



TRANSIÇÃO ENERGÉTICA & CLIMA

POLICY PAPER

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA & CLIMA

POLICY PAPER

LIDERANÇA B20 BRASIL

Dan Ioschpe
Chair B20

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente do Conselho Consultivo
Presidente da Confederação Nacional da Indústria

Constanza Negri Biasutti
B20 Sherpa



TRANSIÇÃO ENERGÉTICA & CLIMA

POLICY PAPER

© 2024. B20 Brasil

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Secretariado B20 Brasil

CNI

Gerência de Comércio e Integração Internacional – GCII

FICHA CATALOGRÁFICA

B364T

B20 Brasil.

Transição energética e clima : policy paper / B20. – Brasília : B20, 2024.

90 p. : il.

1.Economia Global 2. Crescimento Economico 3. Sustentabilidade I. Título.

CDU: 330.34

B20 Brasil

Setor Bancário Norte

Quadra 1 – Bloco C


Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

b20brazil@cni.com.br

SUMÁRIO

PREFÁCIO DO CHAIR DA FORÇA-TAREFA	6
PREFÁCIO DOS CO-CHAIRS DA FORÇA-TAREFA	8
RECOMENDAÇÕES: SUMÁRIO EXECUTIVO	12
INTRODUÇÃO	14
RECOMENDAÇÃO 1	20
RECOMENDAÇÃO 2	42
RECOMENDAÇÃO 3	56
REFERÊNCIAS	68
ANEXO A – COMPOSIÇÃO E REUNIÕES DA FORÇA-TAREFA	79
ANEXO B – PARCEIROS	90





PREFÁCIO DO CHAIR DA FORÇA-TAREFA

A urgência para enfrentar a crescente crise climática nunca foi tão latente. À medida que navegamos por um cenário tenso, complicado por desafios geopolíticos e por incertezas quanto à segurança energética, é imperativo enfrentar as mudanças climáticas. Os compromissos assumidos no Acordo de Paris com o objetivo de limitar o aquecimento global a 2°C em comparação com os níveis pré-industriais encontram-se em um ponto crítico. Mesmo que cada país cumpra seus compromissos atuais, estimativas do IPCC sugerem que as emissões globais ainda ultrapassarão o limite de 1,5°C. Para manter o aquecimento global dentro do limite de 1,5°C, o mundo precisa reduzir suas emissões atuais em 40% até 2030. Embora seja imperativo abordar o impacto das mudanças climáticas, é igualmente importante confrontar as soluções propostas com os desafios socioeconômicos, reconhecendo a necessidade de uma abordagem equilibrada para ter uma transição de energia segura, sustentável e acessível.

Estamos testemunhando a intensificação dos impactos das mudanças climáticas. De inundações devastadoras a ondas de calor sem precedentes em todo o mundo, esses eventos ilustram de modo incisivo as consequências da inação. Como Chair da Força-Tarefa de Transição Energética e Clima do B20, acredito que o caminho que se apresenta diante de nós requer ações coordenadas, concretas e multifacetadas.

A colaboração é essencial. A humanidade nunca enfrentou um desafio maior, nem mesmo durante a COVID. Governos, indústrias e comunidades devem se unir para impulsionar a transição energética. Não se trata de um esforço solitário, mas de uma responsabilidade coletiva para avançar em tecnologias mais limpas, melhorar a eficiência e a segurança energética e promover a inovação. Mas, ao contrário de outros momentos na história, parece haver um consenso indiscutível sobre a necessidade de combater as mudanças climáticas.

Todas as soluções devem trabalhar juntas para compor o esforço combinado para uma transição descomplicada e eficaz para um futuro de baixo carbono. Nenhuma abordagem isolada consegue responder de modo satisfatório aos desafios multifacetados e à crescente demanda global de energia. Fontes renováveis, como energia solar, eólica e hidrelétrica, fornecem alternativas sustentáveis, mas sua natureza intermitente exige integração com tecnologias de armazenamento e sistemas de redes de transmissão e distribuição inteligentes para garantir um fornecimento confiável.

Os biocombustíveis são fundamentais nesta transição. O Brasil, com seus recursos naturais abundantes e expertise em energia renovável, tem um papel de liderança. Continuar desenvolvendo e usando biocombustíveis como etanol de cana-de-açúcar (etanol de primeira e segunda geração), biodiesel e biometano reduzirá significativamente nossa pegada de carbono e será um exemplo global. A importância dos biocombustíveis é enorme – eles oferecem uma solução imediata, competitiva e de baixo carbono para atender às crescentes demandas de descarbonização e, ao mesmo tempo, mitigar os impactos das mudanças climáticas.



Há uma mudança significativa na abordagem do setor energético, com um consenso entre as principais empresas, tanto de energia tradicional quanto de fontes renováveis, sobre a necessidade de adotar soluções de energia limpa globalmente. Esta Força-Tarefa acredita que alcançar um futuro de baixo carbono, promovendo a conservação e a restauração do meio ambiente só é possível por meio de uma estreita cooperação entre empresas e governos. Além disso, nosso objetivo foi destacar a importância primordial de abordar o problema a partir de uma perspectiva global, destacando a necessidade de soluções multilaterais para enfrentá-lo, considerando as particularidades regionais com precisão. Ademais, desenvolver soluções para financiar soluções climáticas é indispensável – e isso inclui o compromisso com um mercado global de créditos de carbono.

Tendo em vista este contexto e o tema do B20 Brasil, “Crescimento Inclusivo para um Futuro Sustentável”, esta Força-Tarefa dedicou atenção especial a identificar as principais áreas de atuação e apresentá-las neste documento na forma de recomendações de políticas. Focamos nossa discussão em três áreas:

- Acelerar o desenvolvimento e o uso de soluções de energia renovável e sustentável para impulsionar a descarbonização no curto (2030) e no longo prazo (2050), garantindo a segurança energética.
- Dobrar a taxa média global de melhorias na eficiência energética até 2030, promovendo a eficiência dos recursos e a economia circular.
- Promover soluções climáticas naturais eficazes para mitigar as mudanças climáticas e melhorar a biodiversidade.

Para abordar essas áreas prioritárias e garantir o acesso ao fornecimento de energia, é essencial considerar o custo acessível e a segurança energética como alavancas importantes na busca de uma transição energética justa e acessível. Deve-se enfatizar viabilizadores multidimensionais, como mecanismos de financiamento, que são necessários para facilitar essa transformação. Além de ser flexível e adaptável, é crucial identificar os caminhos mais eficientes e econômicos para atingir o net zero. Essa abordagem deve aproveitar e aprimorar as capacidades industriais e tecnológicas de cada região, bem como a capacidade dos ecossistemas naturais de capturar as emissões de gases de efeito estufa.

Juntos, por meio de esforços coordenados, compartilhamento de conhecimento e ação conjunta, podemos pavimentar o caminho para um futuro em que as empresas impulsionem uma transformação positiva. Vamos criar um mundo que seja inclusivo, sustentável, próspero e transcenda fronteiras para as gerações futuras.

Ricardo Mussa

Chair da Força-Tarefa de Transição Energética e Clima do B20 Brasil

CEO, Raízen



PREFÁCIO DOS CO-CHAIRS DA FORÇA-TAREFA

CO-CHAIRS

PREFÁCIO



Daniel Godinho

Diretor de Sustentabilidade e
Relações Institucionais, WEG

A transição para um modelo de energia mais limpo e eficiente não é apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade única de impulsionar o desenvolvimento econômico e garantir a segurança energética. Políticas eficazes são essenciais para promover soluções de eficiência energética, energia renovável e transporte de baixa emissão. Nesse contexto, a eficiência energética deve ser a prioridade como o caminho mais fácil e rápido para a transição e descarbonização de energia.



Jean-Pierre Clamadiou

Presidente do Conselho de
Administração, Engie

Neste ano, o B20 no Brasil acontece em mais um momento crítico. Atingir a meta do Net Zero é imperativo à medida que as consequências das mudanças climáticas se tornaram mais extremas globalmente. Para termos sucesso, todas as alavancas devem ser acionadas a fim de que a transição para uma energia limpa seja realidade. Precisamos melhorar a cooperação global para acelerar o desenvolvimento de energia e gases renováveis, redes, eficiência energética e soluções de flexibilidade. Há uma necessidade urgente de definir um ambiente regulatório maduro com as políticas e os modelos de financiamento certos. Em meio a tensões geopolíticas nas cadeias de valor de energia, manter a competitividade das nossas economias e a qualidade de vida das pessoas segue sendo um ponto crítico.



José Ignacio S. Galán

Presidente Executivo,
Iberdrola

A transição energética é essencial para alcançar os objetivos climáticos e para promover nossa competitividade e sustentabilidade com uma oferta de energia segura e acessível. O Brasil é o melhor exemplo de que a eletrificação com recursos renováveis é o melhor caminho. Com a ambição e as políticas certas, o G20 pode disparar os grandes investimentos em recursos renováveis, redes e armazenamento de que precisamos.



CO-CHAIRS

PREFÁCIO



Jimmy Samartzis
CEO, LanzaJet

Acreditamos na urgência de enfrentar as mudanças climáticas e viabilizar a transição energética com as ações necessárias no presente para vermos um futuro melhor e diferente. O alinhamento da comunidade de negócios em torno das estruturas e ações necessárias para proteger nosso clima me dá a esperança de que continuamos fazendo avanços significativos. O forte apoio aos mecanismos e às iniciativas necessárias para evoluir o Combustível Sustentável de Aviação, como o da LanzaJet, é crítico para descarbonizar a aviação – indústria que conecta o comércio global, governos, culturas e famílias.



Maria Luiza Paiva
Vice-Presidente Executiva
de Sustentabilidade, Vale

Em um cenário global adverso, em que os desafios de uma transição energética justa estão presentes e se tornam cada vez mais urgentes, o conjunto de recomendações e indicadores de monitoramento desta força-tarefa traduz concretamente a proposta do setor empresarial para a transformação esperada e necessária.



Oscar Fahlgren
Chief Investment Officer
e Líder para Brasil,
Mubadala Capital

Tratar das emissões de carbono requer uma abordagem global abrangente, em vez de soluções específicas por região. O setor privado e os mercados de capitais desempenham papéis cruciais no redirecionamento dos investimentos para metas de sustentabilidade. É essencial afastar-se das práticas de investimento que apenas evitam problemas e focar em soluções proativas, priorizando projetos escaláveis que possam causar um impacto significativo.



Paolo Scaroni
Presidente do Conselho
de Administração, Enel

Uma tarefa crucial do B20 é instilar um senso de urgência em todos os envolvidos na transição energética. Só assim poderemos tornar as ambições alcançáveis de forma pragmática.

Ao navegar por tempos voláteis, devemos acelerar as tecnologias relevantes – com foco em eletrificação limpa, fontes renováveis e redes de eletricidade – e abordar com eficácia as realidades econômicas e políticas que afetam seu desenvolvimento e implementação.



CO-CHAIRS

PREFÁCIO



Tadaharu Shiroyama
Presidente, Mitsui Gas
e Energia do Brasil

Nesse honroso ano em que o B20 será realizado no Brasil, a chuva pesada está impactando o sul do país. Estamos vivendo vários fenômenos em todo o mundo. Não há uma solução única adequada para resolver todos os problemas. É preciso buscar várias soluções. Espero que o documento de orientação de políticas contribua para trazer referências ao G20 e direção para a COP30 no próximo ano.



T V Narendran
CEO e Diretor Executivo,
Tata Steel

Em uma era de ação climática urgente, a complexidade e o desafio de alcançar uma transição energética global justa e equitativa são enormes. Essa jornada envolverá uma transformação nas economias, exigindo mudanças significativas na forma como fazemos negócios atualmente. Precisamos estimular o rápido desenvolvimento de diversas soluções de baixa emissão de carbono e maiores investimentos para implementação em escala comercial enquanto seguimos melhorando a eficiência e a produtividade energética. As recomendações desta força-tarefa fornecem uma abordagem holística para lidar com as mudanças climáticas, promovendo o desenvolvimento sustentável e a segurança energética.



Zhang Zhigang
Presidente Executivo, State
Grid Corporation of China

Diálogo e cooperação são mais necessários do que nunca para garantir a segurança energética, promover a transição energética e atingir as metas climáticas. Com o estímulo de esforços coletivos e inovações dinâmicas, desenvolver um novo tipo de sistema energético com uma estrutura de governança de energia justa e equilibrada é uma solução construtiva e viável para o crescimento inclusivo e um futuro energético sustentável.





**RECOMENDAÇÕES:
SUMÁRIO EXECUTIVO**



Sumário Executivo

Recomendação 1: Acelerar o desenvolvimento e o uso de um portfólio de soluções de energia renovável e sustentável para impulsionar a descarbonização no curto (2030) e no longo prazo (2050), garantindo a segurança energética.

- **Policy Action 1.1:** Elaborar regimes de políticas, regulações e incentivos para triplicar a capacidade energética renovável até 2030, expandir a infraestrutura das redes e acelerar a ampla eletrificação a fim de assegurar acesso justo, responsável, eficiente e confiável à energia, visando alcançar as metas do Acordo de Paris.
- **Policy Action 1.2:** Estabelecer mecanismos e iniciativas para explorar o potencial sustentável e a prontidão de bioenergia e biocombustíveis para descarbonização, acelerando o atingimento do *net zero* e garantindo a segurança alimentar.
- **Policy Action 1.3:** Viabilizar a expansão de outras soluções necessárias para a transição para o *net zero*, como Captura, Uso e Armazenamento de Carbono (CCUS), hidrogênio limpo e energia nuclear.

Recomendação 2: Dobrar a taxa média anual global de melhorias na eficiência energética até 2030, promovendo a eficiência dos recursos e a economia circular.

- **Policy Action 2.1:** Dobrar a taxa média anual global de melhorias na eficiência energética até 2030 por meio do avanço das políticas de eficiência técnica, programas de investimento e medidas para aumentar a conscientização pública.
- **Policy Action 2.2:** Promover a economia circular e o uso eficiente dos recursos globais, desenvolvendo políticas que considerem todo o ciclo de vida dos materiais e fomentando programas de financiamento e conscientização para aumentar a adoção de práticas circulares.

Recomendação 3: Promover soluções climáticas naturais eficazes para mitigar as mudanças climáticas e melhorar a biodiversidade.

- **Policy Action 3.1:** Garantir um mercado global próspero de soluções climáticas naturais até 2030, ampliando projetos de proteção e restauração e escalando o mercado internacional de carbono.



INTRODUÇÃO



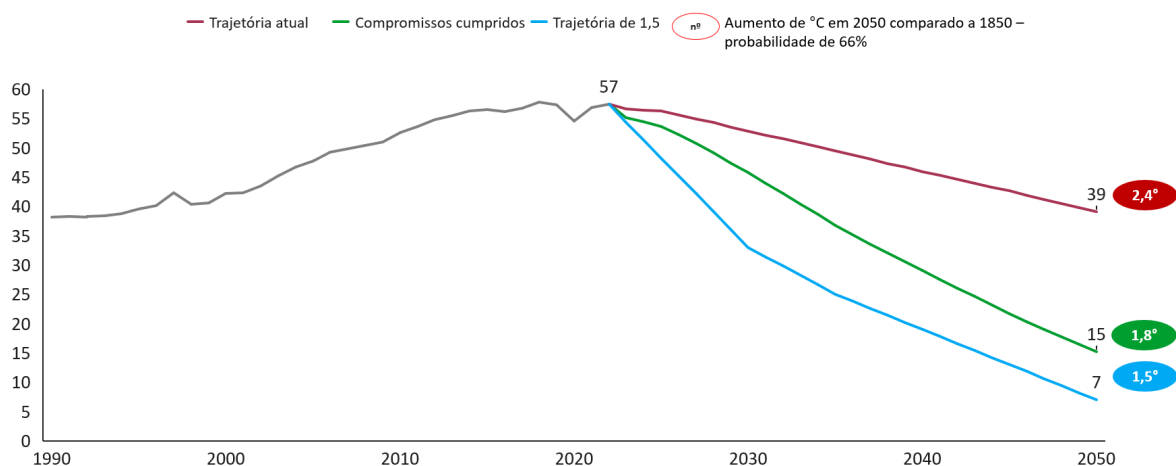
Introdução

A crise climática e a necessidade urgente de uma transição energética global e equitativa representam um dos desafios mais importantes da humanidade no século XXI. Apesar dos esforços cada vez maiores, tanto públicos quanto privados, a economia global precisa se apressar para enfrentar o aquecimento global e seus impactos associados. Para manter o aquecimento global abaixo do limiar crítico de 1,5°C, é necessário um esforço colaborativo coordenado de diversas partes interessadas, incluindo governos, empresas, instituições, comunidades e uma ampla variedade de outros atores. A complexidade para atingir essa meta é multifacetada, exigindo uma ampla gama de ações e compromissos, incluindo mudanças na matriz energética e a descarbonização de setores de difícil redução de emissões (*hard-to-abate*), como óleo e gás, cimento e aço.

Este *policy paper* não é exaustivo e concentra-se nas mudanças na matriz energética, onde há mais oportunidades para colaboração público-privada. A descarbonização, contudo, é fundamental e deve avançar especialmente em eficiência energética.

De fato, dados recentes mostram que a humanidade está atrasada no objetivo de alcançar o *net zero*. Apesar de um declínio temporário durante a pandemia da COVID-19, as concentrações de gases do efeito estufa atingiram os níveis mais altos já registrados na atmosfera em 2023¹. Além disso, 2023 foi o ano mais quente registrado¹, com temperaturas médias atingindo quase o limite recomendado de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais para evitar efeitos graves de aquecimento global². Mesmo que todos os países cumpram seus compromissos atuais, as estimativas indicam que as emissões globais ainda excederão o limite de 1,5°C (Quadro 1). Para limitar o aquecimento global a 1,5°C, o mundo precisa reduzir suas emissões atuais em cerca de 43%³ até 2030.

Quadro 1 – Emissões históricas globais de GEE e projeção média do aquecimento global, gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂e)



Fonte: Emissions gap report 2023: Broken record, UN Environment Programme, Nov. 20, 2023⁴; Global Energy Perspective 2023, McKinsey, Out. 18, 2023⁵; Global warming of 1.5°C, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018; “Temperatures,” Climate Action Tracker, 5 de dezembro de 2023⁶

As consequências de não atingir a meta já são observadas em todo o mundo. Por exemplo, a região do Ártico aquece de 2 a 4 vezes mais rápido do que outras localidades do planeta, levando ao derretimento do permafrostⁱ e à liberação de metano e carbono na atmosfera, o que significa que o perma-

ⁱ Permafrost é qualquer área de terra que permanece congelada por pelo menos dois anos. Pode variar de menos de um metro de espessura a mais de 1.500 metros. Enquanto em algumas áreas trata-se simplesmente de uma rocha congelada, em outras partes, o solo e a matéria orgânica funcionam como uma esponja e absorvem a água que posteriormente congela. Como gelo, a água ocupa um volume maior do que a sua forma líquida, mas, uma vez derretida, grandes buracos são criados no terreno⁷.



frost está se tornando uma fonte de emissões em vez de ser um sumidouro de carbono⁸. De acordo com o Fórum Econômico Mundial, até 2050, as mudanças climáticas podem afetar 14,5 milhões de vidas e causar perdas econômicas de US\$ 12,5 trilhões em todo o mundo, tanto em termos de resultados de saúde (mortalidade e vidas saudáveis perdidas) quanto em termos de custos financeiros para o sistema de saúde⁹ – sem falar nas perdas em termos de biodiversidade, patrimônio cultural, entre outras. No entanto, embora seja um problema global e não possa ser enfrentado eficazmente apenas com ações isoladas ou locais, as consequências são geograficamente difusas. Assim, o preço a ser pago pelo “gasto” desse orçamento de carbonoⁱⁱ não é distribuído igualmente – na verdade, ele tende a afetar significativamente os países em desenvolvimento e as regiões que não têm os recursos necessários para investir em esforços de mitigação e adaptação.

De acordo com o grupo The Loss and Damage Collaboration (L&DC)¹¹, dados mostram que uma média de 189 milhões de pessoas por ano foram afetadas por eventos climáticos extremos em países em desenvolvimento desde 1991, representando 97% do número total registrado de pessoas afetadas por esses eventos e 79% de todas as mortes registradas¹¹. Análises também mostram que o número de eventos climáticos extremos que os países em desenvolvimento vivenciaram mais que dobrou nesse período, com mais de 676.000 pessoas mortas¹¹. Mesmo em países específicos, há desequilíbrios relacionados a arcar com os custos climáticos – um estudo do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) verificou que, em 92 países em desenvolvimento, os 40% mais pobres da população sofreram perdas decorrentes de danos climáticos 70% maiores do que as perdas de pessoas com riqueza média¹². Considerando a crescente ocorrência e intensidade dos desastres naturais, é crucial fortalecer a mitigação e adaptação às mudanças climáticas por meio da capacitação para mitigar os efeitos sociais, ambientais e econômicos dessas mudanças.

Embora seja essencial abordar o impacto das mudanças climáticas, também é crucial lidar com o desafio socioeconômico, reconhecendo que a sociedade exige um equilíbrio em energia segura, descarbonizada e acessível. Segundo as Nações Unidas, em 2022, 685 milhões de pessoas ainda não tinham acesso à energia elétrica e 2,1 bilhões ainda cozinhavam com combustíveis inseguros e poluentes¹³. É imperativo garantir uma transição energética justa e inclusiva, atendendo às metas ambientais, fornecendo acesso à energia barata e permitindo que as comunidades se beneficiem dela. De acordo com a International Energy Agency (IEA)¹⁴, os investimentos em energia sustentável em Mercados Emergentes e Economias em Desenvolvimento (EMDEs) precisam mais que triplicar – de US\$ 770 bilhões em 2022 para US\$ 2,2-2,8 trilhões por ano até o início da década de 2030. Dessa forma, é crucial garantir o financiamento para a distribuição de energia acessível e sustentável, permitindo uma transição energética justa e inclusiva. Para tanto, atores públicos e privados devem ser envolvidos, incluindo governos, países ricos, investidores privados e instituições.

Apesar de alguns avanços no caminho para a descarbonização e a transição energética, o mundo ainda está longe de alcançar avanços equilibrados no chamado “trilema de energia”, de acordo com o Fórum Econômico Mundial, que engloba equidade, segurança e sustentabilidade. De acordo com a estrutura do Índice de Transição Energética (ETI) do FEM, apenas Índia e Singapura estão atualmente fazendo avanços em todos os aspectos do trilema. A janela de transição energética está se fechando rapidamente, e o número restrito de países avançando em todos os aspectos do tripé energético destaca os desafios que os países enfrentam ao progredir no caminho da transição energética¹⁵. A complexidade aumenta na medida em que custo acessível, choques macroeconômicos, resiliência do sistema e geopolítica podem configurar uma ameaça ao *net zero*. Dessa forma, os países do G20 precisam tomar medidas urgentes e concretas para essa transição o quanto antes.

Apesar de exigir esforços de toda a comunidade internacional, cabe aos países do G20 a responsabilidade de cumprir a meta do Acordo de Paris de manter o 1,5°C dentro do limite e entregar o

ii Os orçamentos de carbono definem quanto carbono em CO₂-equivalente o mundo ainda pode emitir para limitar o aquecimento global a 2°C ou menos. O objetivo é atingir o *net zero* o mais rápido possível – alcançando um equilíbrio total entre o carbono liberado para a atmosfera e o carbono retirado dela¹⁰.



Consenso dos Emirados Árabes Unidos da COP28ⁱⁱⁱ, uma vez que eles são responsáveis por 80% das emissões globais – embora abriguem apenas 60% da população mundial, conforme estimado pela ONU². Também é crucial reforçar o conceito de “Responsabilidades Comuns, Mas Diferenciadas” (CBDR) formalizado no direito internacional na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), no Rio de Janeiro, em que os países reconhecem a responsabilidade compartilhada de todas as nações de enfrentar os desafios ambientais globais, reconhecendo suas diferentes contribuições para a degradação ambiental e as mudanças climáticas, suas capacidades econômicas e tecnológicas e suas necessidades de desenvolvimento, buscando garantir que as ações climáticas e a proteção ambiental sejam buscadas de forma justa e equitativa. Assim, espera-se que os países desenvolvidos assumam a liderança na redução das emissões e forneçam apoio financeiro e técnico aos países em desenvolvimento, permitindo que países em diferentes circunstâncias contribuam eficazmente para os objetivos globais de sustentabilidade.

A Força-Tarefa de Transição Energética e Clima do B20 acredita que a transformação para um futuro de baixo carbono, simultânea à promoção da preservação e restauração do meio ambiente, somente é alcançável quando empresas e governos trabalham em conjunto. Além disso, esta Força-Tarefa enfatiza a importância de abordar o problema de uma perspectiva global, destacando a necessidade de soluções globais/multilaterais para abordar essas questões e financiar soluções de longo prazo. O objetivo é promover a inclusão e a eficácia, evitando distorções de abordagens que resultem em incentivos desequilibrados. Nesse sentido, políticas públicas, subsídios e incentivos para setores emergentes devem considerar a capacidade e as características regionais e ser acompanhados de uma data de término precisa. Essa abordagem garante uma transição gradual para a independência econômica do setor, evitando a dependência prolongada do apoio do governo e promovendo a inovação e a competitividade no longo prazo.

Com base no trabalho do B20 anterior e considerando as mudanças em andamento no cenário global, esta Força-Tarefa identificou três principais áreas de ação: (i) acelerar o desenvolvimento e o uso de um portfólio de soluções de energia sustentável, como eólica (*onshore* e *offshore*), solar, bioenergia sustentável, biocombustíveis sustentáveis, hidrogênio limpo^{iv}, entre outros, para impulsionar a descarbonização no curto e longo prazo, garantindo a segurança energética; (ii) melhorar a eficiência energética e de recursos, combinando custo-benefício, impacto ambiental reduzido e desenvolvimento socioeconômico (ou seja, requalificação e transição de trabalhadores, geração de empregos, acesso à energia e redução da pobreza etc.); (iii) implementar abordagens naturais para mitigar as mudanças climáticas e aumentar a resiliência ambiental. Para abordar essas áreas prioritárias e garantir acesso ao fornecimento de energia, é imperativo considerar a acessibilidade e a segurança energética para uma transição energética justa e acessível e focar em viabilizadores multidimensionais, como mecanismos de financiamento – especialmente considerando o conceito de CBDR – necessários para realizar a transformação (além de ser flexível e adaptável) e encontrar as rotas para o *net zero* da forma mais rápida e econômica, aproveitando e aprimorando as capacidades industriais e tecnológicas de cada região e a capacidade dos ecossistemas naturais de capturar as emissões de gases do efeito estufa.

Um amplo espectro de soluções sustentáveis é imediatamente necessário para alcançar uma transição energética justa, segura e acessível em energia e materiais, incluindo, mas não se limitando a: energia solar e eólica; eletrificação; bioenergia sustentável e biocombustíveis; energia geotérmica; hidrogênio limpo; captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS). Essas soluções variam em importância/peso de um país para outro, dependendo das especificidades regionais e da disponibilidade de recursos locais, levando em conta soluções integradas. Além de escalar tecnologias de

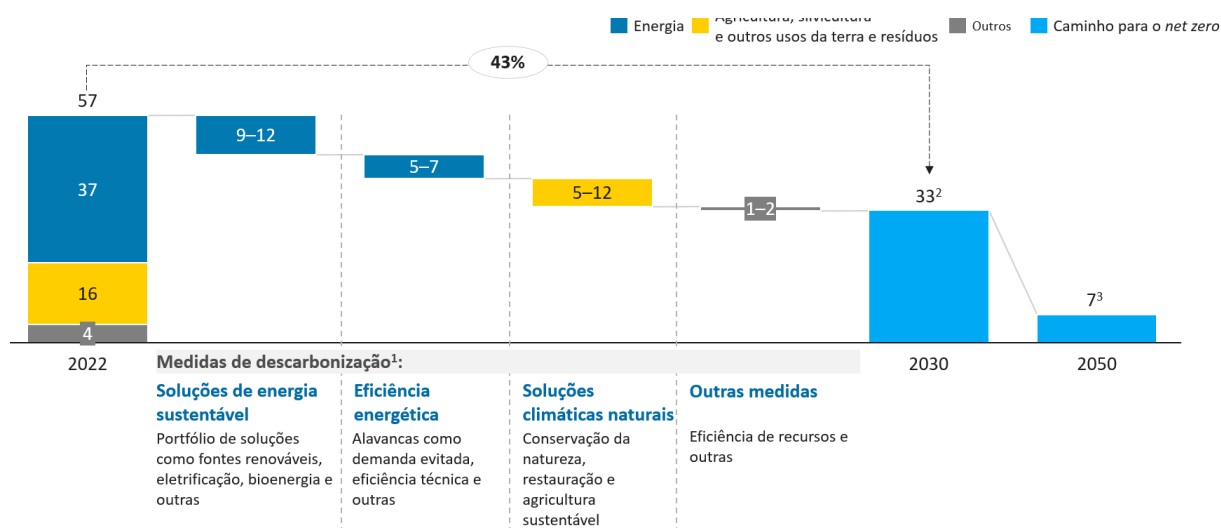
iii Consenso dos Emirados Árabes Unidos¹⁶ inclui uma referência inédita ao distanciamento de todos os combustíveis fósseis nos sistemas de energia; Incentiva as Partes a acelerar “metas ambiciosas de redução de emissões em toda a economia” em suas próximas contribuições nacionalmente determinadas; Oferece uma nova meta específica sobre triplicar os recursos renováveis e duplicar a eficiência energética até 2030; Reconhece a necessidade de escalar significativamente o financiamento de adaptação para além da duplicação, a fim de atender necessidades urgentes e em evolução; Cria *momentum* para a reforma da arquitetura financeira, reconhecendo o papel das agências de classificação de crédito pela primeira vez e exigindo o escalonamento do financiamento de concessões.

iv Hidrogênio limpo refere-se tanto ao hidrogênio produzido por eletrólise a partir de fontes renováveis (hidrogênio verde) quanto ao hidrogênio produzido a partir do gás natural, em conjunto com captura e armazenamento de carbono (CCS) pela reforma a vapor do metano (hidrogênio azul), desde que as perdas de metano sejam minimizadas a quase zero, as taxas de captura de carbono sejam altas e o carbono capturado seja permanentemente armazenado no subsolo para evitar sua liberação na atmosfera¹⁷.



energia sustentável, é fundamental melhorar a eficiência energética e de recursos nos processos econômicos, especialmente em atividades de alta emissão, assim como trabalhar na disponibilidade de informações e em campanhas de conscientização para motivar consumidores e empresas a migrar para produtos de baixa emissão. Por fim, as medidas de proteção e restauração dos sistemas naturais também precisam aumentar, uma vez que seu impacto vai muito além dos benefícios climáticos, incluindo segurança hídrica e proteção do solo e da biodiversidade, que reforçam sua relevância como opções de ação (Quadro 2).

Quadro 2 – Lacuna de emissões para o caminho até o net zero em linha com o Acordo de Paris, GtCO₂e



Não exaustivo¹ Estimativa mediana do UNEP de nível consistente com 1,5°C; ² Emissões acima de zero devido a emissões residuais de outros GEEs; ³ Não exaustivo
Fonte: Energy efficiency 2023, IEA, Novembro de 2023; Emissions gap report 2023: Broken record, UN Environment Programme, 20 de Novembro de 2023; World energy outlook 2023, IEA, Outubro de 2023;¹⁸ proprietary McKinsey EMIT database; Climate Trace data, acesso em 2024¹⁹

É essencial promover um sistema global de financiamento líquido baseado na sustentabilidade e viabilidade econômica que possa acelerar os esforços para reduzir as emissões de carbono. Estimativas sugerem que o gasto de capital necessário para atingir a neutralidade de emissões totaliza até US\$ 275 trilhões até 2050, ou seja, US\$ 9,2 trilhões por ano em média.

Isso representa um aumento anual de US\$ 3,5 trilhões nos investimentos atuais, equivalente à metade dos lucros corporativos globais, um quarto da receita fiscal global e 7% dos gastos dos domicílios²⁰.

Será necessária uma abordagem abrangente. Embora mecanismos como a precificação do carbono estimulem a descarbonização das operações, também será necessário escalar o mercado internacional de carbono de alta qualidade e alocar investimentos robustos. Neste contexto, é imperativo criar ecossistemas de política nacional sólidos e estáveis com o objetivo de oferecer um ambiente mais previsível não apenas para as empresas planejarem melhor suas soluções mas também para atrair capital privado, bem como aumentar o financiamento cooperativo de países desenvolvidos para países em desenvolvimento – zelando pela realização de compromissos como US\$ 100 bilhões por ano acordados em 2009 na COP15 e estendidos até 2025 na COP21 para ações climáticas em países em desenvolvimento –, além de fortalecer a colaboração e os incentivos de governos, reguladores, ONGs, instituições acadêmicas, associações da indústria, instituições financeiras, investidores e empresas. Entidades de financiamento devem expandir seus horizontes de planejamento e investimento e agir prontamente para mitigar riscos e aproveitar oportunidades. Ao abordar os objetivos globais e as estratégias nacionais de mitigação, é crucial refinar e atualizar planos de implementação abrangentes que incluam metas específicas de curto e médio prazo. Essas iniciativas devem ser apoiadas por sólidas estruturas e sistemas regulatórios, particularmente para melhorar o acesso a financiamento



climático para economias emergentes e em desenvolvimento. Portanto, os países do G20 devem fazer todos os esforços necessários para cooperar e estruturar esses modelos.

Embora os desafios da transição para uma economia *net zero* sejam significativos, eles também apresentam oportunidades para os setores público e privado remodelarem suas operações e cadeias de valor à medida que se descarbonizam, levando a mais inovação, maior eficiência e novos modelos de negócio sustentáveis. Essa transição também abre caminhos para apoiar tanto os esforços de descarbonização quanto o surgimento de produtos de baixo carbono para substituir os de alto carbono. Em geral, adotar a transição para uma economia *net zero* aborda os desafios ambientais e destrava o potencial de crescimento inclusivo sustentável.



RECOMENDAÇÃO 1

Recomendação 1



Parcialmente alinhada com edições anteriores do B20

Acelerar o desenvolvimento e o uso de um portfólio de soluções de energia renovável e sustentável para impulsionar a descarbonização no curto (2030) e no longo prazo (2050), garantindo a segurança energética

Policy Actions

Policy Action 1.1 – Elaborar regimes de políticas, regulações e incentivos para triplicar a capacidade energética renovável até 2030, expandir a infraestrutura das redes e acelerar a ampla eletrificação a fim de assegurar acesso justo, responsável, eficiente e confiável à energia, visando alcançar as metas do Acordo de Paris

Policy Action 1.2 – Estabelecer mecanismos e iniciativas para explorar o potencial sustentável e a prontidão de bioenergia e biocombustíveis para descarbonização, acelerando o atingimento do net zero e garantindo a segurança alimentar

Policy Action 1.3 – Viabilizar a expansão de outras soluções necessárias para a transição para o net zero, como Captura, Uso e Armazenamento de Carbono (CCUS), hidrogênio limpo e energia nuclear.

Key Performance Indicators	Linha de Base	Meta	Classificação
Emissões globais de CO₂ relacionadas à energia (GtCO₂e) Incluem emissões de dióxido de carbono da combustão de combustíveis fósseis e resíduos não renováveis, de processos industriais e de transformação de combustíveis (emissões do processo) e exigirão remoções por meio de soluções baseadas na natureza (SbN) e captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS)	37,4 ²¹ 2023	23–24 ^{22,23} 2030	 Alinhado com os B20s anteriores
Triplicar a capacidade de geração de energia renovável (GW) Inclui energia solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica e bioenergia sólida, líquida e gasosa, além de outros recursos renováveis	3,655 ²⁴ 2022	11,000 ²⁵ 2030	 Alinhado com os B20s anteriores
Investimentos anuais em rede elétrica global (US\$ bilhões, 2022) O investimento em redes elétricas inclui transmissão e distribuição e gastos com equipamentos digitais para monitoramento e operação inteligentes da rede (por exemplo, medidores inteligentes, automação e estações públicas de recarga de veículos elétricos)	332 ²⁶ 2022	680 ²⁷ 2030	 Novo indicador
Demanda global de bioenergia (EJ) Inclui demanda de edifícios e dos setores de geração de energia elétrica, indústria e transporte	30 ²⁸ 2022	58 ²⁸ 2030	 Novo indicador

Os "KPIs de monitoramento da meta" têm como objetivo oferecer sugestões de indicadores que medem o progresso global no tema. Eles buscam encorajar a adoção de ações. Esses indicadores e metas não sugerem um compromisso para países específicos ou uma substituição dos compromissos sob suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).



ODS

A **recomendação 1** contribui para os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU:



ODS 7: Energia limpa e acessível – a recomendação foca no desenvolvimento e no acesso universal à energia acessível, confiável, sustentável e moderna.

ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico – crescimento econômico sustentável relacionado à aceleração de soluções sustentáveis, inclusive por meio de inovação.

ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura – a Recomendação 1 está relacionada ao cumprimento de diversas metas do Objetivo 9, como desenvolver infraestrutura sustentável, resiliente e inclusiva; promover a industrialização inclusiva e sustentável; modernizar toda a infraestrutura e as indústrias para torná-las sustentáveis; e fortalecer a pesquisa e melhorar as capacidades tecnológicas das indústrias.

ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis – cumprimento de pelo menos dois objetivos: sistemas de transporte sustentáveis e construções sustentáveis e resilientes.

ODS 12: Consumo e produção responsáveis – a aceleração das soluções de energia sustentável envolve aumentar a eficiência, estimular a infraestrutura sustentável e criar empregos sustentáveis/ecológicos.

ODS 13: Ação contra a mudança global do clima – a aceleração de soluções de energia sustentável é imperativa para combater as mudanças climáticas e seus impactos com urgência.

ODS 15: Vida terrestre – a migração para fontes de energia sustentáveis favorece a proteção dos ecossistemas terrestres.

Princípios Orientadores do B20 Brasil

A **Recomendação 1** tem o maior impacto no seguinte Princípio Orientador do B20 Brasil:



Promover uma transição justa para zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa, pois acelerar o desenvolvimento e o uso de soluções de energia sustentável relaciona-se diretamente com estimular a mudança para uma economia neutra em termos de carbono pela redução das emissões de GEE.

Prioridades do G20 Brasil

A **Recomendação 1** contribui para as seguintes prioridades do G20 Brasil:

A **recomendação 1** contribui para abordar as principais prioridades da transição energética do G20 Brasil – I) Acelerar o financiamento das transições energéticas, especialmente em mercados emergentes e economias em desenvolvimento; e II) Perspectivas inovadoras sobre biocombustíveis sustentáveis.



veis. As três ações propostas pela política na Recomendação 1 abordam a importância de financiar a aceleração do mix de soluções energéticas, adotando uma variedade de instrumentos (por exemplo, medidas fiscais, concessões). Além disso, uma ação específica sobre o escalonamento da bioenergia contempla inovação para biocombustíveis sustentáveis.

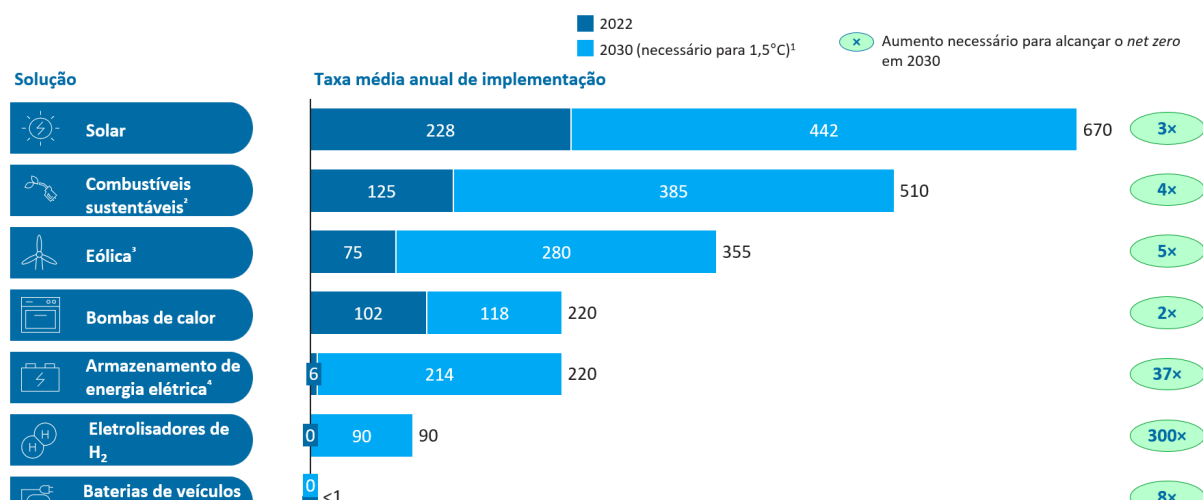
A recomendação 1 contribui para abordar as principais prioridades de Bioeconomia do G20 Brasil – I) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para a Bioeconomia; II) Uso Sustentável da Biodiversidade para a Bioeconomia; e III) Papel da Bioeconomia na Promoção do Desenvolvimento Sustentável – porque essa segunda ação proposta pela política concentra-se no potencial de aplicações sustentáveis de biomassa para geração de energia, alavancando a inovação e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

A recomendação 1 contribui para abordar as principais prioridades de Agricultura do G20 Brasil: o papel central de atingir a segurança alimentar e nutricional, o desenvolvimento rural e a gestão sustentável de recursos naturais, destacando o potencial da bioenergia e dos biocombustíveis e outras soluções necessárias para a transição para emissões *net zero*, como captura de carbono.

Contexto

Apesar de diversos compromissos, como o Acordo de Paris, para mitigar as emissões de gases do efeito estufa e evitar consequências piores das mudanças climáticas, as emissões globais deverão levar a um aumento acima de 1,5°C no estágio atual, mesmo que todos os países cumpram seus compromissos³. Para atingir a meta do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a 1,5°C e alcançar a neutralidade de emissões até 2050, as emissões de gases do efeito estufa do setor de energia precisam ser reduzidas em cerca de 40% até 2030 (Quadro 3). Portanto, o trabalho desta Força-Tarefa é particularmente relevante para esse esforço global urgente.

Quadro 3 – Mudanças nas emissões de energia ao longo do tempo por medida de mitigação no cenário IEA de *net zero*, GtCO₂e



Nota: A soma das parciais não equivale ao valor total devido ao arredondamento. 1 Considera apenas as emissões de energia, excluindo agricultura, reflorestamento, outros usos da terra, resíduos e outros tipos de emissão. 2 Emissões adicionais relacionadas a atividades de crescimento econômico. 3 Inclui eficiência energética, mudanças de comportamento e demanda evitada.

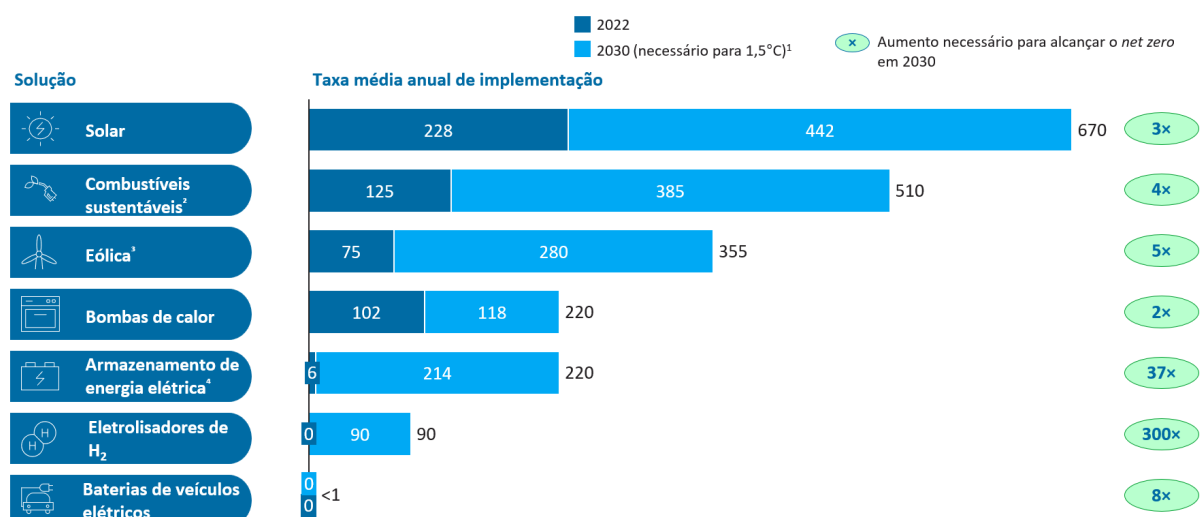
Fonte: Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023²⁷

Um amplo espectro de soluções e tecnologias de energia sustentável deve ser considerado para alcançar a neutralidade de emissões (*net zero*) em energia e materiais, considerando as circunstâncias nacionais, a disponibilidade de recursos e a capacidade energética, incluindo, mas não se limitando,



a bioenergia, renováveis (por exemplo, energia eólica *onshore* e *offshore*, solar, hidrelétrica, energia geotérmica) e outras soluções (por exemplo, CCUS, hidrogênio limpo, energia nuclear), como também mencionado no IPCC AR6¹⁹⁸. O Quadro 4 mostra um portfólio não exaustivo de soluções de energia sustentável que precisariam aumentar sua participação no *mix* global de energia no caminho para o *net zero* até 2050. Ele demonstra uma lacuna significativa no caminho para o 1,5°C: para entrar no rumo certo, é necessário escalar várias soluções importantes. Combustíveis sustentáveis e renováveis são cruciais na transição energética devido ao seu papel central e à prontidão comercial para o ganho de escala. No entanto, algumas soluções, como hidrogênio limpo, têm altos custos de produção, o que faz com que medidas como instrumentos de redução de riscos (por exemplo, dívida subordinada, garantia de crédito, acordo de fornecimento) e mecanismos de precificação de carbono (por exemplo, mercados de carbono) sejam essenciais para acelerar seu desenvolvimento. Embora os combustíveis fósseis continuem a desempenhar um papel significativo no atendimento das demandas globais de energia em um futuro próximo, o distanciamento deles nos sistemas energéticos – de forma justa, ordenada e equitativa – nesta década é fundamental para que o mundo possa atingir o *net zero* até 2050, de acordo com a ciência¹⁶.

Quadro 4 – Aumento necessário da capacidade energética sustentável até 2030 no caminho para o *net zero*, GW/ano



¹ Aproximado ao múltiplo mais próximo de 5; mix de cenários do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (25-75º percentil de 97 cenários selecionados) e cenário de *net zero* da IEA quando os dados do IPCC não estiverem disponíveis; ² Considerando ~33 Mt por EJ atualmente e ~28 Mt por EJ em 2030. ³ Onshore e offshore. ⁴ Implementação atual com base em 2021.

Fonte: "Net zero emissions by 2050 scenario (NZE)," IEA, 2023; Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023; "Renewable electricity capacity additions by technology and segment, 2016-2028," IEA, atualizado em 11 de Janeiro de 2024;²⁹ AR6 synthesis report: Climate change 2023, IPCC, Março de 2023³⁰; World Business Council for Sustainable Development climate scenario tool³¹

O *mix* de energia de cada país é influenciado por vários fatores, como especificidades regionais, disponibilidade de recursos locais e mão de obra qualificada. Como mostrado no Quadro 5, espera-se que os empregos relacionados à energia limpa cresçam mais rapidamente do que os empregos relacionados aos combustíveis fósseis^v. Dessa forma, é de extrema importância requalificar a mão de obra e transferi-la para postos de trabalho em energia limpa. De acordo com o Global Green Skills Report 2023 do LinkedIn³², a transição para uma economia mais verde está catalisando o crescimento das habilidades verdes (*green skills*)^{vi} em todos os setores, incluindo indústrias com uso intensivo de carbono. Notavelmente, a concentração de talentos verdes no setor de petróleo e gás aumentou consistentemente desde 2016, chegando a 21% em 2023. Além disso, o crescimento da demanda por habilidades verdes já está superando o crescimento na oferta de talentos verdes. As habilidades em

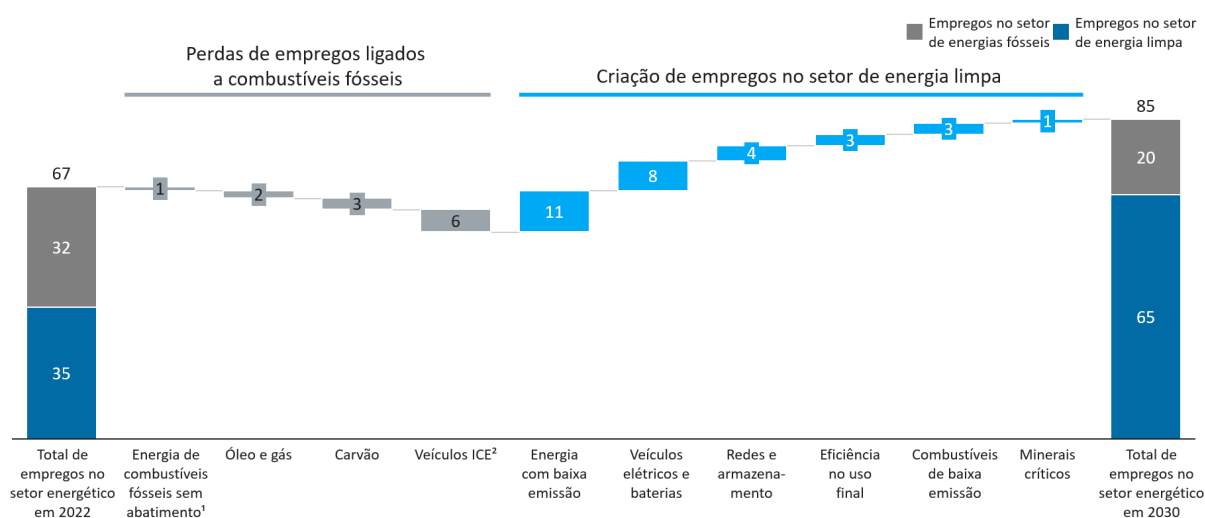
v Como a transição energética já está em curso, é necessário desenvolver programas de requalificação e reciclagem para que os profissionais de campo (muitos deles atualmente trabalhando na cadeia de valor de combustíveis fósseis) possam lidar com a nova realidade/contexto e suas tecnologias inerentes.

vi Exemplos não exaustivos de habilidades verdes: planejamento de ações para combater as mudanças climáticas, educação para sustentabilidade, emissões de carbono, contabilidade de carbono, sustentabilidade corporativa, qualidade da água potável, engenharia de energia e créditos de carbono³².



ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) estão no topo da lista, pois muitos empregos verdes baseiam-se em fundamentos de ciência e matemática. Postos de trabalho para iniciantes também podem servir como trampolim para trabalhadores fazendo a transição para funções relacionadas à sustentabilidade, pois dão a esses profissionais a oportunidade de adquirir as habilidades verdes necessárias para assumir funções verdes tradicionais, o que é importante considerando que aproximadamente 41% dos indivíduos que ingressam nessas funções não têm experiência anterior em sustentabilidade³². Ao adquirir habilidades e experiências verdes por meio de funções para iniciantes, os trabalhadores aumentam suas perspectivas de assegurar posições verdes dedicadas no futuro.

Quadro 5 – Mudanças no emprego mundial na indústria de energia por setor no cenário de net zero da IEA, milhões de trabalhadores



¹ Motor de combustão interna
Fonte: World energy employment 2023, IEA, Novembro de 2023³³

Além da criação de empregos e das habilidades verdes, é preciso haver uma rápida implementação e adoção de soluções comercialmente disponíveis, juntamente com o rápido desenvolvimento de uma infraestrutura de energia coordenada. Essa infraestrutura integraria efetivamente a expansão da geração de energia sustentável com os ativos existentes, como a infraestrutura de gás natural e mecanismos de capacidade. Tal integração será indispensável para viabilizar uma transição energética flexível, segura, acessível e confiável, essencial para o cumprimento das metas do Acordo de Paris e para o alcance do *net zero*.



Policy Action 1.1

Elaborar regimes de políticas, regulações e incentivos para triplicar a capacidade energética renovável até 2030, expandir a infraestrutura das redes e acelerar a ampla eletrificação a fim de assegurar acesso justo, responsável, eficiente e confiável à energia, visando alcançar as metas do Acordo de Paris

Sumário executivo

Energia renovável e eletrificação serão essenciais para embarcar na jornada rumo ao *net zero* no curto, médio e longo prazo. Dessa forma, os países do G20 devem: (i) criar esquemas de políticas para aumentar a geração de energia renovável; (ii) atualizar regulamentações e priorizar investimentos para garantir a expansão e modernização da infraestrutura de energia (por exemplo, rede) e tecnologias de armazenamento; e (iii) estabelecer estratégias e adotar incentivos fiscais e financeiros para acelerar a eletrificação e viabilizar sua ampla adoção.

Histórico e contexto

As principais tecnologias climáticas necessárias para alcançar uma profunda descarbonização já existem. Assim, o atual desafio reside em reduzir os custos de implementação e operação para acelerar seu emprego e alcançar avanços técnicos e comerciais – o que é uma realidade, especialmente no caso de energias renováveis e eletrificação verde/sustentável. De acordo com a IEA, mais de 60% do potencial de abatimento³⁴ das tecnologias climáticas vêm de alternativas comercialmente disponíveis, algumas das quais ainda podem precisar de incentivo para serem competitivas, enquanto outras já podem competir globalmente.

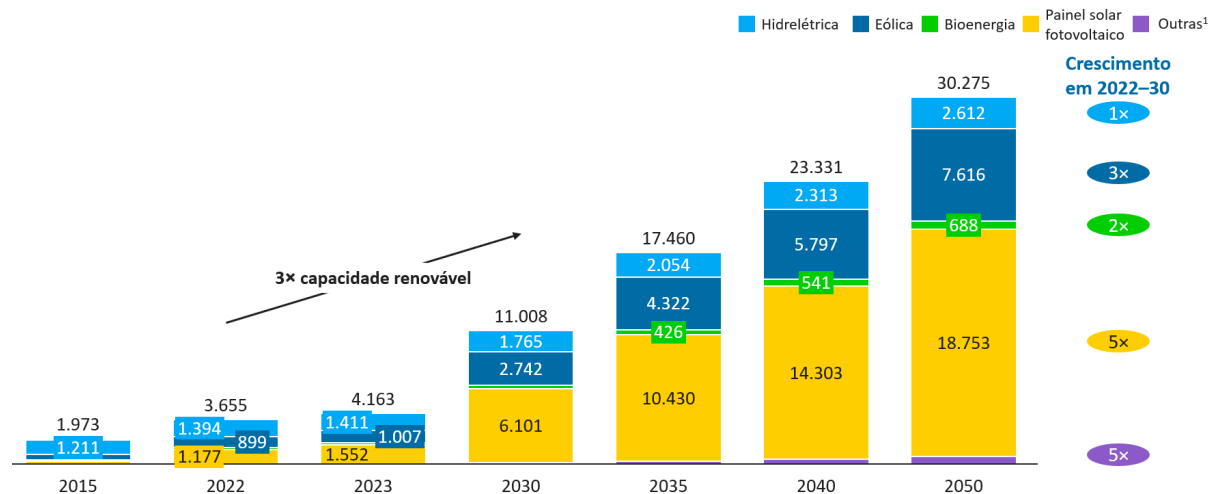
A capacidade de energia renovável dobrou entre 2015 e 2022, apresentando um crescimento notável em várias tecnologias utilizando recursos renováveis³⁵. No entanto, de acordo com o cenário de emissões *net zero* (NZE) da IEA²⁷, é necessária uma expansão adicional da capacidade. Especificamente, a participação de energia renovável no fornecimento global de energia precisaria aumentar do nível atual de 12% para 30% até 2030³⁶. Atingir esse cenário exigiria um esforço significativo de países e empresas em todo o mundo.

Das 194 Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) enviadas pelas partes do Acordo de Paris, apenas 14 visam explicitamente a uma capacidade total de energia renovável até 2030³⁷. Uma análise da IEA³⁷ das políticas, planos e projeções de quase 150 países indica que as ambições gerais dos países podem elevar a capacidade global de energia renovável para quase 8.000 GW até 2030. Isso significa que, mesmo que todos os países implementem plenamente seus planos atuais, ainda haverá um déficit de 30% no alcance da meta de triplicar a capacidade global de fontes renováveis para mais de 11.000 GW até 2030. Atualmente, as ambições são predominantemente focadas em energia solar fotovoltaica (PV) e eólica, enquanto outras fontes renováveis, como hidroenergia, bioenergia e energia geotérmica, recebem menos ênfase.



Nesse sentido, 133 países assinaram o Compromisso Global de Fontes Renováveis e Eficiência Energética na COP28²⁵, comprometendo-se a trabalhar em conjunto para alcançar o objetivo de triplicar a capacidade de geração de energia renovável instalada de 3.655 GW em 2022 para pelo menos 11.000 GW em todo o mundo até 2030²⁵ (Quadro 6), considerando diferentes pontos de partida e circunstâncias nacionais. Para atingir essa meta ambiciosa, aproveitar o atual *momentum* de expansão global de energia renovável e expandi-lo ligeiramente pode ser eficaz, especificamente elevando a taxa de crescimento anual de 14% em 2023 para 15% ao ano de 2024 a 2030.

Quadro 6 – Capacidade instalada de energia renovável no cenário de net zero da IEA



¹ Fontes concentradas de energia solar, geotérmica e marítima.

Fonte: Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023; "Renewable energy progress tracker," IEA, atualizado em 4 de Junho de 2024;³⁸ Renewables 2023, IEA, Janeiro de 2024

Além disso, a eletrificação é outro fator importante na transição energética global, expandindo em todas as regiões e setores, enquanto o *mix* de eletricidade torna-se mais limpo. À medida que mais usuários finais da energia passam a ser eletrificados, a participação da energia elétrica no consumo final total de energia aumentaria de 20% em 2022 para 27% em 2030 e para mais de 50% em 2050 para atingir a neutralidade de emissões (*net zero*)³⁹. Nos últimos anos, essa participação vem apresentando crescimento estável. Para acompanhar o cenário de *net zero*, a velocidade desse aumento precisará dobrar para alcançar o marco de 2030³⁹.

De acordo com a IEA, grande parte da necessidade pode ser atendida pela eletrificação de processos de calor de baixa temperatura na indústria (por exemplo, secagem de alimentos, processos de fabricação de bebidas)³⁹, pela migração para o transporte elétrico e pela instalação de bombas de calor⁴⁰. Além disso, os avanços tecnológicos estão facilitando soluções inovadoras em outras áreas, incluindo o armazenamento térmico, a produção de aço com hidrogênio verde e a eletrificação direta de fornos de alta temperatura⁴¹. Notavelmente, a mobilidade elétrica desempenhará um papel fundamental nesse contexto, acelerando a transição energética no setor de transportes, onde veículos elétricos (EVs) – incluindo veículos elétricos a bateria (BEVs), veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEVs) e outros – devem crescer em escala. De acordo com a IEA⁴², as vendas anuais de veículos elétricos dispararam de cerca de 100.000 em 2012⁴³ para quase 14 milhões em 2023, representando 18% da participação total nas vendas em 2023. Em um cenário de *net zero*, as vendas de veículos elétricos devem atingir aproximadamente 65% do total de vendas de carros até 2030⁴⁴. A estratégia para reduzir as emissões de gases do efeito estufa na indústria de transportes também promove soluções de transporte intermodal e multimodal, como ferrovias e hidrovias, em várias escalas – internacional, nacional, regional e local. A abordagem é desenhada para ser equitativa e conta com apoio público, maximizando a utilização dos modais e operações de baixo carbono existentes e assegurando sua eficácia e aceitação mais ampla. Implementar essa abordagem interconectada pode reduzir substancialmente o *footprint* de carbono do setor de transportes⁴⁵.



As bombas de calor, alimentadas por energia elétrica de baixa emissão^{vii}, são as principais tecnologias para a transição global em larga escala rumo a soluções de aquecimento seguras e sustentáveis. De fato, os modelos atuais de bombas de calor no mercado são três a cinco vezes mais eficientes em termos de energia do que as caldeiras de gás natural⁴⁰. Elas reduzem a exposição dos domicílios a picos de preços de combustíveis fósseis e muitas delas também podem fornecer resfriamento, eliminando a necessidade de um ar-condicionado separado para as 2,6 bilhões de pessoas que vivem em regiões que precisarão de aquecimento e resfriamento até 2050. Atualmente, as bombas de calor atendem apenas a cerca de 10% da necessidade global de aquecimento nos edifícios³⁹. Para acompanhar o cenário de *net zero* até 2050, o estoque global de bombas de calor precisaria quase triplicar até 2030 para cobrir pelo menos 20% das necessidades globais de aquecimento⁴⁰.

O acesso à energia elétrica confiável é essencial para o crescimento econômico e a qualidade de vida, mas muitos países ainda precisam de assistência para conseguir isso. Em algumas áreas, a infraestrutura precária e o fornecimento insuficiente de energia fazem com que as pessoas não possam desfrutar de eletricidade confiável. Para resolver esse problema, a principal solução é desenvolver e empregar novos sistemas de rede elétrica que sejam ecológicos, seguros, suficientes, acessíveis, eficientes, com coordenação entre oferta e demanda, flexíveis e inteligentes. Eles desempenham um papel fundamental na viabilização da passagem para um sistema de energia mais descentralizado, permitindo que a geração de energia renovável em pequena escala conecte-se à rede e empoderando consumidores residenciais, entidades comerciais e industriais. Essas soluções inovadoras serão vitais para garantir a segurança energética e facilitar uma transição simples para um futuro mais ecológico.

Além disso, a expansão e a resiliência da infraestrutura da rede de energia e da capacidade de armazenamento são cruciais para o dimensionamento da energia renovável e da eletrificação em todo o mundo. Isso envolve acomodar novas fontes renováveis e atender os usuários finais por meio de soluções eletrificadas nos setores de transporte, indústria e outros. Acelerar a implementação de tecnologias de Armazenamento de Energia de Longa Duração (LDES), como os Sistemas de Armazenamento de Energia em Baterias (BESS), também desempenhará um papel vital para viabilizar a maior inclusão de energias renováveis na matriz energética, garantindo maior eficiência e segurança para o sistema.

Ações específicas

I) Desenvolver regimes de políticas para aumentar e acelerar a geração de energia renovável

O crescimento das fontes renováveis tem superado as previsões de forma consistente na última década, com estimativas sendo regularmente revisadas para cima, construindo um caminho positivo para preços competitivos. O custo global nivelado de eletricidade (LCOE) para muitas das principais fontes de energia renovável tem diminuído de forma consistente na última década⁴⁷ (Quadro 7), com destaque especial para energia solar fotovoltaica (cerca de 90% de redução do LCOE) e energia eólica *onshore* (cerca de 70% de redução do LCOE). No entanto, para a geração de energia renovável ganhar ainda mais escala no ritmo necessário para atingir as metas, é importante simplificar a burocracia e os processos de licenciamento, bem como desenvolver uma cadeia de suprimento segura⁴⁸.

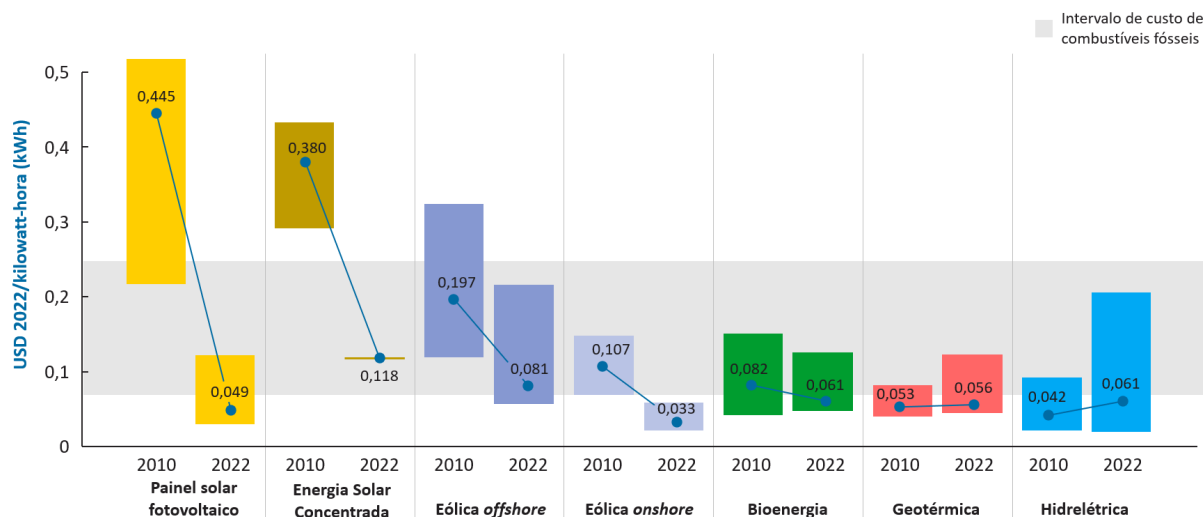
Nesse contexto, os países do G20 devem considerar elaborar regimes de políticas que fortaleçam a cooperação internacional (por exemplo, com transferência de tecnologia) para aumentar a geração de energia renovável. Esses regimes incluem políticas públicas que simplificam os procedimentos de autorização, fortalecem o planejamento e melhoram a remuneração. Créditos fiscais (entre outros mecanismos) também podem desempenhar um papel significativo no aumento da atratividade econômica de projetos de energia renovável para melhorar e sustentar ainda mais a competitividade de custos da energia renovável ao longo do tempo, se necessário. Juntos, os regimes de políticas devem

vii Energia elétrica gerada a partir de fontes de baixa emissão, como energia renovável (por exemplo, energia solar, eólica, hidrelétrica), nuclear, entre outras⁴⁶.



promover cerca de 87% do crescimento global da capacidade de energia renovável em escala de serviço público de 2023 a 2028⁴⁹.

Quadro 7 – Custo global nivelado de energia elétrica (LCOE) produzida a partir de tecnologias de energia renovável em escala de serviço público recém-comissionado, 2010 e 2022



Nota: Esses dados referem-se ao ano do comissionamento. As linhas grossas são a média ponderada global do valor do LCOE derivado das plantas individuais comissionadas de cada ano. O LCOE (custo nivelado de eletricidade) é calculado com os custos instalados específicos do projeto e os fatores de capacidade. Demais premissas, incluindo o custo médio ponderado do capital (WACC), são detalhadas no Anexo I, em Renewable power generation costs in 2022. A faixa cinza representa o custo de geração de energia a partir de combustíveis fósseis em 2022, supondo que os preços de 2021 do gás fóssil sejam o benchmark correto do lifetime, em vez dos preços da crise de 2022, enquanto as faixas de cada tecnologia e ano representam as faixas de 5° e 95° percentil para projetos de renováveis. Fonte: Renewable power generation costs in 2022, International Renewable Energy Agency, Agosto de 2023⁵⁰

II) Atualizar as regulamentações e priorizar os investimentos para garantir a expansão e modernização da infraestrutura da rede e das tecnologias de armazenamento

As tecnologias de infraestrutura de rede e LDES, como os Sistemas BESS, são viabilizadores essenciais para o aumento necessário da geração de energia renovável e da eletrificação em massa. Em termos de infraestrutura energética, os países do G20 devem considerar a atualização de suas regulamentações e procedimentos de planejamento para incentivar as redes (incluindo transmissão e distribuição) a acompanhar as mudanças na oferta e demanda de energia elétrica e na adequação do sistema elétrico (especialmente para redes de distribuição). Além disso, os países do G20 devem facilitar e simplificar os processos de licenciamento; eliminar barreiras administrativas e perdas técnicas e não técnicas (por exemplo, apropriação ilegal ou desvio de eletricidade); recompensar o alto desempenho e a confiabilidade; e promover a inovação.

Ao elaborar essas regulamentações, é importante alinhar a preparação para redes de transmissão e distribuição com processos de planejamento de longo prazo, acelerar as conexões com fontes de energia renovável, antecipar o crescimento de recursos distribuídos e considerar conexões com outros setores⁵¹. Além disso, os regimes regulatórios devem ser adaptados para acompanhar e viabilizar a transição energética, promover ampla participação dos operadores de rede e melhorar a resiliência da infraestrutura de rede para eventos adversos causados pelas mudanças climáticas. Por exemplo, a Autoridade Regulatória Italiana para Energia, Redes e Meio Ambiente (ARERA) introduziu em 2018 – e atualizou em 2023 – um mecanismo de incentivo para estimular os Operadores do Sistema de Distribuição (DSOs) a realizar investimentos que melhorem a resiliência da rede de distribuição em relação a riscos climáticos, como ondas de calor, acúmulo de gelo nas linhas aéreas, enchentes e tempestades⁵².



Na última década, os investimentos em redes globais estagnaram, mas agora há uma necessidade urgente de aumentá-los no curto prazo. Até 2030, esses investimentos precisam praticamente dobrar, dos US\$ 352 bilhões de 2022 para US\$ 680 bilhões por ano, a fim de cumprir as metas climáticas nacionais^{27,53}, viabilizar a triplicação da capacidade global de geração de energia renovável e fortalecer a segurança energética⁵⁴. Esses investimentos devem contemplar uma série de iniciativas, incluindo expansão/modernização das redes de transmissão e distribuição, integração regional, digitalização, desenvolvimento de tecnologias de resposta à demanda e implementação de algoritmos de *advanced analytics* e inteligência artificial (IA) incorporados para criar redes maiores, mais eficientes, mais robustas e mais inteligentes^{51,55}. Em todo o mundo, diferentes iniciativas e políticas foram desenhadas para desenvolver e promover esse tipo de rede, incluindo o New-Type Power System (NTPS) na China^{56,57} e Smart Networks for Energy Transition (SNET) na União Europeia⁵⁸.

Da mesma forma, promover a implantação da capacidade de LDES, como os Sistemas BESS e o armazenamento por bombeamento hidrelétrico, é crucial para facilitar a implementação generalizada de energias renováveis e garantir eficiência, acesso e segurança no consumo de energia. Na verdade, para atingir o cenário de *net zero*, a capacidade global de LDES precisaria aumentar quase seis vezes, de 268 GW em 2023 para 1.500 GW em 2030^{54,59}. Notadamente, BESS deve responder por 90% desse crescimento, com sua capacidade subindo de aproximadamente 90 GW para 1.200 GW – um aumento de quase 14 vezes⁵⁹. Para atingir essa meta, a implantação do armazenamento em bateria deve continuar aumentando em média 25% ao ano até 2030⁴². A expansão da capacidade de armazenamento em bateria no setor de energia já está em uma trajetória rápida, com mais de 40 GW adicionados apenas em 2023, dobrando o aumento do ano anterior, divididos entre projetos em escala de serviço público (65%) e sistemas “atrás do medidor” (*behind the meter* – 35%)⁵⁹.

Para viabilizar essa implementação, os países do G20 devem considerar a implementação de reformas regulatórias, facilitando o processo de aprovação e construindo estruturas de investimento para apoiar a pesquisa e desenvolvimento, especialmente em países nos estágios iniciais de implementação de capacidade de LDES/BESS. Por exemplo, em 2022, a Índia lançou sua versão preliminar do Plano Nacional de Energia Elétrica, definindo metas específicas para o desenvolvimento de BESS, com uma capacidade instalada projetada de 51 a 84 GW até 2031-32⁶⁰. Outro exemplo é a China, que consolidou sua posição como líder no mercado global de armazenamento em baterias, tendo triplicado sua capacidade adicionada em 2023 para 23 GW. A expansão no armazenamento em escala de serviço público ocorreu principalmente devido a políticas regionais, estimulando a integração com fontes de energia renovável⁶¹.

Por fim, implementar mecanismos de capacidade robustos e com boa relação custo-benefício é crucial para garantir a estabilidade e adequação do fornecimento de energia elétrica. Mecanismos de capacidade são sistemas de suporte financeiro desenhados para assegurar que as usinas de energia estejam disponíveis para gerar eletricidade quando necessário⁶². Esses mecanismos, que abrangem mercados de capacidade, leilões e mecanismos de pagamento, fornecem fontes de receita essenciais para usinas de energia convencionais, como usinas termelétricas a gás natural, permitindo que elas passem de provedores primários de energia para funções que enfatizam a firmeza e a flexibilidade no sistema de energia elétrica. Essa mudança é essencial porque fontes de energia renovável, como a eólica e solar, são intermitentes e nem sempre conseguem atender ao pico de demanda de forma independente. Esses mecanismos também podem contribuir para a descarbonização da energia promovendo o uso de fontes de energia de baixo carbono (como biomassa, biometano e hidrogênio limpo) em usinas de energia existentes.

III) Estabelecer estratégias e adotar incentivos fiscais e financeiros para acelerar a eletrificação e viabilizar sua ampla adoção

Para alcançar o aumento previsto para a eletrificação no cenário de *net zero*, alguns obstáculos importantes devem ser superados, como vulnerabilidades da cadeia de suprimentos (por exemplo, escassez de componentes e materiais críticos); falta de acesso à eletricidade, infraestrutura e capacidade de rede, especialmente em países em desenvolvimento; e incertezas em torno dos investimentos de



capital⁶¹. Para atingir o *net zero*, os investimentos em sistemas elétricos globais devem aumentar de US\$ 800 bilhões anualmente para US\$ 2,2 trilhões até 2030⁶⁴.

Nesse contexto, os países do G20 devem considerar a adoção de incentivos fiscais e financeiros para acelerar a eletrificação limpa e acessível (apoiada pela implementação de energia renovável e sustentável), uma vez que ela representa cerca de 45% do esforço de descarbonização, tanto em 2030 quanto em 2050²⁷. Esses incentivos podem ajudar as empresas a enfrentar o alto investimento inicial, que representa um desafio significativo para a eletrificação em todos os setores, incluindo o setor de transportes³⁹. Vários governos implementaram medidas de apoio a diversas iniciativas. Por exemplo, a Finlândia criou um fundo dedicado à eletrificação de indústrias pesadas³⁹. Da mesma forma, o plano REPowerEU da União Europeia expandiu o orçamento do European Union Innovation Fund para estimular projetos inovadores de eletrificação na indústria e desenvolvimento de hidrogênio³⁹. No Brasil, o “Programa Luz para Todos” visa fornecer acesso à energia elétrica a populações rurais e residentes de áreas remotas da Amazônia Legal brasileira que não têm acesso ao serviço público de distribuição de energia elétrica⁶⁵.

No setor de transportes, o Global Electric Vehicle Outlook 2024 da IEA⁴² destaca uma significativa tendência de alta nas vendas de carros elétricos, projetando que poderiam chegar a aproximadamente 17 milhões de unidades até 2024, representando mais de um em cada cinco carros vendidos no mundo todo. Isso representa mais de 20% das vendas globais de automóveis, destacando o papel crescente dos veículos elétricos como um componente crítico na descarbonização da mobilidade urbana juntamente com biocombustíveis sustentáveis. No entanto, para atingir esse potencial é necessário um forte apoio político para impulsionar o investimento da indústria e aumentar a confiança na aceleração contínua da eletrificação fornecida por fontes de baixa emissão. A eletrificação também se aplica a outros tipos de transporte, como ferroviário e hidroviário, com infraestrutura correspondente, garantindo uma estratégia de transporte intermodal ou multimodal. Por exemplo, a regulamentação para a implementação da infraestrutura de combustíveis alternativos (AFIR), parte do pacote legislativo “Fit for 55” para entregar o Green Deal Europeu, define metas obrigatórias de implementação para recarga elétrica e infraestrutura de reabastecimento de hidrogênio para o setor rodoviário, para o fornecimento de energia elétrica para navios atracados em portos marítimos e de águas internas e para o fornecimento de energia elétrica a aeronaves em voo estacionário⁶⁷.

Portanto, os países do G20 devem elaborar políticas e incentivos que facilitem o desenvolvimento da infraestrutura e da cadeia de suprimentos para acelerar a ampla eletrificação, particularmente nos países em desenvolvimento. Os recentes avanços nas políticas aumentaram ainda mais as expectativas de rápida eletrificação, incluindo a adoção de novos padrões de emissões no Canadá, na União Europeia e nos Estados Unidos nos últimos anos⁶⁸. Além disso, incentivos industriais como a Lei da Indústria *Net-Zero* da UE⁶⁹, o 14º Plano Quinquenal da China⁷⁰ e os Incentivos Vinculados à Produção da Índia⁷¹ são essenciais para aprimorar a agregação de valor e a criação de empregos nas cadeias de suprimento de veículos elétricos dessas regiões.

Garantir o acesso a uma cadeia de suprimentos diversificada e competitiva é fundamental para viabilizar a transição energética com sucesso. Isso exige o estabelecimento de acordos comerciais globais bem elaborados para facilitar a aquisição de equipamentos e materiais essenciais, como cobalto, cobre, níquel, lítio e de terras-raras, como neodímio e disprósio. Esses acordos são cruciais para evitar atrasos inesperados em projetos de energia⁷².

Além disso, promover uma transição justa e equitativa que apoie o desenvolvimento sustentável é essencial. Isso inclui a garantia de que a extração de minerais críticos para uso em tecnologias renováveis seja feita de forma ética e que haja adesão a práticas justas de trabalho e à defesa dos direitos humanos. Além disso, investir e desenvolver as comunidades nas quais esses materiais são obtidos é vital, garantindo que elas tenham acesso a sistemas confiáveis, acessíveis, seguros e sustentáveis de energia e transporte. Essa abordagem abrangente não apenas facilita a transição global para a energia renovável, mas também melhora a qualidade de vida e o desenvolvimento em comunidades ricas em recursos.



Policy Action 1.2

Estabelecer mecanismos e iniciativas para explorar o potencial sustentável e a prontidão de bioenergia e biocombustíveis para descarbonização, acelerando o atingimento do net zero e garantindo a segurança alimentar

Sumário executivo

Escalar um portfólio global e diversificado de soluções de biomassa sustentável para a geração de energia é uma medida essencial nos esforços globais de descarbonização, especialmente considerando as metas para 2030, as circunstâncias nacionais e a disponibilidade de recursos biológicos. Nesse contexto, três ações principais devem ser adotadas pelos países do G20: (i) estabelecer mandatos de mistura para promover o uso de bioenergia (por exemplo, biocombustíveis sustentáveis); (ii) implementar políticas para promover cadeias de suprimento globais e diversificadas de bioenergia; e (iii) estabelecer regulamentações e fornecer investimentos para escalar novas aplicações de bioenergia (por exemplo., biometano, combustível de aviação sustentável [SAF]), todas detalhadas a seguir.

Histórico e Contexto

A bioenergia é uma solução rápida para a descarbonização acelerada. Ela serve como complemento valioso para outras soluções de energia de baixo carbono, particularmente nos setores de transporte e mobilidade. A eficiência de custos, a prontidão comercial, a competitividade e a compatibilidade com a infraestrutura existente fazem dela uma alavanca-chave que poderia atingir até 1,2 GtCO₂e da redução necessária nas emissões globais de gases do efeito estufa até 2030 – gerando também impactos socioeconômicos significativos. Embora sua aplicação possa estar sujeita a condições nacionais, sua importância foi reconhecida nas edições do G20 e B20 anteriores, como podemos observar pelo lançamento da Aliança Global para Biocombustíveis durante a edição de 2023 do G20, com o objetivo de impulsionar a oferta e a demanda de biocombustíveis⁷³.

A bioenergia envolve o uso de materiais biológicos como culturas energéticas, resíduos agrícolas, biomassa florestal e resíduos orgânicos para produzir energia para diversas aplicações, incluindo o uso de biocombustíveis líquidos e biometano para transporte; e biomassa (por exemplo, madeira, *pellets*, bagaço de cana-de-açúcar) e biogás/biometano para geração de calor e energia em edifícios, indústrias e rede de energia elétrica. Além do uso para bioenergia, esses materiais biológicos também são essenciais para a descarbonização do setor químico (por exemplo, viabilizando a produção de bioplásticos e biometano) e para os processos de fabricação de ferro/aço (por exemplo., servindo como matéria-prima para agente de redução de baixo carbono, em substituição ao carvão).

Nessa discussão, biocombustíveis sustentáveis^{viii} desempenham um papel vital. A demanda global por biocombustíveis sustentáveis está crescendo rapidamente e seria necessário quadruplicar a capacidade até 2030 para estar em linha com trajetória para o net zero até 2050^{74,75}. Para o segmento

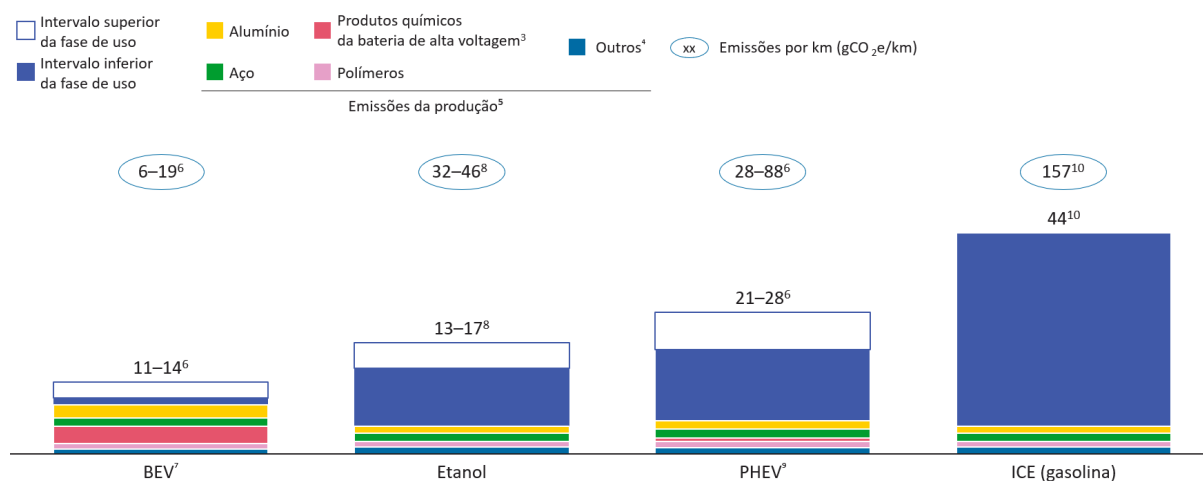
viii Os biocombustíveis sustentáveis incluem biocombustíveis convencionais como etanol ou éster metílico de ácido graxo (FAME), que podem ser misturados até que se alcance o limite estipulado ou combustíveis mais avançados do tipo *drop-in*, como óleo vegetal hidrotratado (HVO) ou bioquerosene.



de transportes, biocombustíveis já representam uma alternativa competitiva de baixo carbono aos combustíveis fósseis em veículos leves com motor a combustão interna (ICE) (Quadro 8). Além disso, biocombustíveis sustentáveis são particularmente relevantes para a descarbonização de segmentos de transporte de difícil redução, nos quais a projeção é que a eletrificação seja limitada devido a requisitos de infraestrutura, peso ou variedade. Por exemplo, na aviação, o SAF – um “drop-in” que pode substituir diretamente o querosene de aviação com reduções de emissões de GEE de 70% a 100% – deve contribuir para quase 40% da demanda total de energia da aviação até 2050^{75,76}.

O escalonamento da bioenergia pode oferecer várias vantagens, como: redução das emissões de CO₂; provisionamento de energia confiável, segura e eficiente; redução dos custos em comparação com as matrizes tradicionais; redução do desperdício; e incentivo ao desenvolvimento e ao uso de tecnologias inovadoras e sustentáveis/verdes. A bioenergia pode apoiar a mitigação das emissões de dióxido de carbono por meio de um ciclo biogênico que reabsorve as emissões de CO₂ durante a produção de biomassa, evitando assim a intensificação das mudanças climáticas⁷⁷. No entanto, isso somente é possível quando a produção segue diretrizes para o uso sustentável da terra, as operações são descarbonizadas e o contexto nacional é considerado. Com relação à criação de empregos, projeções da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA)⁷⁴ indicam que, em 2020, as oportunidades de emprego promovidas por biogás, biomassa sólida e biocombustíveis líquidos atingiram 3,53 milhões em todo o mundo. Essas oportunidades podem chegar a 13,7 milhões de empregos em 2050.

Quadro 8 – Emissões ao longo da vida de veículos leves¹ para diferentes combustíveis, por tipo de trem de força do veículo, tCO₂e²



¹Veículos leves que emitem <6 toneladas métricas de emissões de GEE ao longo da vida útil, incluindo a fase de produção e uso. ²Fase de uso estimada de 243.000 km. Perspectiva de rede limpa apenas para fase de uso; excl. economia adicional de emissões por, por exemplo, aço verde e cátodo/ânodo de bateria sustentável. ³Produtos químicos para bateria de alta voltagem. Incluindo lítio, níquel, manganês, cobalto, ferro, fosfato, grafite, eletrólitos. ⁴Incluindo, por exemplo, outros metais e vidro. ⁵Veículo médio global, similar ao segmento C. ⁶O intervalo mais baixo considera um mix de energia ~70% mais limpo, com base na comparação entre o mix médio europeu e o mix brasileiro; responde por 10% de perdas de carga. ⁷Carros elétricos a bateria; consumo médio de energia estimado de 15 kWh por 100 km. ⁸O intervalo superior considera etanol 1G, e o intervalo inferior considera etanol 2G, o que permite uma redução de ~35% nas emissões. ⁹Carros elétricos híbridos plug-in; Estimativa de uma divisão 50/50 para quilômetros rodados eletricamente e com motor a combustão interna. ¹⁰157,6 g/km de emissão de CO₂e na fase de uso. Fonte: Umweltbundesamt data⁷⁵; Julian Conzade et al., “Why the automotive future is electric,” McKinsey, 7 de Setembro de 2021⁸⁰; “O futuro da mobilidade no Brasil: uma rota para eletrificação” (“The future of mobility in Brazil: A route to electrification”), McKinsey, 27 de Janeiro de 2023⁸¹

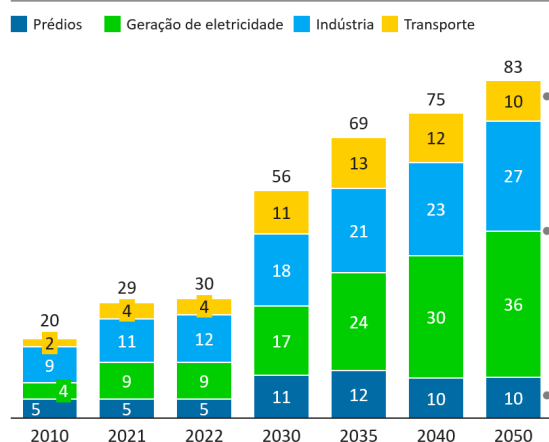
Para alcançar o caminho do *net zero*, a demanda por bioenergia deverá aumentar em torno de 180% até 2030 (Quadro 9). No entanto, o escalonamento da bioenergia para atender a essa demanda pode enfrentar várias barreiras, incluindo dificuldades em garantir o financiamento, níveis variados de prontidão tecnológica, flexibilidade e confiabilidade da matéria-prima, eficiência para diferentes soluções de bioenergia, necessidade de trabalhadores qualificados, infraestrutura e informações confiáveis⁷⁴. Para enfrentar essas barreiras, é preciso ter uma abordagem abrangente e coordenada que envolve um *mix* de medidas políticas adaptadas ao contexto local e alinhadas com estruturas e estratégias setoriais e internacionais. Nesse contexto, as medidas propostas visam promover o uso da bioenergia, fomentando a inovação e fortalecendo as cadeias de suprimentos.



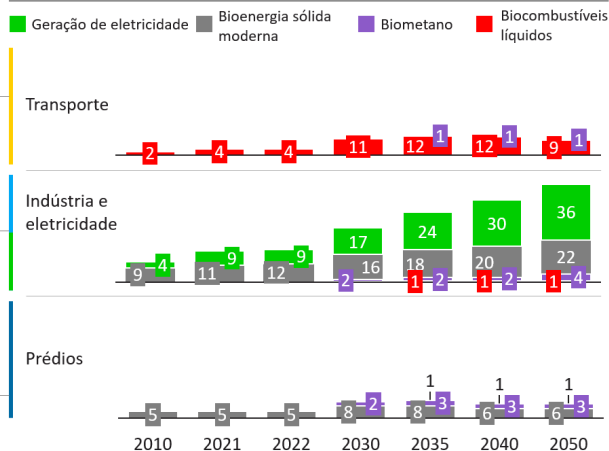
Quadro 9 – Demanda de bioenergia por uso final e por tipo de combustível até 2050

CENÁRIO DE NET ZERO DA IEA

Demanda de bioenergia por uso final¹, EJ



Demanda de bioenergia por tipo de combustível, EJ



¹ Exclui perdas de conversão e uso tradicional de biomassa.

Fonte: Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023

Ações específicas

I) Estabelecer mandatos de mistura para promover o uso de bioenergia (por exemplo, biocombustíveis sustentáveis)

As opções de bioenergia geralmente apresentam custos mais altos, exigindo estratégias para melhorar sua competitividade econômica. A implementação dessas medidas pode tornar a adoção de fontes de bioenergia mais viável financeiramente para empresas e acessível aos consumidores.

Nesse contexto, os países do G20 devem considerar o estabelecimento de medidas financeiras e de mandatos de mistura para promover o uso da bioenergia, considerando as condições e especificidades nacionais. A mistura exige a incorporação de uma proporção específica de biocombustíveis líquidos em combustíveis fósseis convencionais para transporte. Esses mandatos devem basear-se em marcos regulatórios claros e levar em conta a viabilidade dos combustíveis mistos como substitutos dos combustíveis fósseis convencionais, incluindo mudanças nas propriedades químicas do combustível (por exemplo, valor calorífico, ponto de fulgor e pH) e a prontidão da frota para usar combustível misto e potenciais medidas de transição para implementação segura (por exemplo, incentivos para modernização/renovação da frota para aceitar combustíveis mistos). Mais de 70 países⁷⁴ implementaram mandatos similares, sendo a maior parte focada no bioetanol, como o Brasil⁸² (27% de mistura de etanol com gasolina desde 2015) e Índia⁸³ (20% de mistura de etanol com gasolina até 2026), e biodiesel/diesel renovável, como a Indonésia⁸⁴ (35% de mistura de biodiesel com diesel desde 2023) e Coreia do Sul⁸⁵ (8% de mistura de biodiesel/diesel renovável com diesel até 2030).

II) Implementar políticas para promover cadeias de suprimento de bioenergia globais e diversificadas, garantindo a segurança alimentar

A complexidade das cadeias de suprimento de bioenergia pode representar um desafio significativo para o desenvolvimento da bioenergia, particularmente no caso de plantas ou projetos de larga escala. Essas cadeias de suprimentos abrangem vários estágios, incluindo cultivo de matérias-primas, colheita, coleta, pré-tratamento ou atualização e transporte, com variações dependendo da região, especificidades nacionais/regionais, tipo de matéria-prima e tecnologia de conversão. Em particular, as matérias-primas desempenham um papel fundamental nas cadeias de suprimento de bioenergia,



correspondendo a aproximadamente 60% a 80% dos custos de produção, dependendo da solução específica de bioenergia⁷⁵.

Neste contexto, os países do G20 devem considerar a implementação de políticas para promover cadeias de suprimento globais e diversificadas de bioenergia equilibrando os fluxos de oferta e demanda, bem como diluindo os efeitos de desastres ambientais na produção (*por exemplo, seca e enchentes*)⁷⁴. Por exemplo, medidas para reduzir as barreiras ao comércio internacional de biocombustíveis ajudariam a estimular uma economia global de biocombustíveis.

Até 2030, espera-se que a demanda da agricultura global aumente em pelo menos 70 a 80 milhões de hectares (Mha) para atender à demanda crescente por alimentos, bioenergia e natureza⁸⁶. O aumento da demanda pode exacerbar a concorrência entre as culturas de alimentos e de energia, o que resultaria em pressão sobre a natureza e os preços dos alimentos. Em vez de converter habitats naturais para agricultura, uma abordagem mais sustentável seria restaurar terras degradadas para matérias-primas agrícolas bioenergéticas. A América Latina e a África Subsaariana, por exemplo, têm mais de 190 Mha de terras degradadas, o que é mais do que suficiente para cobrir as necessidades locais e globais de alimentos/bioenergia⁸⁶. Para aproveitar essa oportunidade, os países do G20 devem adotar uma postura clara quanto à priorização da expansão de terras cultiváveis em áreas degradadas em vez de áreas de florestas nativas. Além disso, eles poderiam incentivar ativamente o estabelecimento de parcerias público-privadas e mecanismos de financiamento inovadores especificamente adaptados para apoiar o cultivo de alimentos e de energia em terras recuperadas. O Brasil é um exemplo de caso de que a conversão sustentável de terras degradadas é possível. O país se comprometeu a recuperar cerca de 15 Mha de pastagens degradadas até 2030⁸⁷ e ultrapassou suas metas, totalizando 26,8 Mha restaurados com sucesso para a produção agrícola por meio da criação de diversas parcerias estratégicas público-privadas, no âmbito do Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC)⁸⁸.

Além disso, as práticas de agricultura regenerativa^{ix} e o uso de variedades de alta densidade de energia, que também são altamente tolerantes à seca e a solos pobres, podem viabilizar a produção sustentável e competitiva de biomassa, restaurando terras degradadas e sequestrando carbono. Essa abordagem promoveria o desenvolvimento das economias locais, estabelecendo uma cadeia abrangente para suprimento e segurança de bioenergia.

Para reduzir as emissões de GEE de forma eficaz e garantir a segurança alimentar, a proteção da biodiversidade e o desenvolvimento das comunidades locais, é crucial que a biomassa/bioenergia seja produzida de forma sustentável. Para tanto, é importante considerar esquemas internacionais de certificação e padronização. Essas alternativas podem ajudar a criar convergência entre as regulamentações, promover a interoperabilidade e harmonizar princípios em todas as regiões. Um exemplo que vale a pena avaliar é a Certificação Internacional de Sustentabilidade e Carbono, que oferece esquemas de certificação de biomassa e bioenergia que cumprem a Diretiva de Energia Renovável da UE (RED II)^{90,91}. Outros exemplos são o Conselho de Manejo Florestal⁹² e o Programa de Endosso da Certificação Florestal⁹³, amplamente reconhecidos por garantir a sustentabilidade da biomassa florestal.

III) Estabelecer regulações e fornecer investimentos para escalar a infraestrutura e a inovação de bioenergia (por exemplo, biometano, SAF)

Promover a infraestrutura e fomentar a inovação é vital para o escalonamento dos avanços da bioenergia e para garantir cadeias de suprimentos globais e diversificadas. Investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias avançadas de biocombustíveis é essencial para destravar o acesso a matérias-primas mais abundantes e com boa relação custo-benefício, como resíduos agrícolas, culturas energéticas dedicadas e resíduos sólidos municipais⁹⁴. No longo prazo, o desenvolvimento de *e-fuels* ou combustíveis sintéticos – sintetizados a partir do hidrogênio produzido por eletrolisador (e movido por baixa emissão ou energia renovável), combinado com CO₂ de fontes biogênicas, atmosféricas

ix A agricultura regenerativa descreve as práticas de agricultura e pastagem que, entre outros benefícios, reverterem as mudanças climáticas reconstruindo a matéria orgânica do solo e restaurando a biodiversidade degradada do solo, o que resulta na redução de carbono e na melhoria do ciclo da água⁸⁹.



ou de fluxos de resíduos concentrados – pode aumentar significativamente o leque de estratégias de descarbonização para as indústrias de aviação e transporte. Essa abordagem não só diversifica as opções de energia como também oferece potencial substancial de sinergia com a produção de biocombustíveis, especialmente na forma de utilização de CO₂ biogênico⁹⁵.

Globalmente, três exemplos relevantes de soluções “drop-in” comercialmente disponíveis que exigem investimentos em infraestrutura para ganhar escala e, ao mesmo tempo, incorporam tecnologias emergentes são biogás/biometano, biocombustíveis/combustíveis SAF^x e biocombustíveis de segunda geração (2G)^{xi}.

Nesse contexto, é essencial para os países do G20 alavancar investimentos em infraestrutura e inovação contínua em soluções de bioenergia, aumentando a competitividade e destravando o potencial de opções comercialmente viáveis. Por exemplo, muitos países já contam com uma extensa infraestrutura de gás natural, que também pode ser acessada pelo biometano em vários níveis de mistura (gás natural e biometano são intercambiáveis). Ao alavancar/expandir essa infraestrutura existente e aumentar a proporção de biometano nas misturas de gás natural, os países podem diversificar seu suprimento de energia e reduzir significativamente a dependência de combustíveis fósseis mais poluentes, como carvão e petróleo. Essa abordagem não apenas facilita a transição para um sistema de energia com menor emissão de carbono, mas também melhora a confiabilidade da energia, servindo como fonte de energia de segurança para demanda de calor e rede elétrica⁹⁸.

Outro exemplo envolve os investimentos no desenvolvimento de SAF sintético/de origem biológica, que pode contribuir com até 55% das reduções de emissões exigidas na aviação internacional até 2050. Para atingir essa meta, é necessário um investimento total estimado de aproximadamente US\$ 3.200 bilhões até 2050 para aumentar a capacidade de produção. Isso se desdobra em US\$ 950 bilhões para SAF baseado em biomassa, que deve cobrir 42% da demanda internacional de energia da aviação em 2050, US\$ 1.700 bilhões para SAF derivado de resíduos gasosos (46%), US\$ 460 bilhões para SAF sintetizado a partir de CO₂ atmosférico (10%), US\$ 60 bilhões para combustível de aviação de baixo carbono e gaseificação a baixa temperatura (LCAF- LTAG) e US\$ 55 bilhões para combustíveis baseados em hidrogênio (2%)⁹⁹. Esses gastos de capital são destinados a novas plantas de produção de combustíveis *greenfield* e não representam os investimentos no setor de combustíveis convencionais que seriam necessários em um cenário business-as-usual⁹⁹. Além disso, esses investimentos provavelmente impulsionarão o crescimento econômico local, principalmente por meio de refinarias que utilizam matérias-primas renováveis ou residuais para produzir SAF, promovendo, assim, o desenvolvimento econômico regional e criando oportunidades nas comunidades rurais.

Além disso, os países do G20 poderiam estabelecer regulações claras para facilitar as decisões de investimento e criar um ambiente favorável para o desenvolvimento e a implementação de tecnologias de bioenergia, incluindo o estabelecimento de chamadas para projetos (por exemplo, a chamada de £135 milhões do Advanced Fuels Fund do Reino Unido para desenvolver projetos de SAF¹⁰⁰) e tarifas de feed-in (por exemplo, tarifas de feed-in da França desde 2011 para biometano injetado na rede de gás natural Francesa para projetos com capacidade de produção abaixo de 25 GWh/ano¹⁰¹). Além disso, seriam necessários investimentos diretos no aumento da capacidade de produção, com um investimento global anual estimado de mais de US\$ 50 bilhões para expandir a capacidade de produção, promover a inovação e superar potenciais gargalos de matérias-primas⁷⁵.

x SAFs estão disponíveis comercialmente desde 2011⁷⁶ e devem ver rápido crescimento da demanda global. Eles podem ser produzidos usando diversas fontes e tecnologias com diferentes graus de maturidade e potencial de descarbonização. SAFs de origem biológica têm o maior potencial de escala no curto a médio prazo, incluindo ésteres hidroprocessados, ácidos graxos (HEFA) e rotas *ethanol to jet*. Atualmente, sua aplicação comercial exige uma mistura com combustível tradicional para aviação, com uma mistura de corrente máxima de 50%⁹⁶ de combustível sustentável, dependendo de sua composição. Ainda assim, testes não comerciais já comprovaram a possibilidade de voos 100% SAF.

xi A indústria de bioconversão de 2G, com sua primeira fábrica em escala comercial estabelecida em 2013⁹⁷, permite a produção de bioenergia a partir de fontes não comestíveis, mitigando os riscos da cadeia de suprimentos. As inovações na produção de etanol 2G incluem o uso do álcool celulósico - feito de plantas não-alimentícias, gramíneas, biomassa de florestas e fermentação de resíduos agrícolas, que pode aumentar a variedade e a quantidade de matéria-prima adequada ao etanol 2G. Os investimentos em inovação são fundamentais para o desenvolvimento e escalonamento de outras tecnologias 2G, produzindo energia com baixo impacto ambiental⁷⁴.



Policy Action 1.3

Viabilizar a expansão de outras soluções necessárias para a transição para o *net zero*, como captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS); hidrogênio limpo; e energia nuclear.

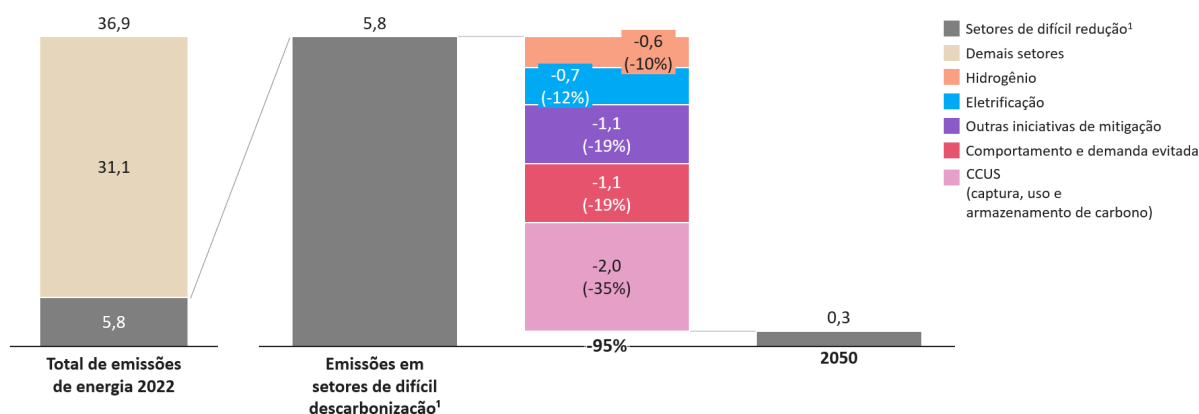
Sumário executivo

Além das medidas definidas nas ações 1.1 e 1.2, os esforços de descarbonização devem abranger a expansão de outras soluções necessárias para as metas do *net zero*, como CCUS, hidrogênio limpo e energia nuclear. Isso deve incluir (i) o estabelecimento de estruturas legais e regulatórias para promover o desenvolvimento de *hubs* de CCUS; (ii) a oferta de incentivos para suprimento (por exemplo, financiamento) e demanda a fim de desenvolver soluções de hidrogênio limpo; e (iii) a garantia de geração segura de energia nuclear em conformidade com parâmetros globais de segurança e risco.

Histórico e Contexto

Para completar o *mix* de descarbonização, é essencial continuar investindo em diversas fontes de energia de baixo carbono, especialmente em setores/usos/indústrias de difícil redução e emissões residuais, para alcançar o *net zero* (Quadro 10). Por exemplo, desenvolver a indústria de CCUS será importante para o caminho até o *net zero*, porque pode funcionar como uma modernização dos atuais processos de produção. O hidrogênio limpo deverá desempenhar um papel fundamental em setores de difícil redução, como transporte pesado e siderurgia. Por fim, a energia nuclear também é uma solução relevante, considerando sua capacidade operacional atual, geração despachável (ou programável) e potencial de crescimento¹⁰². Outras ferramentas importantes também devem ser implementadas em conjunto com outros métodos de mitigação, como abordagens de remoção de dióxido de carbono (CDR). Segundo o IPCC¹⁰³, essas abordagens não substituem as reduções profundas das emissões, mas são necessárias para limitar o aquecimento a 2,0°C ou menos e equilibrar as emissões, particularmente em setores de difícil descarbonização.

Quadro 10 – Emissões globais de CO₂ e reduções em setores de difícil descarbonização¹ por iniciativa de mitigação no cenário de *net zero* da IEA, GtCO₂e



¹ Setores de difícil redução correspondem a Cimento, Aço e Produtos Químicos Primários.
Fonte: Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023



Primeiro, CCUS é um processo centrado na captura de CO₂ de grandes fontes pontuais, como parques de geração de energia ou instalações industriais que usam combustíveis fósseis ou biomassa como combustível. Ele é então comprimido e transportado para ser usado em várias aplicações (utilizando, CCU) ou injetado em formações geológicas profundas (armazenando, CCS) como reservatórios de óleo e gás depletados ou aquíferos salinos¹⁰⁴. Espera-se que CCUS desempenhe um papel crucial no cumprimento das metas climáticas, especialmente na redução da intensidade de carbono de setores de difícil redução, como produtos químicos, aço, cimento e concreto. Segundo a IEA, para atingir o *net zero*, a capacidade global de CCUS deve aumentar mais de 100 vezes no longo prazo, atingindo até 6 Gt até 2050¹⁰³. Isso representaria aproximadamente 8% do total necessário de descarbonização relacionada à energia e representaria 35% da descarbonização necessária para setores de difícil descarbonização¹⁰⁵.

Uma das vantagens do CCUS é que ele pode ser adaptado a usinas industriais e de energia existentes, permitindo a continuidade da operação. Dentre as opções do CCUS, a bioenergia com captura, utilização e armazenamento de carbono (BECCUS) se destaca como uma alternativa que combina a produção de energia de biomassa com a remoção de CO₂, com o potencial de ser um sumidouro de carbono com a captura de carbono biogênico¹⁰⁶. No entanto, para que o emprego do CCUS ganhe escala global, alguns desafios devem ser superados, incluindo os altos custos e os longos *lead times* para o desenvolvimento de projetos, a identificação de formações geológicas adequadas e à prova de vazamentos para armazenamento, o alinhamento de diferentes regimes/padrões de contabilidade de carbono, o acesso ao capital financeiro de longo prazo para apoiar a instalação de unidades e infraestrutura de captura de carbono e o estabelecimento de estruturas regulatórias de apoio^{107,108}.

Segundo, o hidrogênio desempenha um papel crucial no atingimento do *net zero* até 2050, complementando outros esforços de descarbonização de energia e reduzindo as emissões de carbono em setores de difícil descarbonização¹⁰⁹. Espera-se que o domínio do hidrogênio cinza^{xii} no consumo atual diminua à medida que a demanda por hidrogênio limpo aumente e seus custos tornem-se cada vez mais competitivos¹⁰⁹. De acordo com a IEA¹¹¹, em 2050, o hidrogênio de baixa emissão poderia representar cerca de 98% da demanda total de hidrogênio, com o hidrogênio verde^{xiii} representando cerca de 78% da oferta, seguido pelo hidrogênio azul^{xiv}, que deve responder pelo *market share* remanescente. Projetos de baixa emissão para produção de hidrogênio anunciados representam atualmente 55% da meta de 2030 no cenário IEA de *net zero*. Dessa forma, é necessária uma ação ambiciosa para criar demanda e estimular o investimento nesses projetos de produção¹¹¹.

O hidrogênio é um vetor versátil de energia com muitas aplicações, como combustível para transporte de longa distância (por exemplo, aviação e transporte marítimo) e matérias-primas ou combustível nas indústrias de aço, produtos químicos e geração de energia. Além disso, quando gerado a partir de fontes renováveis, ele pode servir como (i) transportador versátil de energia renovável, tornando-se uma das escolhas preferenciais para o acoplamento setorial, usando períodos de excedente de eletricidade renovável para produzir hidrogênio e (ii) agente redutor para siderúrgicas de baixo carbono para produzir ferro briquetado a quente (HBI). Assim, os benefícios potenciais das soluções de hidrogênio limpo que complementam outros esforços de descarbonização de energia são significativos, incluindo redução de emissões, melhoria da qualidade do ar e aumento da segurança energética.

Finalmente, a energia nuclear representa atualmente 10% da geração global de eletricidade e tem potencial significativo para contribuir para a descarbonização do setor de energia¹¹³. Historicamente, é uma das mais importantes contribuintes globais da eletricidade sem carbono, sendo atualmente a segunda maior fonte de energia com baixas emissões, atrás apenas da geração hídrica¹⁰². As usinas nucleares contribuem para a segurança da energia elétrica de diversas formas, mantendo as redes estáveis e complementando as estratégias de descarbonização, porque podem ajustar sua produ-

xii O hidrogênio cinza é a forma mais comum do hidrogênio e é gerado a partir do gás natural ou metano por meio de um processo chamado reforma a vapor¹¹⁰.

xiii O hidrogênio verde é produzido usando energia limpa de fontes de energia renovável¹¹², como energia solar ou eólica, para dividir a água em dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio por meio de um processo chamado eletrólise¹¹⁰.

xiv O hidrogênio azul é o hidrogênio produzido a partir do gás natural em um processo de reforma a vapor do metano em conjunto com a CCS. O hidrogênio azul só pode ser rotulado como "limpo" se as perdas de metano forem minimizadas a quase zero, as taxas de captura de carbono forem altas e o carbono capturado for permanentemente estocado no subsolo para evitar sua liberação na atmosfera¹¹⁰.



ção para acompanhar as mudanças na oferta e demanda¹⁰². No entanto, a energia nuclear também enfrenta desafios, incluindo altos custos iniciais, longos *lead times*, oposição da opinião pública e obstáculos regulatórios ao seu estabelecimento – e qualquer esforço deve estar em conformidade com os parâmetros globais de segurança e risco.

Ações específicas

I) Estabelecer arcabouços legais e regulatórios para promover o desenvolvimento de hubs de CCS/CCU

O escalonamento da CCUS encontra desafios significativos, incluindo os investimentos substanciais necessários para a implantação e as questões de segurança relacionadas à construção de extensos gasodutos e redes de armazenamento para coleta e descarte de CO₂. Para abordar esses desafios e acelerar o desenvolvimento de tecnologia e infraestrutura de remoção de carbono, desenvolver hubs de CCS/CCU desponta como uma alternativa promissora.^{104,106}

Um hub de CCS é um *cluster* de instalações de alta emissão que compartilham a mesma infraestrutura de transporte e armazenamento de CO₂, diluindo os custos e gerando economias de escala. A estocagem do CO₂ capturado é feita principalmente em formações geológicas profundas, como aquíferos salinos e reservatórios de petróleo e gás. Encontramos exemplos de iniciativas de hubs de CCS no Brasil, China, Itália, Holanda, Noruega, Arábia Saudita, Reino Unido e Estados Unidos¹¹⁴.

Um hub de CCU representa um *cluster* de instalações de emissão que compartilham apenas a infraestrutura de transporte de CO₂, independentemente de formações geológicas específicas. O uso final do CO₂ capturado varia de acordo com as necessidades do consumidor ou comprador final, abrangendo indústrias como alimentos e bebidas, produtos químicos, combustíveis e bens de consumo¹¹⁵.

Neste contexto, os países do G20 são incentivados a considerar o estabelecimento de estruturas legais e regulatórias para promover o desenvolvimento de hubs de CCS/CCU. Juntamente com outras medidas como incentivos fiscais, *pools* de investimento, esquemas de crédito ou financiamento direto, essas estruturas podem ajudar a garantir que redes de infraestrutura compartilhadas estejam acessíveis a todos os desenvolvedores sem discriminação e a estabelecer diretrizes para compartilhamento de custos.¹⁰⁶

II) Oferecer incentivos para oferta (por exemplo, financiamento) e demanda a fim de desenvolver soluções de hidrogênio limpo

Para destravar o potencial do hidrogênio, alguns obstáculos devem ser superados, incluindo o alto custo das tecnologias de produção e utilização do hidrogênio limpo, a necessidade de um custo acessível para transporte, armazenamento e uso a fim de apoiar o desenvolvimento do mercado de hidrogênio (como a adaptação dos atuais gasodutos e instalações de armazenamento de gás natural para assegurar custos mais baixos); as incertezas em torno da futura demanda de hidrogênio; e a falta de clareza em relação à certificação e regulamentação¹⁰⁹. Considerando a urgência e a complexidade desses desafios, são necessárias ações em termos tanto de oferta quanto de demanda.

Por exemplo, no que diz respeito ao suprimento, os países do G20 devem considerar a alocação de fundos para melhorar as capacidades de produção, bem como o estabelecimento de regulamentações que apoiem contratos de fornecimento e contratos de compra de energia (PPA). Isso pode incluir o desenvolvimento de *pools* de investimento, a aceleração da geração de energia renovável e a implementação da infraestrutura, além de fornecer suporte para identificar oportunidades de projetos. Ao disponibilizar esses recursos, os países do G20 podem viabilizar um escalonamento compatível com suas metas de descarbonização.

Do lado da demanda, considerando circunstâncias específicas como o avanço da capacidade e da tecnologia, podem ser emitidas regulamentações (como cotas ou mandatos) para exigir a adoção de hidrogênio limpo nas aplicações existentes. Simultaneamente, o setor privado pode contribuir



promovendo a agregação da demanda em indústrias como as de produtos químicos e refino, que são opções viáveis para impulsionar a demanda no curto prazo¹⁰⁷. Além disso, o desenvolvimento de *hubs* de hidrogênio, integrados a outros *hubs* de soluções energéticas, como CCU de bioenergia, poderia estimular ainda mais a demanda por hidrogênio limpo como matéria-prima para a produção de produtos químicos de baixa emissão e e-fuels, ou combustíveis sintéticos,^{xv} (por exemplo, amônia verde, metanol sintético e combustíveis produzidos a partir da síntese de Fischer-Tropsch).

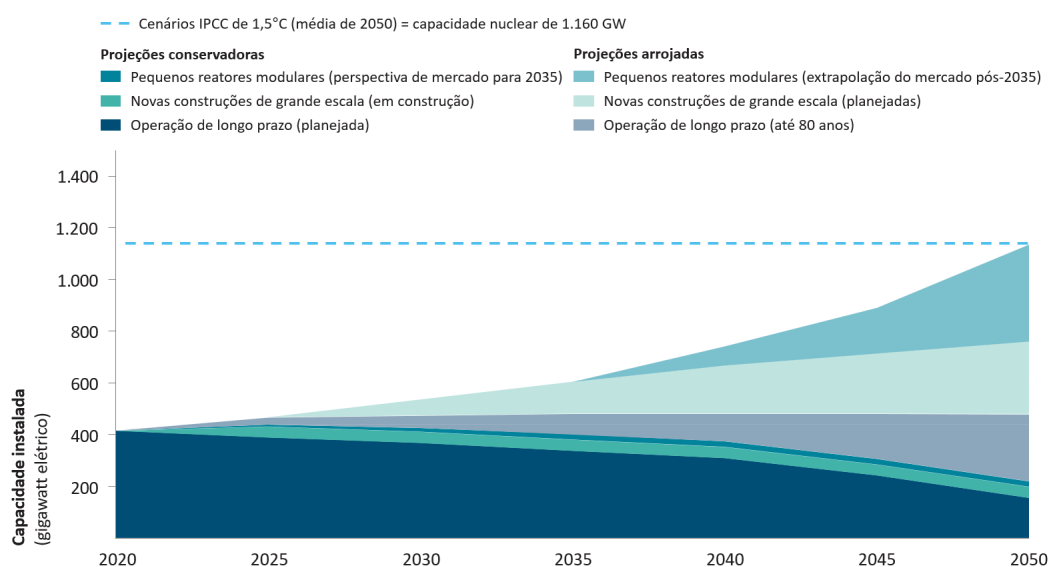
III) Garantir a geração segura de energia nuclear em conformidade com os parâmetros globais de segurança e risco

Várias iniciativas estratégicas poderiam ser buscadas para garantir que a geração de energia nuclear contribua de forma eficaz e segura para o *net zero* (Quadro 11). Isso inclui a expansão das capacidades de produção em usinas nucleares existentes, o estabelecimento de novas instalações e o investimento em tecnologias de ponta, como reatores de terceira e quarta geração, pequenos reatores modulares e reatores de fusão, em conformidade com rígidos padrões globais de segurança e risco^{116,117}.

Estender o tempo de vida operacional das usinas nucleares existentes também é uma iniciativa estratégica relevante, representando um método eficaz em termos de custos para produzir energia elétrica de baixa emissão e já produziu resultados positivos em vários países¹⁰². Além disso, implementar um esquema de pagamento de longo prazo, estabelecer sistemas robustos de gestão de riscos de custos e desenvolver estratégias eficazes para gerenciar resíduos radioativos de alto nível são medidas críticas que devem ser ativamente promovidas para apoiar a expansão sustentável da energia nuclear.

Para antecipar os riscos potenciais relacionados a riscos naturais, erros humanos, falhas mecânicas, falhas de desenho, resíduos e contaminação radioativa, os países do G20 devem adotar padrões de segurança consistentes para novos desenhos e usinas nucleares existentes. Isso poderia envolver a adesão às diretrizes da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), incluindo seu guia Preparação e Resposta à Emergência¹¹⁸, e a comunicação clara dos requisitos de licenciamento a todas as partes envolvidas¹¹⁹.

Quadro 11 – Potencial total de contribuição da energia nuclear para o *net zero*



Fonte: Meeting climate change targets: The role of nuclear energy, OECD Nuclear Energy Agency, Maio de 2022

A cooperação global para estabelecer normas regulatórias para geração de energia a partir de fusão deve ser aprimorada, promovendo a rápida implementação de usinas seguras em todo o mundo em resposta à rápida expansão das indústrias de fusão¹²⁰. Além disso, o diálogo entre as autoridades regulatórias de energia nuclear e fusão deve ser incentivado para facilitar o compartilhamento de melhores práticas e casos.

xv Combustíveis sintéticos de baixa emissão podem aumentar a diversificação das opções de descarbonização disponíveis para aviação e transporte e apresentar alto potencial de sinergia com a produção de biocombustíveis, especialmente na forma de utilização de CO₂ biogênico⁹³.





RECOMENDAÇÃO 2



Recomendação 2



Parcialmente alinhada com as edições anteriores do B20

Dobrar a taxa média anual global de melhorias na eficiência energética até 2030, promovendo a eficiência dos recursos e a economia circular

Policy Actions

Policy Action 2.1 – Dobrar a taxa média anual global de melhorias na eficiência energética até 2030 por meio do avanço das políticas de eficiência técnica, programas de investimento e medidas para aumentar a conscientização pública

Policy Action 2.2 – Promover a economia circular e o uso eficiente dos recursos globais, desenvolvendo políticas que considerem todo o ciclo de vida dos materiais e fomentando programas de financiamento e conscientização para aumentar a adoção de práticas circulares.

Key Performance Indicators	Linha de Base	Meta	Classificação
Taxa média anual global de melhorias na eficiência energética Computada como progresso anual (%) na eficiência da intensidade do uso de energia ^{xvi}	~2% ²⁵ 	~4% ²⁵ 	 Alinhado com os B20s anteriores
% global de recursos reciclados empregados na economia Computado como recursos cíclicos/recursos totais entrando na economia global	7,2% ¹²¹ 	17% ¹²² 	 Alinhado com os B20s anteriores

Os "KPIs de monitoramento da meta" têm como objetivo oferecer sugestões de indicadores que medem o progresso global no tema. Eles buscam encorajar a adoção de ações. Esses indicadores e metas não sugerem um compromisso para países específicos ou uma substituição dos compromissos sob suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

ODS

A **recomendação 2** contribui para os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU:



xvi Quantidade de energia necessária para produzir uma unidade do PIB. Calculado como a razão entre o suprimento total de energia e o PIB em US\$ constante de 2015 usando a paridade do poder de compra.



ODS 7: Energia limpa e acessível – a recomendação foca no desenvolvimento e no acesso universal à energia acessível, confiável, sustentável e moderna

ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico – crescimento econômico sustentável relacionado à aceleração de soluções sustentáveis, incluindo por meio de inovação

ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura – implementação relacionada ao cumprimento de diversas metas do Objetivo 9, como desenvolver infraestrutura sustentável, resiliente e inclusiva; promover a industrialização inclusiva e sustentável; modernizar toda a infraestrutura e as indústrias para torná-las sustentáveis; e fortalecer a pesquisa e melhorar as capacidades tecnológicas das indústrias

ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis – a recomendação 2 cumpre pelo menos dois objetivos: sistemas de transporte sustentáveis e construções sustentáveis e resilientes

ODS 12: Consumo e produção responsáveis – a aceleração das soluções de energia sustentável envolve aumentar a eficiência, estimular a infraestrutura sustentável e criar empregos sustentáveis/verdes

ODS 13: Ação contra a mudança global do clima – a aceleração de soluções de energia sustentável é imperativa para combater as mudanças climáticas e seus impactos com urgência

ODS 15: Vida terrestre – a migração para fontes de energia sustentáveis favorece a proteção dos ecossistemas terrestres

Princípios Orientadores do B20 Brasil

A **Recomendação 2** tem o maior impacto no seguinte Princípio Orientador do B20 Brasil:



Promover uma transição justa para zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa, já que a eficiência energética e de recursos são etapas cruciais no caminho para o *net zero*.

Prioridades do G20 Brasil

A **Recomendação 2** contribui para as seguintes prioridades do G20 Brasil:

A **recomendação 2** contribui para abordar uma das principais prioridades da **transição energética do G20 no Brasil** - (I) Acelerar o financiamento para transições de energia, especialmente em mercados emergentes e economias em desenvolvimento, pois *Policy Action 2.1* aborda incentivos financeiros e fiscais para promover a eficiência energética.

A **recomendação 2** contribui para abordar uma das principais prioridades de **Sustentabilidade ambiental e climática do G20 no Brasil** – (IV) Resíduos e economia circular, pois o foco da sua *Policy Action 2.2* é a colaboração para estimular a adoção de princípios de economia circular visando reduzir o desperdício e as emissões de carbono.

Contexto

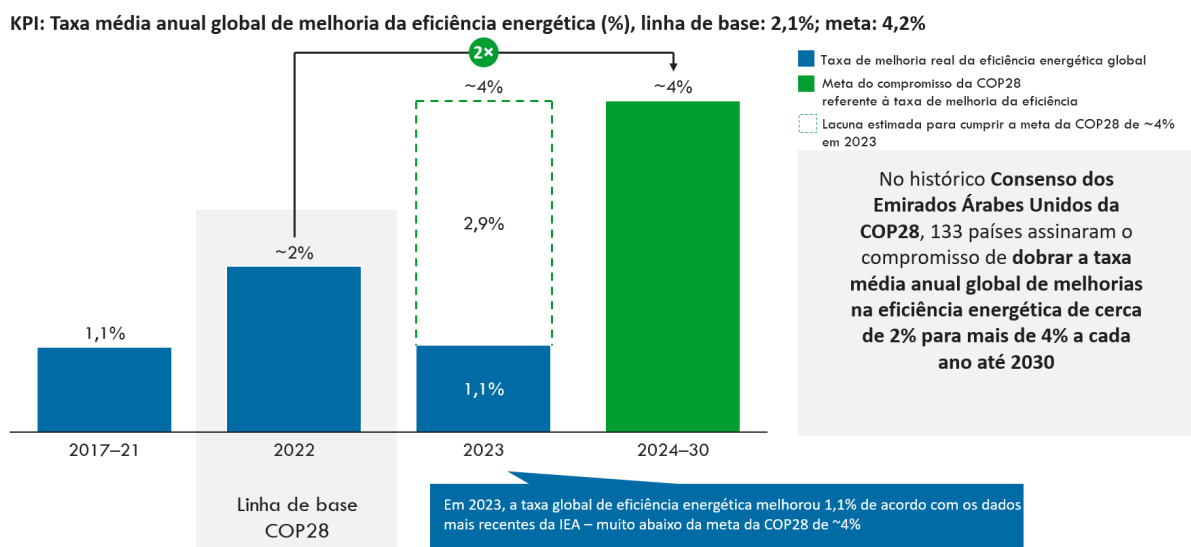
A disponibilidade de energia, materiais e outros recursos seguros e confiáveis é essencial para os processos industriais e a prestação de serviços públicos, como iluminação, aquecimento, cocção, informação, tecnologia e mobilidade. No entanto, as estimativas mostram que já estamos usando mais do que a quantidade disponível de recursos naturais da Terra e, se as tendências atuais continuassem, precisaríamos de três planetas até 2050¹²³. Aumentar a eficiência energética e de recursos e aplicar



princípios de economia circular são oportunidades-chave para reduzir os resíduos e avançar para um caminho rumo ao *net zero*, assegurando a funcionalidade da economia.

Nos últimos anos, a insegurança em torno da disponibilidade de energia e o impacto inflacionário do aumento dos preços desse serviço nas economias mundiais tornaram imperativos, para quase todos os governos, a redução da conta dos consumidores e a garantia ao acesso confiável aos suprimentos. Focar no atingimento da eficiência no consumo de energia é uma das melhores respostas para atender simultaneamente as metas climáticas, de acessibilidade e segurança do fornecimento. Após o compromisso da COP28, o mundo deve dobrar a taxa anual média global de melhorias de eficiência energética de cerca de 2% em 2022 para mais de 4% a cada ano até 2030²⁵ (Quadro 12).

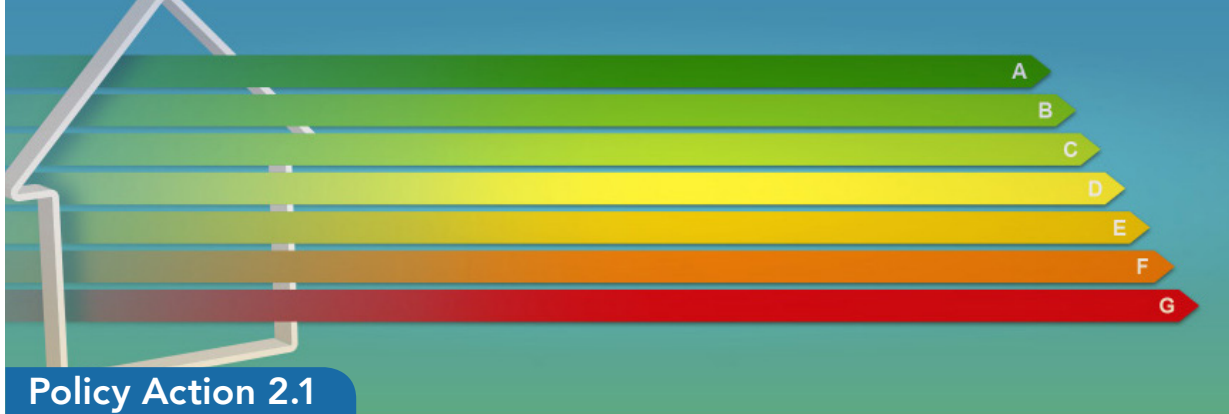
Quadro 12 – Taxa média anual de melhorias globais na eficiência energética e meta do compromisso da COP28 de dobrar a taxa anual a cada ano até 2030, %



Fonte: "COP28: Tracking the energy outcomes," IEA, 2023; "The UAE Consensus foreword," COP28, acessado em 2 de julho de 2024

A transição para o *net zero* depende da oferta de materiais como viabilizador quando as indústrias estão passando por rápidas e fundamentais mudanças tecnológicas, o que as torna uma alavanca significativa para a demanda de materiais no futuro¹²⁴. Ter uma cadeia de suprimento de energia confiável e robusta é um dos principais desafios que as empresas industriais enfrentam na aceleração da transição energética. Dessa forma, a cooperação internacional e o desenvolvimento de fornecedores locais são fundamentais para o acesso a materiais como matérias-primas críticas, baterias, painéis solares etc.

Para aumentar a eficiência dos recursos, é vital realizar uma transição de materiais, que envolve a substituição de materiais com altos níveis de energia e emissão por materiais mais eficientes e menos poluentes, considerando as condições nacionais e os recursos disponíveis. Além disso, a integração dos princípios da economia circular por meio do desenvolvimento de políticas customizadas para as condições locais e da melhoria das parcerias público-privadas é crucial. Essas ações coletivamente servem como um método eficaz para reduzir as emissões de GEE na indústria.



Dobrar a taxa média anual global de melhorias na eficiência energética até 2030 por meio do avanço das políticas de eficiência técnica, programas de investimento e medidas para aumentar a conscientização pública

Sumário executivo

Investir em melhorias na eficiência energética é uma forma econômica de impulsionar as medidas de descarbonização e aproximar-se do *net zero*. Sua posição estratégica foi reconhecida no compromisso da COP28 com um acordo de dobrar a taxa anual média de melhorias globais na eficiência energética de 2% para 4% até 2030²⁵. Para tanto, e considerando as circunstâncias nacionais e os recursos disponíveis, três conjuntos de ações devem ser implementados: (i) Definir políticas de eficiência energética para melhorar a eficiência técnica; (ii) Fortalecer programas de investimento para aumentar a eficiência energética e reduzir as disparidades em todo o mundo; e (iii) Disseminar informações e promover a conscientização (por exemplo, programas de rotulagem) sobre a eficiência energética para estimular a mudança de comportamento.

Histórico e Contexto

A eficiência no consumo de energia está sendo cada vez mais reconhecida como a primeira e melhor resposta para alinhar os objetivos climáticos, de segurança e acessibilidade simultaneamente¹²⁵, com potencial de redução de até 5 GtCO₂e¹²⁶. Ela abrange um amplo espectro de medidas, como usar eletrodomésticos com eficiência energética, mudar processos industriais para minimizar o uso de energia, melhorar a eficiência do transporte e passar a adotar, nos usos finais, vetores de energia mais eficientes, como a eletricidade. No Compromisso Global de Metas de Energia Renovável e Eficiência Energética, firmado na COP28, os países comprometeram-se a dobrar a taxa média anual de melhorias globais na eficiência energética (Quadro 12), além de tornar a eficiência energética o “primeiro combustível” no centro de suas decisões de formulação de políticas, planejamento e grandes investimentos. Todos os países devem tomar essas medidas, considerando diferentes pontos de partida, circunstâncias nacionais e realidades únicas de diferentes regiões²⁵, garantindo a equidade na transição.

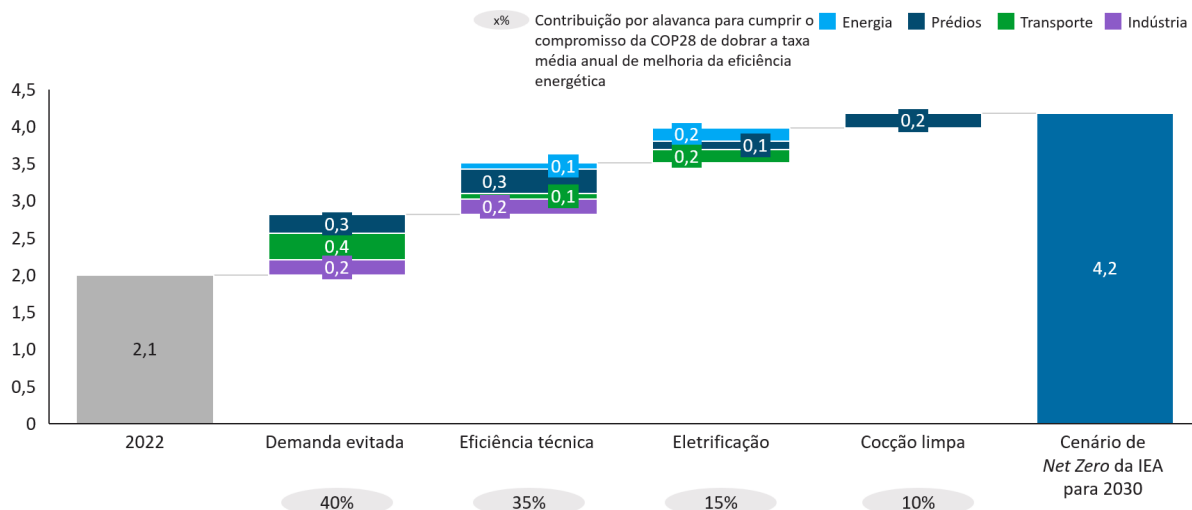
Ao melhorar a eficiência energética, os países podem aproveitar ao máximo suas fontes de energia existentes e reduzir o esgotamento de recursos finitos. Também podem reduzir a dependência energética, contribuindo para a segurança energética. Investir em eficiência energética apresenta oportunidades econômicas significativas para empresas e consumidores. Por exemplo, as contas de luz residenciais nas economias avançadas podem ser reduzidas em um terço¹²⁷. Isso estimula o crescimento econômico, gerando aproximadamente 4,5 milhões de empregos adicionais¹²⁵, e impulsiona a inovação em tecnologias e práticas com baixo consumo de energia. Ao adotar a eficiência energética, as empresas podem reduzir os custos operacionais, aumentar a competitividade e contribuir para um futuro mais sustentável¹²⁸.

Dito isso, há quatro alavancas estratégicas a serem consideradas ao reduzir a intensidade do uso de energia e alcançar o compromisso de dobrar a taxa média anual de melhorias globais na eficiência



energética: demanda evitada, eficiência técnica, eletrificação e recursos renováveis e cocção limpa (Quadro 13).

Quadro 13 – Caminho potencial para dobrar a taxa anual de melhorias na intensidade energética primária até 2030, %



Nota: Os números não totalizam 100% devido ao arredondamento.
Fonte: Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach, IEA, Setembro de 2023

A demanda de energia evitada inclui mudança comportamental enquanto a eficiência técnica envolve inovação específica do setor – incluindo setores de difícil redução de emissões, por exemplo, petróleo e gás, cimento e aço – com foco na redução do impacto do setor pela descarbonização de suas operações durante a transição para uma economia de baixo carbono. Ganhos de eficiência relacionados à eletrificação (por exemplo, emprego de bombas de calor e veículos elétricos) já foram discutidos na Recomendação 1 e sua participação no portfólio de soluções de eficiência energética dependerá das avaliações de consumo de energia e de emissões ao longo do ciclo de vida das diferentes tecnologias e da consideração dos contextos regionais. Por fim, a cocção limpa refere-se ao uso de tecnologias e combustíveis para cozinhar que minimizam as emissões prejudiciais e melhoram a eficiência¹²⁹, que também está relacionada ao acesso confiável, acessível e sustentável à cocção primária, passando de cozinhas que usam fontes como carvão e biomassa sólida, que liberam poluentes prejudiciais à saúde humana, para outras tecnologias e combustíveis mais limpos, como biogás e eletricidade, que têm impacto positivo na saúde, nas comunidades e no meio ambiente.

Ações específicas

I) Definir políticas de eficiência energética para melhorar a eficiência técnica

Medidas eficazes de eficiência energética exigem políticas para incentivar a adoção do consumidor e das empresas, que são essenciais para impulsionar a transição de produtos e operações menos eficientes para produtos e operações mais eficientes. Essas políticas também podem apoiar a estratégia de descarbonização de médio e longo prazo, promovendo a inovação tecnológica em roteiros setoriais, incluindo os setores de difícil redução.

Os países do G20 devem atualizar e definir novas políticas especificando guias e metas para os setores a fim de melhorar a eficiência técnica em cooperação com a transição para uma economia de baixo carbono. Por exemplo, no setor de edificações, o governo atual de Tóquio está comprometido a zerar



as emissões para todos os edifícios até 2050 por meio de ações como a introdução da especificação “Tokyo Zero Emission House”, projeto que garante a ampla adoção do desempenho com eficiência energética e estimula a migração para eletrodomésticos com eficiência energética nas residências de Tóquio¹³⁰. Outro exemplo do setor da indústria é o esquema Índia’s Perform, Achieve and Trade (PAT), que está em vigor desde 2012¹³¹. O programa PAT identifica os consumidores designados em indústrias selecionadas com alto consumo de energia que devem atender às metas de eficiência energética em um determinado período, incluindo aço e alumínio.

No setor industrial, a implementação mais ampla da tecnologia de cogeração de calor e energia (CHP) pode melhorar significativamente a eficiência da geração de energia no local. Ao minimizar as perdas e utilizar o calor que, do contrário, seria desperdiçado, os sistemas de cogeração podem fornecer cargas às instalações com o aquecimento necessário do processo, vapor, água quente ou até mesmo água refrigerada. Esses sistemas oferecem a vantagem da energia resiliente 24 horas por dia durante interrupções da rede e podem ser integrados com outras tecnologias de energia distribuída, como sistemas de fotovoltaicos (PV) e de armazenamento de energia¹³². A cogeração de calor e energia é até 40% mais eficiente do que gerar calor e energia separadamente¹³³. Essa eficiência se traduz em uma redução substancial das emissões de carbono, com pelo menos 250 MtCO₂ evitados anualmente apenas na Europa¹³⁴.

No setor de Petróleo e Gás, regulamentações específicas também podem orientar o cumprimento do Compromisso Global do Metano, que visa avançar no trabalho técnico e político que servirá de base para as ações nacionais de mais de 155 participantes nacionais¹³⁵. Por exemplo, as Regulamentações do Canadá referentes à redução na liberação de metano e certos compostos orgânicos voláteis (Setor de Petróleo e Gás *Upstream*) focam nas operações de combustíveis fósseis¹³⁶, estipulando requisitos técnicos para reduzir a emissão de metano (ou seja, taxa mínima de metano capturado ou conservado que é direcionado para o equipamento, entre outros¹³⁷). Complementando os esforços nacionais, a Iniciativa Climática para Petróleo e Gás (OGCI), liderada por CEOs de 12 das principais empresas de petróleo e gás do mundo, visa à redução da intensidade de carbono das operações de seus membros¹³⁸. A iniciativa visa diminuir a intensidade agregada de carbono *upstream* de 23 kgCO₂e/boe^{xvii} registrada em 2017 para 17 kgCO₂e/boe até 2025¹³⁹. Desde 2017, os membros da OGCI fizeram progressos significativos, reduzindo as emissões coletivas de metano *upstream* pela metade e a intensidade de carbono em 21%, alcançando 18 kgCO₂e/boe em 2022, distante apenas 6% da meta de 2025¹⁴⁰.

Os países do G20 também devem considerar a definição de Padrões Mínimos de Performance Energética (MEPS) progressivos para estimular o desenvolvimento e a adoção de equipamentos mais eficientes. Esses padrões são considerados uma das ferramentas políticas mais eficazes para a eficiência energética, pois garantem que novos equipamentos atendam aos requisitos mínimos. Por exemplo, a Diretiva 2009/125/EC e o Regulamento (UE) 2017/1369 sobre produtos com eficiência energética¹⁴¹ definem requisitos de *ecodesign* e eficiência por categoria de produto na UE e especificamente para motores elétricos, que englobam cerca de 50% da eletricidade produzida pela UE. A política estimou uma economia de 46 TWh em 2020 e espera atingir 106 TWh em 2030, evitando 40 MtCO₂e anualmente¹⁴². Do lado do consumidor, os padrões MEPS são frequentemente combinados com outras medidas de políticas, como rótulos comparativos (mais detalhes na subseção iii) para incentivar os consumidores a escolher produtos que vão além dos padrões mínimos estabelecidos pela regulamentação. Por exemplo, o MEPS e o programa de etiquetagem da Índia para ar-condicionado expandiu para cobrir 100% do consumo de resfriamento de espaços residenciais^{xviii} e agora também inclui ventiladores de teto, economizando 69,78 TWh e evitando a emissão de 57 MtCO₂e em 2021-22¹²⁵.

xvii Barril de petróleo equivalente

xviii Aumento em relação aos 37% em 2009¹²⁵.



II) Fortalecer os programas de investimento para aumentar a eficiência energética e reduzir as disparidades em todo o mundo

Incentivar investimentos públicos e privados para assegurar uma transição justa da melhoria na eficiência energética, particularmente nos países em desenvolvimento, é um viabilizador para cumprir o compromisso da COP28 de dobrar a taxa média anual de melhorias globais em eficiência energética até 2030²⁵. De acordo com a IEA⁵³, para alcançar esse objetivo, são necessários esforços substanciais. Faltam investimentos em áreas-chave, por exemplo, adaptação dos edifícios – e os gastos diminuiram em 2023. Para atingir as metas de eficiência, é necessário triplicar o gasto anual com eficiência para cerca de US\$ 1,9 trilhão até 2030. Embora o setor privado esteja cada vez mais envolvido no financiamento da eficiência energética, o setor público ainda desempenha um papel preponderante nesse campo, pois, nas economias emergentes e em desenvolvimento (EMDE), os altos custos de financiamento são uma barreira significativa. Esses altos custos são gerados por riscos macroeconômicos, específicos de cada país e específicos do setor de energia. Formuladores de políticas nacionais e maior apoio das Instituições Financeiras de Desenvolvimento são cruciais para reduzir os custos de financiamento e atrair mais capital privado⁵³.

Nesse contexto, os países do G20 devem reduzir os riscos do ambiente de investimento tanto quanto possível e promover mecanismos financeiros para projetos de eficiência energética. Muitos países já fornecem incentivos econômicos de eficiência energética, ajudando a acelerar a implantação de tecnologias mais eficientes. Um exemplo é o Fundo de Inovação¹⁴¹, implementado pela Agência Executiva Europeia para o Clima, Infraestrutura e Ambiente (CINEA), com o objetivo de criar incentivos financeiros para que empresas e autoridades públicas invistam em tecnologias de baixo carbono. O capital é levantado a partir do Sistema de Comércio de Emissões (ETS) da UE e é reinvestido no fundo para projetos de larga escala. Ao mesmo tempo, o Banco Europeu de Investimentos presta assistência ao desenvolvimento de projetos promissores com o objetivo de aumentar sua maturidade. Em 2023, foram apresentadas solicitações com os tópicos de descarbonização geral, eletrificação inovadora na indústria e hidrogênio, manufatura de tecnologia limpa e pilotos de médio porte¹⁴⁴.

De fato, para cada US\$ 1 gasto em investimentos de capital relacionados a combustíveis fósseis em todo o mundo, US\$ 1,70 são gastos em energia sustentável, com US\$ 0,60 explicitamente investidos em eficiência energética¹²⁵. No entanto, são necessários investimentos distribuídos de forma cada vez mais uniforme e, de acordo com a IEA¹²⁵, o investimento anual global em eficiência energética precisaria triplicar em relação aos níveis atuais. Os países do G20 devem considerar a cooperação para reduzir as disparidades nos investimentos mundiais. De acordo com o Government Energy Spending Tracker da IEA, desde 2020, 70% do incentivo a investimentos em eficiência energética, o equivalente a cerca de US\$ 470 bilhões, foram usados por apenas cinco países^{xix}¹⁴⁵. Enquanto isso, a maioria das economias emergentes e em desenvolvimento enfrenta restrição de recursos financeiros e serviços públicos pouco desenvolvidos, necessitando de níveis de investimento 3,5 vezes maiores até 2030 para entrar no caminho do *net zero*¹²⁵. Como ilustração, a avaliação da IEA sobre a Política Nacional de Energia de Uganda em 2023¹⁴⁶ apontou que apenas 30% da população tem acesso à eletricidade no país e menos de 6% usam combustíveis limpos para cozinhar. O governo almeja oferecer eletricidade universal e 50% de acesso à cocção limpa até 2040, mas a acessibilidade e o apoio financeiro inconsistente dificultam o progresso. Iniciativas como tarifas sociais e conexões gratuitas existem, mas a baixa conectividade da rede limita sua eficácia, e o gás de cozinha somente está amplamente disponível nas áreas urbanas. Assim, atingir a meta de acesso à eletricidade e cocção limpa até 2040 também exigirá investimento estrangeiro.

xix Estados Unidos, Itália, Alemanha, Noruega e França.



III) Disseminar informações e promover a conscientização (ou seja, programas de etiquetagem) sobre a eficiência energética para estimular a mudança de comportamento

Junto com investimentos e outras medidas, o Compromisso Global de Fontes Renováveis e Eficiência Energética da COP28 destaca a conscientização do público e o estímulo a mudanças comportamentais como viabilizadores dos compromissos de eficiência energética²⁵. Disseminar informações e amplificar a capacitação em eficiência energética são ações vitais para alcançar as metas de eficiência energética, impulsionando a adoção de tecnologias comercialmente maduras e motivando consumidores e empresas a migrar para produtos de baixa emissão¹²⁵.

Os países do G20 devem investir em conhecimento e informações para promover a conscientização sobre a eficiência energética e a mudança de comportamento como forma de evitar a criação da demanda. Isso inclui qualificações educacionais, campanhas de conscientização e programas como etiquetas comparativas de eficiência energética dos produtos. As etiquetas que indicam o consumo de energia dão autonomia aos consumidores para que tomem decisões conscientes ao comprar eletrodomésticos^{xx}. Por exemplo, no Brasil, o “Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica” (Procel) indica aos consumidores que os produtos são eficientes por meio de uma etiqueta indicando o nível de eficiência energética¹⁴⁸. Em 2022, o Procel contribuiu para uma economia equivalente a 22 bilhões de kWh, o que corresponde ao consumo de 11,16 milhões de domicílios em um ano¹⁴⁹.

Em termos de capacitação, um exemplo é a “Redes de Aprendizaje de Eficiencia Energética”, criada pelo governo argentino, com financiamento da UE e de um órgão de desenvolvimento da Alemanha – GIZ. Essas redes envolvem 68 empresas participantes, respondendo por 15% do consumo industrial de energia do país. As empresas definem metas por meio da iniciativa e recebem suporte técnico para melhorar a eficiência energética. O governo estima que cada rede tenha alcançado economias de 4 a 7% no consumo de energia e de 5 a 8% no consumo de gás natural¹⁵⁰. Outro exemplo é a Young Energy Europe, apoiada no âmbito da European Climate Initiative do Ministério Federal da Economia e Ação Climática da Alemanha, que permite a jovens profissionais de países do Leste Europeu, como Croácia e Polônia, ampliar sua formação nos campos da energia e eficiência de recursos nas empresas¹⁵¹. Com relação às campanhas de conscientização focadas na mudança comportamental, uma amostra é a campanha “Be in the know”, do programa SuisseEnergie lançado pelo Gabinete Federal de Energia da Suíça. A campanha é voltada para incentivar os consumidores que estão considerando comprar um carro para que façam uma escolha bem fundamentada, comparando as emissões entre a mobilidade elétrica e outras tecnologias de propulsão¹⁵².

xx As medidas de MEPS e etiquetagem estão em conformidade com os programas de padrões e classificação de eficiência energética (EES&L), que são cada vez mais reconhecidos como ferramentas cruciais para promover a eficiência energética, alavancar transformações de mercado e inovações de produtos, criar empregos e reduzir as emissões de CO₂. Essas medidas são adotadas em mais de 120 países no mundo todo com impacto positivo. Programas avançados de EES&L contribuem para 7-10% da redução total de emissões relacionadas à energia anualmente nos países em que estão em vigor, resultando em redução de 343 Mt CO₂ nos EUA e 311 Mt CO₂ na UE¹⁴⁷



Policy Action 2.2

Promover a economia circular e o uso eficiente dos recursos globais, desenvolvendo políticas que considerem todo o ciclo de vida dos materiais e fomentando programas de financiamento e conscientização para aumentar a adoção de práticas circulares

Sumário executivo

Implementar práticas sustentáveis nas cadeias de valor é essencial para mitigar os efeitos das mudanças no clima e reduzir as emissões e a produção global de resíduos. Para isso, os países do G20 devem adotar três principais ações específicas: (i) desenvolver políticas para acelerar a adoção da economia circular; (ii) estimular programas de financiamento para melhorar a adoção da eficiência dos recursos e das práticas circulares de carbono; e (iii) promover medidas para fornecer informações e aumentar a conscientização sobre a circularidade e a eficiência dos recursos

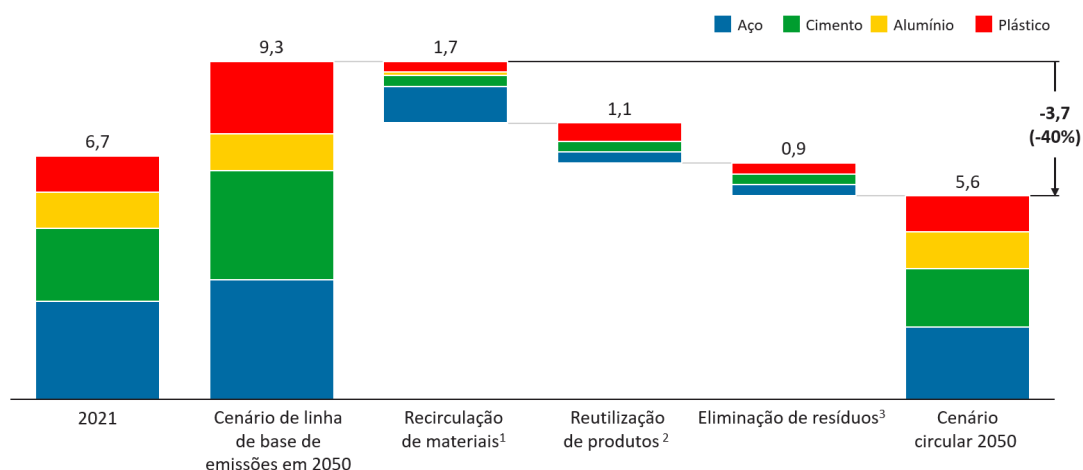
Histórico e Contexto

O ritmo e as formas atuais de consumo trazem consigo impactos sociais e planetários que resultam do desenho, produção, transporte, uso e descarte de produtos¹⁵¹. A eficiência dos recursos e a economia circular^{xxi} consistem em reduzir os resíduos e as perdas, incluindo novas formas de desenhar, usar e reutilizar o capital natural da forma mais eficiente possível e encontrar valor ao longo do ciclo de vida dos produtos acabados. Implementando uma estratégia circular, a produção de materiais-chave – aço, cimento, alumínio e plásticos – pode reduzir as emissões anuais em 40%, resultando em uma redução anual de 3,7 GtCO₂e até 2050¹⁵⁴ (Quadro 14).

xxi A economia circular é uma estrutura para soluções e transformações de sistemas que enfrentam desafios globais como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição. Ela tem três princípios, todos alavancados pelo desenho: eliminar resíduos e poluição, fazer circular produtos e materiais e regenerar a natureza¹⁵⁴.



Quadro 14 – Emissões globais de CO₂e geradas a partir da produção de materiais-chave e oportunidade de redução com a aplicação da abordagem circular, em GtCO₂e/ano



¹ O cenário de economia circular modelado explora oportunidades para novos modelos de negócio que estimulam a coleta, a separação e a reciclagem. O cenário prevê um aumento nas taxas de reciclagem e na qualidade dos insumos e produtos. Também prevê um aumento na demanda por materiais reciclados, o que gera economias de escala; ² Modelos de negócios baseados em serviços, como aluguel, compartilhamento e pagamento por uso, podem aumentar a utilização (ou seja, a intensidade do uso) de produtos e ativos, além de estender sua vida útil por meio de atividades como reuso, reforma e remanufatura; ³ A eliminação de resíduos nas cadeias de valor e no desenho de produtos oferece oportunidades para evitar emissões de GEE usando medidas como desenhos eficientes em termos de materiais para edifícios, processos de construção industrializados e veículos leves.

Fonte: Completing the picture: How the circular economy tackles climate change, Ellen MacArthur Foundation, 2021; McKinsey analysis of Mission possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors, Energy Transitions Commission, Novembro de 2018

Estudos da Fundação Ellen Macarthur e da Material Economics¹⁵⁴ mostram que o desenho e os processos desempenham um papel fundamental na redução de resíduos, bem como na reutilização e circulação de produtos. As principais alavancas são: (i) Desenho visando à circularidade, para garantir que produtos e materiais sejam feitos desde o início para serem mantidos em uso (por exemplo, embalagens plásticas com refil podem levar a uma redução de 80-85% nas emissões de GEE em comparação com garrafas de uso único em beleza e cuidados pessoais, bem como em limpeza doméstica); (ii) Desenho visando à eficiência de materiais para ajudar a eliminar resíduos reduzindo o *input* de materiais e a geração de resíduos (por exemplo, 15% dos materiais de construção são desperdiçados na construção); (iii) Substituição de materiais por materiais renováveis, de baixo carbono ou secundários (por exemplo, plásticos biológicos têm um potencial negativo de emissões de -2,2 kg CO₂e por kg de polietileno (PE) de base biológica produzido, comparado a 1,8 kg CO₂e por kg de PE de origem fóssil); (iv) Implementação do reuso de produtos e componentes, conservando energia e recursos incorporados (por exemplo, duplicar o tempo de vida das roupas pode evitar 44% das emissões de GEE, evitando que elas sejam jogadas fora); (v) Reciculação de materiais, que se refere ao aumento da reciclagem de materiais elevando as taxas de reciclagem e melhorando o desenho visando à reciclagem (por exemplo, passar a usar um só material no desenho de embalagens plásticas para os mais de 40% de embalagens flexíveis que atualmente usam vários materiais¹⁵⁶) – esse processo evita a produção de novos materiais virgens e o tratamento de final da vida útil (por exemplo, a reciclagem de aço usa 10-15% da energia necessária para produzir aço primário). Há discussões em andamento sobre a abordagem à poluição de materiais, por exemplo no INC sobre poluição por plásticos⁶⁶.

Para acelerar a implementação de uma abordagem de economia circular, algumas coalizões foram criadas em todo o mundo entre os setores público e privado. Por exemplo, a Global Alliance on Circular Economy and Resource Efficiency (GACERE)¹⁵⁷ foi lançada em 2021 como uma coalizão de governos, em nível global, dispostos a colaborar e defender uma transição mundial justa da economia circular e uma gestão mais sustentável dos recursos naturais no nível político. A Circular Bioeconomy Alliance, criada em 2020, oferece apoio bem fundamentado juntamente com uma plataforma de aprendizagem e *networking* que conecta investidores, empresas, organizações governamentais e não governamentais e comunidades locais. Essa iniciativa promove o avanço da bioeconomia circular e a restauração da biodiversidade¹⁵⁸. A Iniciativa Industrial de Descarbonização Profunda (IDDI) é um modelo de políticas introduzida na COP26 para promover práticas sustentáveis de compras e reduzir as emissões de carbono no setor industrial. Liderada por Reino Unido e Índia, a iniciativa é uma cola-



horação entre organizações públicas e privadas para aumentar a demanda por materiais de baixo carbono. O foco da IDDI é o estabelecimento de padrões mínimos de emissão para aço e cimento, a definição de um modelo de elaboração de relatórios e processo de avaliação, a implementação de um processo de certificação de produtores e a criação de uma perspectiva global para 2050 para a descarbonização de ambas as indústrias¹⁵⁹. O Modelo Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal define sua meta 16¹⁶⁰ assim: “Possibilitar Escolhas de Consumo Sustentáveis para Reduzir Resíduos e Excesso de Consumo”.

Dessa forma, soluções circulares bem-sucedidas reduzem os riscos intrinsecamente vinculados aos modelos tradicionais, reduzindo a dependência de recursos naturais e melhorando a segurança de recursos e a resiliência à volatilidade de preços, choques de oferta, disrupções globais na cadeia de suprimentos e desafios macroeconômicos¹⁶¹, também apoiando a transição energética, que faz uso intensivo de materiais. No entanto, de acordo com o Circularity Gap Report, apesar de a economia circular entrar no *mainstream*, a circularidade global ainda está em declínio, com a participação de materiais secundários consumidos pela economia mundial caindo de 9,1% em 2018 para 7,2% em 2023, o que representa uma queda de 21% nos últimos cinco anos¹²¹.

Ações específicas

I) Desenvolver políticas para acelerar a adoção da economia circular

Há princípios-chave da economia circular que abordam desafios críticos: (i) eliminar resíduos considerando o ciclo de ponta a ponta e (ii) manter produtos e materiais em uso, promovendo a retenção das emissões incorporadas. É possível empregar os dois princípios implementando políticas ousadas e contextualmente apropriadas¹²¹.

Os governos do G20 devem ter definições harmonizadas e estabelecer políticas para acelerar a adoção de materiais alternativos e mais sustentáveis, ainda em fase de conceito; simplificar procedimentos para autorização de materiais sustentáveis; promover a redução do consumo de matérias-primas; estimular o uso de materiais secundários; promover novas formas de desenhar usando resíduos; e definir responsabilidades claras ao longo do ciclo de vida. Com as políticas, as soluções tornam-se instrumentos mais valiosos e começam a substituir normas lineares. Por exemplo, o “Programa Nacional de Economia Circular da Holanda”¹⁶² aborda quatro estratégias que promovem o desenho circular: redução do uso de matérias-primas, substituição de matérias-primas, extensão do ciclo de vida do produto e processamento de alto grau. Outro exemplo é o “Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society”¹⁶³ do Japão, que posiciona a transição para uma economia circular como estratégia nacional.

Ao elaborar essas políticas, os governos podem considerar medidas como o estabelecimento de metas mínimas para todo o ciclo de vida. Por exemplo, eles podem criar metas de reciclagem para diferentes materiais, como minerais críticos, o que também sustenta a confiabilidade da cadeia de suprimentos e leva à produção, transmissão e armazenamento avançados de energia, atendendo ao conceito de mineração urbana^{xxii}, estimulando a demanda e apoiando a transição energética, que faz uso intensivo de materiais. Como exemplo, é possível citar as diretivas da UE para metas de recuperação e reciclagem para diferentes setores, como a Diretiva 2006/66/EC, que define as metas para as taxas de coleta e as eficiências de reciclagem de baterias e acumuladores, e a Diretiva 2012/19/EU, com taxas para coleta de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE) colocados no mercado. Outro exemplo com metas claras é o “National Waste Policy Action Plan”, de 2019¹⁶⁵, do governo Austrálico, com metas e ações para implementar a Política Nacional de Resíduos de 2018,

xxii De acordo com o WEF, mineração urbana é extrair materiais valiosos a partir dos resíduos, muitos dos quais, de outra forma, iriam para aterros ou seriam incinerados. Isso pode incluir metais e plásticos comuns, bem como elementos mais raros, mas valiosos. Exemplos importantes são resíduos eletrônicos e metais de demolição ou construção.¹⁶⁴



como reduzir o total de resíduos gerados na Austrália em 10% por pessoa e atingir uma taxa média de recuperação de 80% de todos os fluxos de resíduos até 2030.

II) Fomentar programas de financiamento para melhorar a adoção de práticas circulares e de eficiência dos recursos

Para alcançar uma economia mais circular, os governos devem criar um ambiente econômico no qual empresas e consumidores escolham produtos sustentáveis e circulares, tornando-os uma escolha fácil. Isso inclui esforços conjuntos com instituições financeiras; medidas de precificação para criar atividades e produtos mais atrativos, sustentáveis e circulares; um estímulo para incentivar as empresas a optar por alternativas circulares; provisão de instrumentos de financiamento e seguros; e programas atrativos para poupança e investimentos “verdes” com o setor privado.

Além disso, práticas circulares devem incluir o modelo da Economia Circular de Carbono Neutro¹⁶⁶ que visa otimizar a gestão de carbono por meio dos 4 Rs: reduzir, reutilizar, reciclar, remover. O último R (remover) reforça a importância de uma abordagem abrangente à transição energética, que inclui tecnologias de remoção de carbono como parte da solução. Um exemplo é o projeto PORTHOS¹⁶⁷, um esforço conjunto de CCS do Porto de Roterdã, da Comissão Europeia e de outras entidades públicas e privadas para capturar o CO₂ emitido pela indústria no Porto, transportá-lo e armazená-lo em campos de gás vazios sob o Mar do Norte. A operação deve começar em 2026.

Assim, os governos do G20 devem promover amplos programas de financiamento dedicados à economia circular, utilizando instrumentos financeiros para apoiar produtos e negócios que sejam eficientes em termos de recursos e fortaleçam a economia circular. Uma economia circular e com eficiência de recursos requer financiamento em infraestrutura, conhecimento, tecnologia e processos para coordenar lacunas nas cadeias de valor. Um programa específico poderia reduzir o risco de investimentos em aplicações de mercado para que soluções circulares pudessem substituir práticas lineares e ser direcionadas a produtos e serviços que gerem um impacto positivo^{168,169}. Como exemplo dessa iniciativa, em 2022, o Circular Economy Working Group da Sustainable Finance Platform, da Holanda, criado por instituições financeiras e governo, publicou um roteiro – o Roadmap for Circular Finance for 2030¹⁷⁰, propondo quatro ações: avaliar integralmente os riscos lineares e circulares; considerar as métricas circulares no financiamento para aumentar a transparência; ganhar experiência fechando acordos de referência e ajustando propostas circulares de financiamento; e expandir e otimizar instrumentos de financiamento para fazer do financiamento circular o novo “business as usual”.

III) Promover medidas para fornecer informações e aumentar a conscientização sobre circularidade e eficiência de recursos

Os consumidores podem desempenhar um papel crucial na adoção de práticas mais sustentáveis. Um estudo da NielsenIQ constatou que 78% dos consumidores dos EUA dizem que um estilo de vida sustentável é importante para eles¹⁷¹. No entanto, essa tendência varia entre as gerações e tem muito a melhorar. Portanto, aumentar a conscientização sobre a eficiência dos recursos é essencial para acelerar a transição para uma economia circular.

Os governos do G20 devem promover medidas para aumentar a informação e conscientização gerais sobre a eficiência dos recursos, acelerando as mudanças de comportamento necessárias associadas às práticas circulares. Transparência e rastreabilidade ajudam a gerar confiança e podem influenciar os padrões do consumidor. Isso poderia ser feito: (i) fornecendo informações com o máximo de transparência possível (por exemplo, incluindo uma pontuação ambiental em etiquetas de produtos) e fomentando ferramentas de rastreabilidade, como o passaporte de materiais^{xxiii}, que possibilitaria

xxiii Uma identidade digital certificada de um único produto contendo registros de todo o ciclo de vida deste objeto¹⁷².



a rastreabilidade confiável e a mensuração homogênea da circularidade dos produtos finais e estimularia o mercado secundário; e (ii) promovendo a conscientização por meio do reforço dos princípios circulares e das parcerias entre indústrias, como centros de consultoria e campanhas de separação de resíduos em áreas urbanas, rurais e industriais para estimular a reciclagem o uso de resíduos orgânicos como matéria-prima para a produção de bioenergia. Como exemplo de um centro de consultoria, o Circular City Center, concentrado na transição das cidades para modelos circulares, concluiu sua fase piloto em 2023 como centro de competência e recursos dentro do European Investment Bank para ajudar a identificar e preparar sólidos projetos circulares para financiamento, apoiando as cidades de quatro maneiras diferentes: conscientização e mobilização; compartilhamento e disseminação de conhecimento; Assessoria para Cidade Circular e Assessoria para Projeto Circular¹⁷³. Como exemplo da campanha de conscientização específica, o Ministério do Meio Ambiente de Taiwan está colaborando com empresas para promover práticas sustentáveis, como incentivar os clientes a abandonar os utensílios plásticos e promover o reuso de sacos plásticos, oferecendo descontos se eles trouxerem sua própria sacola ou descontando o imposto se eles devolverem garrafas plásticas. A agência também fez um piloto de programas de aluguel de garrafas de bebidas reutilizáveis e incentivou a separação dos resíduos¹⁷⁴.



RECOMENDAÇÃO 3

Recomendação 3



Parcialmente alinhada com as edições anteriores do B20

Promover Soluções Climáticas Naturais eficazes para mitigar as mudanças climáticas e melhorar a biodiversidade

Policy Action

Policy Action 3.1 – Garantir um mercado global próspero de NCS até 2030, ampliando projetos de proteção e restauração e escalando o mercado internacional de carbono

Key Performance Indicators	Linha de Base	Meta	Classificação
Proteção de terras, águas interiores e mares %, Área protegida de Águas Interiores e territoriais e Cobertura OECM ^{xxiv} %, Área marítima protegida e cobertura OECM	16,98% Águas interiores e territoriais ¹⁷⁶ 8,26% Mares ¹⁷⁶ 2022	30% Águas interiores e territoriais ¹⁷⁷ 30% Mares ¹⁷⁷ 2030	 Novo indicador
Perda da floresta primária Área, Perda de floresta ^{xxv} primária no mundo	3,74 Mha ¹⁷⁹ 2023	0 Mha ¹⁸⁰ 2030	 Novo indicador
Sequestro de carbono baseado na natureza GtCO ₂ e por ano, emissão em atividades de sequestro baseadas na natureza ^{xxvi}	0,04 GtCO₂e ¹⁸¹ 2023	2,9 GtCO₂ ¹⁸² 2030	 Novo indicador

Os “KPIs de monitoramento da meta” têm como objetivo oferecer sugestões de indicadores que medem o progresso global no tema. Eles buscam encorajar a adoção de ações. Esses indicadores e metas não sugerem um compromisso para países específicos ou uma substituição dos compromissos sob suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

ODS

A recomendação 3 contribui para os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU:



xxiv Outras medidas efetivas de proteção por área (OECM) são áreas que estão alcançando a conservação in situ eficaz e de longo prazo fora das áreas protegidas¹⁷⁵.

xxv Identificado por meio da cobertura de floresta tropical úmida e madura natural, que não foi inteiramente desmatada e reconstruída na história recente. As florestas primárias estão entre as florestas com mais biodiversidade, oferecendo muitos serviços de ecossistema, tornando-as cruciais para monitorar o planejamento nacional do uso da terra e a contabilidade de carbono¹⁷⁸.

xxvi As atividades de sequestro de carbono baseadas na natureza incluem aforestamento (plântio de árvores em regiões que não possuíam cobertura vegetal), reforestamento e revegetação, sequestro de carbono na agricultura, melhoria na gestão florestal e restauração de pântanos.



ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico – crescimento econômico sustentável relacionado à aceleração de soluções sustentáveis, inclusive por meio de inovação.

ODS 10: Redução das desigualdades – A recomendação 3 mitiga as desigualdades nos países e entre eles; por exemplo, 1,2 bilhão de pessoas estão hoje expostas à degradação da terra em todo o mundo¹⁸³.

ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis – a recomendação cumpre pelo menos duas metas: sistemas de transporte sustentáveis e construções sustentáveis e resilientes.

ODS 13: Ação contra a mudança climática – a aceleração das soluções de energia sustentável é um imperativo para enfrentar com urgência as mudanças climáticas e seus impactos.

ODS 15: Vida terrestre – a migração para fontes de energia sustentáveis favorece a proteção dos ecossistemas terrestres.

ODS 17: Parcerias para as metas – a recomendação 3 fortalece a cooperação e as parcerias globais que viabilizam a escala do mercado global de soluções climáticas naturais.

Princípios Orientadores do B20 Brasil

A recomendação 3 tem forte impacto no seguinte Princípio Orientador do B20 Brasil:



Promover uma transição justa para zerar as emissões de gases de efeito estufa, pois o principal objetivo do escalonamento das soluções climáticas naturais é alcançar o *net zero* de emissões principalmente por meio de projetos de afflorestamento, reflorestamento, reflorestamento e revegetação, reduzindo as emissões e capturando CO₂.

Prioridades do G20 Brasil

A Recomendação 3 contribui para as seguintes prioridades do G20 Brasil:

(I) Sustentabilidade ambiental e climática (“Adaptação preventiva e emergencial frente a eventos climáticos extremos” e “Pagamentos por serviços ecossistêmicos”), uma vez que o principal objetivo das soluções climáticas naturais é implementar projetos de proteção e restauração para prevenir e mitigar os efeitos das mudanças climáticas; e (II) Redução dos riscos de desastres: maior aplicação de abordagens ecossistêmicas para redução dos riscos de desastres, uma vez que os projetos de soluções climáticas naturais são altamente relevantes para a prevenção de catástrofes relacionadas às consequências das mudanças climáticas; e (III) Agricultura: sustentabilidade dos sistemas agroalimentares em seus múltiplos caminhos, uma vez que a agricultura é um setor-chave para a promoção de projetos de restauração, reflorestamento e proteção.

Contexto

O capital natural, que se refere ao estoque de ativos naturais do mundo, é crucial para sustentar a economia global e oferecer serviços essenciais e resiliência. Ele facilita os ciclos da água e a formação do solo, protege as comunidades de eventos climáticos extremos, como tempestades, enchentes, incêndios e desertificação, e mitiga as mudanças climáticas ao absorver CO₂. Além disso, a biodiversidade, parte integrante do capital natural, tem implicações de longo alcance, incluindo inovações farmacêuticas, ecoturismo e polinização de cultivos¹⁸⁴.



No entanto, estudos científicos têm demonstrado que a atividade humana contribui significativamente para o declínio do valor gerado pelo capital natural. Por exemplo, o setor de Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra (AFOLU), por exemplo, representa aproximadamente 23%^{xxvii} das emissões globais de gases do efeito estufa (GEE)¹⁸⁵. Apenas em 2023, o mundo perdeu cerca de 3,7 milhões de hectares de floresta tropical primária, o equivalente a quase 10 campos de futebol por minuto¹⁸⁷. Além disso, a destruição de recifes e manguezais marinhos naturais representa uma ameaça significativa à proteção da população humana costeira contra tempestades e inundações¹⁸⁴. Simultaneamente, a fragmentação do ecossistema, a perda de hábitat e as mudanças climáticas resultaram em um decréscimo espantoso das populações de fauna silvestre de dois terços, em média, nos últimos 50 anos, levando a uma redução significativa da biodiversidade¹⁸⁸.

Introduzida em 2009 e atualizada em 2015, a estrutura dos limites planetários (ou fronteiras planetárias)^{xxviii} avalia a capacidade da Terra de sustentar a vida humana, definindo um espaço operacional seguro que regula a estabilidade da atmosfera, dos oceanos e dos ecossistemas da Terra com base em nove sistemas críticos^{xxix}. Ela adverte que exceder o limite em oito desses sistemas pode causar danos ambientais irreversíveis. As conclusões atuais mostram que as atividades humanas ultrapassaram os níveis de segurança em seis áreas¹⁹⁰. Além disso, a acidificação dos oceanos também está se aproximando do seu limite planetário¹⁹⁰. Essa estrutura permite adotar uma perspectiva mais ampla na avaliação da exposição dos nove sistemas críticos a riscos relacionados à natureza e definir estratégias para adaptação em um mundo dinâmico. Ela ressalta que o clima é apenas um componente da intrincada teia dos sistemas terrestres, que estão todos entrelaçados.

Dessa forma, combinadas com recomendações prévias, as soluções climáticas naturais^{xxx} desempenham um papel na prevenção/redução e na eliminação/sequestro de emissões, pois elas implementam a proteção e restauração dos ecossistemas (por exemplo, de habitats naturais e pastagens^{192,193}) e a gestão sustentável dos ecossistemas. Apesar do amplo espectro de soluções climáticas naturais necessárias para ganho de escala, evitar emissões pela prevenção da perda ou degradação de ecossistemas naturais é a alternativa mais imediata e com maior eficiência de custos¹⁹⁴. Para esses projetos de proteção, os biomas de maior impacto são florestas, pastagens e pântanos costeiros. Segundo publicação da Nature¹⁹⁵, o potencial de mitigação da conversão evitada de florestas é de quatro a cinco vezes maior do que o potencial da conversão evitada de pastagens e de dez a doze vezes maior do que o da conversão evitada de pântanos costeiros^{xxxi}.

Soluções climáticas naturais têm o potencial de reduzir 5-12 GtCO₂e por ano até 2030 (Quadro 15), contribuindo com cerca de 20 a 50% da redução necessária para estar no caminho para o *net zero* de emissões. Isso requer o desenvolvimento de uma cadeia de valor robusta para escalar projetos de proteção e restauração de alta integridade e melhorar os mecanismos de financiamento e mercado para desenvolver essas iniciativas. Para tanto, os governos, o setor privado, as comunidades científicas e de especialistas, junto com a sociedade civil, podem colaborar para compartilhar recursos, conhecimento e melhores práticas, levando a uma implementação mais eficaz e eficiente das soluções climáticas naturais. Uma ação importante é utilizar modelos internacionais, como o Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, que foi adotado na COP15 e tem como objetivo deter e reverter a perda da biodiversidade até 2030, com 23 metas e quatro objetivos globais para preservar a biodi-

xxvii 11% provenientes da agricultura e 12% de outras atividades de AFOLU^{185,186}.

xxviii A abordagem dos limites planetários concentra-se nos processos biofísicos do sistema da Terra que determinam a capacidade de autorregulação do planeta. Ela incorpora o papel dos limites relacionados aos processos de larga escala do sistema da Terra, e cruzar esses limites pode gerar mudanças não lineares no funcionamento do sistema da Terra, desafiando a resiliência socioecológica nas escalas regionais e global¹⁸⁶.

xxix Os nove sistemas críticos da Terra são mudança climática, mudanças na integridade da biosfera, esgotamento do ozônio estratosférico, acidificação dos oceanos, ciclos biogeoquímicos, mudanças no uso da terra, mudanças no uso da água doce, carga de aerossol atmosférico e introdução de novas entidades¹⁸¹.

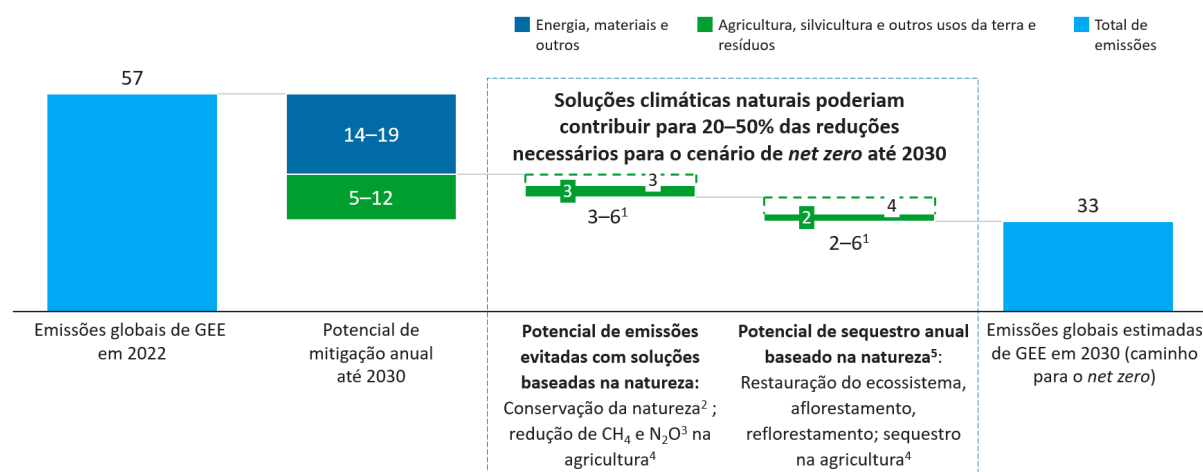
xxx Soluções climáticas naturais (*Natural Climate Solutions* – NCS) são um subconjunto das soluções baseadas na natureza (*Nature-Based Solutions* – NBS) que resultam na mitigação das mudanças climáticas, além de ganhos de biodiversidade e outros benefícios sociais. As soluções climáticas naturais são ações que evitam as emissões de gases do efeito estufa e aumentam o armazenamento de carbono em florestas, áreas de pastagem e pântanos. Exemplos incluem proteção, restauração e manejo de florestas, não apenas preservando as florestas e restituindo-as a um estado saudável, mas também aumentando a quantidade de carbono sequestrado, melhorando a biodiversidade e a qualidade do solo e da água no ecossistema e proporcionando benefícios econômicos às comunidades que dependem dessa floresta¹⁹¹.

xxxi Conversão evitada de florestas (2,9 PgCO₂yr⁻¹), conversão evitada de áreas de pastagem (0,68 PgCO₂yr⁻¹), conversão evitada de pântanos costeiros (0,27 PgCO₂yr⁻¹).



versidade para as gerações atuais e futuras¹⁹⁶. Da mesma forma, é essencial redobrar os esforços para concluir o artigo 6º do Acordo de Paris e garantir que os países possam buscar cooperação voluntária para cumprir suas metas climáticas, fortalecendo a cooperação global, adotando um mecanismo de mercado de carbono universalmente aceito e desenvolvendo padrões, protocolos e processos de mensuração, relato e verificação claros e amplamente reconhecidos. Escalar as soluções climáticas naturais é essencial para enfrentar os desafios urgentes das mudanças climáticas e garantir um futuro sustentável e resiliente para o planeta.

Quadro 15 – Oportunidade de mitigação de emissões de CO₂ em soluções de clima natural, em GtCO₂e/ano



1 A oportunidade mínima para soluções climáticas naturais considera o preço do carbono de 0-50 USD/ton de CO₂e. A oportunidade máxima para soluções climáticas naturais considera o preço do carbono de US\$ 50-200/ton de CO₂e. 2 Inclui redução da conversão de ecossistemas naturais e gestão de florestas e incêndios. 3 Metano e óxido nitroso. 4 Tópicos relacionados à agricultura estão sendo abordados pela Força-Tarefa de Sistemas Alimentares Sustentáveis e Agricultura. 5 O KPI relacionado à emissão de créditos de sequestro baseado na natureza, estimado pelo TSVM, representa ~46% do potencial total de sequestro. Fonte: Emissions gap report 2023: Broken record, UN Environment Programme, 20 de novembro de 2023; Climate change 2022: Mitigation of climate change, IPCC, Abril de 2022¹⁹⁷; "Figure SPM.7," IPCC, 2022¹⁹⁸



Policy Action 3.1

Garantir um mercado global próspero de NCS até 2030, ampliando projetos de proteção e restauração e escalando o mercado internacional de carbono

Sumário executivo

É fundamental escalar projetos de proteção, restauração e gestão sustentável para assegurar um mercado global próspero de NCS até 2030. Para tanto, quatro ações específicas devem ser discutidas e implementadas: i) acelerar a implementação do Artigo 6 do Acordo de Paris para viabilizar um mercado de carbono de alta integridade; ii) promover a operacionalização e a integridade contábil de soluções climáticas naturais por meio da melhoria da infraestrutura e do desenvolvimento de protocolos; iii) facilitar os investimentos em projetos de remoção de dióxido de carbono (CDR) a partir de NCS por meio de contratos *offtake* e mecanismos de precificação de carbono; iv) desenvolver projetos de proteção por meio da criação de um fundo patrimonial, envolvendo ativamente comunidades locais e tradicionais.

Histórico e Contexto

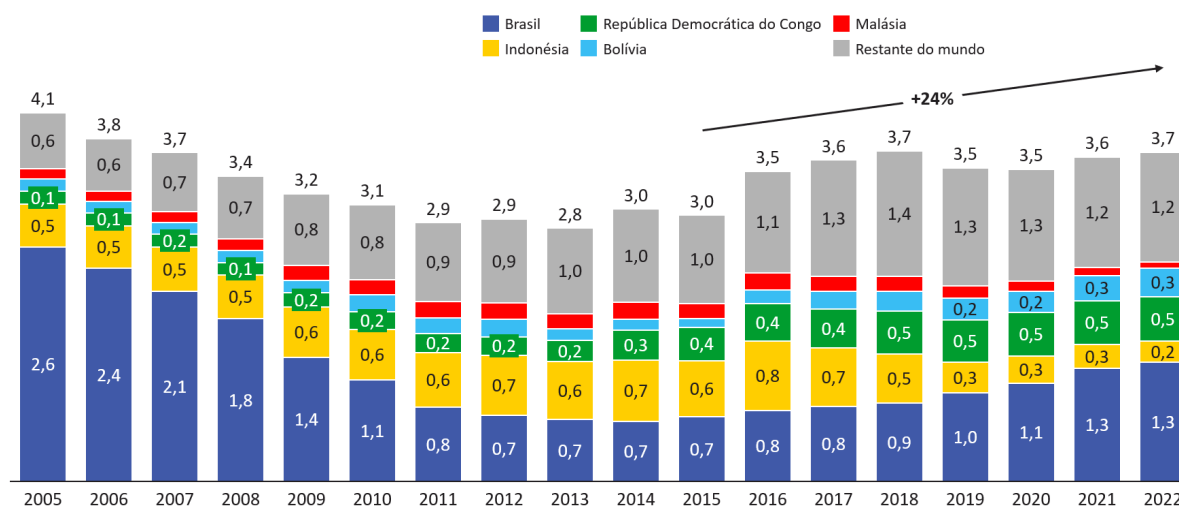
Três quartos da terra e dois terços do ambiente marinho foram significativamente alterados pela ação humana¹⁹⁹. O mundo perdeu mais da metade de seus recifes de corais²⁰⁰ desde a década de 1950 e quase 70% de pântanos desde 1900²⁰¹. Debaixo de 25% do hemisfério Norte está o permafrost, que também está degradando, com os limites ao sul recuando 30 a 80 km para o norte nas últimas décadas e com o aquecimento da região do Ártico acontecendo duas vezes mais rápido do que a média global, potencialmente liberando quantidades significativas de metano²⁰². Aproximadamente um terço dos rios da América Latina, África e Ásia sofre de significativa poluição patogênica²⁰³ e mais de 420 Mha de floresta foram perdidos para o desmatamento de 1990 a 2020 – áreas tropicais sofrem mais de 90% dessa perda²⁰⁴.

Aproximadamente 1,6 bilhão de pessoas dependem de florestas para sua subsistência e 80% de toda a biodiversidade terrestre encontra-se nas florestas tropicais²⁰⁵. Além disso, de acordo com o World Resources Institute, “mais de 3 bilhões de pessoas em todo o mundo enfrentam as consequências da degradação da terra”²⁰⁶. Florestas, fazendas, pastagens e manguezais danificados resultam em menos água e alimentos, declínio da renda rural e avanço de desertos²⁰⁶. De acordo com o painel de relatórios nacionais de 126 países da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), mais de 100 milhões de hectares de terras saudáveis e produtivas foram degradados anualmente de 2015 a 2019²⁰⁷. Para reduzir a erosão do capital natural, cientistas e formuladores de políticas exigem a restauração e proteção permanente, até 2030, de pelo menos 30% da superfície do planeta e dos ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce que estão degradados¹⁸⁴. Esses objetivos estão de acordo com a iniciativa COP15 30X30 e o Marco Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal, que visam assegurar que, até 2030, pelo menos 30% das terras, mares e águas doces sejam conservadas e gerenciadas por meio de sistemas bem conectados, equitativos e eficazes de zonas protegidas, com foco em áreas cruciais para biodiversidade e serviços ecossistêmicos¹⁹⁶.



As áreas tropicais contêm 45% das áreas florestais do mundo e funcionam como sumidouro natural de carbono, desempenhando um papel crítico na regulação do clima regional e global, além de ter a maior diversidade biológica da Terra, tanto em termos absolutos quanto de densidade (espécies por área)²⁰⁴. Apesar de uma redução no início do século 21, a perda global das florestas primárias aumentou em aproximadamente 24% de 2015 a 2022 (Quadro 16), ameaçando a biodiversidade, os serviços ambientais, a subsistência das comunidades florestais e a resiliência aos choques climáticos²⁰⁴.

Quadro 16 – Perda florestal primária, por país (média móvel de 3 anos), Mha/ano



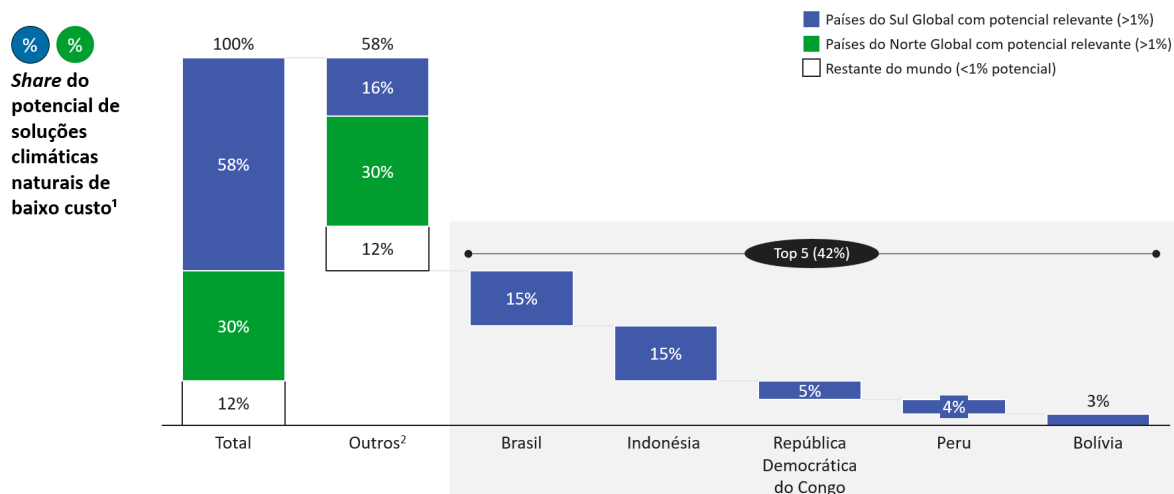
Fonte: Global Forest Watch¹⁷⁴; INPE TerraBrasilis²⁰³

Nesse contexto, é de extrema importância que os países do G20 apoiem e acolham, com determinação, o acordo sobre a operacionalização do Artigo 6 do Acordo de Paris na COP29, assegurando a robustez ambiental e a consistência com a “Regulamentação do Artigo 6” acordada na COP26 e construindo um sistema viável no qual o setor privado tenha total confiança. O Artigo 6 define como os países, por meio de cooperação internacional, podem abordar as mudanças climáticas e destravar apoio financeiro²⁰⁹ para estabelecer um mecanismo global de créditos de carbono, ajudar a financiar o desenvolvimento de novas tecnologias e apoiar os esforços gerais de redução de emissões.

O Artigo 6 pode explorar protocolos de alta integridade do Mercado Voluntário de Carbono, o que é crucial para estabelecer princípios robustos que garantam a integridade, como as diretrizes publicadas pelo Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono (IC-VCM) e seu selo *Core Carbon Principles* (CPP), a Iniciativa Voluntária de Integridade dos Mercados de Carbono (VMI), entre outros – tanto em termos de oferta quanto de demanda. Escalar os mercados de carbono poderia facilitar a mobilização de capital para o Sul Global, onde se encontra a maior parte do potencial de NCS de baixo custo (Quadro 17), contribuindo para uma transição justa na economia de baixo carbono.



Quadro 17 – Share do potencial de soluções climáticas naturais de baixo custo em todo o mundo, %



¹ Baixo custo refere-se ao “potencial prático das soluções climáticas naturais de alta-média viabilidade”. O potencial “prático” é uma parcela do potencial total de abatimento (redução de emissões) das soluções climáticas naturais reconhecendo que se torna cada vez mais difícil garantir créditos de carbono à medida que o potencial total de cada fonte é abordado. Ele usa um filtro econômico (aluguel agrícola) para identificar e eliminar terrenos de “baixa viabilidade”. Referimo-nos ao potencial principalmente como “prático” em vez de “de baixo custo” para refletir que é apenas uma das várias barreiras à mobilização de soluções climáticas naturais (por exemplo, social, política). Mas é importante ressaltar que isso é também reflexo dos baixos custos que ajudam a explicar a maior parte do volume no Sul global. ²Excluindo os 5 principais países.

Fonte: Consultation: Nature and net zero, Fórum Econômico Mundial e McKinsey, janeiro de 2021.

Para ampliar a escala do financiamento e promover projetos de soluções climáticas naturais de alta integridade, é fundamental adotar metodologias integradas de monitoramento, implementação e certificação. Ferramentas de monitoramento precisam considerar as especificidades dos projetos e sua diversidade em diferentes biomas, além de padronizar a metodologia para contabilizar e verificar projetos visando promover o mercado internacional de carbono. Nesse sentido, protocolos e frameworks fornecem uma base robusta para a implementação de projetos de soluções climáticas naturais, assegurando que essas soluções sejam transparentes e tenham fundamentação científica sólida. Ao seguir os protocolos, países, organizações e comunidades podem maximizar a eficácia, a integridade e a credibilidade de suas ações climáticas naturais. Exemplos dos principais protocolos de eficiência e clima são o Padrão de Carbono Verificado, um padrão para mensurar e verificar a redução e a remoção de emissões de GEE, e os Padrões Clima, Comunidade e Biodiversidade, que fornecem uma estrutura para avaliar os cobenefícios sociais e ambientais dos projetos de soluções climáticas naturais. Embora fundamentais, eles podem não refletir as especificidades dos biomas e ter mensuração, relato e verificação que poderiam ser mais escaláveis, com técnicas manuais difíceis de automatizar.

Além disso, o financiamento é um dos principais viabilizadores do ganho de escala das soluções climáticas naturais globalmente. O financiamento de soluções climáticas naturais abrange mecanismos de investimento que alavancam os fluxos de caixa gerados por meio da gestão sustentável dos ecossistemas. Esses fluxos de caixa são usados para apoiar a restauração e/ou proteção do ecossistema e para gerar retornos aos investidores. Embora tenha um potencial relevante para mobilizar investimentos, o financiamento de soluções climáticas naturais enfrenta barreiras significativas associadas à escala, agregação e custos dos benefícios intangíveis dos serviços ecossistêmicos. Portanto, é importante não apenas acelerar e distribuir o financiamento de diferentes stakeholders – como governos, países ricos, investidores privados e instituições – mas também reduzir os custos de projetos de proteção, restauração e gestão sustentável desenvolvendo a cadeia de valor e infraestrutura das NCS e envolvendo comunidades locais e tradicionais.



Ações específicas

I) Acelerar as negociações e a implementação cooperativa do Artigo 6 do Acordo de Paris para viabilizar um mercado de carbono de alta integridade

O Artigo 6 do Acordo de Paris viabiliza a cooperação internacional para o combate às mudanças climáticas. Por esse mecanismo, os países poderiam transferir créditos de carbono obtidos com a redução/remoção das emissões de GEE para ajudar uma ou mais nações a cumprir suas metas climáticas. A IETA²¹¹ concluiu que implementar um mercado internacional de carbono sob o Acordo de Paris poderia gerar reduções de custos de US\$ 250 bilhões por ano em 2030 e facilitar uma redução de emissões adicional de 50%, ou aproximadamente 5 GtCO₂e por ano em 2030, com potencial de gerar até US\$ 1 trilhão por ano até 2050²¹².

Os artigos 6.2 e 6.4 estabelecem particularmente duas soluções de mercado diferentes para abordagens de mitigação cooperativas. O Artigo 6.2 possibilita resultados bilaterais de mitigação, permitindo que os países troquem entre si os Resultados de Mitigação Internacionalmente Transferidos (ITMOs). Em contraste, o artigo 6.4 cria um mecanismo de comércio internacional de redução/remoções certificadas de emissões entre países e empresas. Ambas as soluções incentivam os países a encontrar maneiras econômicas de reduzir as emissões e estimular o investimento em tecnologias e práticas mais limpas. Também facilitam a cooperação internacional na abordagem das mudanças climáticas, permitindo que empresas de diferentes países ajudem a financiar os esforços de redução de emissões no exterior, possibilitando que as NCS globais se beneficiem desse mercado e aumentando os benefícios relacionados ao clima associados a essas atividades.

Assim, os governos do G20 devem acelerar as negociações e a implementação cooperativa dos artigos 6.2 e 6.4 do Acordo de Paris para escalar esses mecanismos de comércio internacional, garantindo o reconhecimento transnacional e fornecendo a infraestrutura para sua implementação. Isso inclui desenvolver metodologias para questões não consensuais, além de apoiar contabilidade robusta e metodologias que gerem resultados/certificados de mitigação de alta qualidade. Além disso, grupos nacionais e transnacionais e organizações de carbono devem ser lançados para facilitar o monitoramento e o comércio de créditos de carbono.

II) Promover a operacionalização e a integridade da contabilidade das soluções climáticas naturais por meio da melhoria da infraestrutura, do conhecimento e do desenvolvimento de protocolos

Para estimular a operacionalização e a integridade da contabilidade das NCS, é essencial abordar três aspectos principais: (i) aprimorar a infraestrutura e o conhecimento, (ii) estabelecer protocolos que considerem as características de diferentes biomas e (iii) implementar um sistema de monitoramento robusto.

Escalar uma infraestrutura economicamente viável e o capital humano é um viabilizador para a implementação bem-sucedida de projetos. Isso envolve incentivar parcerias públicas e privadas a investir em infraestrutura e a promover o conhecimento de diversos ecossistemas necessários para ampliar a escala das soluções climáticas naturais e proteger a biodiversidade. Por exemplo, a Embrapa é uma empresa pública brasileira voltada para a geração de conhecimento e tecnologias para a agricultura brasileira e realiza diversos projetos, como transferência de tecnologia para consolidar a agricultura de baixa emissão de carbono e monitoramento e manejo participativo da pesca artesanal como instrumento de desenvolvimento sustentável em comunidades da região amazônica.

Assim, os países do G20 devem manter o princípio de Responsabilidades Comuns, Mas Diferenciadas, e Respectivas Capacidades (CBDR-RC) e apoiar colaborações científicas internacionais que avancem o conhecimento. G20 também deveria investir no desenvolvimento de infraestrutura específica para viabilizar a operacionalização de projetos, como melhorar a cadeia de suprimentos de copro-



duto, promover o manejo sustentável da floresta e incentivar viveiros e plantações para projetos de restauração. Um exemplo de iniciativa que explicita a infraestrutura e o conhecimento específicos necessários é a Regreening Africa, reconhecida pela Organização das Nações Unidas como uma das sete iniciativas de referência da restauração mundial. A iniciativa Regreening Africa está em operação desde 2017 em oito países da África Subsaariana e restaurou mais de 350 mil hectares de terra²¹³, com o objetivo de atingir 1 milhão de ha, uma redução de 5% na erosão do solo, um aumento de 10% na cobertura de árvores e um aumento médio de 10% na renda familiar até 2023²¹⁴. As práticas de restauração empregadas incluem o cultivo de árvores por meio de plantio e enxerto, bem como a regeneração natural gerenciada pelo agricultor. Essas práticas foram combinadas com o fortalecimento da cadeia de valor, políticas e medidas de proteção do solo e da água²¹⁵. A abordagem foi adaptada às condições e necessidades locais e envolveu diversas organizações de desenvolvimento e pesquisa, governos e comunidades locais em países da África Subsaariana, incluindo Etiópia, Gana e Quênia²¹⁴.

Também é necessário desenvolver protocolos customizados para quantificar a redução ou remoção das emissões associadas, e os países do G20 devem alavancar a pesquisa científica para desenvolver tecnologia e métodos eficazes para melhorar a contabilidade dos resultados/certificados de mitigação baseados na natureza. Dessa forma, desenvolver padrões internacionais, construir sistemas de monitoramento e compartilhar e padronizar esses sistemas de monitoramento e avaliação para criar um banco de dados unificado de métodos de monitoramento alinhados com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas são ações fundamentais para estabelecer o armazenamento e a análise de dados em diferentes biomas. Ao implementar sistemas robustos de monitoramento, essas ações aumentariam a rastreabilidade, a integridade e a precisão da estimativa econômica das NCS, facilitando os fluxos financeiros para apoiar seu crescimento e otimizando os processos de certificação.

III) Facilitar os investimentos em projetos de remoção de dióxido de carbono (CDR) a partir de soluções climáticas naturais por meio de contratos de *offtake* e mecanismos de precificação de carbono

Devido a suas despesas relativamente altas, projetos baseados em restauração devem demandar mais da metade do financiamento anual das soluções climáticas naturais em 2030, atingindo aproximadamente US\$125 bilhões anualmente até 2025 e ultrapassando US\$177 bilhões até 2030²¹⁶. Entre esses projetos, os três principais tipos que absorvem a maior parte dos recursos são os de restauração de florestas, pradarias marinhas e turfeiras. O custo significativo de restauração decorre dos *inputs* intensivos em recursos e dos custos de oportunidade substanciais associados à mudança no uso da terra. Para enfrentar esses desafios, os países do G20 devem promover mecanismos nacionais e internacionais de financiamento de projetos relacionados a (i) contratos *offtake* (por exemplo, compromisso de compra futura de créditos de carbono de reflorestamento) como um mecanismo-chave para equilibrar a relação entre custo e retorno de projetos de remoção de dióxido de carbono e (ii) inclusão de créditos de carbono de soluções climáticas naturais baseadas em sequestro no mecanismo de precificação de carbono para estimular a demanda de projetos de restauração.

O financiamento de projetos com contratos de *offtake* é a base para maiores investimentos em projetos de alto capex. A adaptação desse sistema para a restauração da natureza poderia destravar fluxos mais significativos de investimentos privados para esses projetos. Ao assegurar um mercado para os produtos ou serviços gerados por projetos de CDR da natureza, como o compromisso de compra futura de créditos de carbono de reflorestamento, os contratos de *offtake* fornecem uma fonte confiável de receita para os desenvolvedores de projetos. Isso, por sua vez, pode atrair mais investimentos, acelerando o ritmo e a escala dos esforços de restauração.

Dessa forma, permitir a inclusão de créditos de carbono de projetos de restauração em mecanismos nacionais de precificação do carbono pode ajudar efetivamente as empresas a reduzir suas emissões de carbono e atingir seus objetivos de sustentabilidade. Essa política tem o potencial de aumentar a demanda por créditos de carbono resultantes do sequestro baseado na natureza, estimulando, assim, a oferta de tais créditos e incentivando o desenvolvimento de mais projetos de restauração.



Ao integrar as NCS aos mercados de *compliance*, as empresas podem efetivamente compensar suas emissões e contribuir para as metas climáticas globais, além de também promover a restauração dos ecossistemas naturais.

IV) Desenvolver projetos de proteção estabelecendo um fundo patrimonial (endowment fund), envolvendo ativamente as comunidades locais e tradicionais

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)²¹⁶ estima que, em 2023, US\$ 75,9 bilhões dos fluxos de financiamento público e privado foram direcionados para a proteção da biodiversidade e das paisagens^{xxxii}. Já em 2025, um financiamento anual adicional de US\$ 48 bilhões será necessário para medidas de proteção, chegando rapidamente a US\$ 66 bilhões por ano à medida que os países implementam a meta do Marco Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal de proteger 30% da terra e do mar até 2030. Proteção é a NCS com maior eficiência de custos de acordo com a PNUMA, representando 80% da área adicional de terra necessária até 2030 enquanto absorve apenas 20% do financiamento adicional estimado.

Por isso, além de políticas e programas nacionais que estimulam ou exigem ações de proteção, a comunidade global, especialmente os países desenvolvidos do G20, poderia aumentar o financiamento de projetos de proteção, apoiando um fundo patrimonial (*endowment fund*) para promover o fluxo de recursos de países desenvolvidos para países em desenvolvimento e investir em áreas de vegetação nativa com potencial mais significativo de sequestro de CO₂, biodiversidade e cobenefícios associados. Em linha com a meta nº 19 do Marco Global da Biodiversidade, os governos devem mobilizar US\$ 30 bilhões por ano até 2030 por meio de financiamento internacional para a biodiversidade²¹⁷. As Nações poderiam usar o *framework* global de avaliação de riscos para avaliar os riscos de projetos de soluções climáticas naturais e determinar as melhores iniciativas para direcionar o financiamento. Um exemplo é o Fundo Amazônia, fundado em 2009, que tem mais de cem projetos de proteção e restauração apoiados. Um segundo exemplo é o Community Development and Knowledge Management for the Satoyama Initiative (COMDEKS), um fundo japonês implementado em várias paisagens terrestres e marinhas em 20 países no mundo todo desde 2011²¹⁸. Outro exemplo inclui o Meloy Fund, implementado pela Rare, que é o primeiro fundo para a pesca sustentável em pequena escala no Sudeste Asiático a fim de melhorar a proteção e a conservação dos ecossistemas de recifes de corais, fornecendo incentivos financeiros às comunidades pesqueiras nas Filipinas e na Indonésia para que adotem comportamentos sustentáveis de pesca e regimes de manejo baseado em direitos²¹⁹.

Além de ampliar o financiamento, envolver comunidades locais e proteger suas áreas é importante, uma vez que os povos originários possuem, usam ou ocupam pelo menos um quarto da área terrestre do mundo. Essas áreas abrigam 80% da biodiversidade. A vida, sobrevivência, chances de desenvolvimento, conhecimento, ambiente e condições de saúde dos povos originários são ameaçadas pela degradação ambiental^{220,221}. Relatórios mostram que suas reservas são uma das áreas mais protegidas e que as comunidades nativas desempenham um papel fundamental na proteção e restauração da natureza²²². Envolver essas comunidades em iniciativas de proteção e restauração, assim como alavancar e escalar seu conhecimento, é crucial para a preservação da terra, pois elas têm conhecimento ancestral e *expertise* vitais sobre como adaptar, mitigar e reduzir o risco climático e de desastres. Um exemplo de inclusão da comunidade em projetos é a Coalizão Planeta Priceless, formada por mais de 140 parceiros que trabalham para restaurar 100 milhões de árvores em um esforço conjunto com as comunidades locais de lugares com alto potencial de impacto positivo no clima, comunidades e biodiversidade, como Brasil, Colômbia, Madagascar e Filipinas²²³. Assegurar o desenvolvimento sustentável da população local é fundamental para garantir a longevidade na economia local²²⁴.

xxxii O financiamento para NCS relacionadas à proteção inclui o estabelecimento de novas áreas protegidas e a o esforço de evitar a conversão dos principais ecossistemas, por exemplo, desmatamento evitado e degradação evitada de áreas de pastagem e manguezais.





REFERÊNCIAS



Referências

1. COPERNICUS. **Copernicus: 2023 is the hottest year on record**, with global temperatures close to the 1.5°C limit. Jan. 9, 2024.
2. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Emissions gap report 2023: Broken record**. Nov. 20, 2023.
3. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6): Longer report**. Mar. 2023.
4. McKinsey. **Global Energy Perspective 2023**. Nov. 2023.
5. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Global warming of 1.5°C**. 2018.
6. CLIMATE ACTION TRACKER. **Temperatures**. Dez. 5, 2023.
7. WORLD ECONOMIC FORUM. **The Arctic is having holes stabbed through it at an alarming rate**. Fev. 14, 2020.
8. POST, Eric et al. The polar regions in a 2°C warmer world. **Science Advances**, v. 5, n. 12, Dez. 2019.
9. WYMAN, Oliver. **Quantifying the impact of climate change on human health**. Jan. 2024.
10. WEF. **What are carbon budgets and how can they help us reach net zero?** Mar. 6, 2024.
11. WALSH, Lyndsay; ORMOND-SKEAPING, Teo. The cost of delay: Why finance to address Loss and Damage must be agreed at COP27. **Loss and Damage Collaboration**, Out. 2022.
12. IPCC. **Working Group II: Impacts, adaptation and vulnerability**. Accessed: Jul. 2, 2024.
13. UN DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Goal 7: ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all: progress and info**. 2024.
14. IEA. **Scaling up private finance for clean energy in emerging and developing economies**. Jun. 2023.
15. WEF. **Fostering effective energy transition: 2023 edition**. Jun. 2023.
16. COP 28. **The UAE Consensus foreword**. Accessed: Jul. 2, 2024.
17. WEF ACCELERATING CLEAN HYDROGEN INITIATIVE. **Clean hydrogen and its uses**. Accessed: Jul. 2, 2024.
18. IEA. **World energy outlook 2023**. Out. 2023.
19. Climate Trace data. Disponível em: 2024.
20. McKinsey. **The net-zero transition: what it would cost, what it could bring**. Jan. 2022.
21. IEA. **Emissions grew in 2023, but clean energy is limiting the growth**. Mar. 2024.
22. IEA. **Net Zero Roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach**. Set. 2023.
23. International Renewable Energy Agency. **World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway**. 2023.
24. IEA. **COP28: tracking the energy outcomes**. Disponível em: Jul. 2, 2024.
25. COP28. **Global Renewables and Energy Efficiency Pledge**. Disponível em: Jul. 2, 2024.
26. IEA. **Unlocking smart grid opportunities in emerging markets and developing economies**. Jun. 2023.
27. IEA. **Net Zero Roadmap: a global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach**. Set. 2023
28. IEA. **Bioenergy use by sector globally in the Net Zero Scenario, 2010-2030**. Updated Jul. 11, 2023.



29. IEA. **Renewable electricity capacity additions by technology and segment, 2016-2028**. updated Jan. 11, 2024.
30. IPCC. **AR6 synthesis report**: Climate change 2023. Mar. 2023.
31. World Business Council for Sustainable Development climate scenario tool.
32. LINKEDIN. **Global green skills report 2023**. 2023.
33. IEA. **World energy employment 2023**. Nov. 2023.
34. IEA. **Comparison of CO2 emissions reductions in 2050 relative to base year by technology maturity in the 2021 and 2023 NZE Scenarios**. updated Out. 26, 2023.
35. COZZI, Laura *et al.* **Tripling renewable power capacity by 2030 is vital to keep the 1.5°C goal within reach**. Jul. 21, 2023.
36. IEA. **Tracking renewables: Energy** in "Renewables,". Disponível em: Jul. 2, 2024.
37. IEA. **COP28 tripling renewable capacity pledge**. Jun. 2024.
38. IEA. **Renewable energy progress tracker**. updated Jun. 4, 2024.
39. IEA. **Electrification**. updated Jul. 11, 2023.
40. IEA. **The future of heat pumps**. Nov. 2022.
41. SYSTEMIQ. **Global opportunities for electrothermal energy storage**. Fev. 19, 2024.
42. IEA. **Global EV outlook 2024**. Abr. 2024.
43. IEA. **Electric car sales, 2012-2024**. updated Abr. 22, 2024.
44. IEA. **Electric vehicles**. updated Jun. 6, 2024.
45. UN ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. **ITC strategy on reducing greenhouse gas emissions from inland transport**. ECE/TRANS/2024/3. Mar. 8, 2024.
46. IEA. **Low-emissions sources of electricity**. Set. 2023.
47. BLOOMBERGNEF. **2H 2023 LOCE update: an uneven recovery**. Dez. 18, 2023.
48. HEINEKE, Florian *et al.* **Renewable-energy development in a net-zero world**. Out. 28, 2022.
49. IEA. **Renewables 2023**. Jan. 2024.
50. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable power generation costs in 2022**. Ago. 2023.
51. IEA. **Energy grids and secure energy transitions**. Out. 2023.
52. ITALIAN REGULATORY AUTHORITY FOR ENERGY, NETWORKS AND ENVIRONMENT (ARERA). **Direttive per l'integrazione di sezioni relative alla resilienza del sistema elettrico nei piani di sviluppo delle imprese distributrici**. Jan. 26, 2018.
53. IEA. Overview and key findings. **World energy investment 2023**. Maio 2023.
54. G7 ITALIA. **Climate, energy and environment ministers' meeting communiqué**. Abr. 30, 2024.
55. IEA. **Demand response**. updated Jul. 11, 2023.
56. CHN Energy. **China energy joins NTPS Innovation Alliance**. Maio 5, 2022.
57. CHINA STATE COUNCIL. **China pushes efforts for new power system**. Jan. 10, 2023
58. EUROPEAN COMMISSION. **Smart networks for energy transition**. Acesso em: Jul. 2, 2024
59. IEA. **Batteries and secure energy transitions**. (Executive summary). Abr. 2024.
60. IEA. **Grid-scale storage**. updated Jul. 11, 2023.
61. IEA. **Batteries and secure energy transitions**. Abr. 2024.



62. EUROPEAN COMMISSION. **Capacity mechanisms**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
63. MCKINSEY. **Global Energy Perspective 2023**: industrial electrification outlook. Jan. 16, 2024.
64. IEA. **World energy outlook 2022**. Out. 2023.
65. Ministry of Mines and Energy. **Programa Luz para Todos**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
66. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Intergovernmental Negotiating Committee on Plastic Pollution**. Acesso em: Jul. 2024.
67. EUROPEAN COMMISSION. **European Green Deal**: ambitious new law agreed to deploy sufficient alternative fuels infrastructure. Mar. 28, 2023.
68. IEA. **Global EV outlook 2023**. Abr. 2023.
69. EUROPEAN COMMISSION. **The Net-Zero Industry Act**: accelerating the transition to climate neutrality. Acesso em: Jul. 2, 2024.
70. CHINA. People's Government of Fujian Province. **Outline of the 14th Five-Year Plan (2021-2025) for national economic and social development and Vision 2035 of the People's Republic of China**. Ago. 9, 2021.
71. INVEST **Production Linked Incentive (PLI) Schemes in** Acesso em: Jul. 2, 2024.
72. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Critical materials for the energy transition**, Nov. 2021.
73. SHINE, Ian. **The Global Biofuel Alliance has just launched, but what exactly are biofuels?** Out. 19, 2023.
74. IRENA. **Bioenergy for the energy transition: Ensuring sustainability and overcoming barriers**. Ago. 2022.
75. KRUTNIK, Mikolaj *et al.* **Global Energy Perspective 2023**: Sustainable fuels outlook. Jan. 10, 2024.
76. MCKINSEY. **The green hidden gem**: opportunity to become a sustainability powerhouse. Nov. 4, 2022.
77. IEA BIOENERGY. **Fossil vs biogenic CO2 emissions**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
78. RAÍZEN. **Gestão de emissões de gases do efeito estufa na Raízen**: Inventário corporativo e pegada de carbono (Management of greenhouse gas emissions at Raízen: Corporate inventory and carbon footprint). 2021.
79. Umweltbundesamt data.
80. CONZADE, Julian *et al.* **Why the automotive future is electric**. Set. 7, 2021.
81. MCKINSEY. **O futuro da mobilidade no Brasil: uma rota para eletrificação** ("The future of mobility in : a route to electrification"), Jan. 27, 2023.
82. PETROBRAS. **Gasolina**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
83. IEA. **Roadmap for ethanol blending in 2020-2025**. Fev. 8, 2023.
84. US DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. **Biofuels annual**: Set. 29, 2023.
85. MOFFITT, Lauren. **South Korea to boost domestic biofuels use**. Out. 14, 2022.
86. BRENNAN, Tom *et al.* **Striking the balance**: catalyzing a sustainable land-use transition. Nov. 7, 2023.
87. WWF. **NDC checklist**: analysis. WWF, 2020.
88. **O Plano ABC**: dez anos de sucesso e uma nova forma sustentável da produção agrícola. 2023.
89. REGENERATION INTERNATIONAL. **Why regenerative agriculture**. Acesso em: Jul. 2, 2024.



90. INTERNATIONAL SUSTAINABILITY & CARBON CERTIFICATION. **Certification scheme:** ISCC EU. Acesso em: Jul. 2, 2024.
91. EUROPEAN COMMISSION. **Renewable Energy Directive.** Acesso em: Jul. 2, 2024
92. For more, see the Forest Stewardship Council website.
93. For more, see the Programme for the Endorsement of Forest Certification's website.
94. IEA. **Aviation.** updated Jul. 11, 2023.
95. IEA. **The role of e-fuels in decarbonizing transport.** Dez. 2023.
96. IEA BIOENERGY. **Progress in the commercialization of biojet/sustainable aviation fuels:** technologies, potential and challenges. Jun. 2021.
97. ALFANO, Simon *et al.* **The future of second-generation biomass.** Nov. 18, 2016.
98. BRICK, Jamie; DEDIU, Dumitru; NOFFSINGER, Jessie. **The role of natural gas in the move to cleaner, more reliable power.** Set. 1, 2023.
99. INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Report on the feasibility of a long-term aspirational goal (LTAG) for international civil aviation CO2 emission reductions.** Mar. 2022.
100. **UK SAF industry goes from forest waste to new heights with £53 million boost.** Nov. 17, 2023.
101. **Investing in decarbonization infrastructure in** Out. 10, 2023
102. IEA. **Nuclear power.** updated Jul. 11, 2023.
103. IPCC. **Carbon dioxide removal.** 2022.
104. BINIEK, Krysta *et al.* **Global Energy Perspective 2023:** CCUS outlook. Jan. 24, 2024.
105. IEA. **CCUS.** Set. 2023.
106. IEA. **Unlocking the potential of bioenergy with carbon capture and utilisation or storage (BECCUS).** Out. 21, 2021.
107. IEA. **CCUS policies and business models: Building a commercial market.** Nov. 2023.
108. IRENA. **Carbon capture.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
109. IEA. **Hydrogen.** Jul. 10, 2023.
110. WEF. **Grey, blue, green:** why are there so many colours of hydrogen? Jul. 27, 2021.
111. IEA. **Global hydrogen review 2023.** Set. 2023.
112. CHUGH, Abhinav; TAIBI, Emanuele. **What is green hydrogen and why do we need it?** An expert explains. Dez. 21, 2021.
113. WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. **Nuclear power in the world today.** Maio 7, 2024.
114. THE CCUS HUB. **Hubs in action.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
115. CO2 VALUE EUROPE. **CCU projects.** p. 21. Acesso em: Jul. 2, 2024.
116. OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY. **Meeting climate change targets:** the role of nuclear energy. Maio 2022.
117. MCKINSEY. **Yes, nuclear can help answer the climate and energy security challenge.** Maio 22, 2023.
118. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Emergency preparedness and response.** 2016.
119. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Safety standards.** 2019.
120. FUSION INDUSTRY ASSOCIATION. **The global fusion industry in 2023.** Jul. 2023.
121. CIRCLE ECONOMY FOUNDATION. **The circularity gap report 2024.** 2024.
122. CIRCLE ECONOMY FOUNDATION. **The circularity gap report 2021.** 2021.



123. UNDP CLIMATE PROMISE. **What is circular economy and why does it matter?** Abr. 24, 2023.
124. BINGOTO, Patricia *et al.* **The net-zero materials transition:** Implications for global supply chains. Jul. 2023.
125. IEA. **Energy efficiency 2023.** Nov. 2023.
126. KRISHNAN, Mekala *et al.* **An affordable, reliable, competitive path to net zero.** Nov. 2023.
127. IEA. **Strong policy progress on energy efficiency seen in 2023, but meeting climate goals means moving faster.** Nov. 29, 2023.
128. WEF; MCKINSEY. **Fostering effective energy transition 2018.** Mar. 14, 2018.
129. UGANDA NATIONAL ALLIANCE ON CLEAN COOKING. **Clean cooking:** a path to a healthier and sustainable Uganda. Acesso em: Jul. 2, 2024.
130. TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT. **Outline of Zero Emission Tokyo Strategy.** Dez. 2019.
131. MINISTRY OF ENVIRONMENT, FOREST AND CLIMATE CHANGE. **long-term low-carbon development strategy.** 2022.
132. US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **What is CHP?** updated Fev. 13, 2024.
133. COGEN WORLD COALITION. **About cogeneration.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
134. COGEN EUROPE. **Combining heat and power for deep emission cuts.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
135. For more, see the Global Methane Pledge's website.
136. IEA. **Regulations Respecting Reduction in the Release of Methane and Certain Volatile Organic Compounds. (Upstream Oil and Gas Sector).** SOR/2018-66. updated Fev. 22, 2022.
137. **Regulations Respecting Reduction in the Release of Methane and Certain Volatile Organic Compounds (Upstream Oil and Gas Sector).** Abr. 2018.
138. OGCI. **About OGCI.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
139. OGCI. **OGCI's carbon intensity target.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
140. OGCI. **OGCI performance data 2022.** 2023.
141. EUROPEAN COMMISSION. **Energy efficient products:** product list. Acesso em: Jul. 2, 2024.
142. EUROPEAN COMMISSION. **Energy efficient products: Electric motors and variable speed drives.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
143. EUROPEAN COMMISSION. **Innovation Fund.** Acesso em: Jul. 2, 2024.
144. EUROPEAN COMMISSION. **Innovation Fund:** 239 applications competing for EUR 3 billion from the third call for large-scale projects. Mar. 28, 2023.
145. "Executive summary" in *Energy efficiency 2023*, IEA, Nov. 2023.
146. IEA. Uganda 2023. **Energy policy review.** Nov. 2023.
147. IEA. **Achievements of energy efficiency appliance and equipment standards and labelling programmes.** Set. 2021.
148. Ministry of Mines and Energy. **Selo Procel leva mais economia e sustentabilidade aos brasileiros.** Set. 11, 2023.
149. Ministry of Mines and Energy. **Relatório do Procel apresenta redução nas emissões de CO2 por iniciativas de eficiência energética.** Jun. 7, 2023.
150. BLOOMBERG NETZERO PATHFINDERS. **Industrial energy-efficiency measures.** 2021.
151. For more, see the Young Energy Europe website.



152. SWISS FEDERAL OFFICE OF ENERGY. **Passer à la mobilité électrique en faisant un choix éclairé grâce à 'Soyez au courant**. Abr. 8, 2022.
153. MCKINSEY. **Consumers care about sustainability**: and back it up with their wallets. Fev. 6, 2023.
154. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Completing the picture**: how the circular economy tackles climate change. 2019.
155. ENERGY TRANSITIONS COMMISSION. **Mission possible**: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors. Nov. 2018.
156. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Key actions for tackling flexible packaging in a circular economy**. 2022.
157. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **GACERE**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
158. For more, see the Circular Bioeconomy Alliance website.
159. BLOOMBERG NETZERO PATHFINDERS. **Green procurement requirement and mandates**. 2021.
160. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Target 16**: Enable sustainable consumption choices to reduce waste and overconsumption. Acesso em: Jul. 2, 2024.
161. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Guidance on resource efficiency and circular economy target setting**: Version 2. Abr. 2023.
162. DUTCH. Ministry of Infrastructure and Water Management. **National circular economy programme 2023-2030**. Set. 27, 2023.
163. **Fundamental plan for establishing a sound material-cycle society**. Jun. 2018.
164. EDMOND, Charlotte. **What is urban mining**: and why do we need to do more of it?. Nov. 22, 2023.
165. GOVERNMENT DEPARTMENT OF CLIMATE CHANGE, ENERGY, THE ENVIRONMENT AND WATER. **National Waste Policy Action Plan**. 2022.
166. KAPSARC. CCE guide overview. **Circular Carbon Economy**, Ago. 2020.
167. PORTHOS. **Project**. Acesso em: Jul. 3, 2024.
168. UN ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. **Mobilizing financing for the circular economy**, Abr. 2023.
169. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Financing circularity**: demystifying finance for the circular economy. Out. 2020.
170. FISCHER, Aglaia; ACHTERBERG, Elisa. **The financial sector as a driver of the circular transition**. Fev. 2022.
171. PROGRESSIVE GROCER. **Sustainability**: The new consumer spending outlook. Nov. 1, 2022.
172. VAN CAPELLEVEEN, Guido *et al.* The anatomy of a passport for the circular economy: a conceptual definition, vision and structured literature review. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, Maio 2023, Volume 17.
173. EUROPEAN INVESTMENT BANK. **About the C3**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
174. BLOOMBERG NETZERO PATHFINDERS. **Regulations on single-use plastics**: 2021.
175. IUCN. **IUCN WCPA other effective area-based conservation measures specialist group**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
176. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Global status, gaps and opportunities of protected areas and other area-based conservation measures**. Dez. 4, 2022.
177. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Target 3**: Conserve 30% of land, waters and seas. Acesso em: Jul. 2, 2024.

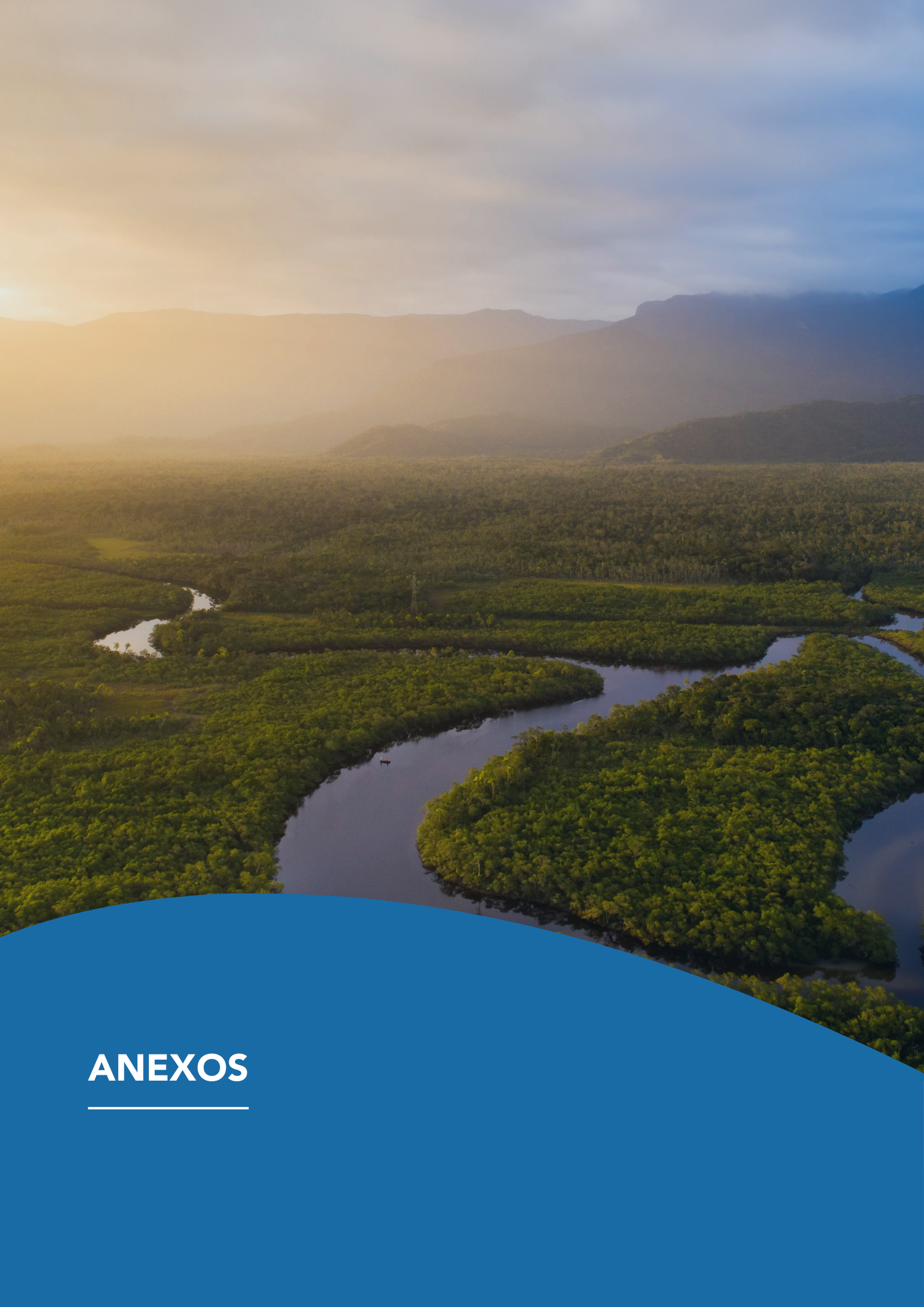


178. For more, see the Global Forest Watch website.
179. Global Forest Watch Dashboard.
180. RANNARD, Georgina; GILLET, COP26: World leaders promise to end deforestation by 2030. **BBC News**, Nov. 2, 2021.
181. Climate Focus VCM Dashboard.
182. TASKFORCE ON SCALING VOLUNTARY CARBON MARKETS. **Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets**. Jan. 2021.
183. UN CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. **UNCCD Data Dashboard**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
184. MCKINSEY. **Valuing nature conservation**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
185. HENDERSON, Ben *et al.* **Policy strategies and challenges for climate change mitigation in the agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector**. Jan. 28, 2021.
186. ROCKSTRÖM, Johan *et al.* Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, 2009.
187. For more, see the LEAF Coalition website.
188. WWF. **WWF's Living Planet Report reveals two-thirds decline in wildlife populations on average since 1970**. Set. 9, 2020.
189. STEFFEN, Will *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, Jan. 15, 2015.
190. RICHARDSON, Katherine. *et al.* Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science Advances**, v. 9, n. 37, Set. 13, 202.
191. HARTMANN, Teresa; MARTINEZ, Gabriela. **What are natural climate solutions?** Set. 16, 2021.
192. GRISCOM, Bronson W. *et al.* Natural climate solutions. **PNAS**, v. 114, n. 44, Out. 16, 2017.
193. WEF; MCKINSEY. **Nature and net zero**, Maio 2021.
194. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Nature-based solutions for climate change mitigation**. Nov. 4, 2021.
195. GIRARDIN, Cécile A. J. *et al.* Nature-based solutions can help cool the planet: if we act now. **Nature**, Maio 12, 2021.
196. UN TRADE AND DEVELOPMENT. **Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework**. 2022.
197. IPCC. **Climate change 2022: Mitigation of climate change**. Abr. 2022.
198. IPCC. **Figure SPM.7**. 2022.
199. INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. **Media release**: nature's dangerous decline 'unprecedented'; species extinction rates 'accelerating'. Maio 5, 2019.
200. ASHWORTH, James. **Over half of coral reef cover across the world has been lost since 1950**. Set. 26, 2021.
201. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Wetlands for our future: Act now to prevent, stop, and reverse wetland loss**. Fev. 2, 2015.
202. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Frontiers 2018/19**: Emerging issues of environmental concern. 2019.
203. UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **Rivers, lakes under mounting pressure**. Maio 18, 2023.



204. IPCC. Cross-Chapter Paper 7: Tropical forests. *in*: **Climate change 2022**: Impacts, adaptation and vulnerability. 2022.
205. WWF. **Why forests are so important**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
206. For more, see the Global Restoration Initiative website from the World Resources Institute.
207. UN CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. **At least 100 million hectares of healthy land now lost each year**. Out. 24, 2023.
208. TerraBrasilis data.
209. UN FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Paris Agreement Crediting Mechanism**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
210. WEF; MCKINSEY. **Consultation**: Nature and net zero, Jan. 2021.
211. *The economic potential of Article 6 of the Paris Agreement and implementation challenges*, IETA, Set. 2010.
212. UN FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Article 6 - cooperative implementation**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
213. For more, see the Regreening Africa website from the UN Decade on Ecosystem Restoration.
214. For more, see the Regreening Africa website.
215. REGREENING AFRICA. **Regreening Africa final report**. Ago. 2023.
216. UNEP. **State of finance for nature**. Dez. 9, 2023.
217. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **2030 Targets (with guidance notes)**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
218. For more, see the COMDEKS website.
219. For more, see The Meloy Fund website.
220. UNEP. **Indigenous Peoples and the nature they protect**. updated Set. 19, 2023.
221. WORLD BANK. **Empowering Indigenous Peoples to protect forests**. Ago. 9, 2023.
222. ICCA CONSORTIUM. **Territories of life**. 2021.
223. CONSERVATION INTERNATIONAL. **Princess Planet Coalition**. Acesso em: Jul. 2, 2024.
224. KOHLER, Florent; BRONDIZIO, Eduardo S. Considering the needs of indigenous and local populations in conservation programs. **Conservation Biology**, v. 31, n. 2, Abr. 2017.





ANEXOS



Anexo A – Composição e Reuniões da Força Tarefa

Distribuição de Membros por País

País	#
África do Sul	1
Alemanha	9
Arábia Saudita	4
Argentina	5
Austrália	1
Bélgica	2
Brasil	82
Canadá	2
China	10
Dinamarca	1
Espanha	6
Estados Unidos	20
França	11
Índia	13
Indonésia	7
Itália	14
Japão	1
Malta	1
Nigéria	1
Noruega	3
Portugal	2
Reino Unido	11
República da Coreia	1
Rússia	4
Suécia	3
Turquia	3
Total	218

Distribuição de Membros por Gênero

Gênero	#
Feminino	78
Masculino	140



Chair da Força-Tarefa

Nome	Organização	Cargo	País
Ricardo Mussa	Raízen	CEO	Brasil

Deputy Chair da Força-Tarefa

Nome	Organização	Cargo	País
Paula Kovarsky	Raízen	Strategy, Mergers & Acquisitions, and Sustainability VP	Brasil

Co-Chairs da Força-Tarefa

Nome	Organização	Cargo	País
Daniel Godinho	WEG	Sustainability and Institutional Relations Director	Brasil
Jean-Pierre Clamadiou	Engie	Chairman of the Board of Directors	França
José Ignazio Sánchez Galán	Iberdrola	Executive Chairman	Espanha
Jimmy Samartzis	Lanzajet Inc.	CEO	Estados Unidos
Maria Luiza Pinto e Paiva	Vale	Executive Vice-President for Sustainability	Brasil
Oscar Fahlgren	Mubadala Capital	Chief Investment Officer and Head of Brasil	Emirados Árabes Unidos
Paolo Scaroni	Enel	Chairman of the Board of Directors	Itália
Tadaharu Shiroyama	Mitsui Gas	CEO	Japão
T V Naredran	Tata Steel	CEO & Managing Director	Índia
Zhang Zhigang	China State Grid	Executive Chairman	China

PMO da Força-Tarefa

Nome	Organização	País
Miguel Angel Castro Riberos	National Confederation of Industry	Brasil



Membros da Força-Tarefa

Nome	Organização	Cargo	País
Abyd Karmali	Bank of America	Managing Director, Climate Finance	Estados Unidos
Achmad Widjaja	Kadin Indonésia	Chairman standing committee industry & association	Indonésia
Adriana Aparecida de Oliveira	Conscience Carbon Group SA	CEO	Brasil
Adriano Leite de Barros	General Motors South America	Governmental Affairs Director	Estados Unidos
Adriano Nogueira Zerbini	Compass	Director of Sustainability, Corporate Affairs and Communications	Brasil
Aisha Izzet	Takamol	Senior Executive Advisor	Arábia Saudita
Aleksander Skaare	Scatec	Brasil CEO	Noruega
Alessandra Polin	General Filter Italia SpA	Owner	Itália
Alexandra Rogan	Council for Inclusive Capitalism	Executive Director	Estados Unidos
Alice Pilia	Conde Nast	Global Head of Public Policy & Sustainability	Reino Unido
Amaury Martins de Oliva	Brasilian Federation of Banks	Diretor Executivo de Sustentabilidade, Cidadania Financeira, Consumidor e Autorregulação	Brasil
Ana Paula Hauffe Torquato	WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	Gerente de Relações Institucionais	Brasil
Anatoly Khramtsov	Joint Stock Company "Russian Railways" (JSCo "RZD")	Deputy CEO – Chief Engineer	Rússia
André Luiz Baptista Lins Rocha	SIFAEG	CEO	Brasil
Andre Meloni Nassar	Brasilian Association of Vegetable Oil Industries	Executive President	Brasil
Andre Passos Cordeiro	ABIQUIM-Associação Brasileira da Indústria Química	Chief Executive Officer	Brasil
André Souza de Melo	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável	Coordenador de Água e Economia Circular	Brasil
Andrea Cotrufo	Quantum Investments	C.E.O. and Chairman	Itália
Andrea Zamolyi Park	Caterpillar Brasil Ltda	Director of Government & Corporate Affairs	Estados Unidos
Andrey Melnichenko	Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs (RSPP)	Chairman of the RSPP Committee on Climate Policy and Carbon Regulation	Rússia
Andrey Sapozhnikov	En+ Group	Associate Director, Department for International Cooperation	Rússia
Angele Kedaitiene	Club Climate Europe	Secretary General	Bélgica
Anna Celsing	Alfa Laval	Chief Sustainability Officer	Suécia
Anna Tunkel	Sustainable Impact LLC	Founder & Principal, Sustainable Impact LLC	Estados Unidos



Nome	Organização	Cargo	País
Anthony Utomo	KADIN (Indonésia Chamber of Commerce)	Energy Transition Task Force Chair	Indonésia
Anuradha Kapoor	Reliance Industries Limited	Senior Vice President (Head-policy)	Índia
Arthur Costa Sousa	SERVTEC Energia	Managing Partner	Brasil
Arzann Rustom	Colliers International	Manager Occupier Consulting	Canadá
Atul Mudaliar	Climate Group	Head of Business Initiatives	Índia Reino Unido
Aurelien Maudonnet	Helexia Brasil	CEO	França
Bárbara Ferreira Viegas Rubim	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR	Vice-President	Brasil
Beatriz Mejia	Coca Cola Company	Director Environment Latin America	Estados Unidos
Bianca Conde	Vale	Gerente Geral de Sustentabilidade Corporativa	Brasil
Bruna Soares Mesquita	MICHELIN	Sustainability Manager Michelin South America	França
Bruno Flach	IBM	Director, Strategy and IBM Research Brasil	Estados Unidos
Budi Margono ST, MBA	MBMF Foundation	CEO	Indonésia
Camila Cristina Zelezoglo	Brasilian Textile and Apparel Industry Association	Sustainability and Innovation Coordinator	Brasil
Carlos Restaino	Cámara Argentina de Comercio y Servicios	Director	Argentina
Carmen Virasoro	Carbon Group Agro-Climatic Solutions SRL	Director	Argentina
Carolina Grassi	RSB - Roundtable on Sustainable Biomaterials	Business Development and Innovation Manager	Brasil
Carolina Telles Matos	Amcham Brasil	Manager for Brasil-US Relations and Sustainability	Brasil
Carolyn Wu	Apple	Head of International and Diplomatic Affairs	Estados Unidos
Cassia Carvalho	US Chamber of Commerce	Executive Director	Estados Unidos
Celia Roldan Santias	Iberdrola	Responsible Institutional Affairs Chairman Office	Espanha
Chanakya Chaudhary	Tata Steel Ltd	Vice President Corporate Services	Índia
Chunshan Cao	HEXING HOLDING BRASIL	Commercial Director	Brasil
Cindy Lim	Keppel Infrastructure	Chief Executive Officer	Brasil
Claudio Viveiros	Wilson Sons	Manager Institutional Relation	Brasil
Daniel Marques Hubner	Yara Brasil Fertilizantes S.A.	SVP Industrial Solutions	Noruega
Daniel Paska	Ericsson	Director Sustainability Policy	Suécia
Danielle Silva Bernardes	Confederação Nacional do Transporte	Gerente Executiva do Poder Executivo	Brasil
Dany Qian	Jinko Solar Co., Ltd.	Global Vice President	China
Dario Molteni	SLB	Global Account Director & Chairman Itália	Estados Unidos



Nome	Organização	Cargo	País
Davi Bomtempo	Brasilian National Confederation of Industry (CNI)	Executive Manager - Environmental and Sustainability	Brasil
David Frank	Microsoft	Director Policy Engagement	Estados Unidos
David Snyder	American Property Casualty Insurance Association	Vice President, International Policy	Estados Unidos
Dielze mello	FIEA	Gerente àrea Internacional FIEA	Brasil
Domenico Luigi Vito Greco	GIG - Gestioni Industriali Group	CEO GIG - Gestioni Industriali Group	Itália
DR Riza Suarga	Indonésia Carbon Trade Association (IDCTA)	President Director	Indonésia
Dr. Nirav Mandir	Shree Ramkrishna Exports Pvt. Ltd.	Chief Human Capital & Sustainability Officer	Índia
Dr. Richard Lobo	Tata Chemicals	Global Head Innovation, R&D and Business Excellence	Índia
Eduardo do Couto e Silva	Brasilian Center for Research in Energy and Materials (CNPEM/ LNBR)	Director, Brasilian Biorenewables Laboratory /CNPEM	Brasil
Eduardo Ferreira Kantz	Prumo Logística	ESG and Institutional Relations Officer	Brasil
Eduardo Gorchs	Siemens	CEO	Alemanha
Eduardo Ribeiro de Freitas	Iveco Group	Public Affairs Director	Brasil
Elaine Gerchon	ABIHPEC (Associação Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos)	Diretora de Inteligência de Mercado	Brasil
Elbia Gannoum	Associação Brasileira de Energia Eólica e Novas Tecnologias - ABEEólica	Presidente Executiva	Brasil
Elena Morettini	Globant	Global Head sustainable business	Argentina
Ellen Jackowski	Mastercard	Chief Sustainability Officer	Estados Unidos
Emiliano Serracchiani	Snam Spa	Senior Manager International Legislative Affairs	Itália
Evandro Herrera Bertone Gussi	UNICA - União da cana-de-Açúcar e Bioenergia	President	Brasil
Everton Lopes da Silva	MAHLE	Head of MAHLE Tech Center South America	Alemanha
Ezequiel Costa Malateaux da Silva	Petrobras	Portfolio decarbonization and business integration, coordinator	Brasil
Fabiane Lazzareschi	Inpasa	head of Institutional Relations	Brasil
Fabio Brasiliano	ABIHPEC	Director	Brasil
Fahad Abdulaziz AlSherehy	SABIC	Vice President, Corporate Sustainability	Arábia Saudita
Faisal Alfadl	Saudi Green Building Forum	Secretary General	Arábia Saudita
Farida Khan	Sasol	Head of Regulatory Services	África do Sul
Fernanda Claudino	Abrasca - Associação Brasileira das Companhias Abertas	General Manager	Brasil



Nome	Organização	Cargo	País
Fernando Castellanos Silveira	UN Global Compact	Head, Environment and Climate	Estados Unidos
Fernando Luiz Ruschel Montera	Firjan	Oil, Gas and Maritime Market Intelligence Coordinator	Brasil
Flavia Heller	Eneva	VP of Strategy and Sustainability	Brasil
Flavio Ribeiro	Bunker One	CEO	Brasil
Florian Schmalz	Eurochambres - The Association of European Chambers' of Commerce and Industry	Policy Advisor for Sustainability	Bélgica
Françasca Zarri	Eni S.p.A.	Director, Technology, R&D and Digital	Itália
Francisco Javier Canalejo Ariza	REPSOL	Head of International Relations	Espanha
Gabriel Kropsch	Associação Comercial do Rio de Janeiro ACRJ	President of the Energy Transition Council	Brasil
Gabriela Aguilar	Excelerate Energy	Country Manager Brasil & Argentina VP Latam	Estados Unidos
Gianfranco Caccamo	ICARO ECOLOGY S.P.A.	General Director	Itália
Gianluca Russo	Q&T Srl	Head of Operations	Itália
Giuliana Franco	Natura	Government Affairs Manager	Brasil
Gloria Maria Guimarães Aranha	Federação Nacional de Seguros Gerais	Gerente	Brasil
Graf von Harrach	PT JawaPower	President Director	Indonésia
Gustavo Rodrigo Bonini	Scania Latin America Ltda	Diretor Institucional	Suécia
Guy Sidos	VICAT SA	Chairman & CEO	França
Halla Al Najjar	Shell plc.	Senior Policy & Advocacy Advisor - Climate & Sustainability	Reino Unido
Hanguang Li	XCMG Brasil industria Ltda.	General manager	China
Henrique Paiva	Siemens Energy	Head of Government Affairs for Siemens Energy Brasil	Alemanha
Irene Alfaro	ARPEL	Managing Director	Argentina
Isabella Martins do Carmo	Cargill	Government Relations Director Brasil	Estados Unidos
Isinsu Kestelli	Agritrade Co Ltd	Founder & Managing director	Turquia
Jean-Baptiste Baroni	Mouvement des Entreprises de França (MEDEF)	Head of Climate Policy	França
Jean-Pierre Clamadiou	Engie	Chairman of the Board	França
Joachim Hein	Federation of German Industries	Senior Manager Energy and Climate Policy	Alemanha
Joana Laura Bischoff	Statkraft	Sustainability	Noruega
Joanes Ferreira Ribas	Telefônica Brasil (Vivo)	Sustainability Director	Brasil
João Augusto Azeredo da Silva	SINAVAL	Vice President	Brasil
João Marques da Cruz	EDP	CEO EDP Brasil	Portugal
Joel Jacky Ruet	TEH BRIDGE TANK	Chairman	França



Nome	Organização	Cargo	País
Jorge Augusto Mazzei	AstraZeneca	Diretor-Executivo de Relações Corporativas	Reino Unido
José Carlos da Fonseca Junior	Ibá - Brazilian Tree Industry	International Affairs	Brasil
José Fabiano Lima de Barros	Vesuvius	Health, Safety, Environmental and Sustainability Manager South America	Reino Unido
Josephine Möslein	DIHK, German Chamber of Commerce and Industry	Director Energy and Climate Policy	Alemanha
Juliana de Andrade Alves da Cruz Rocha	Pepsico do Brasil Ltda	Public Policy and Government Affairs Manager (Brasil)	Brasil
Julio Cesar Torres Ribeiro	Celulose Nipo-Brasileira S/A - CENIBRA	Vice President	Brasil
Julio Espirito Santo	SENAI Institute of Innovation in Biotechnology	Head of Unity	Brasil
Julius Opio	International Chamber of Commerce - Kenya	Board Director & Chair Environment & Energy Commission	França
Justin D'Agostino	Herbert Smith Freehills	CEO	Reino Unido
Jyoti Mukul	Confederation of Indian Industry	Chief of Energy	Índia
Karl Vella	World Business Council for Sustainable Development	Climate Policy Director	Malta
Katherine Thomasson	Shell	Head of International Climate Advocacy	Reino Unido
Katya Almeida Bastos	Federação Nacional de Seguros Gerais/FenSeg	Analista Técnica de Seguros	Brasil
Lais Nara Barbosa e Castro	Organização das Cooperativas Brasileiras	Technical-Institutional Analyst	Brasil
Lavesh Hariramani	Taleski EV	Director	Austrália
Leandro Campos de Faria	Companhia Brasileira de Alumínio	Chief Sustainability Officer	Brasil
Leonardo Colombo Fleck	Santander	Head Inovacao Sustentavel	Espanha
LI Zhiyong	China Council for the Promotion of International Trade	Division Director	China
Lida Preyma	Global Climate Finance Accelerator	Co-founder & Managing Partner	Canadá
Ligia Paula Pires Pinto Sica	Sigma Lithium	VP of Institutional/Government Relations and Communication	Brasil
Lilian Amaral	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras - ANPEI	Gerente de Relações Institucionais	Brasil
Lippolis Gabriele Menotti	Confindustria Brindisi	President	Itália
Lokita Prasetya	Dian Swastatika Sentosa	Managing Director & CEO Energy and Chemicals Business	Indonésia
Luca Giovanni Donelli	Donelli	CFO	Itália
Luca Matrone	Intesa Sanpaolo	Head of Energy	Itália



Nome	Organização	Cargo	País
Lucía Aparicio Sarraceno	Seguradora Zurich	Customer Office, Marketing & Communications, Innovation & Sustainability Director	Brasil
Luciano Coutinho	Mtempo Capital and Institute of Economics at UNICAMP, University of Campinas, Brasil	Professional Consultant and Professor	Brasil
Luiz Ricardo de Medeiros Santiago	Volkswagen do Brasil	Director	Alemanha
Luiza Helena Rezende Demoro	BloombergNEF	Head of Energy Transitions	Estados Unidos
Manuel Fravega	Union Industrial Argentina	Partner	Argentina
Marcela Chacon	Bayer	Global Director, United Nations Relations	Alemanha
Marcela Flores	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras - ANPEI	Presidente	Brasil
Marcelo Marangon	Citi	Chief Executive Officer Citi Brasil	Estados Unidos
Márcio Rafael Maciel	Sindicerv - Sindicato Nacional da Indústria de Cerveja	Executive President	Brasil
Marco Antonio Saltini	Volkswagen Truck & Bus	Vice president of Institutional Relations	Brasil
Marco Aurélio Buchmann de Gerais Rangel	FPT Industrial	Executive Director	Itália
Mariana Orsini	Dow	Government Affairs Director	Estados Unidos
Marina Grossi	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)	President	Brasil
Marina Rocchi Martins Mattar	UNIGEL	Director of Corporate Affairs	Brasil
Mario Cezar de Aguiar	SISTEMA FIESC	President	Brasil
Mario William Esper	ABNT	Presidente	Brasil
Masami Hasegawa	Keidanren	Director, Environment & Energy Policy Bureau	Japão
Mathieu Gardies	HYPE	CEO and Founder	França
Maurem Kayna Lima Alves	Klabin S.A.	Sustainability Advisor	Brasil
Mauro Gilberto Bellini	Marcopolo	Membro do Comitê de Estratégia	Brasil
Menelaos (Mel) Ydreos	International Gas Union (IGU)	Interim Secretary General, International Gas Union	Reino Unido
Monica A Bernardi	NGD	Director	Espanha
Murray Auchincloss	bp	Chief Executive Officer	Reino Unido
Musaab Al-Mulla	Saudi Aramco	VP Energy & Economic Insights	Arábia Saudita
Mustafa Oguzcan Bulbul	Abdi Ibrahim Pharmaceuticals	President, Human Resources, Communications & Sustainability	Turquia



Nome	Organização	Cargo	País
Natalia Tsuyama Cocolo	Global Shapers Community	Curator	Brasil
Navneet Singh	Samsung	Corporate Sustainability Manager	República da Coreia
Nicke Widyawati	PT. Pertamina (Persero)	President Director & Group CEO	Indonésia
Nitin Prasad	Shell Índia	Ex-Chairman Shell Índia	Índia
Nuno Rebelo de Sousa	EDP Energias do Brasil	Chief Marketing Officer	Portugal
Nursen Numanoglu	TÜSIAD	Deputy Secretary General	Turquia
Pallavi Ahuja	We Mean Business Coalition	Senior Manager	Índia
Paolo Giuseppe Rotelli	Polo Tecnologico Magona	Ingegnere	Itália
Paolo Scaroni	Enel Group	Chairman	Itália
Paolo Stabellini	Edilteco Spa	CEO	Itália
Patricia de Freitas Soeiro	AXA Seguros	Life & Partnerships UW Superintendent	França
Patrick Sabatier	L'Oréal	Chief Corporate Affairs Officer	Brasil
Paul Holthus	World Ocean Council	Founding President and CEO	Espanha
Paulo de Tarso Petroni	Instituto Rever	President	Brasil
Paulo Henrique Quintiliano Moura	Fiep (Industries Federation of Paraná State)	Environmental Analyst	Brasil
Pedro Moraes Torres Pinto	Gerdau	Chief Communication and Public Affairs Officer	Brasil
Pedro Roberio de Melo Nogueira	SINDICATO DA INDUSTRIA DO AÇÚCAR E DO ALCOOL NO ESTADO DE ALAGOAS	PRESIDENTE	Brasil
Per Anker-Nilssen	Confederation of Norwegian Enterprise	Director	Dinamarca
Petra Laux	Syngenta Group	Group Chief Sustainability Officer (CSO) and Head CP Sustainability and Corporate Affairs	Alemanha
Pietro Bertazzi	CDP	Global Director, Policy Engagement and External Affairs	Reino Unido
Rafael Segrera	Schneider Electric	CEO Schneider Electric South America	França
Rafael Tello	Ambipar Group	Sustainability Director	Brasil
Rafaella Cruz Fernandes de Bulhões Dortas	BTG Pactual	Head of ESG	Brasil
Raghunath Mahapatra	Excelpot Catalyzer Pvt. Ltd.	Founder	Índia
Raj Sahu	Samsung Índia Electronic Pvt. Ltd.	Senior Director	Índia
Raphael de Paiva Barbosa	Grupo Florestas	Chief Executive Officer	Brasil
Rebeca Peres de Lima	CDP	Executive Director	Reino Unido
Renan Albino Perondi	IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa	Public Affairs Coordinator	Brasil
Renata Beckert Isfer	ABiogás (Associação Brasileira de Biogás)	Presidente Executiva	Brasil



Nome	Organização	Cargo	País
Ricardo Tortorella	Associação Nacional de Difusão de Adubos - ANDA	ANDA Director Executive	Brasil
Ritu Ghosh	Panasonic	Associate Director, Corporate Affairs	Índia
Roberta Cox	GWEC - Global Wind Energy Council	Policy Director Brasil	Brasil
Roberto Furian Ardenghy	Brasileira Petroleum & Gas Institute (IBP)	CEO	Brasil
Robson Del Casale Moreira	Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso do Sul - FIEMS	Chefe de Gabinete da Presidência da FIEMS	Brasil
Rodolfo Walder Viana	BASF	Senior Sustainability Manager BASF South America / Managing Director Fundação Eco +	Brasil
Rodrigo Simonato	Tereos Brasil	Head of Institutional Relations	França
Ruberval Baldini	CIRJ/Firjan - ABEAMA- Brazilian Association of Alternative Energy and the Environment	Advisor / President	Brasil
Sanjay Khare Khare	Skoda Auto Volkswagen Índia Pvt. Ltd.	Executive Advisor- Sustainability (Past Vice President & Member of the Executive Board)	Alemanha
Sergey Tverdokhlebo	EuroChem	Advisor to the CEO	Rússia
Sérgio Besserman Vianna	Comitê - CRISTO G20	Conselheiro	Brasil
Siddharth Banka	KSE ELECTRICALS PRIVATE LIMITED	Managing Director	Índia
Silvio Cezar Pereira Rangel	Sistema FIEMT	Presidente	Brasil
Simon Li	Trinasolar	Director of the Chairman's Office	China
Swati Tewari	Confederation of Indian Industry - CII	Senior Counsellor	Índia
Talita Alves da Silva	Repsol Sinopec Brasil	Coordenador de Comunicação e Relações Externas	Espanha
Theodore Casey Waddelow	Visa	Head of Sustainability Policy	Estados Unidos
Thiago Falda	Brasileira Bioinnovation Association	Executive President	Brasil
Thiago Martins	Equinor	Gerente de Relações Públicas e Governamentais	Brasil
Thiago Valejo Rodrigues	Firjan	Oil, Gas and Maritime Project Manager	Brasil
Tomiloba Josephine Babarinde	Nigéria Employers Consultative Association	Legal Officer	Nigéria
Vaishali Nigam Sinha	ReNew Private Limited	Co-Founder & Chief Sustainability Officer	Índia
Viviane Aversa Franco	Raízen	Sustainability Advocacy Specialist	Brasil
Wei Wang	CNCEC Engenharia Brasil Ltd	CEO	China



Nome	Organização	Cargo	País
Weiqi Yang	GWM BRASIL	President	China
Xuan Liang	Goldwind Equipamentos e Soluções em Energia Renovável Ltda	GM of South America Regional Center	China
Yuankai Mao	XI ZANG Everest Resources Co., Ltd	CEO	China
Zheng Jianya	Sany Renewable Energy Co., Ltd	General Director	China
Zhu Hong	China Three Gorges Brasil Energia S.A.	vice president	Brasil

Agenda de Reuniões da Força-Tarefa

Data	Formato
20 February 2024	Virtual
26 March 2024	Virtual
15 April 2024	Virtual
14 May 2024	Virtual



Anexo B – Parceiros

Parceiro de Conhecimento

McKinsey
& Company

Parceiros de Rede



