O papel estratégico do Brasil no mercado de carbono

A importância da construção de uma economia impulsionada pela transição energética – e como as empresas podem criar valor

2025

Conteúdo

Apresentação 03

01 **A nova economia de baixo carbono: o que está em jogo?** 07

1.1 Por que precificar carbono? 11

1.2 O contexto da precificação de carbono no mundo 14

02 **O Brasil em movimento: a construção do mercado regulado de carbono** 22

2.1 Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões 24

2.2 O Brasil no tabuleiro global do carbono 29

2.3 Oportunidades e riscos para empresas brasileiras 31

03 **Próximos passos: como transformar gestão climática em estratégia de crescimento** 40

Apresentação

A trajetória atual de emissões de gases de efeito estufa ainda está longe de atingir a meta de limitar o aquecimento global a 1,5 °C estabelecida pelo Acordo de Paris. Para corrigir essa trajetória, ações coordenadas serão necessárias para fomentar acordos internacionais, além de políticas nacionais e subnacionais que viabilizem a adoção de práticas de baixo carbono.

O preço de não reduzir as emissões é alto e os impactos já se materializam globalmente com o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, causando perdas financeiras em diversos setores da economia e ameaçando a integridade física de vidas. A estimativa monetária dos danos de cada tonelada adicional de gás carbônico lançada na atmosfera é chamada de custo social de carbono (CSC), estimado em US$280/t$CO_2$, segundo a Universidade da California em Davis, nos Estados Unidos.

O CSC auxilia a implantação de sistemas de precificação de carbono em várias jurisdições nacionais e subnacionais ao redor do mundo, atribuindo custo a emissões e responsabilizando financeiramente grandes emissores. No Canadá, por exemplo, as estimativas de CSC apoiam o estabelecimento de preços mínimos de carbono aplicados em sistemas de precificação.

Ao atribuir preço às emissões, há também o estímulo financeiro para que as soluções de baixo carbono sejam adotadas, porque empresas carbono intensivas sujeitas a sistemas de precificação passam a avaliar o custo da efetividade de ações de descarbonização, considerando o preço imposto pela lei ou pelo mercado regulado – ou seja, com base nos preços de carbono vigentes e tendências futuras, as empresas devem implementar ações que reduzam suas emissões o pagamento pelas emissões não abatidas.

Mais de 90 países e governos regionais já adotaram mecanismos de precificação de carbono, como sistemas de mercados ou taxação. O Sistema Comércio de Emissões (*Emission Trading System* ou ETS, na sigla em inglês) tem sido o principal instrumento adotado por regulações globalmente. Ele gera 67% das receitas de carbono regulado (69,1 bilhões de dólares), enquanto os sistemas de taxações respondem por 33% (33,1 bilhões de dólares).

O ETS da União Europeia (EU ETS) é o principal e mais maduro mecanismo de precificação de carbono no mundo, passando a contar, a partir de 2026, com o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), cobrando tarifas sobre produtos intensivos em carbono ou carbono-intensivos importados e igualando o preço pago por empresas europeias para importadores de países com regras climáticas menos rigorosas.

Na esteira da Europa, vários outros países estão adotando sistemas de precificação de emissões e desenhando sistemas de proteção de fronteiras, trazendo regras que trarão novas perspectivas e arranjos para o comércio internacional.

O Brasil – com uma das matrizes energéticas mais limpas do planeta e uma biodiversidade única – tem tudo para ocupar uma posição de destaque. Mas isso exige preparo, estratégia e ação coordenada entre setores público e privado. A sanção da Lei nº 15.042/2024 marca a entrada do Brasil nesse novo tabuleiro, com a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).

A nova regulação estabelece um conjunto de diretrizes robustas, com metas setoriais, ativos transacionáveis, governança compartilhada e uma infraestrutura de mensuração e rastreabilidade para emissões de gases de efeito estufa. Na primeira fase de implementação, cerca de 5 mil empresas deverão medir, reportar e compensar suas emissões, criando a base para um mercado nacional estruturado.

Nos próximos capítulos, analisaremos os pilares do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) e sua conexão com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, refletidos na nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), revisada em 2024. Essa NDC define a meta de redução das emissões entre 59% e 67% até 2035, tomando como referência os níveis de 2005, e projeta alcançar a neutralidade climática até 2050, em consonância com o Artigo 6 do Acordo de Paris.

Também discutiremos os riscos e as oportunidades que emergem dos mecanismos globais de precificação de carbono – e por que o Brasil tem potencial para liderar um novo capítulo da economia de baixo carbono, conectando competitividade internacional e compromisso ambiental.

Por fim, esta trilha aponta caminhos para que as empresas se antecipem às exigências, integrem o carbono às decisões de negócios e transformem riscos regulatórios em vantagem competitiva. Este é um convite para quem quer sair do discurso e transformar a gestão climática em estratégia real de crescimento.

“Estamos acompanhando as novas tendências globais e sendo influenciados pela evolução subsequente. Precisamos caminhar em direção a uma nova lógica econômica, mais limpa, resiliente e alinhada ao compromisso climático, criando mecanismos que atribuam valor à redução das emissões dos gases de efeito estufa.”

Daniel Martins,
sócio e líder da indústria de Energia e Serviços de Utilidade Pública

01

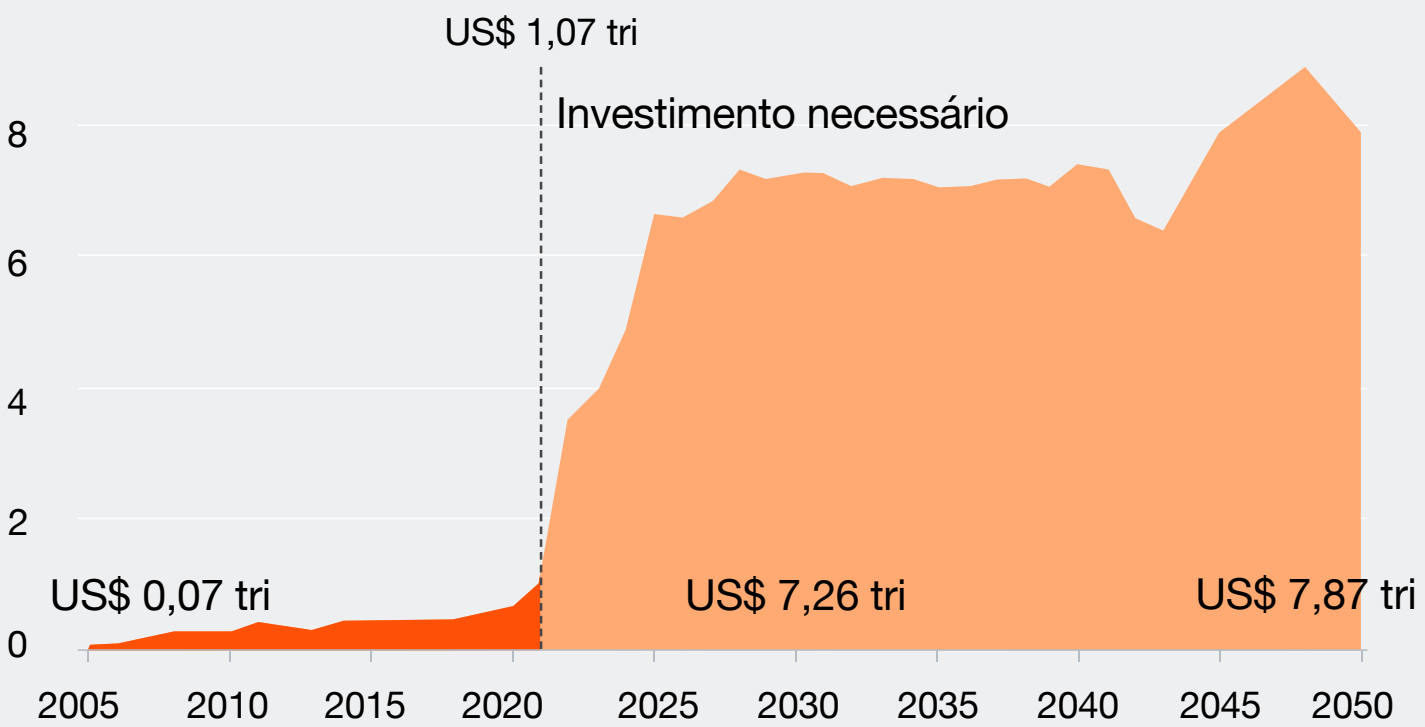
A nova economia de baixo carbono: o que está em jogo?

Alcançar as metas climáticas globais não é tarefa simples. Além dos custos financeiros, o preço da inação climática já é visível: mais de US$ 2 trilhões de dólares foram perdidos por causa de eventos climáticos extremos, segundo relatório da International Chamber of Commerce (ICC). Furacões, secas prolongadas e enchentes cada vez mais frequentes afetam diretamente a produção de alimentos, a disponibilidade de água potável e colocam em risco milhões de vidas ao redor do mundo.

Para evitar que essas perdas se multipliquem nas próximas décadas, será necessário um volume inédito de investimentos na transição energética. De acordo com estimativas da Agência Internacional de Energia (IEA) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), esses investimentos devem ultrapassar US$ 4 trilhões por ano já em 2025, podendo chegar a um patamar entre US$ 7,2 trilhões e US$ 8,9 trilhões anuais entre 2030 e 2050 (ver gráfico abaixo).

A demanda anual de investimento aumentará drasticamente em relação aos níveis atuais

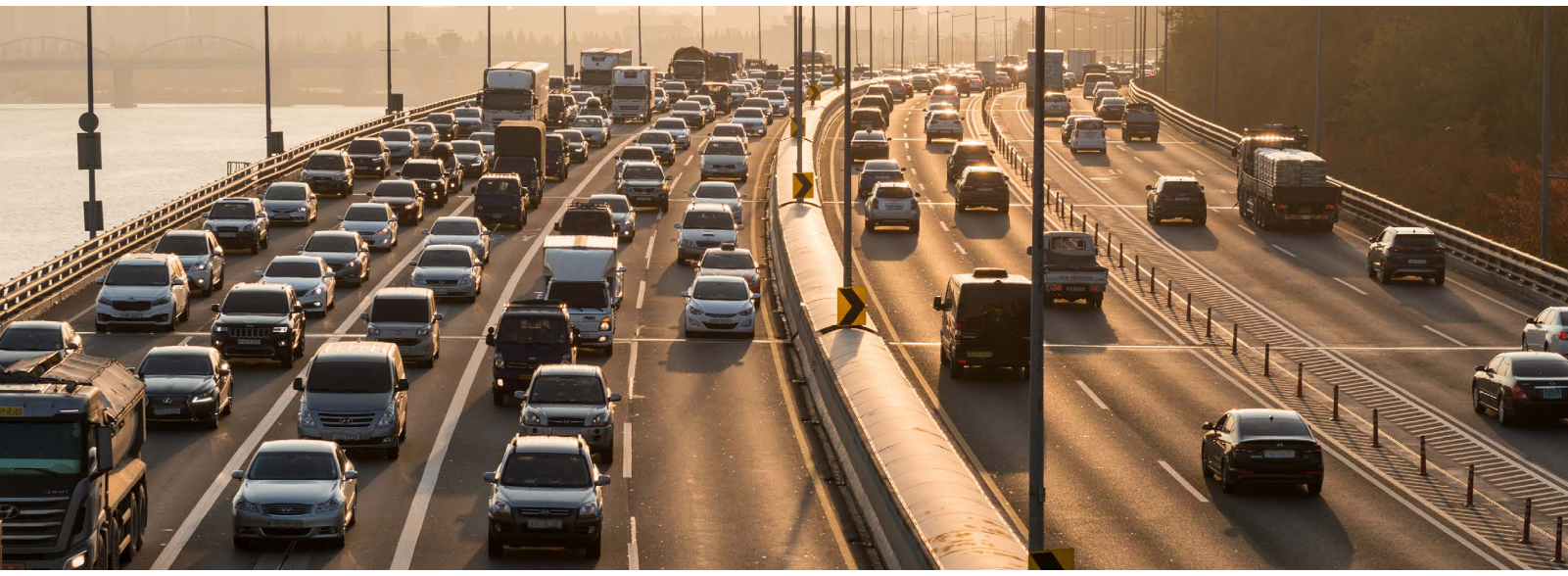
Capital necessário para investir anualmente na transição energética (em US$ trilhões)



Obs.: investimentos necessários em termos reais, 2022
Fontes: BNEF

Em setores mais emissores da economia, como cimento, aço, aviação e combustíveis fósseis, a expectativa é que os custos de descarbonização sejam mais expressivos, exigindo novas tecnologias, substituição de combustíveis e captura de carbono. Esses setores são, inclusive, os primeiros a serem incluídos nas regulações de carbono já estabelecidas em vários países.

Economistas e representantes setoriais acreditam que a imposição de preços de carbono pode causar impacto inflacionário sobre empresas e consumidores, aumentando, por exemplo, o custo de moradia ou de veículos no curto prazo, porque os preços de aço e cimento podem aumentar. Isso também pode acontecer com passagens aéreas, uma vez que combustíveis e matérias-primas mais limpas ainda são mais custosos.



Por outro lado, caso não haja investimentos suficientes, os impactos financeiros para a sociedade serão ainda mais catastróficos. Estudos do National Bureau of Economic Research (NBER) indicam que, para cada 1 °C de aumento médio da temperatura global, o PIB mundial pode sofrer uma redução de até **12%**, comprometendo cadeias de produção, infraestrutura crítica e a própria segurança alimentar.

Em um cenário de 3 °C de aumento da temperatura global, o Custo Social do Carbono (CSC) pode ultrapassar

US$ 1.300/tCO$_2$,

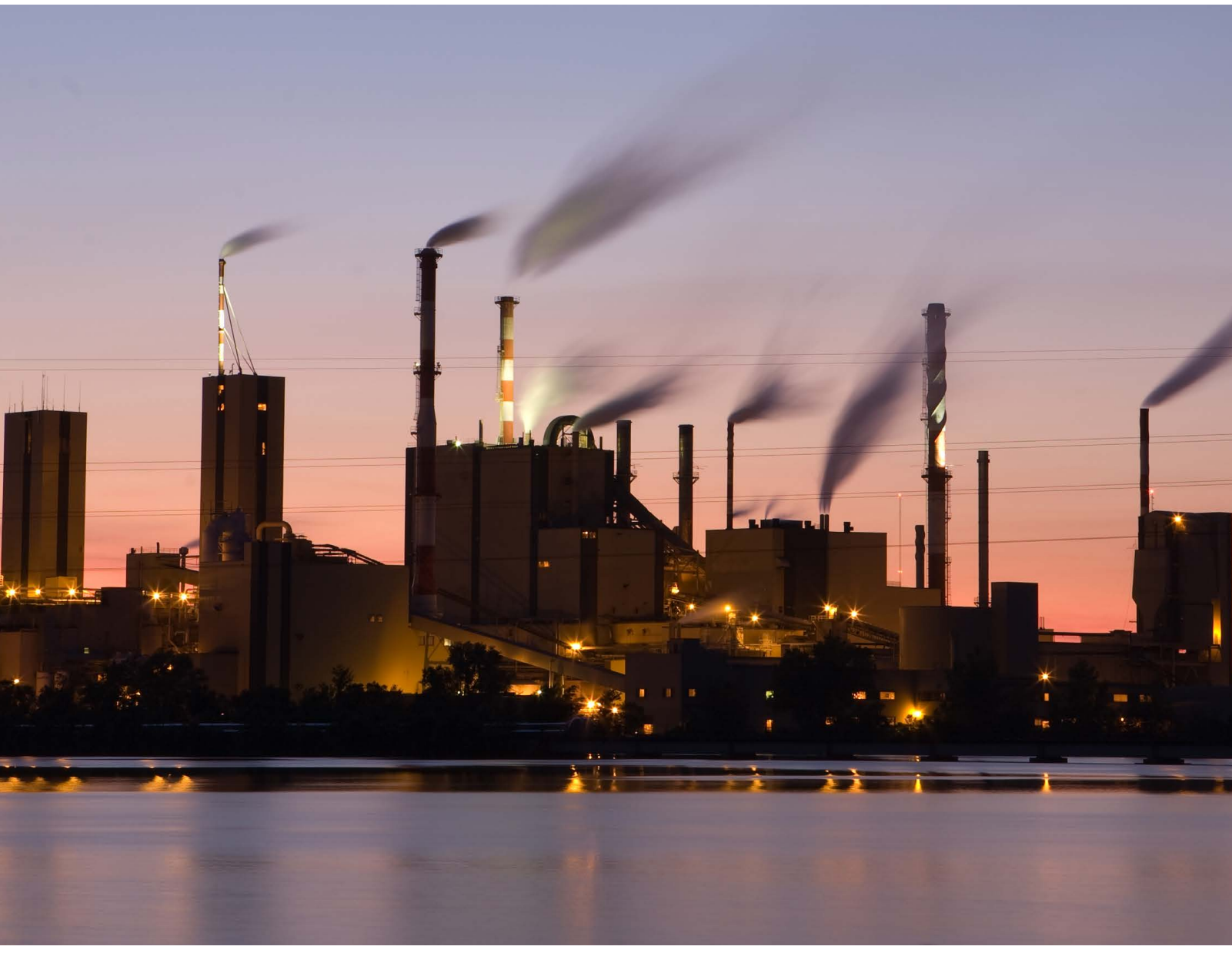
valor muito acima do preço estimado como necessário para alcançar as metas Net Zero (US$ 250/tCO$_2$).

Fonte: International Energy Agency (IEA - Net Zero by 2050).

Esses dados evidenciam a necessidade de reorganizar a economia, criando mecanismos que atribuam valor à redução de emissões em vez de arcar com os custos da inação. Mais do que uma medida econômica, é uma estratégia para preservar vidas, garantir segurança climática, evitar prejuízos trilionários e sustentar a competitividade global.

A expectativa é que, com o avanço da regulamentação internacional e a consolidação de mercados regulados e voluntários, o mercado de carbono se torne uma das principais plataformas para financiar a transição para um futuro energético mais sustentável, justo e competitivo. Ao aplicar esses sistemas de forma planejada e gradual, permitimos que setores intensivos em carbono se preparem para a transição e contribuam para as metas climáticas.

1.1



Por que precificar carbono?

À medida que os impactos das mudanças climáticas se tornam mais frequentes e severos, cresce a urgência de adotar mecanismos que conciliem desenvolvimento econômico com responsabilidade ambiental. A precificação do carbono é essencial, então, para alinhar crescimento e ação climática.

Para o setor privado:

- Fomenta a descarbonização ao **induzir um comportamento de mercado que desestimula a emissão de gases de efeito estufa (GEE)** e incentiva práticas mais limpas.
- Aumenta **a vantagem competitiva** de práticas menos emissoras e de empresas que reduzem suas pegadas de carbono, contribuindo para o atingimento de metas climáticas corporativas.
- Estimula a inovação e a adaptação das cadeias produtivas a padrões mais sustentáveis, ao tornar **mais atrativas tecnologias de baixo carbono** e soluções sustentáveis, como a captura e o armazenamento de CO_2 e hidrogênio renovável, por exemplo.
- Permite a tomada de decisão e a**locação de recursos em sustentabilidade**, já que os custos ambientais passam a ser considerados nas análises de investimento, produção e consumo, permitindo que a descarbonização seja escalável.
- Estimula a **criação de novos mercados e modelos de negócios** voltados à transição climática, como o comércio de créditos de carbono, o reflorestamento e soluções baseadas na natureza.

Para o setor público:

- A **arrecadação gerada permite investimentos em ações de transição energética, infraestruturas resilientes e justiça social**, tornando-se uma fonte relevante de receita para apoiar a própria transformação.
- Contribui significativamente **para que países cumpram suas metas climáticas**, ao impor limites de emissão setoriais ou impor custos para emissões compatíveis com capacidade de ação setorial.

Para a sociedade:

- A precificação ainda **contribui para a equidade, ao garantir que quem polui mais pague proporcionalmente pelos impactos gerados**, em vez de transferir esses custos para a sociedade como um todo.
- Permite que os **recursos arrecadados sejam investidos em estruturas resilientes** que protejam a sociedade dos impactos climáticos futuros.

Ao atribuir um custo à emissão de CO_2, a precificação do carbono cria um sinal claro ao mercado: emitir passa a ser uma despesa, enquanto investir em soluções limpas se torna mais vantajoso – indispensável para empresas que buscam alinhar seus negócios às metas climáticas. Sua adoção, no entanto, pode trazer desafios.

Nos estágios iniciais, por exemplo, pode haver aumento de custos operacionais – especialmente em empresas com alta intensidade de emissões e pouca capacidade de implementação de inovação tecnológica. Além disso, as dinâmicas de mercados globais exigem que sejam criados mecanismos de proteção para setores pressionados por comércio internacional e competição com países onde as regras ambientais são menos restritivas.

Esse cenário começa a mudar com a expansão e consolidação desses mecanismos globalmente, além do aumento aumento das pressões por ação climática e transparência em dinâmicas comerciais nacionais e internacionais. Empresas que se antecipam à transição, modernizando seus processos, estarão mais preparadas para competir em um mercado guiado por rastreabilidade e compromissos climáticos.

1.2

O contexto da precificação de carbono no mundo

A precificação de carbono no mundo se dá por meio de três tipos de instrumentos. O primeiro é formado pelos sistemas regulados, que atualmente respondem por 99% da movimentação financeira global. No entanto, espera-se que, no futuro, esses sistemas compartilhem espaço com o segundo tipo: os mercados internacionais, desenvolvidos no contexto do Acordo de Paris. O terceiro tipo são os mercados voluntários de carbono, que vêm ganhando força à medida que os sistemas regulados amadurecem.

Visão geral dos sistemas de precificação de carbono

Compromissos assumidos pelo setor privado

US$ 0,7 bi
Em valor dos créditos de carbono negociados

Exemplos de projeto
- Uso do solo
- Agricultura
- Eficiência energética

O mercado internacional, em fase inicial, visa apoiar o cumprimento das NDCs dos países

195 Países
Com NDCs ativas

Brasil
- redução de 59% a 67% das emissões até 2035
- potencial de gerar e vender créditos globalmente

Voluntário | **Internacionais**

Regulados

Imposição legal que cria a obrigação de reduzir as emissões de GEE para determinados setores

US$ 104 bi
Em receitas do governo → **ETS**
US$ 75 bi

Imposto sobre carbono
US$ 29B

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

União Europeia

Siderurgia	Hidrogênio	Cimento
Fertilizantes	Eletricidade	Alumínio

A discussão sobre precificação de carbono tem avançado principalmente por meio de mercados regulados, que atualmente concentram a maior parte da movimentação financeira global. Esse será o foco central desta trilha de leitura, dado o momento de regulamentação do mercado brasileiro.

Embora ainda em desenvolvimento, os mercados voluntários de carbono vêm ganhando força e representam uma importante via de complementação, especialmente para setores e países que buscam acelerar a transição climática antes da implementação de regulações obrigatórias.

1) Instrumentos de precificação de carbono regulados

Existem 110 instrumentos de precificação de carbono em vigor, distribuídos por mais de 90 jurisdições nacionais e subnacionais, cobrindo cerca de um quarto das emissões globais. Cada uma dessas jurisdições define regras próprias, como cobertura setorial, gases incluídos, destinação das receitas, critérios de isenção, entre outras. Esses instrumentos se organizam em dois modelos principais:

Sistemas de comércio de emissões (*cap-and-trade*): os governos definem um teto para as emissões e emitem permissões que podem ser distribuídas gratuitamente ou leiloadas. À medida que esses sistemas amadurecem, as alocações gratuitas tendem a ser substituídas por leilões ou pela negociação entre empresas reguladas, promovendo a formação de mercado e sinalizando preços mais elevados.

Tributação direta sobre o carbono (*cabon tax*): os governos estabelecem um valor por tonelada de CO_2e emitida, criando um custo direto para os emissores e estimulando a redução.

Os sistemas de comércio de emissões (ETS), baseados no modelo *cap-and-trade*, concentram os maiores volumes de emissões precificadas e geram as principais receitas globais entre os instrumentos regulados, principalmente em países europeus.

Em 2024, esses sistemas arrecadaram cerca de US$ 69,1 bilhões, com destaque para o EU ETS, responsável pela maior parte desse valor, seguido pelos sistemas da Alemanha, Califórnia, Reino Unido e pela RGGI (Iniciativa Regional de Gases de Efeito Estufa), que reúne estados do nordeste dos EUA.

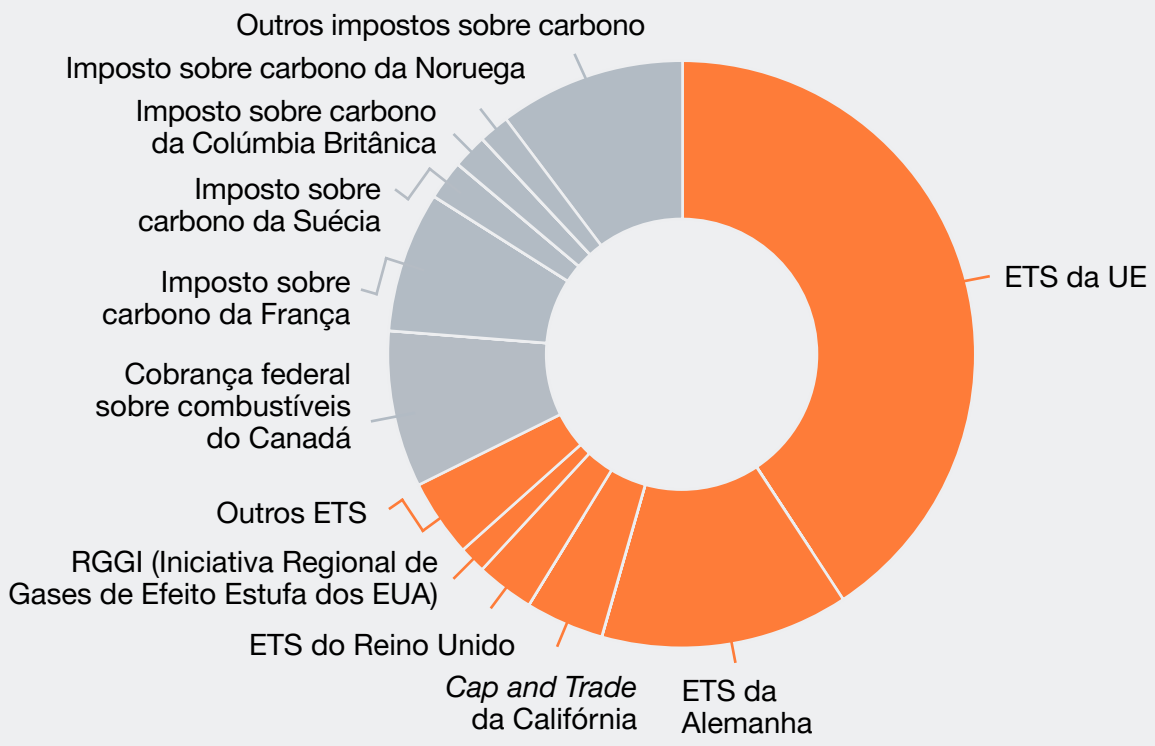
Enquanto isso, os sistemas de tributação direta sobre o carbono arrecadaram cerca de US$ 33,1 bilhões. Um exemplo de destaque é o Canadá, que adota um modelo combinado: a BC Carbon Tax, aplicada na Colúmbia Britânica, e a Federal Fuel Charge, uma taxa federal sobre combustíveis que estabelece um preço fixo por tonelada de CO_2 emitida. Também se destacam a França, com sua taxação nacional, e a Noruega, que implementou um dos primeiros impostos sobre carbono do mundo, em 1991.

Receita com precificação de carbono, por instrumento, em 2024

Reflete a contribuição para a receita governamental global com precificação de carbono, por instrumento

Imposto sobre carbono US$ 33,1 bilhões

ETS (Sistema de Comércio de Emissões) US$ 69,1 bilhões



Fonte imagem: Carbon Princing Dashborad, World Bank

Em países com políticas mais restritivas e ampla cobertura setorial, o aumento do custo do carbono pode acirrar desigualdades e afetar a competitividade local – não apenas das empresas, mas também das economias nacionais. A assimetria entre adoção de políticas e capacidade de ação climática das nações gera a necessidade da criação de sistemas de proteção de mercados regulados, além de políticas de **transição justa** e de cooperação.

Para evitar que o custo do carbono represente uma desvantagem competitiva em relação a empresas localizadas em países com regras menos restritivas, as economias com precificação regulada costumam adotar dois instrumentos principais: a distribuição de permissões gratuitas para setores mais expostos a mercados internacionais; e a aplicação de um sistema de proteção de fronteiras.

O primeiro sistema de proteção de fronteiras está em fase de implementação e previsto para iniciar cobranças de taxas de importação a partir de 2026 na Europa – o CBAM Europeu. Importadores de produtos intensivos em carbono – como aço, cimento e fertilizantes – deverão pagar uma tarifa proporcional às emissões embutidas neles. Além da Europa, outros países já estão desenhando sistemas similares.

Essa tendência aumenta a pressão regulatória em relação à precificação de carbono globalmente, trazendo regras que criarão novas perspectivas e arranjos para o comércio internacional. Na prática, países e empresas que não precificam suas emissões passarão a enxergar o custo das emissões em suas exportações, podendo ter sua competitividade ameaçada caso não consigam alinhar suas trajetórias com as exigências globais.

2) Mercados internacionais

A partir de 2025, com a adesão de 195 países ao Acordo de Paris, discute-se a criação de um mercado global de carbono. O objetivo é viabilizar a cooperação internacional no cumprimento das metas climáticas, promovendo um sinal de preço que estimule práticas menos intensivas em carbono e reduza os custos de implementação dos planos climáticos.

O Artigo 6 do acordo estabelece diretrizes para a criação do mercado, permitindo a transferência de resultados de mitigação entre países, desde que sejam observados critérios de transparência, rastreabilidade e integridade ambiental. Segundo o portal oficial da COP29, essa cooperação internacional pode reduzir os custos de implementação dos planos climáticos nacionais em até US$ 250 bilhões por ano até 2035.

- **Artigo 6.2:** Transferências Internacionais de Resultados de Mitigação (ITMOs), permitindo que países transfiram entre si reduções certificadas de emissões, desde que respeitados critérios de rastreabilidade e contabilidade ambiental.

- **Artigo 6.4:** estabelecimento de um mecanismo estruturado de geração e comercialização de créditos de carbono, com base em projetos específicos aprovados por um órgão supervisor internacional. Esses créditos, conhecidos como A6.4ERs, podem ser utilizados por outros países no cumprimento de suas NDCs, ou por empresas com compromissos voluntários de responsabilidade climática e neutralidade de carbono.

O tema tem sido pauta constante nas **Conferências das Partes (COPs) da Organização das Nações Unidas (ONU)**. Ao longo dos anos, as discussões sobre precificação de carbono e regulação dos mercados internacionais alternaram momentos de avanço e estagnação.

Mas foi na COP29 em 2024 que um marco importante foi alcançado: a definição de regras para o funcionamento do **mercado global de carbono**, como, por exemplo, o estabelecimento de critérios norteadores para escolha de metodologias de geração de créditos de carbono e atividades de remoção no âmbito do Artigo 6.4.

Apesar dos avanços, o mercado internacional de carbono ainda precisa passar por uma fase de implementação antes de entrar em vigor. Além disso, os diferentes níveis de ambição climática assumidos por cada país em suas NDCs podem gerar distorções nesse mercado. Com a atualização das NDCs dos países prevista para a COP30, espera-se um maior equilíbrio entre as responsabilidades individuais dos países, contribuindo para a construção de um mercado mais justo.

3) Mercados voluntários de carbono

Os mercados voluntários de carbono são plataformas em que empresas, organizações e indivíduos podem adquirir créditos de carbono para compensar voluntariamente suas emissões de gases de efeito estufa. Diferente dos mercados regulados, esses sistemas não são exigidos por lei – mas vêm ganhando relevância à medida que cresce a pressão por compromissos ambientais e neutralidade climática no setor privado.

Em 2024, o valor total dos créditos de carbono negociados voluntariamente chegou a US$ 16,3 bilhões. Apesar de sua natureza não obrigatória, os mercados voluntários têm se consolidado como um importante catalisador da ação climática no setor privado, impulsionados pelo engajamento crescente de empresas que assumem metas próprias de descarbonização.

02

O Brasil em movimento: a construção do mercado regulado de carbono

Para que o Brasil possa assumir um papel de protagonista no mercado internacional de carbono, é essencial garantir a coerência entre seus compromissos climáticos nacionais e sua atuação global.

Essa ambição está diretamente conectada aos mecanismos previstos no **Artigo 4.2 do Acordo de Paris**, que define que cada país deve apresentar uma NDC, ou seja, sua meta individual de redução de emissões e adaptação climática. A NDC brasileira, atualizada em 2024, estabelece a meta de reduzir as emissões em 59% a 67% até 2035, com base nos níveis de 2005, e reafirma o compromisso de alcançar a neutralidade climática até 2050.

Como uma das estratégias para apoiar o país no caminho para redução de emissões, foi criada e aprovada a Lei nº 15.042/2024, que estabelece o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). Esse sistema será a espinha dorsal das regras do mercado regulado nacional, garantindo que as transações sejam conduzidas com credibilidade, rastreabilidade e alinhamento internacional.

2.1

Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões

O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) é o marco regulatório que estrutura o mercado de carbono no país e estabelece bases para que empresas de setores intensivos em carbono possam negociar permissões de emissão e certificados de remoção.

A lei tem como objetivo viabilizar o cumprimento das metas climáticas brasileiras de forma custo-efetiva, gradual e justa, promovendo a redução e remoção de emissões de gases de efeito estufa (GEE) com a participação articulada dos setores público, privado e da sociedade civil. A implantação do SBCE será gradual, com **cinco fases e conclusão esperada para depois de 2030**, desenhadas para garantir previsibilidade e segurança jurídica às empresas reguladas.

Fase 5

Início do mercado plenamente operacional, com o primeiro leilão de CBEs e a abertura do mercado secundário para negociações entre empresas.

Fase 4

Publicação do PNA, início do ciclo de alocação de CBEs e primeiros leilões.

Fase 3 (24 meses)

Início da obrigação de relatórios e planos de monitoramento, com base nos quais será elaborado o primeiro Plano Nacional de Alocação (PNA).

Fase 2 (12 meses)

Implantação do sistema de MRV (Monitoramento, Relato e Verificação), com exigência de reporte padronizado das emissões pelas empresas, formando a base de dados para fiscalização do mercado.

Fase 1 (12 a 24 meses)

Regulamentação inicial, criação do órgão gestor e definição dos setores regulados.

Estima-se que cerca de 5 mil empresas estejam dentro do escopo, com foco no setor industrial, que responde por grande parte das emissões reguláveis. Atividades agropecuárias de produção primária estão temporariamente fora do mercado, assim como unidades de tratamento de resíduos e efluentes que adotem tecnologias comprovadas de neutralização.

A exigência de Monitoramento, Reporte e Verificação (MRV) será aplicada a empresas que emitirem a partir de 10 mil toneladas de CO_2e por ano, com obrigações mais rigorosas acima do limite de 25 mil toneladas/ano – incluindo conciliação e compensação das emissões via compra de ativos no mercado regulado.

O sistema funcionará com dois tipos principais de ativos

- **Cotas Brasileiras de Emissões (CBEs):** permissões negociáveis que autorizam a emissão dentro do limite definido por setor (*cap-and-trade*). São atribuídas a empresas sob o SBCE que podem vendê-las ou comprá-las de acordo com sua necessidade. A definição dos limites setoriais será feita no Plano Nacional de Alocação.
- **Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVEs):** créditos oriundos de projetos de remoção ou redução adicional de emissões (como reflorestamento, captura de carbono ou energias renováveis). O uso de CRVEs (também conhecidos como *offsets*) será limitado dentro do SBCE, com critérios específicos ainda a serem definidos.

Questões críticas ainda em aberto

Apesar de o marco legal estar estabelecido, pontos fundamentais para o bom funcionamento do SBCE ainda carecem de definição. A maneira como essas questões serão regulamentadas determinará não apenas a eficácia ambiental do sistema, mas também sua aceitabilidade econômica e credibilidade internacional. Na fase de implantação do SBCE, espera-se que algumas perguntas-chave sejam respondidas:

Ambição e escopo

- Quais serão os limites de emissão por setor?
- As metas serão definidas por intensidade ou de forma absoluta?
- Qual será a cobertura setorial e percentual das emissões?

Proteção de mercado e competitividade da indústria brasileira

- Haverá alocações gratuitas? Para quais setores e com que representatividade?
- Será adotado um mecanismo de proteção de fronteiras para produtos importados de países sem precificação de carbono?

Integração com mercado voluntário de carbono

- Qual será o peso dos CRVEs no sistema? Eles poderão ser usados para cumprir obrigações das empresas reguladas?
- Quais critérios definirão a aceitação desses ativos: créditos com *vintage*[1], metodologias, certificadoras, integridade?

[1] Créditos com *vintage*: refere-se ao ano em que a redução ou remoção de emissões foi gerada e certificada. Mercados costumam limitar a aceitação a créditos recentes, para garantir relevância e adicionalidade dos ativos – por exemplo, apenas créditos gerados nos últimos cinco ou dez anos.

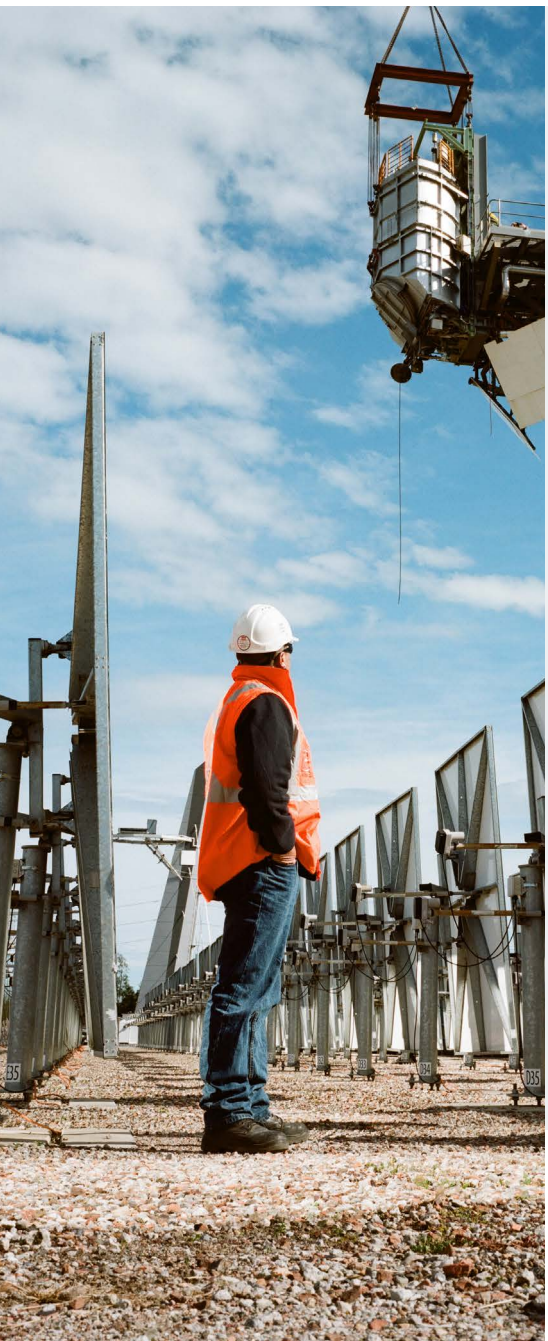
Mercados secundários

- Haverá mercado secundário para negociação?
- Quem serão os operadores? Poderão ser do setor privado?

Integração com mercados internacionais

- Haverá integração com outros mercados regulados?
- O Brasil poderá ser exportador de ativos de descarbonização?
- Como isso impactará o cumprimento da NDC brasileira?
- Quais serão as regras para garantir ajustes correspondentes[2] e evitar dupla contagem?

[2] Ajustes correspondentes: mecanismo contábil previsto no Artigo 6 do Acordo de Paris para evitar dupla contagem de reduções de emissões transferidas entre países.



Com a criação dessa estrutura, o Brasil se aproxima dos instrumentos previstos no Artigo 6 do Acordo de Paris, com possibilidade de os CRVEs serem alinhados com os créditos A6.4ERs, desde que sigam metodologias robustas, auditadas e compatíveis com os critérios da ONU.

Além disso, o mercado de carbono abre porta para que o Brasil possa integrá-lo a outros mercados regulados internacionais no âmbito do Artigo 6.2, conforme a conexão de mercados que foi realizada entre Suiça e União Europeia ou entre Califórnia, nos Estados Unidos e Quebec, no Canadá.

2.2

O Brasil no tabuleiro global do carbono

Com a entrada em vigor da Lei nº 15.042/2024, o Brasil passou a integrar de forma mais concreta o ecossistema internacional de mercados regulados de carbono. Mas, para que o país possa exportar créditos e resultados de mitigação para outras nações, é necessário primeiro demonstrar avanços consistentes no cumprimento de suas próprias metas climáticas.

O potencial brasileiro é alto já que o país dispõe de recursos naturais únicos, como áreas extensas para conservação florestal, restauração de ecossistemas e projetos de uso sustentável da terra, ampliando nossa capacidade de geração de créditos de alta integridade ambiental.

Estudos da Strategy& indicam que, até 2030, a oferta potencial de créditos de carbono no Brasil, considerando a totalidade dos recursos disponíveis no país, pode chegar a cerca de 370 $MtCO_2e$, aproximadamente nove vezes superior à demanda doméstica estimada (entre 17 e 72 $MtCO_2e$). Como a demanda brasileira representa apenas 2,5 a 5% da demanda global, grande parte desse volume precisará se conectar a mercados externos, seja no mercado voluntário ou via Artigo 6 do Acordo de Paris, por exemplo.

Os créditos brasileiros representam cerca de 7% da demanda global, podendo responder por 12% a 13% nos próximos anos. Desse volume, mais de 50% teriam como destino a demanda internacional, reforçando o papel do país como exportador de créditos de carbono.

Transformar esse potencial em vantagem competitiva dependerá de uma regulação efetiva, combinada com mecanismos robustos de rastreabilidade e uso sustentável dos recursos naturais.

2.3

Oportunidades e riscos para empresas brasileiras

A expansão dos mecanismos de precificação de carbono no mundo está transformando a lógica da competitividade internacional. Mesmo em países onde ainda não há cobrança direta, em um mundo globalizado, as empresas já enfrentam um impacto financeiro nos custos de produção embutido nos preços dos produtos, decorrente de impostos, exigências regulatórias e instrumentos como o CBAM.

Esse custo, chamado de custo oculto do carbono, pode chegar a representar mais de 1,5% do valor de produção de setores carbono-intensivos, como aço, cimento e químicos, e 10% para eletricidade nos países do G20, **como calculado pela PwC em estudo recente publicado em 2023**.

Para as operações no Brasil, o preço do carbono poderia ser fonte de vantagem competitiva, considerando a menor intensidade de carbono potencial do país, que opera com abundância de recursos naturais e fontes renováveis de energia. Setores críticos ajudam a ilustrar esse cenário abaixo:

Setor de energia

A matriz energética brasileira, baseada majoritariamente em fontes renováveis, pode conferir ao país uma vantagem competitiva estrutural em relação a países com maior intensidade de emissões. Em 2023, a intensidade de carbono da geração elétrica no Brasil foi de 0,10 tCO_2e/MWh, enquanto países como China, Índia e África do Sul superaram 0,5 tCO_2e/MWh. Isso representa uma diferença de até 492% em relação às maiores emissões.

Na energia primária, o cenário também favorece o Brasil: a intensidade de carbono nacional foi de 1,36 tCO_2e/tep, contra 3,02 na Índia, 2,75 na China e 2,61 no Vietnã, o que garante ao Brasil a menor intensidade entre os países analisados – um diferencial que pode se traduzir em menores custos de ajuste de carbono em mercados regulados em implementação pelo globo.

Ao incluir um preço de carbono teórico de US$35/$tCO_2$, o Brasil pode ter vantagem competitiva em relação a China de quase US$17/MWh na energia elétrica e de US$49/tep na energia primária, evidenciando a vantagem comparativa estrutural do Brasil, sustentada principalmente por sua matriz elétrica de baixa emissão.

Brasil se destaca por sua matriz limpa e pode usar vantagem energética para exportar produtos industriais de baixo carbono

Vantagens competitivas da matriz limpa brasileira

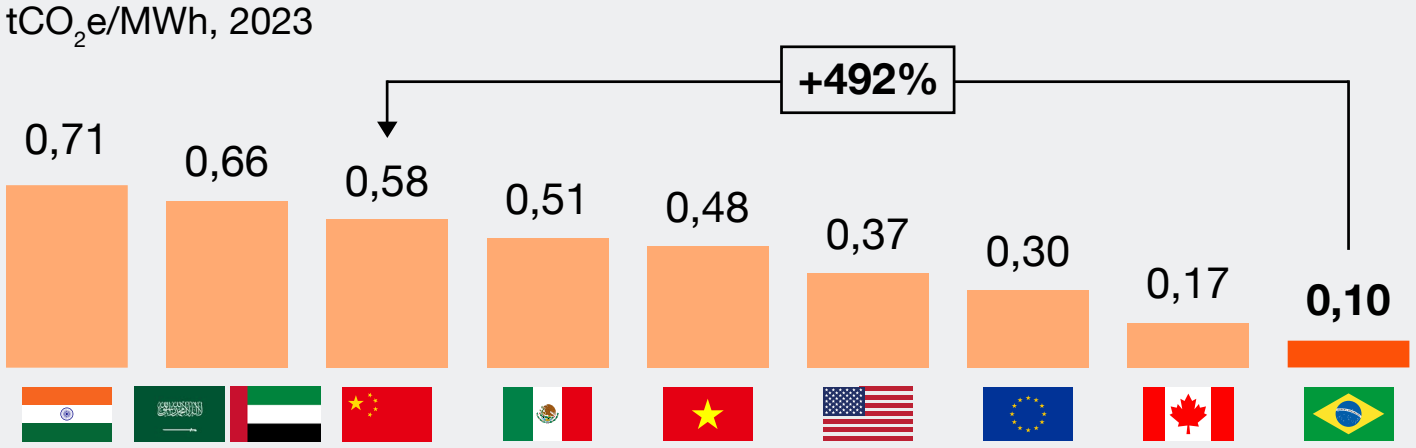
Vantagem competitiva na geração elétrica

Potencial de vantagem competitiva no Brasil [US$/MWh]

Índia	Arábia Saudita e EAU	China	México	Vietnã	EUA	UE	Canadá	**Brasil**
21,47	19,52	16,89	14,27	13,16	9,46	7,05	2,50	

Intensidade de carbono – Geração elétrica

tCO_2e/MWh, 2023



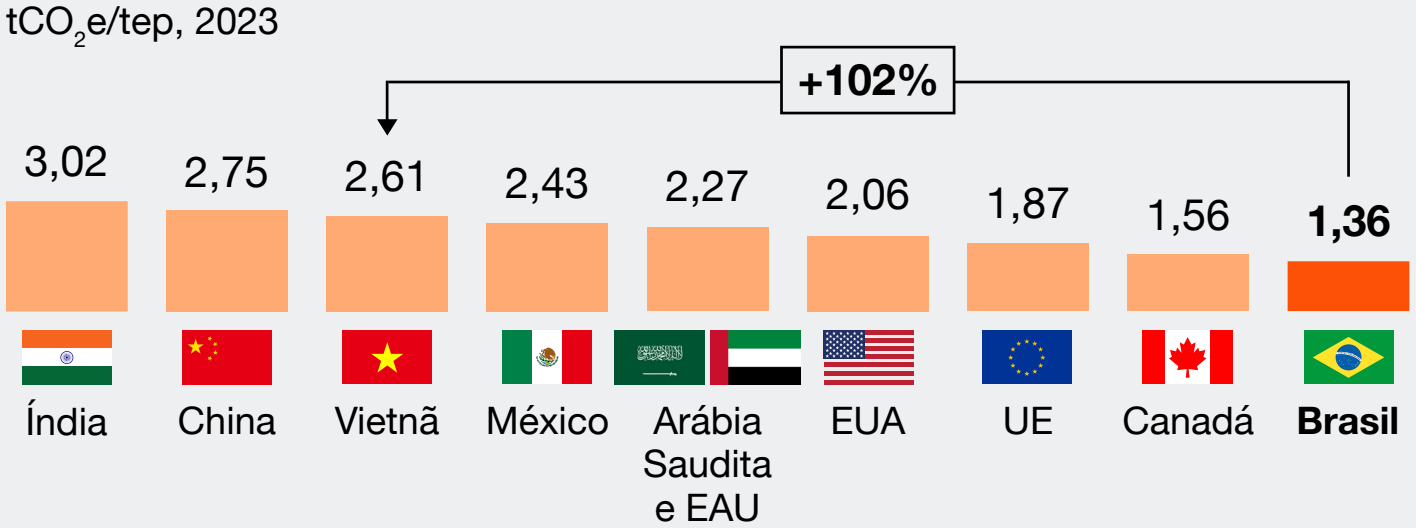
Vantagem competitiva na energia primária

Potencial de vantagem competitiva no Brasil [US$/tep]

Índia	China	Vietnã	México	Arábia Saudita e EAU	EUA	UE	Canadá	**Brasil**
57,89	48,50	43,73	37,17	31,75	24,40	17,74	6,91	

Intensidade de carbono – Energia primária

tCO_2e/tep, 2023



Fontes: análises da PwC, Global Trade Analysis Project e IEA.

Setor de metais ferrosos e alumínio

O Brasil pode se posicionar de forma estratégica em setores altamente expostos à regulação climática – como o de ferro, aço e alumínio – quando se considera a intensidade de emissões de CO_2 por tonelada de produto.

Além disso, em setores com alto volume de exportação, país tem intensidade de CO_2 mais competitiva.

Países exportadores de ferro e aço e alumínio para UE em 2022

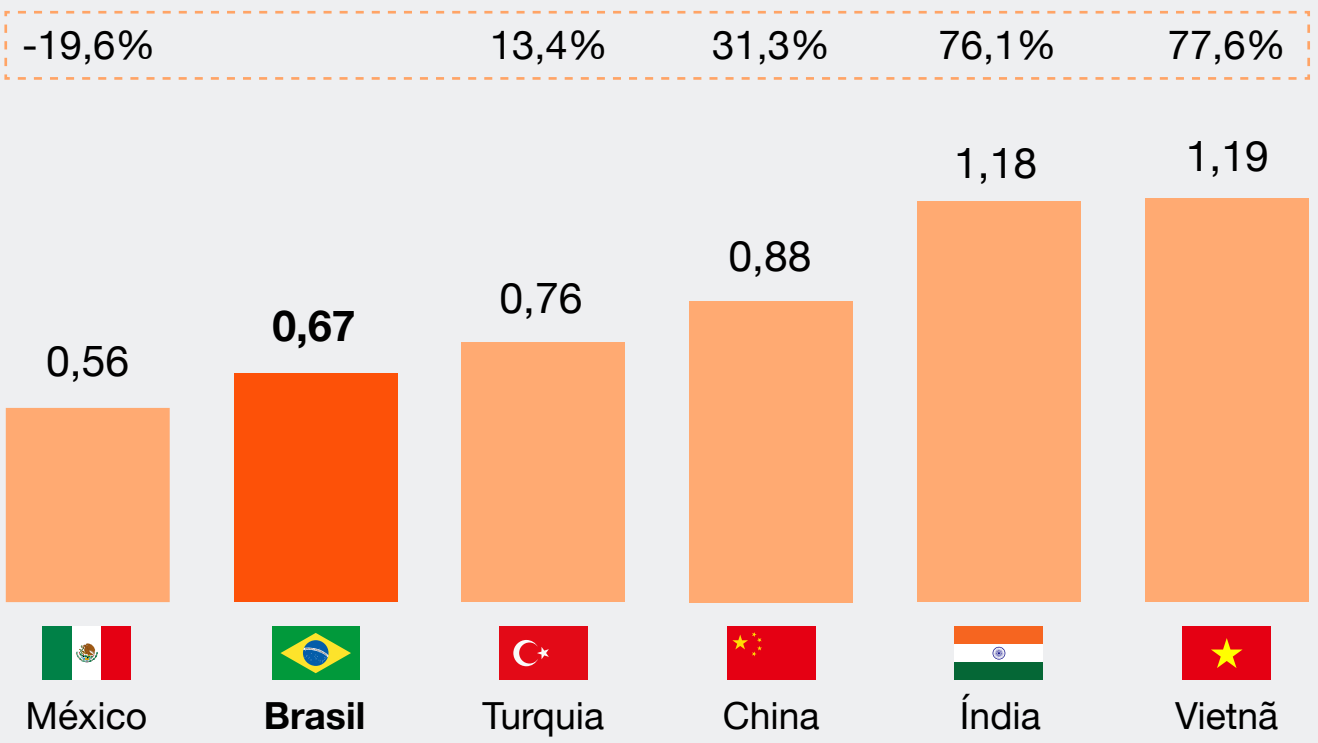
Em US$ bilhões/exportadores selecionados

	Posição	País	Valor	Fatia
Ferro e aço	1º	China	21,8	20,8%
	2º	Turquia	10,8	10,4%
	3º	Índia	7,5	7,2%
	10º	Vietnã	3,1	3,0%
	12º	**Brasil**	**2,9**	**2,7%**
	36º	México	0,2	0,2%
		Total	**46,3**	**44,2%**

	Posição	País	Valor	Fatia
Alumínio	1º	China	6,1	13,0%
	3º	Turquia	4,5	9,6%
	5º	Índia	3,0	6,3%
	22º	Vietnã	0,3	0,7%
	39º	México	0,1	0,2%
	40º	**Brasil**	**0,1**	**0,2%**
		Total	**14,0**	**30,0%**

Intensidade de CO_2 pelo PIB dos países selecionados

Em kg de CO_2 / PIB, em 2022



Em 2022, a China liderou as exportações de ferro e aço para a União Europeia, com US$ 21,8 bilhões (20,8% de participação), enquanto o Brasil exportou apenas US$ 2,9 bilhões (2,7%). No entanto, a intensidade de CO_2 da indústria de aço chinesa é significativamente maior, o que evidencia potencial competitivo do Brasil em setores intensivos em carbono em cenários que sinais de preço de carbono são instituídos.

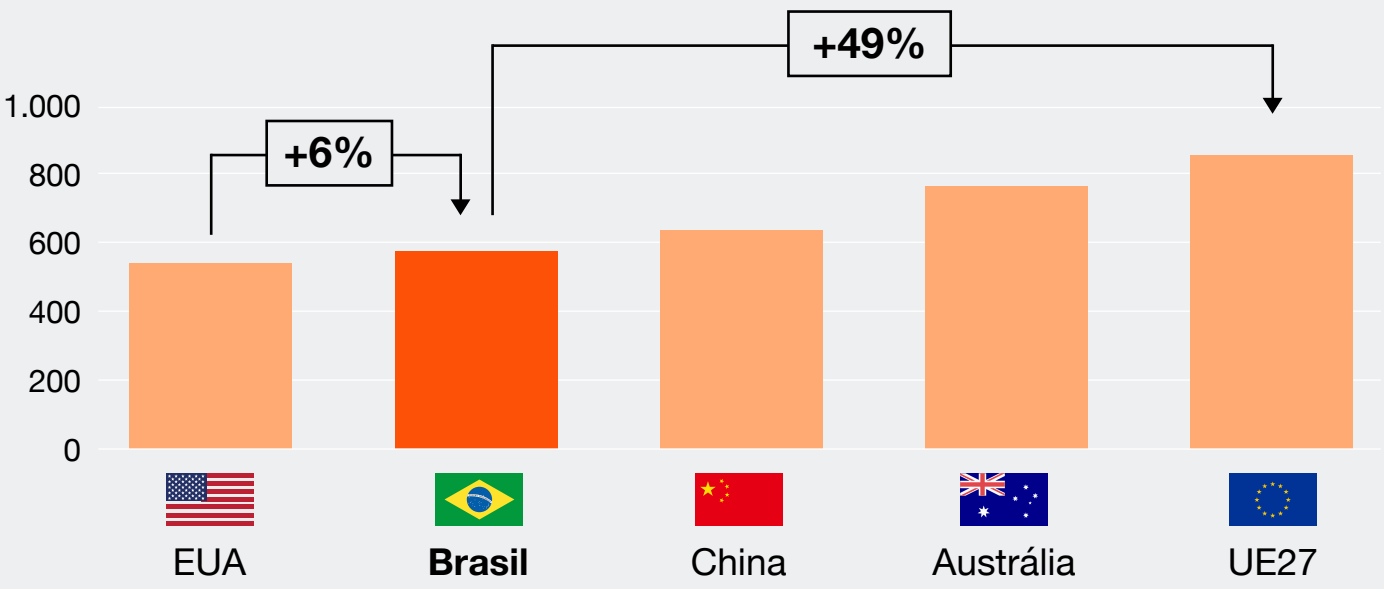
Na China, 90% da produção do aço é feita pela rota de maior emissão (Blast Oxygen Furnace – BOF), enquanto no Brasil 78% da produção é realizada pela mesma rota. Além disso, o Brasil pode garantir competitividade com a adoção de novas tecnologias em rotas menos emissoras, como Direct Reduced Iron/Hot Briquetted Iron (DRI/HBI) e Electric Arc Furnace (EAF), devido ao potencial de menor custo de produção de hidrogênio renovável no país.

Brasil mantém sua competitividade na produção de aço de baixa emissão em relação a outros potenciais concorrentes

Concorrência na produção de aço de baixa emissão

Custo da produção de aço pela rota DRI-EAF-H_2 – LCoS

US$ / tonelada de aço bruto, sem preço de carbono



LCoH considerado (US$/Kg – Por fontes renováveis)

US$ 1	**US$ 3**	US$ 3	US$ 5	US$ 5

Comentários

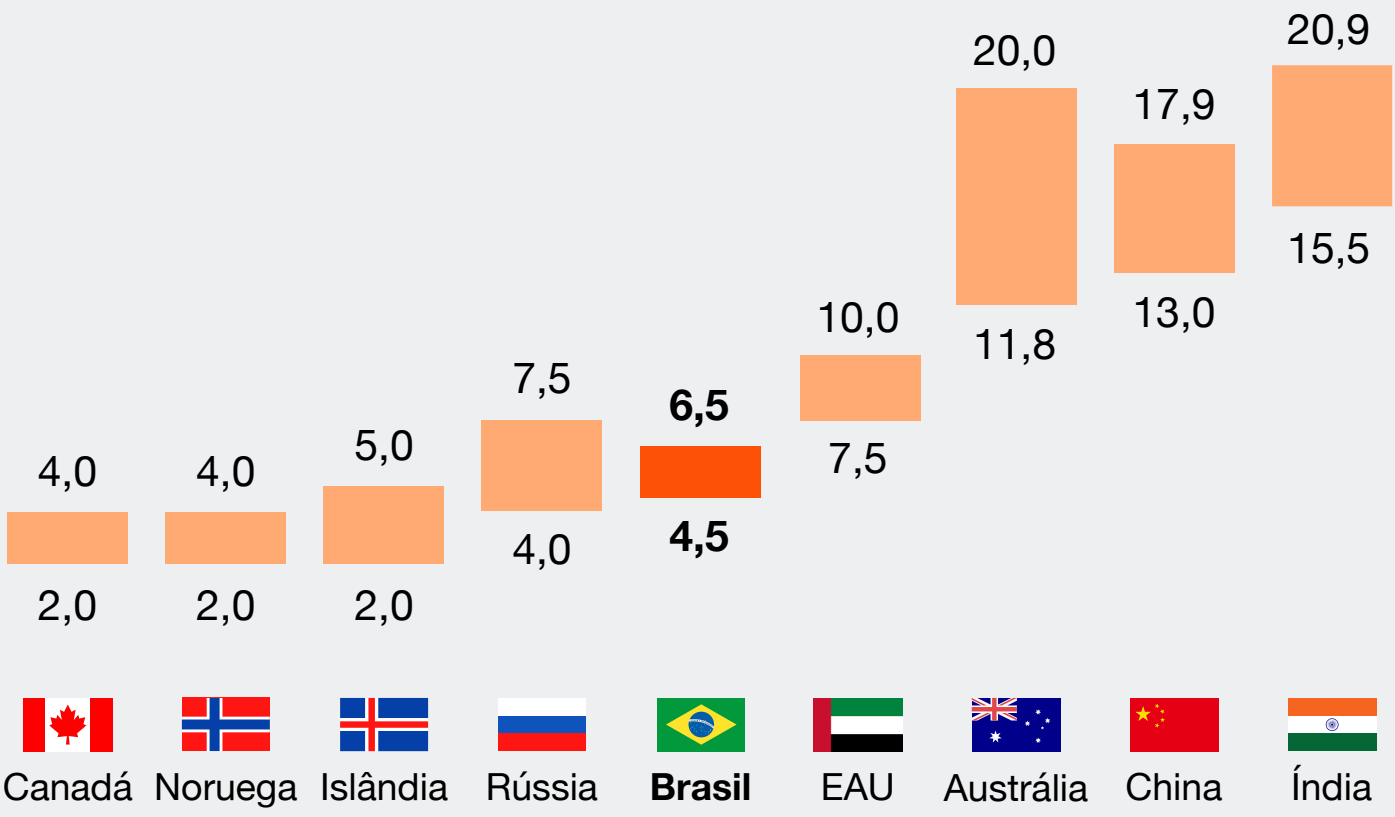
- Brasil será competitivo em relação a outros concorrentes – exceto EUA que terá LCoH impactado pelo IRA
- Disponibilidade de minério de ferro, e custos de mão de obra relativamente menores que em outros mercados favorecem a competitividade brasileira
- Produção de baixa emissão colocará o Brasil em posição favorável em relação a mecanismos de ajuste de fronteira (ex.: CBAM Europeu)

O impacto tende a ser ainda mais significativo no setor de alumínio. O Brasil exportou apenas US$ 0,1 bilhão em 2022 para a UE (0,2% de participação), contra US$ 6,1 bilhões da China (13%) e US$ 3,0 bilhões da Índia (6,3%), por exemplo. No entanto, o Brasil apresenta uma intensidade de emissões na produção de alumínio entre 50% e 75% inferior à desses países, em razão da menor emissão proveniente da eletricidade, altamente relevante nesse processo produtivo. Apesar de o CBAM Europeu ainda não contemplar as emissões de eletricidade no escopo da regulação, no caso do alumínio, **a inclusão das emissões da matriz elétrica é decisiva para aumentar a competitividade brasileira**.

O Brasil pode alavancar a baixa intensidade de carbono do AL e posição geopolítica para ser um país exportador

Intensidade de carbono do alumínio – t CO_2 / t Alumínio, séries históricas

Países selecionados



Principais competidores para o Brasil

- **Rússia**
  - Energia hidrelétrica na Sibéria diminui intensidade, mas impacta custo logístico na exportação ao mercado europeu
  - Risco de piora no contexto geopolítico pode fechar mercado europeu à Rússia
- **Austrália**
  - Variação da intensidade de carbono conforme localidade da usina e fonte de energia
  - Investimentos em plantas mais eficientes, mais energia renovável e incentivos para consumo do alumínio de baixo carbono
- **EAU e Índia**
  - Alta dependência de fósseis na produção
  - Principal caminho de redução é aumento de fontes renováveis, mas ainda de maneira incipiente em China e Índia

Com a evolução de sistemas de precificação de carbono globalmente, Brasil pode ser beneficiado com aumento de competitividade de produtos industriais específicos, como ferro, aço e alumínio, que tendem a enfrentar menores custos de ajuste de fronteira em mercados regulados. A consolidação do SBCE, combinada a investimentos em eficiência energética e mecanismos robustos de rastreabilidade, pode ser decisiva para converter esse potencial em vantagem real no comércio internacional de baixo carbono.

Um novo ciclo de oportunidades

Se vista para além da exigência regulatória, a transição energética pode ser uma alavanca de reindustrialização e crescimento sustentável. Análises da Strategy& revelam que mais de 30 rotas industriais ligadas à economia de baixo carbono – como aço verde, biocombustíveis, hidrogênio, eletrificação, economia circular e eficiência energética – podem adicionar até R$ 1 trilhão ao PIB e gerar 3 milhões de empregos até 2030.

Para as empresas brasileiras, antecipar-se a esse movimento é estratégico. Isso envolve o mapeamento das emissões ao longo da cadeia de valor, com atenção especial aos segmentos mais expostos à precificação de carbono, e a análise dos impactos financeiros diante de diferentes cenários regulatórios. Ferramentas como a precificação interna de carbono, aliada à implementação do SBCE, podem orientar decisões mais eficientes e preparar as empresas para um ambiente de mercado cada vez mais exigente.

Além disso, em um cenário de consolidação de mecanismos como o CBAM da União Europeia, o Brasil pode se posicionar de forma estratégica. Com uma matriz energética limpa e experiência consolidada em rastreabilidade de cadeias produtivas, o país tem potencial para criar selos, certificações e sistemas de MRV que atendam aos padrões internacionais.

Investir em gestão de emissões, avaliação de riscos climáticos e integração de critérios ESG nas decisões de negócio é uma condição para manter relevância e competitividade em um cenário global em transformação.

03

Próximos passos: como transformar gestão climática em estratégia de crescimento

1.

Antecipe a precificação para proteger sua competitividade

Mesmo que sua empresa ainda não esteja no escopo obrigatório do SBCE, antecipar a precificação interna do carbono ajuda a identificar riscos financeiros e operacionais. Faça simulações para projetar cenários e orientar investimento, compras e inovação.

2.

Mapeie o custo do carbono em sua operação

Comece a identificar os principais pontos de emissão ao longo das suas atividades e cadeias de valor. Em muitos setores, até 80% das emissões estão concentradas em apenas 20% das compras. Coletar dados relevantes e úteis sobre essas emissões é essencial para calcular o impacto da precificação de carbono e orientar decisões estratégicas de produção, exportação e competitividade.

3.

Integre a estratégia climática ao *core* do negócio

Evite tratar a sustentabilidade como agenda paralela. Integre metas de redução de emissões aos planos de crescimento, produtividade e inovação. Uma gestão eficiente do carbono pode gerar vantagem competitiva, reduzir riscos e atrair capital.

4.

Prepare-se para operar em um mercado global com exigências crescentes

Com a entrada em vigor do CBAM na União Europeia e outros mecanismos semelhantes, a rastreabilidade e a intensidade de carbono dos produtos serão critérios decisivos para acesso a mercados. Empresas brasileiras podem se destacar pela matriz energética limpa, mas precisam comprovar isso com dados, certificações e MRV confiável.

5.

Aproveite o momento para inovar e capturar valor

Identifique oportunidades em setores como energia renovável, bioeconomia, captura de carbono e soluções baseadas na natureza. Segundo estimativas da Strategy&, o Brasil pode adicionar R$ 1 trilhão ao PIB até 2030 com rotas industriais sustentáveis.

6.

Transforme riscos climáticos em oportunidades de inovação

A precificação do carbono pode parecer um custo adicional, mas é também um gatilho para a eficiência, modernização e diferenciação. Empresas que investirem cedo em soluções de baixo carbono estarão melhor preparadas para um mundo em transição.

Uma transição bem-sucedida para a nova economia exige antecipação. Políticas climáticas e ambientais tendem a evoluir rapidamente, e o mercado de carbono segue a mesma trajetória. Mesmo diante das incertezas, o custo de não agir será cada vez mais alto.

Ao integrar estratégias climáticas às suas cadeias produtivas, sua empresa pode antecipar riscos, ajustar decisões de compra, investimento e inovação – e transformar pressões regulatórias em valor de longo prazo. Este não é um manual definitivo, mas **um convite à ação**; um ponto de partida para transformar desafios em estratégia de crescimento.

Contatos

Adriano Correia
Sócio e deputy de Clients & Industries
adriano.correia@pwc.com

Daniel Martins
Sócio e líder da indústria de Energia e Serviços de Utilidade Pública
daniel.martins@pwc.com

Luciana Medeiros
Sócia e líder de Varejo e Consumo
luciana.medeiros@pwc.com

Lindomar Schmoller
Sócio e líder da indústria de Serviços Financeiros
lindomar.schmoller@pwc.com

Mayra Theis
Sócia e líder do setor de Agronegócio
mayra.theis@pwc.com

Siga a PwC nas redes sociais

Neste documento, “PwC” refere-se à PricewaterhouseCoopers Brasil 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

pwc.com.br

© 2025 PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda. Todos os direitos reservados.