, G. Biodiesel brasileiro pode ajudar na descarbonização do transporte marítimo, diz CEO da Bunker One. Agência epbr, 9 de fevereiro de 2024.

- Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF. Relatório de Economia e Desenvolvimento (RED) 2023. Desafios globais, soluções regionais: A América Latina e o Caribe diante da crise climática e de biodiversidade. 2023.
- Berghmans, N. 8 February 2024. EU’s 2040 climate target: a framework to keep on track. Institut de Développement Durable et de Relations Internationales (IDDRI)
- BloombergNEF (BNEF). Energy Transition Investment Trends 2024. January 30, 2024.
- Brasil (2020). Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
- Centro Clima/COPPE/UFRJ; Inventário das emissões de GEE da cidade do Rio de Janeiro em 2012 e atualização do Plano de Ação Municipal para redução de emissões, Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Resumo Técnico, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, março 2015.
- Credit Suisse (2023), US Inflation Reduction Act - A Tipping Point In Climate Action *in* Arbache e Esteves, 2023.
- Duan, Y.; Ji, T.; Yu, T., 2021. Reassessing pollution haven effect in global value chains. *Journal of Cleaner Production*, 284 (2021) 124705
- Dubeux, C.B.S.; Walter, M.C.; La Rovere, E.L. 2023. EU's Deforestation-Free Product Mandate: Analyzing Brazil's Policy Framework. Report for the Insights from Modelling and Analysis for Global Interactions and National Engagement - IMAGINE Project, European Commission, October 2023.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE). 2023. Balanço Energético Nacional. Ministério das Minas e Energia, Brasil.
- European Commission (EC), 2024. Scope of the EU Emissions Trade System, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-emissions-trading-system_en, acesso em 11 de fevereiro de 2024.
- European Commission (EC), 29 September 2023. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) starts to apply in its transitional phase, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4685, acesso em 11 de fevereiro de 2024.
- Fleury, A.; Fleury, M.T.L., 2020. A reconfiguração das cadeias globais de valor (global value chains) pós- pandemia. *Estudos Avançados* 34 (100), 2020.
- Gereffi, G.; Humphrey, J.; Sturgeon, T. 2005. The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, v.12, n.1, p.78-104, 2005.
- Grottera, C.; Naspolini, G. F.; La Rovere, E. L.; Gonçalves, D. N. S.; Nogueira, E. C.; Hebeda, O.; Dubeux, C. B. S.; Góes, G. V.; Moreira, M. M. R.; Cruz, G. M.; Gesteira, C. J. M.; Wills, W.; Castro, G. M.; D'Agosto, M. A.; Letreut, G.; Cunha, S. H.; Lefèvre, J., 2022. Energy Policy Implications of Carbon Pricing Scenarios for the Brazilian NDC Implementation. *Energy Policy*, v. 160, p. 112664.
- Grottera, C.; Rennkamp, B.; La Rovere, E.L. 2020. Competing coalitions in Brazil’s biofuel-related climate policy. Report for the “Results and Implications for Pathways and Policies for Low Emissions European Policies” - RIPPLES Project, European Commission, Horizon 2020 Program.
- Grubb M., Poncia A., Drummond P., Neuhoﬀ K., Hourcade J-C., [*Policy complementarity and the paradox of carbon pricing, Oxford Review of Economic Policy*](#), Volume 39, Issue 4, Winter 2023, Pages 711–730.

- Hebeda, O.; Guimarães, B. S.V.; Cretton-Souza, G.; La Rovere, E. L.; Pereira Jr., A. O.; Pathways for deep decarbonization of the Brazilian iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, v.23, p.1 - 37, 2023.
- Hebeda, O. Caminhos para Descarbonização da Indústria de Transformação Brasileira, tese de doutorado, PPE/COPPE/UFRJ, março 2024.
- Hourcade, J.C. Le Rapport du GIEC, um antidote à l'éco-anxiété?, *Revue Études*, 2023/12, Décembre 2023, p. 21-32.
- Hourcade J.C., Shukla, P.R., La Rovere, E.L., Dahr, S., Espagne E., Finon, D., Pereira Jr, A.O., Pottier, A.; How to use SVMAs to reduce the Carbon Pricing and Climate Finance Gap: numerical illustrations, *Working Paper CIRED* n°2017-61 Paris, March 2017.
- Interamerican Development Bank - IDB (2022). "Nearshoring can add annual \$78 bln in exports from Latin America and Caribbean". New Releases June 07, 2022, <https://www.iadb.org/en/news/nearshoring-can-add-annual-78-bln-exports-latin-america-and-caribbean> in Arbache e Esteves, 2023.
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. Sixth Assessment Report - AR6 Synthesis Report, 2023.
- International Energy Agency – IEA. World Energy Outlook 2023. Paris, 2023a.
- International Energy Agency – IEA. Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C in Reach. 2023 Update. Paris, 2023b.
- International Energy Agency – IEA. Latin America Energy Outlook. Paris, 2023c.
- International Energy Agency – IEA. Global Hydrogen Review 2023. Paris, September 2023d.
- International Energy Agency – IEA. Iron and Steel Technology Roadmap. Paris, 2023e.
- ILACC - Observatório da Iniciativa Latino-americana e Caribenha para o Mercado de Carbono. 2023a. O Estado dos Mercados de Carbono na América Latina e Caribe. Boletim nº1, Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, maio de 2023.
- ILACC. 2023b. O Estado dos Mercados de Carbono na América Latina e Caribe. Boletim nº2, Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, novembro de 2023.
- ILACC. O Estado dos Mercados de Carbono na América Latina e Caribe. Boletim nº3, Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe – CAF, fevereiro de 2024.
- Instituto de Estudos Socioeconômicos - INESC, 2023. Dados Interativos – Subsídios às fontes energéticas fósseis e renováveis 2018-2022. Acesso em 9 de dezembro de 2023.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) / United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) / German Institute of Development and Sustainability (IDOS). Green Hydrogen for Sustainable Industrial Development : a Policy Toolkit for Developing Countries. December, 2023.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). The Cost of Financing for Renewable Power, 2023.
- La Rovere, E.L. ; Transição para uma Economia de Baixo Carbono na América Latina e Caribe : o caso do Brasil. Relatório para a CAF, 14 de dezembro de 2023.

- La Rovere, E.L.; Dubeux, C.B.S.; Wills, W. et al. 2023. Uma Estratégia de Descarbonização para uma Economia Brasileira de Zero Carbono Líquido em 2050: Instrumentos de Política e Planos Setoriais de Mitigação. Centro Clima/COPPE/UFRJ. Projeto DECARBOOST, IKI/BMU – Iniciativa Internacional de Clima do Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear da República Federal da Alemanha, fevereiro de 2023, 277 p.
- La Rovere, E. L.; Dubeux, C. B. S. ; Wills, W. et al, 2021. Policy lessons on deep decarbonization in large emerging economies: Brazil. Centro Clima/COPPE/UFRJ – IDDRI, Projeto DDP-BIICS, IKI/BMU, November 2021, 28 p.
- La Rovere, E. L.; Wills, W.; Grottera, C.; Dubeux, C. B. S.; Gesteira, C. Economic and social implications of low-emission development pathways in Brazil. Carbon Management *JCR*, v. 9, p. 563-574, 2018.
- La Rovere, E.L.; Grottera, C.; Wills, W.; Overcoming the financial barrier to a low emission development strategy in Brazil, International Economics 155 (2018) 61-68, December 2017.
- Mazzucato, M. 2021. Missão economia: Um guia inovador para mudar o capitalismo. Penguin Random House, 2021 / Ed. Portfolio-Penguin, 2022, 307 p.
- Net Zero Tracker (NZT), 5 November 2023. Half of world’s largest companies are committed to net zero, <https://zerotracker.net/analysis/new-analysis-half-of-worlds-largest-companies-are-committed-to-net-zero>, acesso em 11 de fevereiro de 2024.
- Rennkamp, B.; Westin, F. F. 2013. Feito no Brasil? Made in South Africa? Boosting technological development through local content requirements in the wind energy industry. Report for the Mitigation Action and Policy Scenarios – MAPS Project, Centro Clima/COPPE/UFRJ – University of Cape Town.
- Stiglitz, J.E.; Stern, N. (chairs); Duan, M.; Edenhofer, O.; Giraud, G.; Heal, G.; La Rovere, E.L.; Morris, A.; Moyer, E.; Pangestu, M.; Shukla, P.R.; Sokona, Y.; Winkler, H.; 2017. Report of the High-Level Commission on Carbon Prices, Carbon Pricing Leadership Coalition, by the World Bank Group, ADEME, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (France), 29 May 2017.
- Rivera-Basques, L.; Duarte, R.; Sánchez-Chóliz, J. 2021. Unequal ecological exchange in the era of global value chains: the case of Latin America. Ecological Economics 180 (2021) 106881.
- UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development. Global Value Chains and Development. Investment and Value Added Trade in the Global Economy, 2013.
- UNCTAD. International Production Beyond the Pandemic. World Investment Report. Geneva: 2020. 268p.
- UNCTAD. 2023. The Technology and Innovation Report 2023.
- United Nations Environment Programme (UNEP). Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again). Nairobi: UNEP, 2023.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), COP21 Decision, Paris Agreement, art. 2, para 1a, p. 22, FCCC/CP/2015/10/Add.1, 2015.

- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Long-term strategies portal, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>, acesso em 12 de fevereiro de 2024.
- Unterstell, N. La Rovere, E. L. (coords), Ana Paula Prates, Berta Pinheiro, Bruna Guimarães, Carolina Burle Schmidt Dubeux, Clara de Queiroz, Claudio Gesteira, Daniel Neves Schmitz Gonçalves, Emilio La Rovere, Erika Carvalho Nogueira, Fernanda Westin, George Vasconcelos Goes, Giovanna Cavalcanti de Carvalho, Giovanna Napolini, Isabela Cristina de Araújo Lima, Márcio de Almeida D’Agosto, Marina Caetano, Michele K. Cotta Walter, Natalie Unterstell, Nathalia Martins, Olivia Ainbinder, Otto Hebeda, Saulo Machado Loureiro, Sergio Henrique F. Cunha, Taciana Stec, Walter Figueiredo De Simoni e William Wills, 2021. Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030. Centro Clima/COPPE/UFRJ e Instituto Talanoa, relatório para o Instituto Clima e Sociedade – iCS. Disponível em <https://www.institutotalanoa.org/documentos>
- Von Doellinger, C. Empresas multinacionais na indústria brasileira. Relatório de Pesquisa nº 29, Ed. IPEA/INPES, 1975.
- Wills, W., La Rovere, E.L., Grottera, C., Napolini, G. F., Le Treut, G., Gherzi, F., Lefèvre, J., Dubeux, C.B.S., 2021. Economic and social effectiveness of carbon pricing schemes to meet Brazilian NDC targets. Climate Policy, 2021. v. 22, p. 48-63, 2021.
- World Economic Forum, Decarbonizing Brazil’s Steel, Aluminum and Aviation Sectors, White Paper, January. 2024.
- World Meteorological Office (WMO). WMO confirms that 2023 smashes global temperature record. Disponível em: <<https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2023-smashes-global-temperature-record>>. Acesso em: 3 jan. 2024.
- Wyman, O. 2023. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), October 2023, <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/solutions/3d-carbon-accounting/insights/carbon-border-adjustment-mechanism.html#:~:text=From%20the%20outset%2C%20CBAM%20will,will%20Only%20be%20included%20for>, acesso em 16 de fevereiro de 2024.