

strategy&

Part of the PwC network

Cenários de descarbonização: oportunidades e incertezas da precificação de carbono

Strategy&
2023



Conteúdo

Sumário	3
Instrumentos de precificação de carbono e o desafio climático	5
Cobertura global de instrumentos de precificação de carbono	9
Potencial financeiro dos instrumentos mundiais de precificação de carbono	12
Tendências de preços de carbono	14
Potencial brasileiro de oferta de créditos de carbono	19
Potencial brasileiro por tipo de crédito	23
Conclusão	30
Referências	31
Contatos	34



Sumário

Nos últimos anos, foi observado um aumento expressivo de governos e empresas que assumiram compromissos públicos para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), mas, até o momento, as ações tomadas foram insuficientes para conter a crise climática global e restringir o aumento de temperatura a 1,5°C, como previsto no Acordo de Paris.

Nesse contexto, os instrumentos de precificação de carbono, como mercados e taxas, são uma das ferramentas mais relevantes para alavancar a redução das emissões e o avanço de tecnologias voltadas à economia de baixo carbono.

A expectativa é que, nos próximos anos, a movimentação financeira dos instrumentos de precificação de carbono continue a crescer, mas isso depende de diversas variáveis como o avanço das regulações globais, das tecnologias, do comprometimento do setor privado e dos preços de carbono.

Com objetivo de orientar os negócios para tomada de decisões alinhadas com os desafios da transição para uma economia de baixo carbono, neste estudo, foram modelados volumes e preços dos instrumentos de precificação de carbono até 2050, considerando cenários estabelecidos pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), que traduzem as trajetórias de redução de emissão em aumento de temperatura global, variando de um acréscimo de 1,5°C a 4,0°C.

Foram mapeados e analisados os instrumentos de precificação globais em operação em mercados regulados, incluindo sistemas de comércio de emissões (do inglês *emission trading systems* ou ETS) e taxas sobre o carbono, além do potencial de crescimento do mercado voluntário.

Os avanços regulatórios globais também foram modelados, uma vez que são um importante direcionador do volume de emissões precificadas globalmente, com expectativa de regras cada vez mais restritivas e aumento da cobertura de emissões precificadas em vários países. Além do volume de emissões, foi modelada a elasticidade de preço por meio da análise do seu comportamento histórico em diferentes países, considerando a efetividade dos mercados de carbono e o estágio de desenvolvimento do país.

O estudo conclui que o desafio de descarbonização global é grande, assim como o potencial financeiro para os instrumentos de precificação de carbono nos próximos anos, sendo necessária uma movimentação de mais de US\$ 8 trilhões anuais e preço médio de R\$ 240/tCO₂e em 2050 para atingimento de trajetória de 1,5°C.

O Brasil tem um grande potencial para se beneficiar com o avanço dos instrumentos de precificação de carbono e caminha em direção a um mercado nacional regulado. Nesse sentido, para empresas brasileiras de diversos setores econômicos que podem ser impactadas pelo mercado de carbono direta ou indiretamente, é urgente a tomada de ações relacionadas à preparação para o novo contexto regulatório de baixo carbono, buscando oportunidades para inovar seus modelos de negócios e investir em novas tecnologias.



Instrumentos de precificação de carbono e o desafio climático

Instrumentos de precificação de carbono têm se tornado cada dia mais conhecidos, em especial devido ao aumento do número de empresas e governos que têm se comprometido publicamente a reduzir suas emissões de GEE. Estabelecer um sistema de precificação de carbono estimula a redução de emissões, na medida em que onera financeiramente os responsáveis pela Mudança do Clima e contribui para o avanço de tecnologias voltadas à redução e captura de carbono.

O carbono é precificado de duas formas principais em regulações: ETS e taxas sobre o carbono. No ETS, define-se um limite máximo de emissões setoriais, permitindo que empresas que emitem menos do que o limite estabelecido para seu setor vendam suas permissões para outras empresas com emissões maiores, a um preço que, normalmente, varia conforme a oferta e a demanda. Na taxa de carbono, por sua vez, define-se um valor a ser pago pelas emissões de empresas de setores específicos, especialmente os carbono-intensivos.

Além dos mercados regulados, o carbono também é comercializado em ambientes voluntários, em que créditos de carbono, gerados por projetos de redução de emissões de GEE certificados, são vendidos para empresas que buscam atingir suas metas e seus objetivos climáticos voluntariamente, incluindo a neutralização das emissões de operações, plantas, produtos, serviços ou eventos.

Nesses mercados, o preço também é regido pela oferta e demanda e influenciado fortemente pelo tipo e pela qualidade dos créditos, sendo os volumes e preços, respectivamente, 85% e 90% menores do que em mercados regulados.

O acordo de Paris, de 2015, incluiu instrumentos de precificação de carbono como umas das principais estratégias para que as nações consigam atingir suas metas de redução de emissões de GEE. Nesse acordo, líderes mundiais se comprometeram¹ a tomar medidas para limitar o aumento de temperatura global a menos de 2°C, idealmente 1,5°C, até o fim do século.

¹ O acordo de Paris determina que cada país deve comunicar suas metas e seus planos de ação de redução de emissões por meio das NDCs (*Nationally Determined Contributions*), a serem atualizadas a cada 5 anos.

Para atingir esse objetivo, o mundo deve reduzir suas emissões de GEE em cerca de 90% e atingir emissões líquidas iguais a zero – o Net Zero – até 2050. No entanto, nossas ações até o momento foram insuficientes e, entre 2016 e 2021, as emissões globais apresentaram um aumento de mais de 3%, impulsionado por países asiáticos, em especial a China.

Ainda há muita incerteza e muitos riscos quanto aos níveis de atingimento das metas de redução de emissões, implicando em aumentos de temperaturas globais que podem variar de 1,5°C a acima de 4°C. Para apoiar negócios a navegar entre as incertezas e orientar a tomada de decisões, neste estudo, foram modelados volumes e preços dos instrumentos de precificação de carbono até 2050, considerando cenários estabelecidos pelo IPCC², que traduzem as trajetórias de redução de emissão em aumento de temperatura global, variando de um acréscimo de abaixo de 2°C, 2,5°C e 3,0°C, em comparação ao cenário *Business as Usual*³ de aumento de 4,0°C.

O cenário que restringe o aumento da temperatura global a abaixo de 2°C e retorna a 1,5°C⁴ (denominado, neste texto, como cenário de 1,5°C) implica a redução das emissões globais a um ritmo de cerca de 5% ao ano e a captura do remanescente de emissões de 14 Gt CO₂ e até 2050⁵, correspondente a 25% das emissões globais de 2021 ou a totalidade de emissões da China no mesmo ano.

Entretanto, considerando os acontecimentos globais, os resultados da COP28 (última conferência das partes sobre mudanças climáticas, organizada pelas Nações Unidas e realizada no início de dezembro de 2023) e as tendências de redução de emissão, o cenário que restringe o aumento de temperatura a 2,5°C tem se mostrado mais provável do que o cenário de 1,5°C, mas, ainda assim, seria um grande desafio reduzir cerca de 1% das emissões globais ao ano.

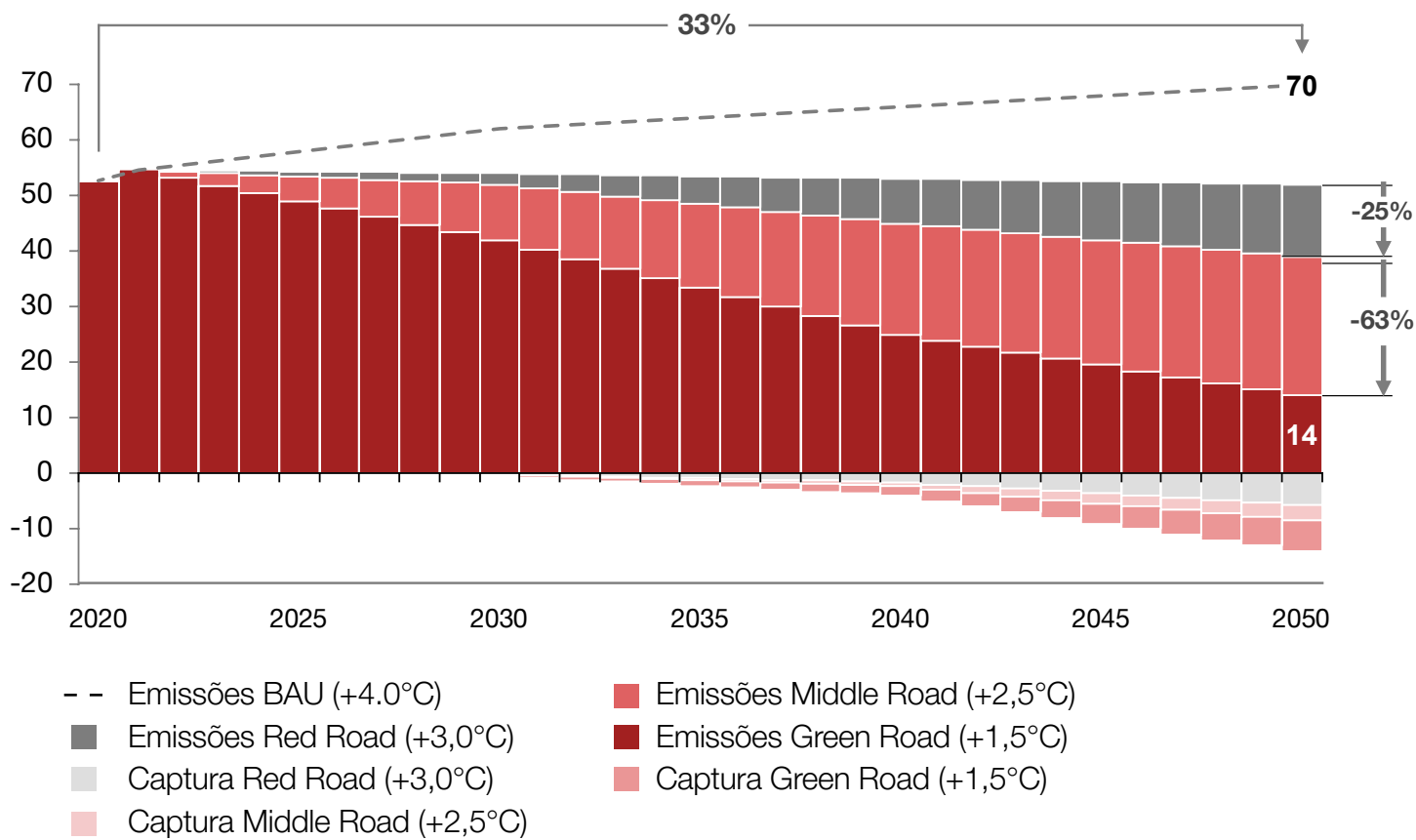
² Os cenários de aumento de abaixo de: (a) 2°C com retorno a 1,5°C, (b) 2,5°C, (c) 3,0°C e (d) *Business as Usual* (+4,0°C) se referem, respectivamente, aos *pathways* C2, C5, C6 e C7 do IPCC.

³ O cenário *Business as Usual* de 4°C considera que apenas as políticas públicas atuais são implementadas, sem avanços de ambição, gerando um aumento dos níveis de emissão em cerca 30%, comparada aos níveis atuais.

⁴ O cenário que limita o aquecimento global a abaixo de 2°C, retornando posteriormente a 1,5°C, foi escolhido para a modelagem deste estudo, em detrimento do cenário que limita o aquecimento a 1,5°C devido ao contexto atual, em que os avanços alcançados mostram pouca probabilidade de alcance para o cenário de 1,5°C.

⁵ O cenário abaixo de 2°C com retorno ao 1,5°C (cenário C2 do IPCC) considera o atingimento de emissões líquidas zero entre os anos de 2055 e 2060. Para este estudo, foi considerado o atingimento de Net Zero em 2050.

Cerca de 90% das emissões globais devem ser reduzidas até 2050 para atingir o Net Zero e limitar o aquecimento global em 1,5°C. Já no cenário abaixo, de 2°C, retornando a 1,5°C, a redução de emissões é de ~80%. Nos dois cenários, as emissões remanescentes devem ser removidas.



Já no cenário de 3°C, que considera o cumprimento das políticas públicas globais vigentes relacionadas à redução de emissões e também das metas dos países signatários do Acordo de Paris (denominadas *Nationally Determined Contributions* – NDCs), o aumento de temperatura previsto deve ultrapassar 2,5°C e possivelmente atingir 3°C, com a trajetória de emissões de leve aumento até 2050.

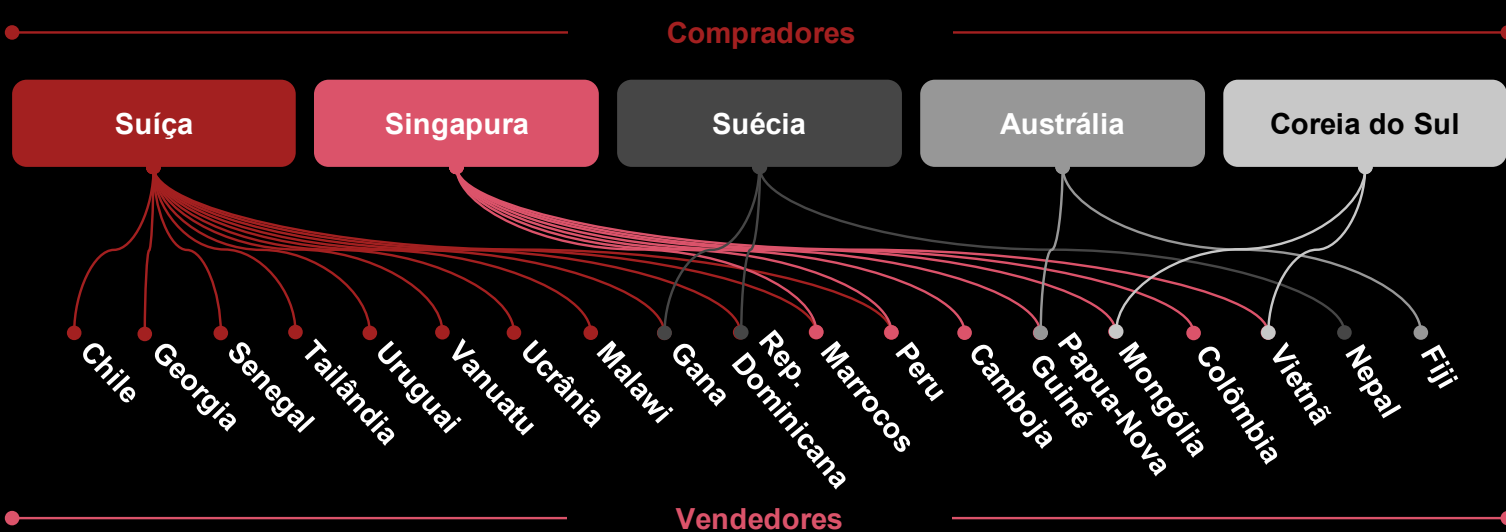
Apesar dos desafios, a busca pelo Net Zero e por uma trajetória que limite o aquecimento global em 1,5°C deve continuar sendo a prioridade de todos os atores públicos e privados, pois esse cenário já trará grandes impactos climáticos para a humanidade, que serão cada vez mais intensos à medida que as temperaturas aumentam.

Para perseguir essas metas climáticas, o mercado de carbono é uma ferramenta extremamente relevante. Além dos mercados domésticos, o artigo 6 do Acordo de Paris prevê a cooperação internacional, permitindo que um país transfira créditos de carbono obtidos por meio de sua redução para outros países, ajudando-os em suas metas de descarbonização e estabelecendo um mercado global de carbono. Nesse mercado global, deve-se evitar a dupla contagem por meio do mecanismo de contabilização de ajustes correspondentes, estabelecido pelo artigo 6, no qual apenas um país pode utilizar os créditos para abater as emissões.

Na COP28, os países não conseguiram chegar a um acordo para operacionalizar o artigo 6.

Embora ainda sejam necessários acordos globais importantes para que o artigo 6 e um mercado de carbono global entrem em vigor, alguns países já estão realizando acordos bilaterais de compra e venda. Um exemplo disso é a Suíça, que pretende atingir parte de suas metas de descarbonização financiando projetos de proteção climática internacionais e, para isso, já fez acordos bilaterais nos termos do artigo 6 com países como Gana, Senegal e Peru para transferência de ITMOs (*Internationally Transferred Mitigation Outcomes*). Há mais de 20 países envolvidos em acordos bilaterais de cooperação, evidenciando a existência do mercado global de carbono.

Mais de 20 países já estão envolvidos em acordos climáticos bilaterais – a Suíça lidera o tema, com 12 acordos internacionais firmados.



Cobertura global de instrumentos de precificação de carbono

A Europa e os outros dez países mais emissores – China, Estados Unidos, Índia, Rússia, Brasil, Indonésia, Japão, Irã, Arábia Saudita e México – representaram aproximadamente 75% das emissões globais em 2022. A maior parte dessas regiões já têm instrumentos de precificação vigentes ou em consideração, com exceção da Índia, Rússia, Arábia Saudita e do Irã, que representam 15% das emissões globais.

Já nos Estados Unidos, um sistema de precificação de carbono nacional está longe de ser realidade, mas 14 estados já têm precificação de carbono própria⁶ e outros consideram implantá-la no futuro. Assim, nos últimos anos, o mercado regulado de carbono teve uma evolução relevante, passando de uma cobertura de 5% das emissões globais em 2010 para mais de 23% em 2023.

Outro elemento importante que impulsiona a adoção dos instrumentos de precificação de carbono regulados e voluntários são os sistemas de proteção de mercados internos, como a taxa de importação de produtos mais carbono-intensivos em mercados regulados. O primeiro exemplo já é uma realidade na Europa com o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (do inglês, *Carbon Border Adjustment Mechanisms* – CBAM), criado para proteger a produção interna da Europa e evitar *carbon leakage*, que seria a fuga das empresas emissoras da Europa para outros territórios não regulados.

O CBAM Europeu entrou em vigor em 2023, iniciando com um período de transição em que as empresas deverão reportar seus dados de emissões a ele, e o CBAM deverá impor custos às empresas que exportam para Europa a partir de 2026.

Para 2030, estima-se que a cobertura de emissões precificadas atinja 30%, com o avanço das regulações principalmente em países que já indicaram considerar essas medidas em suas estratégias para alcançar metas climáticas, como Brasil, Turquia, Tailândia e Paquistão, que juntos representam 7% das emissões globais, cobrindo ao menos 30% de suas emissões.

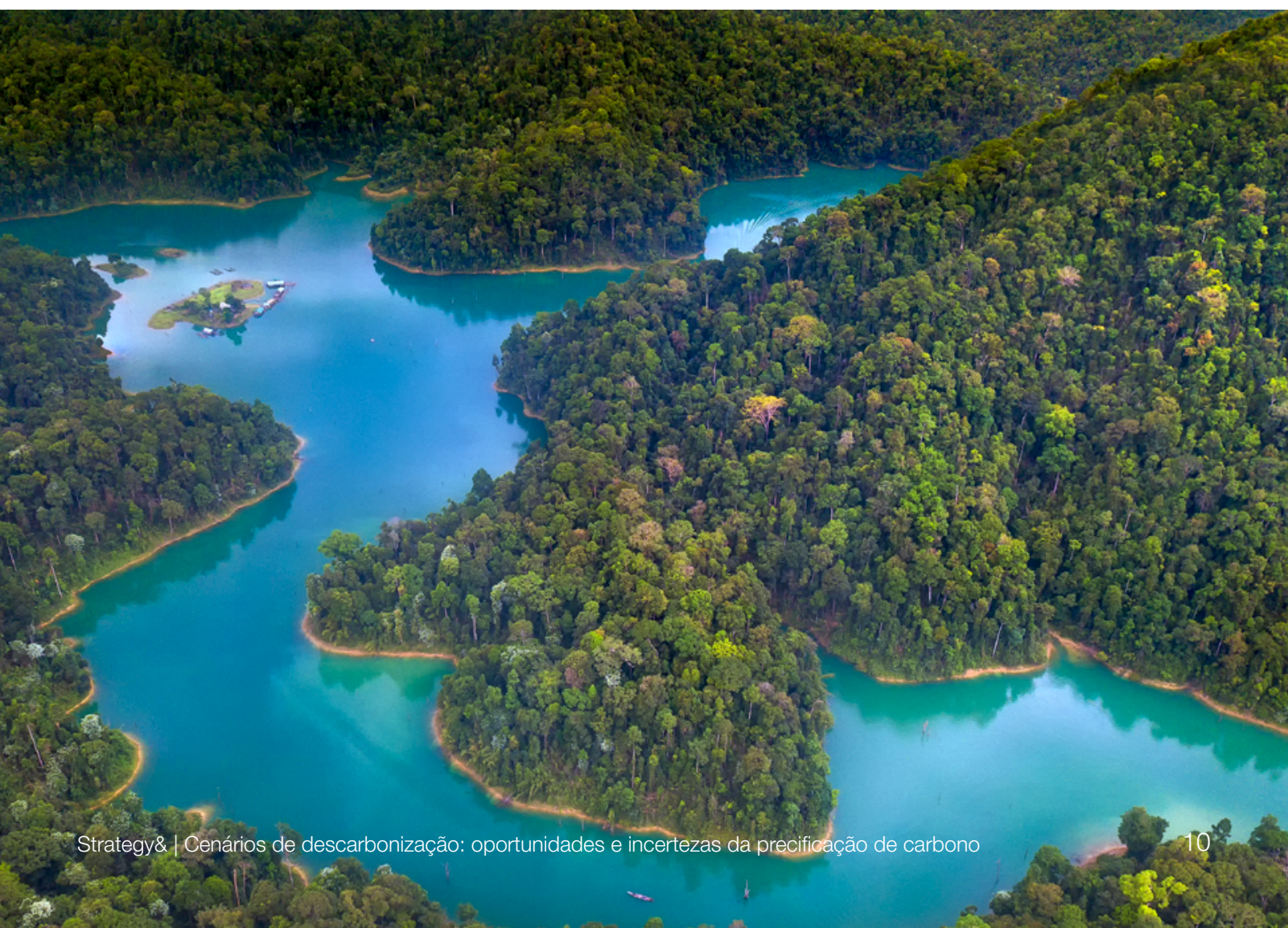
⁶ A cobertura de políticas de precificação de carbono nos Estados Unidos é de cerca de 8% das emissões nacionais, considerando os 14 Estados com mercados e taxas vigentes.

Em países que já adotam os sistemas de precificação, a cobertura de emissões precificadas deverá aumentar, por exemplo, a China e Europa podem passar a regular ao menos 40% e 50% de suas emissões – atualmente a cobertura delas é de 30% e 38%, respectivamente.

Em 2050, a expectativa de evolução da cobertura de precificação de carbono global é de 40% das emissões, desde que os territórios continuem avançando na cobertura dos instrumentos existentes, em especial os grandes emissores globais, como China, União Europeia e Brasil, passando a cobrir de 50% a 60% de suas emissões e os Estados Unidos ao menos 20% por meio de seus instrumentos estaduais.

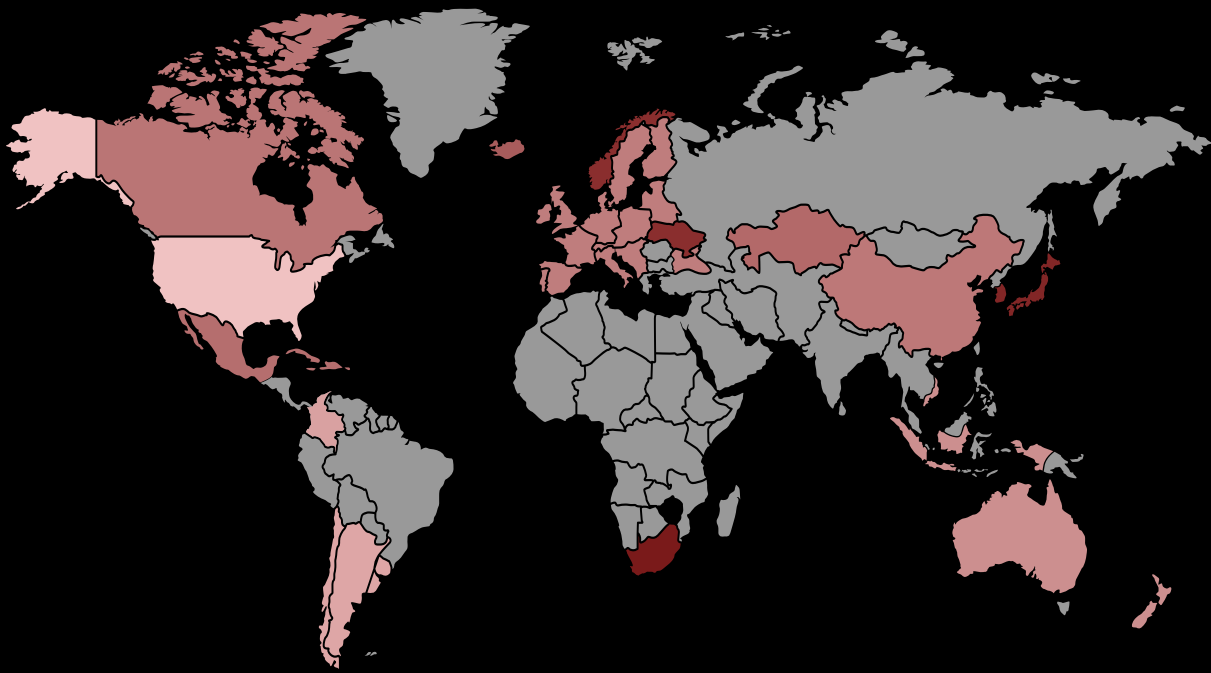
Além disso, países em desenvolvimento também devem adotar sistemas de precificação de pelo menos 5% de suas emissões, considerando regulações próprias ou influência de ajustes de fronteira externos e mercados internacionais.

Os grandes emissores globais que não manifestam intenção de instituir mecanismos próprios de precificação de carbono, como Rússia, Índia, Irã e Arábia Saudita, no futuro, devem ser pressionados para regulamentar suas emissões, a partir do mercado internacional. No limite, mesmo sem sistemas de precificação de carbono próprios, esses países serão impactados por ajustes de fronteira e devem ter suas emissões precificadas internacionalmente em pelo menos 10% de suas emissões.

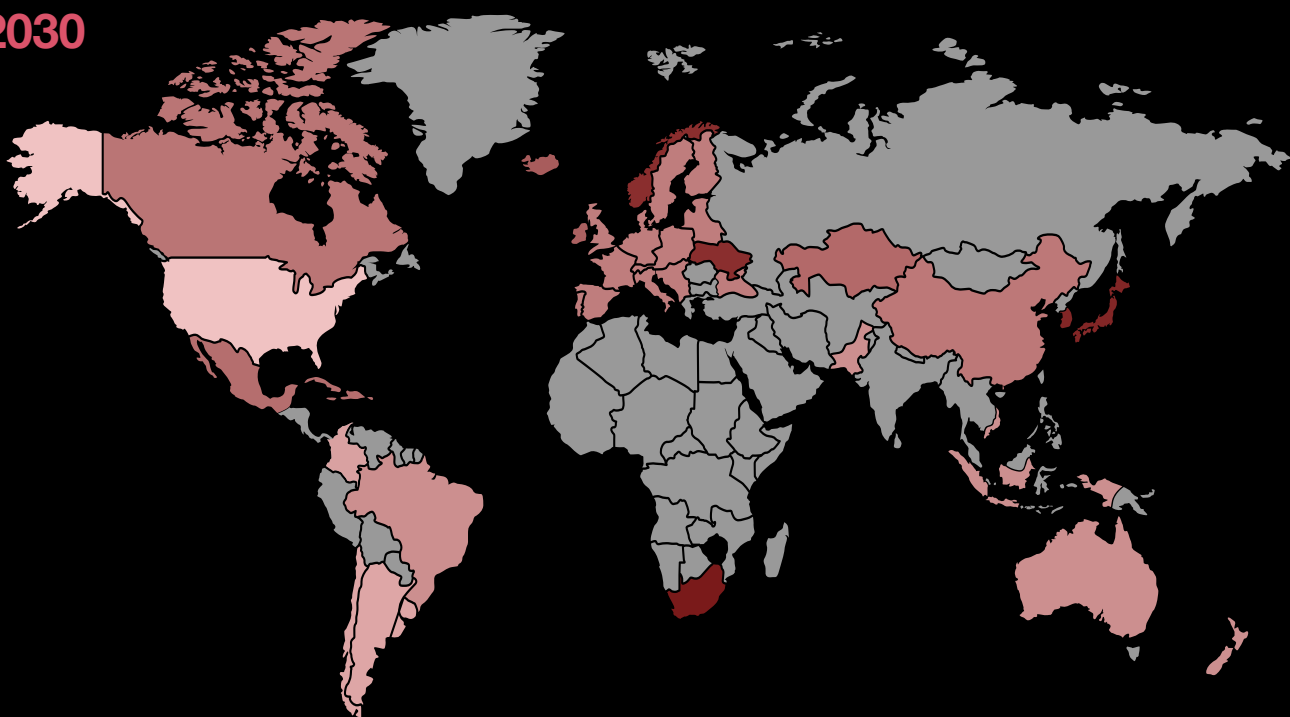


Para atingir 40% de emissões reguladas em 2050, mais países devem estabelecer instrumentos de precificação e os que já têm precisam evoluir sua cobertura.

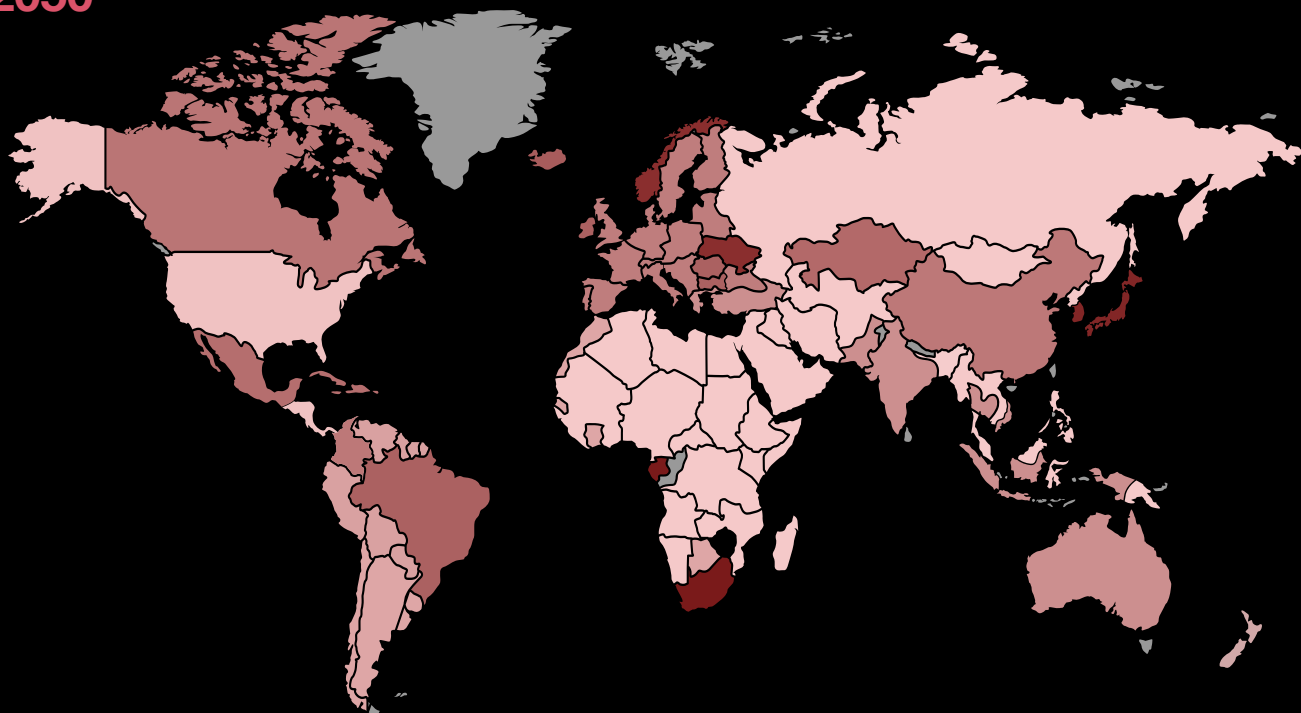
2023



2030



2050



% emissões reguladas



0%

80%

Potencial financeiro dos instrumentos mundiais de precificação de carbono

O desafio da descarbonização global é grande, assim como o potencial financeiro dos instrumentos de precificação de carbono. O avanço da regulação constitui um importante *driver* na descarbonização do planeta, e a expectativa é de que os instrumentos de precificação mundiais correspondam a cerca de US\$ 1,9 a 8,4 trilhões em 2050, a depender da trajetória de descarbonização global.

As movimentações financeiras serão realizadas em ambientes voluntários e regulados:

Instrumentos regulados

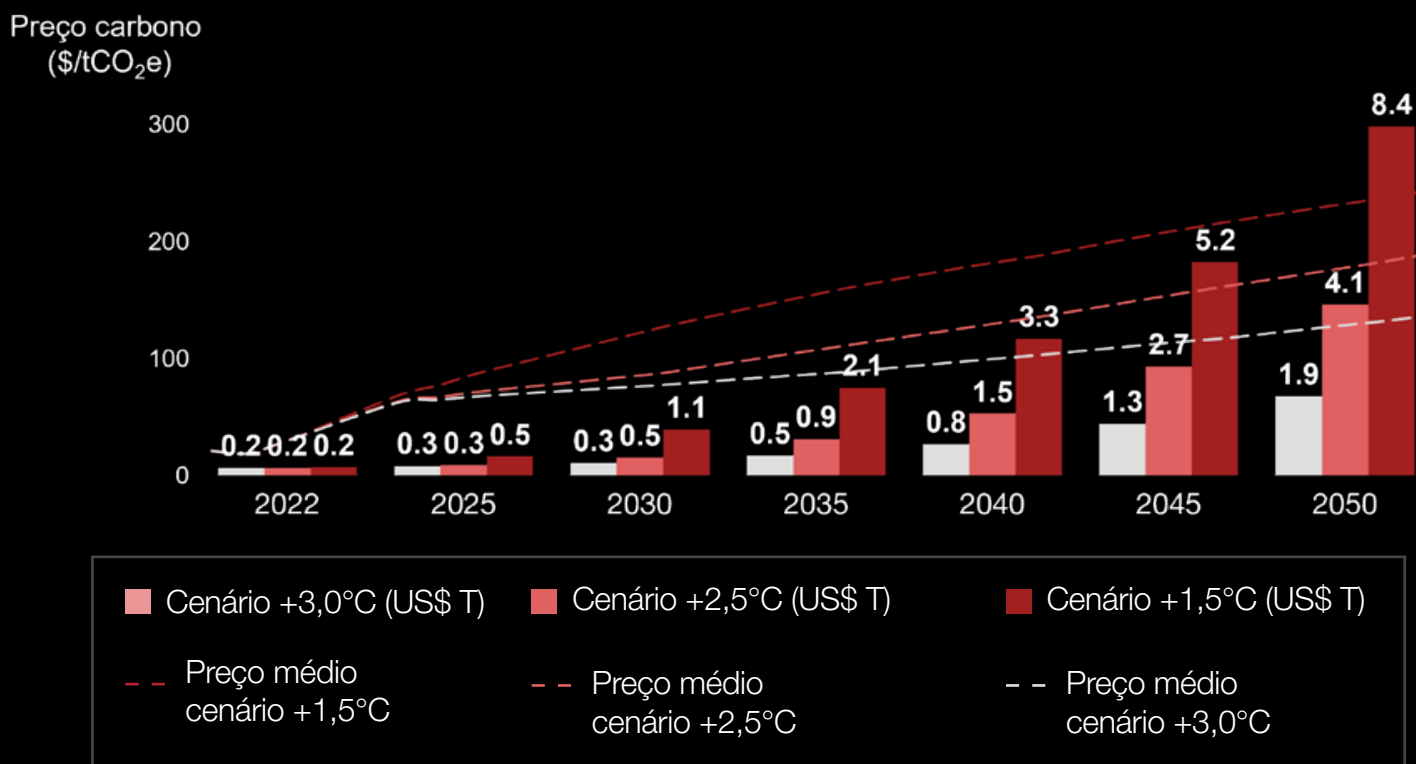
O volume financeiro em instrumentos regulados, nos quais a obrigação de redução de emissões é estabelecida por lei, já ultrapassa US\$ 86 bilhões, dos quais mais de US\$ 65 milhões são de mercados e o restante de taxas de carbono. Em 2050, a movimentação financeira desses instrumentos poderá alcançar US\$ 8 trilhões no cenário otimista, de 1,5°C, ou US\$ 1,8 trilhões no cenário de 3°C.

Instrumentos voluntários

No mercado voluntário, o valor total deve atingir US\$ 80 a 450 bilhões em 2050, representando aumento médio de 10 a 20% ao ano. Apesar da expectativa de crescimento expressivo, os mercados voluntários devem continuar menores em relação aos regulados, seguindo as mesmas tendências em que os mercados regulados são mais de 30 vezes maiores do que os voluntários (US\$ 65 milhões vs. US\$ 2 milhões movimentados globalmente).

A relevância dos instrumentos regulados em volume e preços é explicada pela demanda e/ou pelos preços serem garantidos por bases legais, com expectativa de regras cada vez mais restritivas e aumento da cobertura de emissões precificadas em vários países. Ainda assim, mercados voluntários deverão crescer influenciados pelo contexto de obrigações, que podem permitir a utilização de créditos de carbono voluntários em ambientes regulados e também pelo comportamento dos consumidores que buscam reduzir sua pegada de carbono.

Em um cenário otimista de redução de emissões, a movimentação financeira com instrumentos de precificação de carbono, incluindo mercados e taxas, pode atingir mais de US\$ 1,1 trilhões em 2030 e US\$ 8,4 trilhões em 2050.



Tendências de preços de carbono

O preço médio global do carbono deve seguir uma tendência de crescimento, especialmente os instrumentos regulados, atingindo entre US\$ 130 a 240/tCO₂e em 2050, um aumento de 3 a 5% ao ano no preço médio global, que girou em torno de US\$ 70/tCO₂e em 2022.

Entretanto, é relevante ressaltar que os preços variam entre cada território e, enquanto alguns preços na Europa já ultrapassam os US\$ 100, a média nos países em desenvolvimento é de apenas US\$ 3. Além disso, os instrumentos de precificação de carbono ainda estão muito concentrados em países desenvolvidos, responsáveis por 98% da receita total, impulsionados pelo ETS da União Europeia – que corresponde a metade desse valor.

Até 2050 os países em desenvolvimento, especialmente o BRICS, participarão mais no contexto internacional de precificação de carbono. Apesar disso, a concentração e os preços devem permanecer maiores nos países desenvolvidos, podendo chegar a US\$ 260/tCO₂e em 2050, muito acima dos US\$ 150/tCO₂e esperados para os países em desenvolvimento, e US\$ 200/tCO₂e do BRICS. Essa variação regional tem forte relação com a maturidade dos sistemas de precificação de emissões implantados e a capacidade econômica das regiões.

Assim, os mercados internacionais terão um papel relevante para a descarbonização de regiões em desenvolvimento, podendo acelerar sua viabilidade e fornecer acesso a recursos para implantação de projetos florestais, energéticos e tecnológicos de baixa emissão, como sistemas de captura de carbono.



Efetividade dos mercados de carbono para redução de emissão

Para avaliar a efetividade da adoção dos sistemas de precificação, é necessário considerar a trajetória de redução das emissões das jurisdições, considerando fatores relevantes, como o preço de carbono, a cobertura das emissões precificadas, a evolução do PIB e da população.

⁷ Foram avaliados os instrumentos de precificação com histórico de preço mínimo a partir de 2016. Territórios avaliados: Califórnia – EUA, Dinamarca, Finlândia, França, Irlanda, Japão, México, Nova Zelândia, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça, Reino Unido e demais países membros do EU ETS.



Em uma avaliação do comportamento das emissões em territórios⁷ com instrumentos de precificação datados de 2016 ou anterior, emissões maiores do que 40 MtCO₂e e cobertura de precificação mínima de 30%, foi observado que a taxa média de emissões sobre PIB diminuiu 24% entre 2016 e 2021. Apesar do aumento das emissões globais, também foi observada uma redução na intensidade global em cerca de 20% nos mesmos anos – taxa de redução menor se comparada com países que têm sistemas de precificação mais maduros.

Como a precificação de carbono ainda cobre apenas 23% das emissões globais e foi implantada a menos de 3 anos em países como a China, maior emissor global, a falta de dados históricos torna a mensuração da efetividade dos instrumentos uma atividade complexa.

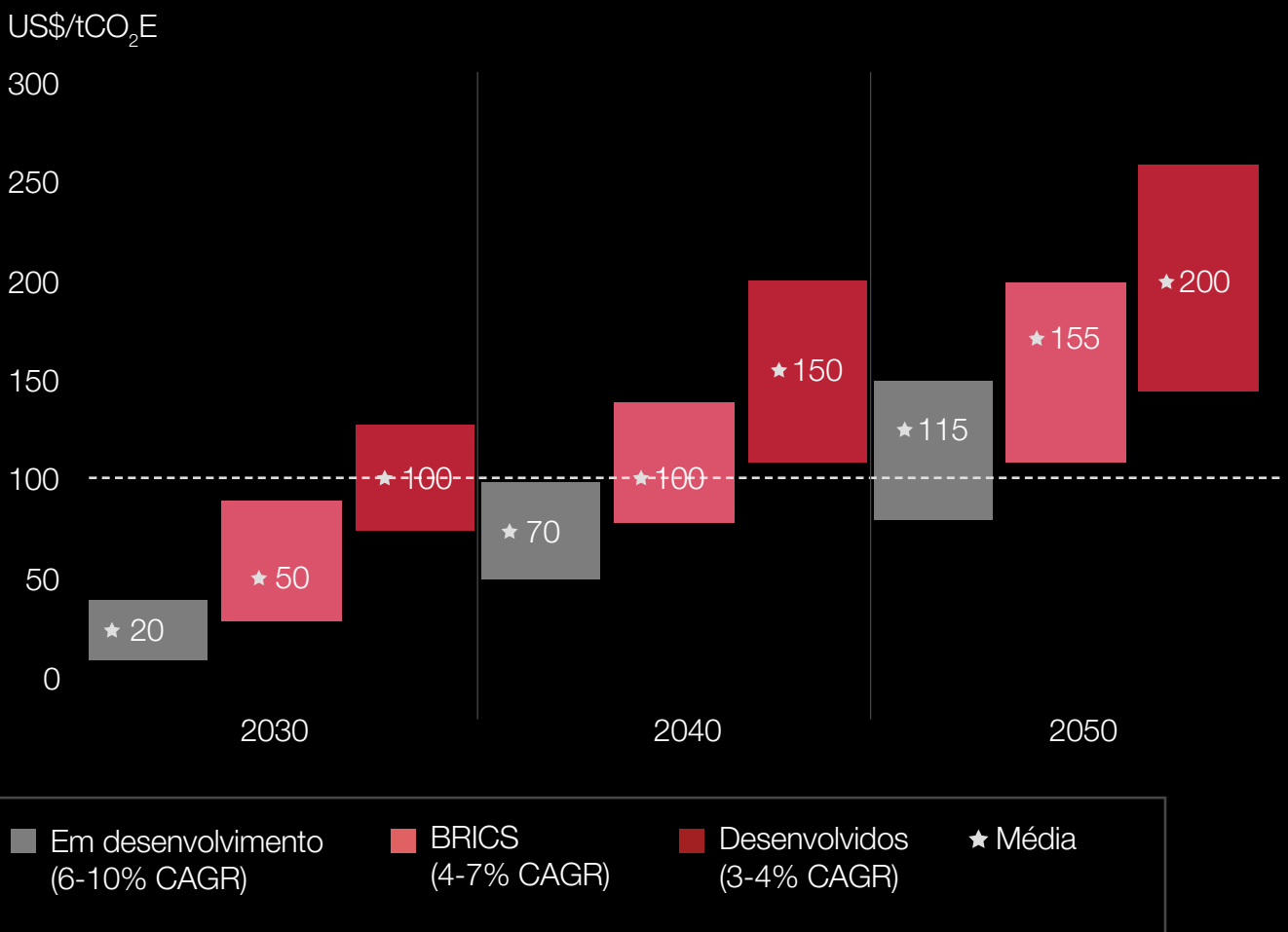
Além disso, a redução da intensidade se deve a diversos outros fatores, como a desaceleração econômica, o investimento na transição energética e a descarbonização de matrizes em diversos países, então é difícil separar os efeitos de cada aspecto na evolução do perfil de emissões globais.

O estudo Net Zero Economy Index 2023 da PwC analisa as emissões globais e mostra a necessidade de aumento das taxas de redução de emissão até 2050 para limitar o aquecimento global.⁸

Até 2050, a expectativa é de que as taxas de crescimento populacional, assim como as taxas de crescimento de PIB, devem diminuir, contribuindo para redução das taxas de crescimento das emissões globais no cenário *Business as Usual*.

Ainda assim, há uma expectativa de aumento das emissões nesse cenário, mesmo que a taxas menores, enquanto a necessidade é de uma redução abrupta. Nesse contexto, os sistemas de precificação de carbono poderão contribuir muito para a redução das emissões, quanto maior for o nível de cobertura e maior sejam os preços de carbono adotados (para taxação) ou alcançados (para mercados), e esses preços terão uma tendência de aumento mais abrupta no curto prazo.

⁸ Net Zero Economy Index 2023, PwC, <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/pdf/net-zero-economy-index-2023.pdf>.

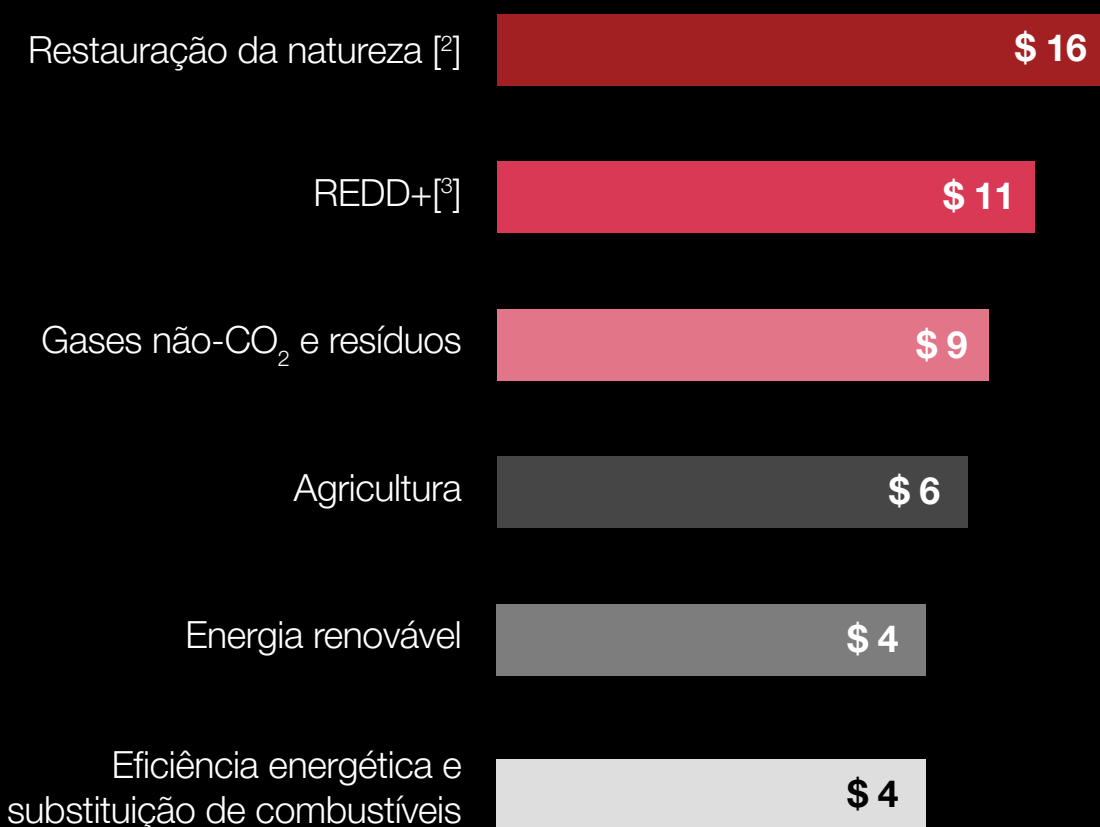


Preço de carbono no mercado voluntário

Embora seu potencial financeiro seja comparativamente menor, a precificação de carbono no mercado voluntário também tem um papel relevante na descarbonização mundial, com movimentação de US\$ 2 bilhões em 2021 e em 2022. Nesses mercados, o preço depende de variáveis como localização, tipo e qualidade da certificação do projeto.

Em 2022, por exemplo, foi observada uma redução abrupta do volume de créditos comercializados devido a grandes escândalos de projetos florestais, que fizeram a cautela em relação à compra de créditos aumentar. Ainda assim, os preços subiram 82% em relação a 2021 e os valores financeiros movimentados ficaram estáveis, o que indica que os créditos de maior qualidade e valor agregado foram preferidos pelas empresas, mostrando o ganho de maturidade desse mercado, que rejeitará créditos passíveis de questionamentos.

Abaixo estão apresentados os tipos de créditos de carbono e preços dos mercados voluntários^[1], com uma média de US\$ 7/ tCO₂e.



A expectativa é de que o preço médio no mercado voluntário também continue a aumentar, atingindo US\$ 70 até 2050 e podendo chegar a US\$ 90 no caso de créditos de captura de carbono, dado que projetos que removem carbono, como reflorestamento, tendem a gerar créditos com maior valor de mercado do que projetos que evitam emissões.

Os projetos devem ser registrados e validados a partir de padrões internacionais, como o *Verified Carbon Standard (VCS)*, *Gold Standard* ou outros programas. Além disso, para que um projeto gere créditos, ele deve respeitar o requisito da adicionalidade, isto é, deve comprovar que as reduções e capturas de carbono associadas ao crédito não ocorreriam sem o projeto.

O Brasil tem um grande potencial para se beneficiar com o avanço dos instrumentos de precificação de carbono. O país, embora seja responsável por cerca de 4% das emissões mundiais, está em uma posição privilegiada para geração de soluções de baixo carbono, em especial devido à matriz energética renovável e ao potencial das soluções baseadas na natureza. No entanto, ainda precisamos avançar no estabelecimento de um mercado regulado nacional.

⁹ Nota: [1] De acordo com o relatório *The State of Carbon Credit 2023 (Ecosystem Marketplace)*.

[2] Restauração da natureza inclui temas como reflorestamento, manejo da terra na agricultura, carbono azul e conversões evitadas.

[3] REDD+ = *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*.

Legislação brasileira

As discussões sobre o mercado de carbono regulado brasileiro já ocorrem há mais de uma década, a partir dos estudos elaborados pelo Ministério da Fazenda no âmbito do projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR), que teve como objetivo discutir a conveniência e oportunidade da inclusão da precificação de emissões (via imposto e/ou mercado de carbono), no pacote de instrumentos voltados à implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que trouxe diversas recomendações sobre quais elementos devem ser regulados e como estabelecer uma regulação que gere impactos positivos para o país.

A legislação sobre mercados de carbono está em tramitação na Câmara dos Deputados, com a recente aprovação do Senado do Projeto de Lei nº 412/2022, que pretende criar um Sistema Brasileiro de Comércio e Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e incluir todas as empresas que emitem mais de 25 mil tCO₂e anuais, excluindo as atividades agropecuárias primárias.

O funcionamento do mercado será em sistema *cap-and-trade* que define um limite máximo de emissões para os setores e prevê a comercialização de créditos entre empresas que poluem mais e as que poluem menos.

Além disso, o mercado brasileiro deverá permitir a compensação de emissões, principalmente de soluções baseadas na natureza, para o atingimento de parcela das metas de descarbonização setoriais, dado que o perfil das emissões em desmatamento é o principal agressor do clima no país.

Apesar de representar um grande avanço para o Brasil, ainda serão necessárias diversas definições e implementações de sistemas até que tenhamos, de fato, um mercado brasileiro em operação. A própria legislação prevê 5 fases de implementação a serem executadas nos 5 anos subsequentes à aprovação da lei, principalmente, a operacionalização dos sistemas de relato, a definição das cotas de emissões setoriais e o percentual máximo de compensação.

É importante ressaltar que o Brasil já tem, desde 2017, com a aprovação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), um mecanismo que cria incentivos para biocombustíveis a partir da precificação de carbono com foco na distribuição de combustíveis. A Política estabelece metas de descarbonização para distribuidores de combustíveis, permitindo seu atingimento por meio da compra de Créditos de Descarbonização (CBIOs), que correspondem a uma tonelada de CO₂ evitado na cadeia de valor ao substituir combustíveis fósseis por renováveis.

Além disso, os produtores e importadores de biocombustíveis podem, voluntariamente, gerar os CBIOS, sendo remunerados pela produção de biocombustíveis de maneira eficiente. O desenho da legislação sobre mercados de carbono deverá considerar as políticas vigentes para não penalizar duplamente setores e garantir descarbonização para o atingimento das metas climáticas.

Potencial brasileiro de oferta de créditos de carbono



O Brasil tem uma curta janela de oportunidade para se posicionar como grande exportador de créditos de carbono, dado o grande potencial florestal do país.

A participação brasileira no mercado voluntário é relevante, ocupando a 5ª posição em volume de créditos gerados, atrás de Índia, China, EUA e Indonésia¹⁰. Em 2030, o Brasil poderá ser um dos maiores exportadores de créditos de carbono globais¹¹, com oferta que pode representar 10% de todas as emissões precificadas em mercados no mundo, impulsionado pelas soluções baseadas na natureza, como projetos de preservação REDD+ (do inglês, *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) e de restauração ARR (do inglês, *Afforestation, Reforestation and Revegetation*), que já representam mais da metade da oferta brasileira.

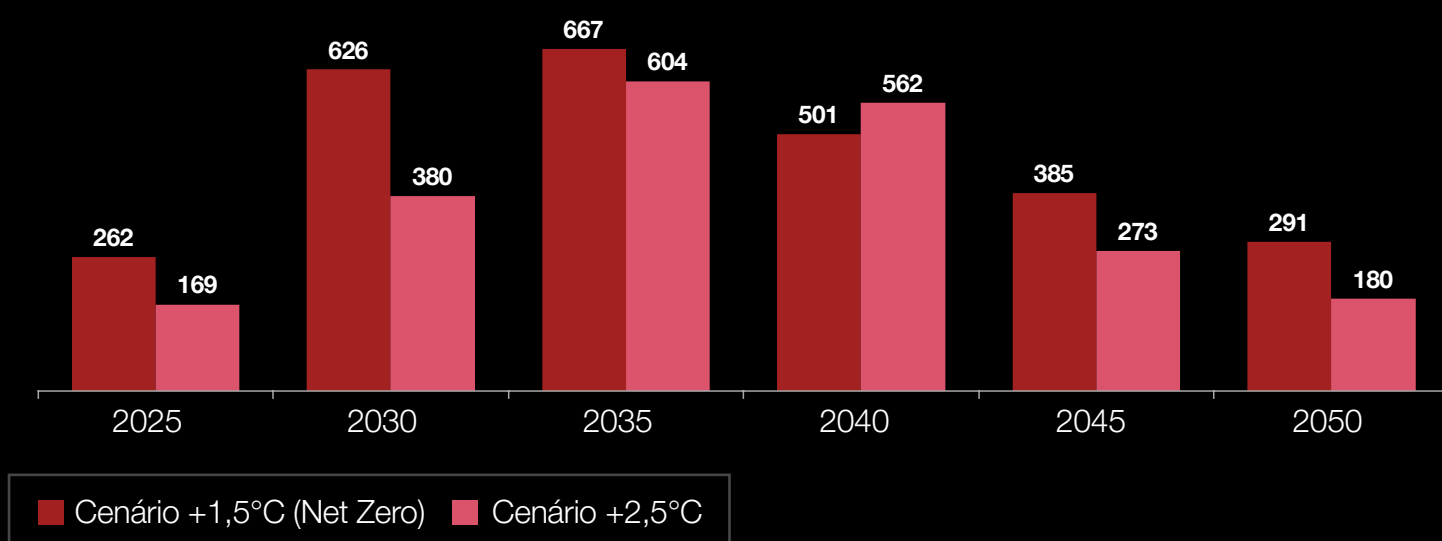


¹⁰ Nota: dados até outubro de 2022, considerando créditos REDD+, ARR, IFM e de energias renováveis, segundo reportado pela Silvera, plataforma de *rating* de créditos de carbono, no relatório *The State of Carbon Credits 2022: Volume 1, Spotlight on REDD+*.

¹¹ Considera apenas as reduções de emissão que conseguem comprovar a adicionalidade, ou seja, redução de emissões que dependem do crédito de carbono para viabilizar sua implantação.

O pico de oferta de créditos brasileiros deve ocorrer em 2035 – o aumento na oferta é mais rápido no cenário de 1,5°C.

Oferta brasileira de créditos – em MtCO₂e



Qualidade de créditos

A integridade dos créditos é uma das principais dificuldades para o avanço do mercado de carbono. Questionamentos recentes a respeito da qualidade de créditos emitidos pela Verra, a maior empresa de certificação de crédito do mundo, impactaram o mercado em 2022. O risco está relacionado à emissão de “créditos fantasmas”, que não representam reduções legítimas das emissões, especialmente em projetos florestais, como REDD+.

Para tentar garantir a integridade dos créditos, iniciativas como o ICVCM (*Integrity Council for the Voluntary Market*) e VCMI (*Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative*) determinam princípios para créditos de boa qualidade, a serem observados pelas certificadoras. Além disso, o avanço da tokenização de créditos de carbono é uma forma de garantir sua transparência e credibilidade no mercado.

Os créditos de soluções baseadas na natureza serão elementos importantes da transição para uma economia de baixo carbono nos próximos 10 a 15 anos. Entretanto, muito se discute sobre a efetividade de mecanismos de preservação para solucionar a crise climática e iniciativas climáticas relevantes, como *Science Based Targets*, responsáveis por alinhar compromissos públicos de mais de 6.300 empresas globalmente, com as trajetórias de 1,5°C ou abaixo de 2°C, que não aceitarão créditos de preservação para atingimento de metas Net Zero.

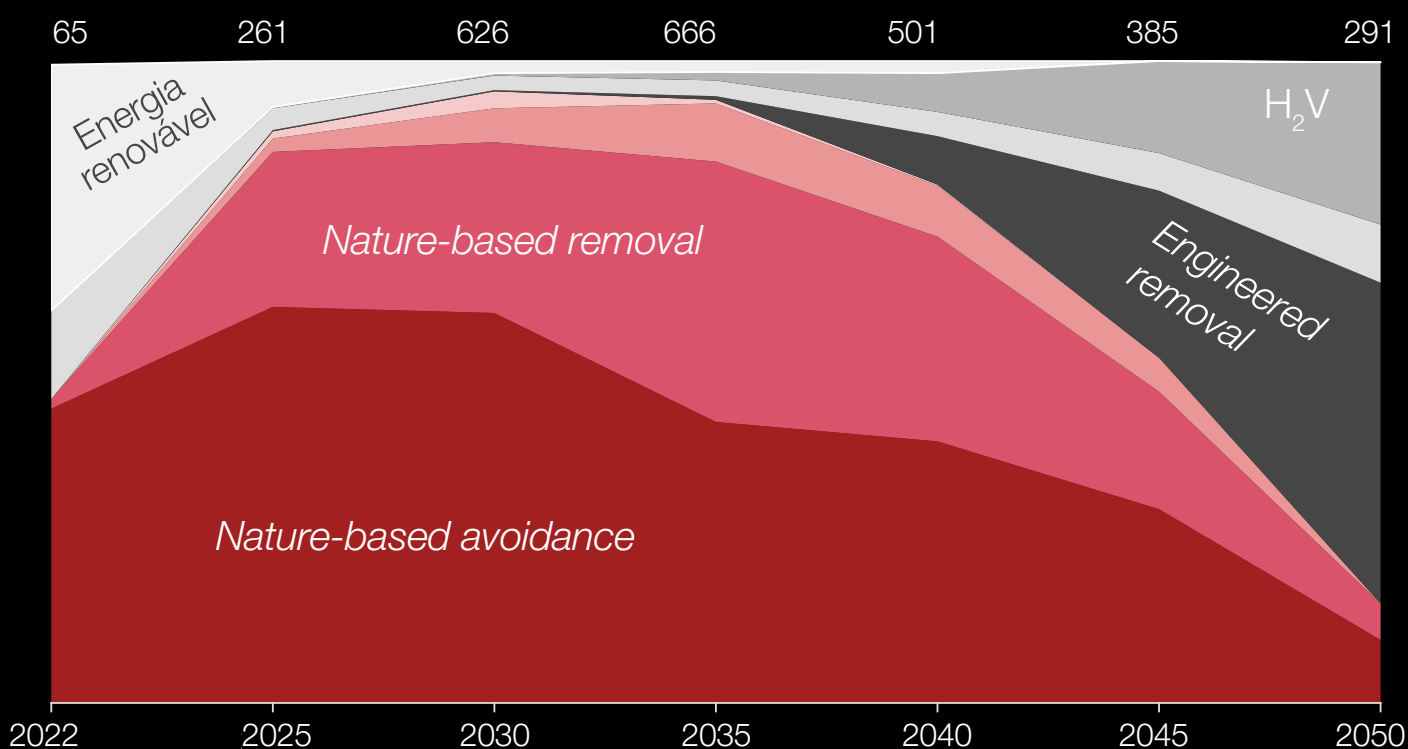
É certo que mecanismos para preservação de florestas devem ser mantidos, mas projetos REDD+ podem perder seu valor de mercado e/ou serem substituídos por outros no longo prazo. Assim, o pico de oferta de créditos deve ocorrer em 2035, atingindo uma oferta total de 600 a 700 milhões de créditos anuais, com mais de 50% decorrentes de projetos REDD+ e ARR.

Posteriormente, as novas tecnologias, como hidrogênio verde e *Carbon Capture, Utilizations and Storage* (CCUS), deverão ganhar escala no Brasil e se tornarão viáveis a partir de avanços tecnológicos e aumentos dos preços de carbono, mudando a composição da oferta de créditos Brasileira até 2050.

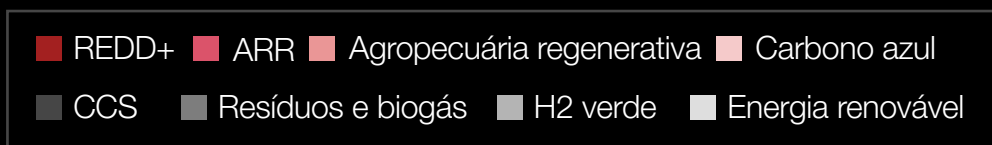
Com a diminuição dos créditos de soluções baseadas na natureza, os créditos de CCS têm potencial de representar aproximadamente 40% da oferta, com a captura de mais de 100 MtCO₂e anuais.

Créditos de soluções naturais dominam o mercado brasileiro, mas devem perder participação no longo prazo.

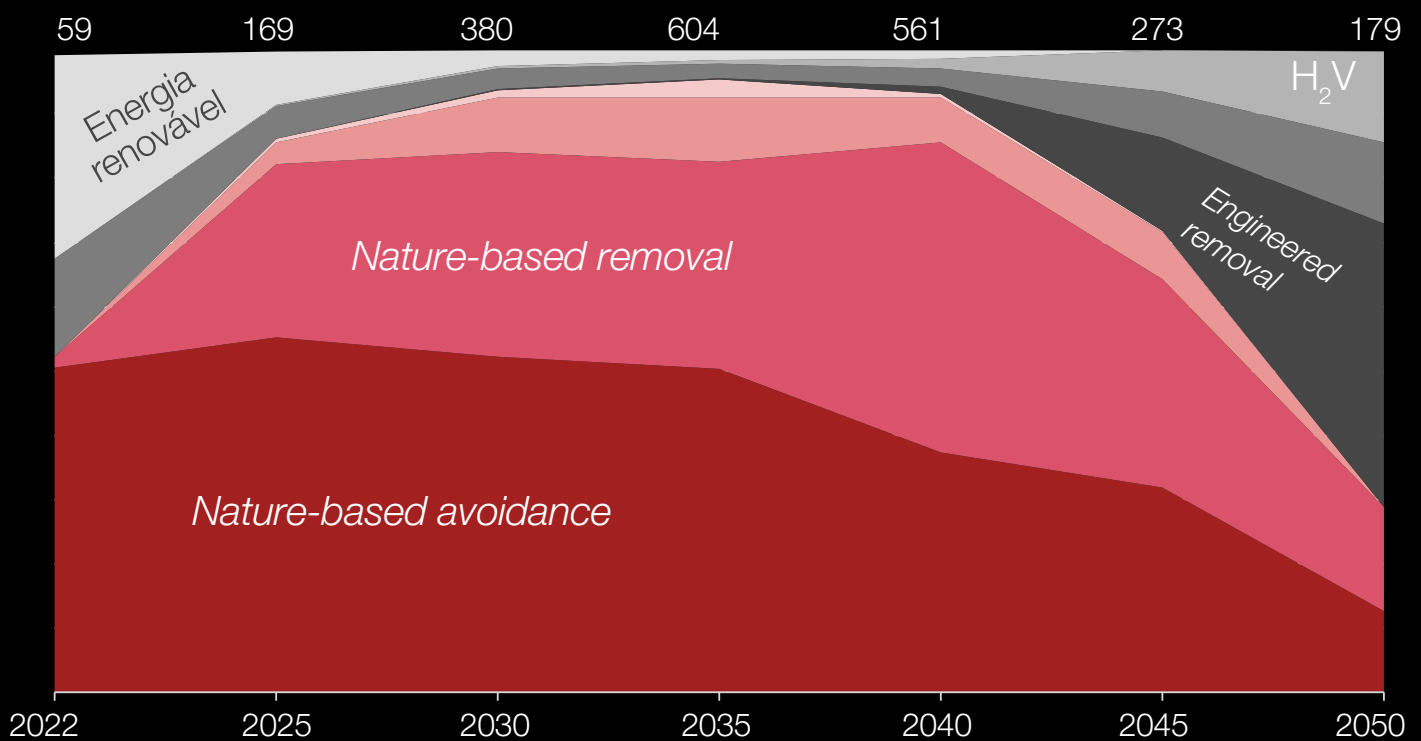
Cenário 1,5°C



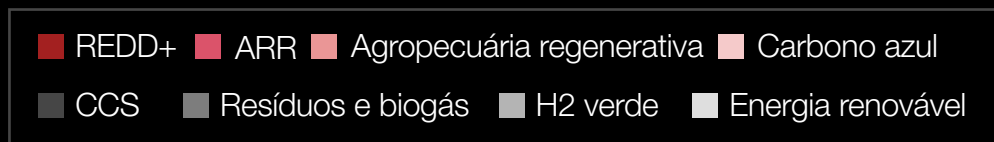
[4] Oferta brasileira de créditos de carbono por tipo de crédito (2022-2050) em MtCO₂e, no cenário de aumento de 1,5°C (IPCC C2 pathway).



Cenário 2,5°C Net zero



[5] Oferta brasileira de créditos de carbono por tipo de crédito (2022-2050) em MtCO₂e no cenário de aumento de 2,5°C.



As análises a seguir detalham a capacidade de geração de redução das emissões de GEE, incluindo o critério de adicionalidade¹², para os diferentes tipos de projetos possíveis no Brasil:

Energia renovável	REDD+	ARR	Agropecuária de baixo carbono
Carbono azul	Resíduos e biogás	Hidrogênio verde e de baixo carbono	CCUS

¹² Parcela da NDC brasileira será alcançada a partir das reduções de emissões não adicionais, por exemplo, com a substituição de gasolina por etanol. Os CBIOS estão considerados como certificados que apoiam as metas brasileiras, mas não participam do mercado internacional de carbono.

Potencial brasileiro por tipo de crédito

1 Energia renovável

Os créditos de energia renovável têm liderado a oferta no mercado de carbono voluntário nos últimos anos. No entanto, o custo de implantação da energia renovável vem caindo de forma significativa, tornando sua adoção financeiramente atrativa mesmo sem registro de créditos de carbono e fazendo com que eles deixem de apresentar adicionalidade. Em função disso, os principais programas certificadores de créditos, Verra e CDM, restringem esse tipo de projeto, exceto para países classificados como “menos desenvolvidos” pelo Banco Mundial.

Apesar disso, novos programas como *Global Carbon Concil* (GCC) surgem para que a energia renovável continue sendo apta para certificação. O novo programa foi aceito pelo *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA) da *International Civil Aviation Organization* (ICAO) das Nações Unidas (UN), sendo capaz de compensar as emissões das companhias aéreas globais.

No Brasil, mais de 36 projetos estão em fase de aprovação, mas não há nenhum aprovado. Em termos de comercialização, até o momento, somente duas iniciativas já utilizaram créditos do GCC para neutralizar suas emissões: o *Supreme Committee for Delivery & Legacy* compensou as emissões da *FIFA World Cup 2022*; além de uma operação de transportes na China (*Turkiye to Den Haag for Thuis Stroom BV*).

Ainda não há clareza sobre a aceitação do novo programa, e provavelmente o valor de mercado desses créditos será abaixo da média dos outros, dado os critérios mais brandos de registro.

Outra tendência importante para projetos de energia renovável são os certificados de energia renovável, conhecidos como I-REC, que representam 1 MWh de energia renovável gerada, diferentemente dos créditos de carbono, que representam 1 tCO₂e. Vale ressaltar que a dupla certificação, com créditos de carbono e I-RECs pode ser classificada como dupla contagem se o mesmo atributo é utilizado por diferentes empresas, gerando um risco reputacional grande para as organizações envolvidas.

No Brasil, os créditos de energia renovável são uma parcela significativa da oferta atual (correspondendo a mais de 19 MtCO₂e ou 32%), valor que deve decair gradativamente até 2030 em quantidade de projetos, assim como os volumes financeiros, à medida que os períodos creditícios¹³ de projetos já registrados vençam e novos projetos enfrentem mais dificuldades para registro. Vale ressaltar que a energia renovável continua relevante para a descarbonização global e deve conseguir gerar adicionalidade para tecnologias disruptivas, por exemplo, na alimentação de baterias e obtenção de hidrogênio verde.

2 REDD+

Os créditos REDD+ são um tipo de crédito de emissões evitadas, usado para financiar atividades de conservação de florestas com elevada pressão de desmatamento. O Brasil é um dos maiores geradores desse tipo de crédito no mundo, em especial devido à nossa grande cobertura florestal e ao alto índice de desmatamento, principalmente na Amazônia e no cerrado.

Além de representar a maior parte do potencial brasileiro no mercado de créditos de carbono nos próximos anos, com potencial total de 5.500 MtCO₂e associado à proteção de 132 M ha – e expectativa de atingir seu pico entre 2030 e 2035 –, os créditos REDD+ também podem contribuir para nossas próprias metas de emissão, uma vez que o desmatamento representa quase 50% delas.

No entanto, diversos questionamentos são levantados a respeito desse tipo de crédito, como a incerteza na determinação do nível da pressão por desmatamento, além de riscos de *carbon leakage* (quando o desmatamento apenas passa a ocorrer em outra área), permanência das reduções (causados por incêndios, por exemplo) e fraudes.

Além disso, créditos REDD+ são uma forma mais barata de financiamento da descarbonização em setores classificados *hard-to-abate*, o que pode contribuir para que empresas e governos deixem de tomar outras medidas efetivas para reduzir suas emissões. O SBTi (*Science Based Targets Initiative*) ainda não aceita créditos REDD+ como forma de *offset* para empresas, o que pode diminuir seu apelo a longo prazo.

¹³ Período em que os projetos de carbono registrados podem gerar créditos de carbono. Normalmente, é permitido um período de 10 ou 7 anos, passíveis de renovação por mais 7.

Apesar dos questionamentos, os créditos REDD+ têm potencial para ser uma solução financeira efetiva para a manutenção das florestas. Caso deixem de representar um mecanismo no mercado de carbono, de que outra forma podemos garantir a sobrevivência das florestas em países em desenvolvimento?

Nesse sentido, outros mecanismos econômicos que podem contribuir para a conservação são, por exemplo, iniciativas para cadeias de suprimentos livres de desmatamento, muitas vezes reforçadas por meio de restrições de importação ou multas aplicadas em especial pela União Europeia, e restrições domésticas como a moratória da soja, que suspende a aquisição e o financiamento da soja de propriedades rurais que tenham lavoura em desflorestamentos ocorridos após 2008.

3 ARR

Projetos do tipo ARR envolvem o plantio ou a restauração de áreas não florestais ou degradadas, gerando créditos de remoção de carbono. Assim, os créditos de ARR vêm do sequestro de carbono e acumulação de biomassa nessas áreas ao longo do tempo. No mercado voluntário, esse tipo de crédito tem um valor de mercado maior do que outros tipos, como energia renovável, industriais e resíduos, por exemplo. Os preços são, em média, 50% maiores, podendo chegar a 100%.

É estimado que o Brasil tenha cerca de 150 milhões de hectares de terras degradadas, dos quais 30 milhões são pastagens, a maior parte delas concentradas na Amazônia e no cerrado. Além das áreas degradadas, a recuperação da vegetação nativa de áreas de preservação permanente e reservas legais também pode gerar créditos de carbono do tipo ARR, desde que não atrelada a créditos de reposição florestal. A expectativa é de que, até 2050, essas áreas possam gerar até 3,5 GtCO₂e em créditos de carbono, constituindo a segunda maior oferta do Brasil no curto prazo – atrás apenas dos créditos REDD+.

Apesar do potencial enorme do Brasil, a capacidade de recuperação e reflorestamento têm uma possibilidade finita, de acordo com as áreas disponíveis e passíveis de geração de créditos. Assim, a expectativa é de que esse tipo de crédito atinja seu pico entre 2035 e 2040, passando a gerar menos nos anos seguintes.

4 Agropecuária de baixo carbono

Os créditos de agropecuária de baixo carbono são gerados a partir da adoção de um conjunto de práticas que reduzem as emissões e aumentam o estoque de carbono no solo, como adoção de culturas de cobertura e rotação ou diversificação.

O agronegócio é um dos motores econômicos do Brasil e também uma de nossas maiores fontes de GEE – em 2021, a agropecuária foi responsável por quase 25% das emissões brasileiras. No Brasil, os créditos de agricultura regenerativa têm grande potencial, embora menor que os créditos REDD+ e ARR, principalmente devido à extensão das práticas agrícolas no país.

A área total elegível para geração de créditos é da ordem de 40 milhões de hectares, com um potencial total de créditos de carbono estimado em 125 MtCO₂e anuais, considerando as iniciativas de plantio direto, sistema integrado, bioinsumos e sistema de irrigação.

No entanto, ainda temos dificuldade para comprovar a adicionalidade das práticas no país, devido ao fato de que elas já serem aplicadas no mercado brasileiro, além das metodologias disponíveis para medição de carbono não traduzirem satisfatoriamente as condições de um país tropical.

Ademais, com as tecnologias atuais, o custo de monitoramento do carbono no solo costuma ser maior do que a receita com créditos, inviabilizando financeiramente os projetos. Mesmo com essas limitações, a expectativa é de que a oferta brasileira desse tipo de crédito atinja o pico por volta de 2035, chegando a representar uma redução de emissão de cerca de 60 MtCO₂e por ano.

Nos últimos anos, diversas iniciativas públicas e privadas têm surgido com objetivo de descarbonizar o agronegócio. Na esfera pública, o Plano ABC (2010-2020), que incentivava a adoção de técnicas de produção sustentáveis, conseguiu mitigar 170 milhões de toneladas de CO₂, sendo atualizado para o Plano ABC+ (2020-2030), com novas metas de descarbonização.

Além disso, empresas privadas do ramo têm lançado iniciativas próprias em parceria com universidades e institutos de pesquisa em prol da descarbonização do agronegócio e para auxiliar produtores a acessar o mercado de carbono, por meio do incentivo ao desenvolvimento de metodologias tropicais de medição de carbono no solo, por exemplo.

5 Carbono azul

Carbono azul é um termo utilizado para se referir ao carbono de ecossistemas marinhos e costeiros. No Brasil, esse tipo de crédito está atrelado especialmente à conservação dos manguezais, que são capazes de estocar até 4 vezes mais carbono do que outros ecossistemas. No entanto, a sua degradação pode liberar o carbono preso no ecossistema, tornando importante sua conservação e restauração.

No país, há cerca de 1,4 milhões de hectares de manguezais, dos quais 87% estão inseridos em alguma unidade de conservação e se estima que eles são capazes de gerar o equivalente a 110 MtCO₂ e em créditos de carbono até 2050. No entanto, por ser um tipo de crédito de conservação, o carbono azul está exposto a riscos semelhantes aos créditos REDD+, podendo ser substituído por mecanismos não relacionados ao mercado de carbono, como a inclusão em unidades de conservação nacionais.

Dessa forma, esperamos que o carbono azul atinja seu pico após 2030 e sua oferta diminua a partir de então. Embora esse tipo de crédito apresente um potencial comparativamente menor para o Brasil, já existem metodologias válidas para projetos dessa natureza e, com o acirramento das mudanças climáticas nos próximos anos, essa pode se tornar uma alternativa importante de geração de créditos.

6 Resíduos e biogás

O biogás é um biocombustível produzido a partir da decomposição de materiais orgânicos, como biomassa residual da cana-de-açúcar, que é capaz de transformar um passivo ambiental em um ativo energético. Os projetos de biogás podem gerar créditos de carbono se comprovado que eles não seriam viáveis economicamente sem a venda de créditos e, no caso de projetos de biometano no RenovaBio, é possível emitir CBIOs quando houver a venda para distribuidores ou postos revendedores.

O Brasil tem um potencial considerável para produção de biogás, especialmente de resíduos do setor sucroalcooleiro, que deve continuar a aumentar e representar uma parcela razoável da oferta de créditos de carbono no país nos próximos anos.

O biogás produzido pode ser aplicado em processos industriais para substituir combustíveis fósseis, especialmente o GLP. A estimativa de substituição parcial ou total desses combustíveis – a depender das características de cada indústria, em processos envolvendo fornos e caldeiras industriais – revela um potencial total de cerca de 350 MtCO₂e em créditos de carbono até 2050.

Além disso, existe ainda um potencial marginal gerado pela substituição do gás natural residencial, gás natural veicular (GNV) e também de máquinas agrícolas movidas a diesel, o que gera um montante adicional de 75 MtCO₂e em créditos de carbono até 2050. No longo prazo, esse tipo de crédito pode chegar a representar 3% a 5% da oferta nacional.

7 Hidrogênio verde e de baixo carbono

O hidrogênio verde (H₂V) é um combustível obtido por meio da hidrólise da água utilizando energia renovável, sem emissões de GEE. Tradicionalmente, o hidrogênio é produzido a partir de gás natural, carvão ou outras fontes de energia fóssil, o que resulta em emissões significativas.

O H₂V pode ser usado como fonte de energia e matéria-prima em processos industriais que requerem hidrogênio, como a produção de amônia, metanol, fertilizantes e HBI (do inglês, *Hot Briquetted Iron*), diminuindo sua pegada de carbono.

Espera-se que projetos de H₂V passem a gerar créditos a partir de 2024, mas devem se tornar mais relevantes no cenário nacional a partir de 2035, com a gradativa diminuição dos créditos de soluções baseadas na natureza. Em 2050, os créditos de H₂V gerados devem ser da ordem de 230 MtCO₂e e corresponder a cerca de 2% a 4% da oferta brasileira, representando a segunda maior oferta no longo prazo, atrás apenas dos créditos de CCS.

Apesar de sua aplicação como fonte de energia e em diversas outras indústrias, é possível que, no Brasil, o H₂V seja aplicado inicialmente em amônia e fertilizantes, sendo essa última sua aplicação mais relevante nacionalmente. Devido à grande importância do agronegócio no país e forte dependência da importação de fertilizantes, a utilização de H₂V para produção de fertilizantes nacionais representa uma forte vantagem para o agronegócio, além de um método eficiente de descarbonização desta e de outras indústrias no país.

Além do H₂V, outras rotas também possibilitam sua produção com baixa pegada de carbono e têm viabilidade econômica no Brasil. Nessas alternativas, destaca-se o hidrogênio musgo (biomassa) e o hidrogênio a partir de etanol, ambos produzidos a partir de processos (reforma a vapor e catalítica) já mais consolidados do que a eletrólise da água.

Essa diferença no processo de produção traz ganhos não somente para o custo final do gás, mas também aumenta sua viabilidade em diferentes regiões e aplicações, visto que o transporte do hidrogênio ainda é custoso, sua rota a partir do etanol permite maior capilaridade no fornecimento do combustível e sua rota a partir da biomassa gera sinergias com atividades agrícolas, aumentando, assim, a gama de aplicações viáveis.

8 CCUS

A maior parte das emissões globais deverá ser reduzida, mas, para atingir o Net Zero, também precisaremos capturar carbono da atmosfera. No caso das indústrias *hard-to-abate*, projeções da IEA mostram que será necessário mais de 35% de captura das emissões se o cenário de 1,5°C for obedecido. O carbono pode ser capturado por meio de algumas soluções baseadas na natureza e de tecnologias de CCUS. Nos próximos anos, o CCUS deve ganhar cada vez mais espaço como forma de capturar carbono, devido ao avanço da tecnologia, aumento dos preços de carbono e à diminuição do protagonismo das soluções baseadas na natureza no longo prazo.



CCS

Em 2023, a iniciativa CCS+ anunciou a consulta pública de suas primeiras metodologias de contabilização de carbono. As metodologias farão parte do VCS e são o primeiro esforço real de incorporar as tecnologias de CCS aos mercados de carbono. Espera-se que essas metodologias sejam finalizadas entre 2023 e 2024.

Os processos tecnológicos de captura de emissões são complexos e custosos, logo, os preços de carbono necessários para a viabilidade de implementação dessas iniciativas deverão ser maiores que US\$ 100/tCO₂e. Assim, é esperado que as iniciativas de captura tenham valor de mercado maiores do que outras iniciativas, devido à necessidade de capturar carbono para limitar o aquecimento global em 1,5°C.

No Brasil, o CCUS será apenas piloto até 2030, quando os preços de carbono devem passar a viabilizar projetos maiores. A estimativa é de que essa tecnologia avance significativamente a partir de então e capture mais de 550 MtCO₂e até 2050, incluindo CO₂ biogênico – aquele proveniente da queima de biomassa, que representa o ciclo natural do carbono –, o que significa efetivamente emissões negativas de carbono.

Conclusão

Os próximos anos serão marcados por esforços de descarbonização mundiais para limitar o aquecimento global. Alguns setores conseguirão atingir suas metas apenas por meio da redução de suas emissões. No entanto, grande parte dependerá de créditos de carbono para complementar seus esforços. Esse contexto deve acelerar a adoção de instrumentos de precificação de carbono mundialmente, assim como levar a um aumento dos preços, viabilizando cada vez mais a adoção de novas tecnologias de redução e captura de carbono.

O Brasil, além de precisar agir para reduzir as próprias emissões, tem o potencial de suprir parte significativa da demanda mundial por créditos de carbono, em especial por meio de soluções baseadas na natureza. No mercado global, devido aos ajustes correspondentes previstos no Acordo de Paris, as emissões negociadas internacionalmente só podem ser reconhecidas por um território, e, por isso, o Brasil deve construir estratégias para atingir as próprias metas, sem deixar de assegurar sua participação no mercado global.

O próximo passo importante está prestes a ser dado: a evolução para um mercado regulado brasileiro, que contribuirá para um impacto real na redução de nossas emissões e para nosso posicionamento como protagonistas na descarbonização global.

Referências

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE),
Relatório da moratória da soja,
<<https://abiove.org.br/relatorios/>>

Agência EPBR, Biogás de resíduos de cana pode gerar até 2,1
GW médios nos próximos anos
<<https://epbr.com.br/biogas-de-residuos-de-cana-pode-gerar-ate-21-gw-medios-nos-proximos-anos/>>

Agência EPBR, Oportunidades para biogás e biometano no
mercado de carbono e no RenovaBio
<<https://epbr.com.br/oportunidades-para-biogas-e-biometano-no-mercado-de-carbono-e-no-renovabio/>>

Agência Pública, Proposta do governo pode finalmente tirar do
papel mercado regulado de carbono
<<https://apublica.org/2023/08/proposta-do-governo-pode-finalmente-tirar-do-papel-mercado-regulado-de-carbono/>>

B3, Renovabio
<https://www.b3.com.br/pt_br/b3/sustentabilidade/produtos-e-servicos-esg/credito-de-descarbonizacao-cbio/>

Bayer, Programa Pro Carbono
<<https://www.agro.bayer.com.br/pro-carbono>>

Bureau of Economic Analysis (BEA) of US Department of
Commerce, GDP by State
<<https://www.bea.gov/data/gdp/gdp-state>>

California.Gov, Current California GHG Emission Inventory Data
<<https://ww2.arb.ca.gov/ghg-inventory-data>>

Capital Reset, Agronegócio no mercado regulado,
<<https://capitalreset.uol.com.br/>>

CCS + Initiative, Frequently Asked Questions
<<https://www.ccsplus.org/faq/>>

DownToEarth, Article 6.2 of Paris Agreement in action: a growing
number of countries are entering carbon market partnerships
<<https://www.downtoearth.org.in/blog/climate-change/article-6-2-of-paris-agreement-in-action-agrowing-number-of-countries-are-entering-carbon-marketpartnerships-90455>>

Ecosystem marketplace, Global Carbon Markets Data Intelligence and Analytics Dashboard

<<https://data.ecosystemmarketplace.com/>>

Forbes, Hidrogênio verde pode responder às demandas da produção de alimentos

<<https://forbes.com.br/forbesagro/2022/10/como-o-hidrogenio-verde-entra-na-cadeia-da-producao-de-alimentos/>>

Fundação Getúlio Vargas (FGV), Mercado de carbono voluntario no Brasil na realidade e na prática

<https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-05/ocbio_mercado_de_carbono_voluntario_no_brasil_na_realidade_e_na_pratica_en.pdf>

G1 Globo, UE fecha acordo sobre lei que impede importação de bens ligados a desmatamento

<<https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2022/12/06/ue-fecha-acordo-sobre-lei-que-impede-importacao-de-bens-ligados-a-desmatamento.ghtml>>

Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses (Ibrafe), Amônia Verde: Hidrogênio Verde na produção de amônia

<<https://www.ibrafe.org/artigo/amonia-verde-hidrogenio-verde-na-producao-de-amonia>>

International Monetary Fund (IMF), A path to zero

<<https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/how-to-reach-net-zero-emissions-bertram>>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), AR6 report

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf>

MapBiomas, Áreas degradadas e estoques de carbono nos ecossistemas,

<<https://brasil.mapbiomas.org/2023/06/21/mapeamento-ineditoindica-que-brasil-estoca-no-solo-o-equivalente-a-70-anos-dasemissoes-de-co2-do-pais/>>

Massachusetts Institute of Technology (MIT), Climate Portal

<<https://climate.mit.edu/explainers/carbon-capture>>

Ministério da Agricultura e Pecuária, Plano ABC e ABC+

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais>>

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMAMC),
Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa
<<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/politica-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa>>

Observatório do Clima, Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)
<https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>

The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM), The Core Carbon Principles Assessment Framework
<<https://icvcm.org/>>

United Nations, Goal 13
<<https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>>

Universidade de São Paulo (USP), Reportagem Especial de Olho no Mangue
<<https://jornal.usp.br/ciencias/recheados-de-carbono-azul-manguezais-ganham-destaque-no-combate-as-mudancas-climaticas/>>

University of Oxford, Our world in data,
<<https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>>

Valor, Tokens de crédito de carbono são opção de investimento verde
<<https://valor.globo.com>>

Verra, Verified Carbon Standard (VCS)
<<https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>>

World Bank, Carbon pricing dashboard
<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data>

World Bank, GDP
<<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>>

World Bank, State and Trends of Carbon Pricing 2023,
<<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58f2a409-9bb7-4ee6-899d-be47835c838f>>

Autora



Bruna Dias

Gerente da Strategy& e autora deste conteúdo
bruna.dias@pwc.com



Lideranças de Energia, *Utilities* e Recursos Naturais da PwC



Adriano Correia

Sócio e líder de Energia, *Utilities* e Recursos Naturais

adriano.correia@pwc.com



Daniel Martins

Sócio da Strategy& e líder de Energia, *Utilities* e Recursos Naturais para o Advisory

daniel.martins@pwc.com



Vandr  Pereira

Sócio e líder de Energia, *Utilities* e Recursos Naturais para o Tax

vandre.pereira@pwc.com

strategy&

Part of the PwC network

www.strategyand.pwc.com



Neste documento, "PwC" refere-se à Strategy& do Brasil Consultoria Empresarial Ltda., firma membro do network da PricewaterhouseCoopers, ou conforme o contexto sugerir, ao próprio network. Cada firma membro da rede PwC constitui uma pessoa jurídica separada e independente. Para mais detalhes acerca do network PwC, acesse: www.pwc.com/structure

© 2023 PwC Strategy& do Brasil Consultoria Empresarial Ltda. Todos os direitos reservados.