



AMÉRICA LATINA  
E CARIBE

# BRASIL

Sumário Executivo

Grupo Banco Mundial

# RELATÓRIO SOBRE CLIMA E DESENVOLVIMENTO PARA O PAÍS

2023

© 2023 Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial  
1818 H Street NW, Washington D.C. 20433  
Telefone: 202-473-1000; Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Esta obra foi produzida pelo pessoal do Grupo Banco Mundial com contribuições externas. A expressão “Grupo Banco Mundial” refere-se ao Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, (BIRD), a Associação Internacional de Desenvolvimento (IDA), a Corporação Financeira Internacional (IFC) e a Agência Multilateral de Garantia de Investimento (MIGA), organizações juridicamente independentes.

O Grupo Banco Mundial não garante a exatidão, confiabilidade e integridade dos dados apresentados neste documento, nem as conclusões e opiniões nele apresentados, e não assume responsabilidade ou obrigações decorrentes de omissões ou erros no conteúdo (incluindo, entre outros, erros tipográficos e técnicos). As fronteiras, cores, denominações e outras informações apresentadas nos mapas desta obra não indicam nenhum julgamento do Grupo Banco Mundial sobre a situação jurídica de qualquer território, nem o endosso ou a aceitação de tais fronteiras.

O conteúdo deste documento serve unicamente como informação geral e não pretende servir como assessoria jurídica ou de investimento, nem de opinião relativa às oportunidades ou solicitação de qualquer tipo de investimento. É possível que as organizações do Grupo Banco Mundial ou seus afiliados tenham algum investimento ou interesse financeiro em determinadas empresas e partes mencionadas neste documento ou que lhes proporcione outro tipo de assessoria ou serviços.

Nada aqui constitui ou pode ser considerado uma limitação ou dispensa dos privilégios e imunidades do Grupo Banco Mundial, os quais são especificamente reservados.

#### **Direitos e permissões**

O material conteúdo neste documento está registrado como propriedade intelectual. O Grupo Banco Mundial incentiva a disseminação de seus conhecimentos e autoriza a reprodução total ou parcial do relatório para fins não comerciais, desde que citada a fonte e obtidas todas as autorizações exigidas para o uso (como indicado aqui). Todas as consultas sobre direitos e licenças devem ser encaminhadas ao seguinte endereço:

World Bank Publications,  
The World Bank Group,  
1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA;  
e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org)

# Índice

<b>Sumário Executivo .....</b>	<b>2</b>
Oportunidades climáticas e de desenvolvimento no Brasil.....	2
Políticas econômicas abrangentes para o crescimento resiliente e de baixo carbono.....	5
Políticas setoriais e investimentos para alinhar desenvolvimento e ação climática .....	6
Custos econômicos, necessidades de investimento e opções de financiamento.....	11

## Sumário Executivo

**O Brasil tem a oportunidade de construir um futuro próspero, se adotar uma trajetória de crescimento de baixo carbono e resiliente ao clima.** Com base em sua matriz energética verde e riqueza em recursos naturais, o Brasil poderia se beneficiar da tendência global de descarbonização e reduzir sua exposição aos riscos climáticos, favorecendo um modelo de crescimento diversificado e impulsionado pela produtividade, ampliando o uso de energia renovável, favorecendo a eficiência energética e o desenvolvimento resiliente, e reduzindo o desmatamento. Essas ações ajudariam o Brasil a acabar com o desmatamento ilegal até 2028, a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 50% até 2030 e a zerar as emissões líquidas até 2050. Ao mesmo tempo, também ajudariam no enfrentamento de alguns dos principais desafios de desenvolvimento do país, como o lento crescimento da produtividade na indústria manufatureira, a grande desigualdade de renda entre as regiões e dentro delas, e a disparidade no acesso a serviços essenciais, como educação de qualidade, água potável e saneamento. No entanto, há desafios importantes a superar, sendo necessárias ações políticas urgentes para destravar oportunidades.

**Este Relatório sobre Clima e Desenvolvimento para o País (CCDR) explora políticas e opções para que o Brasil cumpra seus objetivos climáticos e de desenvolvimento conjuntamente.** Explora também os custos e benefícios de um caminho ilustrativo, porém realista, por meio do qual o Brasil poderia alcançar maior resiliência e zerar as emissões líquidas até 2050. Identifica prioridades para curto e médio prazos, bem como opções para financiamento dos investimentos necessários. Este CCDR explora reformas estruturais e medidas de aumento da produtividade, políticas econômicas para o crescimento resiliente e descarbonizado, além de políticas multissetoriais e pacotes de investimentos relacionados aos objetivos de desenvolvimento e climáticos do país. Essas medidas, combinadas com financiamento privado e público direcionado ao clima, poderiam permitir ao Brasil atingir um desenvolvimento verde, resiliente e inclusivo, e zerar as emissões líquidas até 2050.

## Oportunidades climáticas e de desenvolvimento no Brasil

### Os riscos das mudanças climáticas são agravados pelo desmatamento e pela degradação do solo.

**As mudanças climáticas já estão alterando os padrões de temperatura e o regime pluviométrico no Brasil, resultando em menos disponibilidade de água e secas prolongadas, e espera-se que esses problemas se agravem com o tempo.** Isso tem implicações para a energia hidrelétrica, a agricultura e o uso urbano da água, além de ameaçar os ecossistemas incomparáveis do Brasil, especialmente os biomas Amazônia e Cerrado. Eventos climáticos extremos, tais como secas, enchentes repentinas e inundações fluviais nas cidades causam perdas de R\$ 13 bilhões (US\$ 2,6 bilhões, ou 0,1% do PIB de 2022) ao ano em média. Os desastres também impactam significativamente a infraestrutura de transporte e energia do Brasil, afetando a competitividade econômica. A população pobre de regiões urbanas, principalmente os moradores de assentamentos informais, é especialmente vulnerável.

**O Brasil pode, em breve, atingir um ponto de inflexão para além do qual grandes áreas da bacia amazônica não mais teriam chuvas suficientes para sustentar os ecossistemas nativos ou fornecer serviços ecossistêmicos essenciais, tais como mitigação da erosão, abastecimento e purificação da água, biodiversidade e armazenamento de carbono.** A combinação de mudanças climáticas, desmatamento e expansão de áreas de pastagem de baixa intensidade no bioma amazônico reforça as ameaças aos principais ecossistemas brasileiros. Isso terá graves consequências para a agricultura, o abastecimento de água nas cidades, a mitigação de inundações e a geração de energia hidrelétrica. O impacto projetado de um possível ponto de inflexão na Amazônia sobre o produto interno bruto (PIB) acumulado do Brasil até 2050 seria de aproximadamente R\$ 920 bilhões (US\$ 184,1 bilhões, ou 9,7% do PIB de 2022).

**Mesmo sem considerar possíveis pontos de inflexão, os choques climáticos podem empurrar um adicional de 800 mil a 3 milhões de brasileiros para a pobreza extrema a partir de 2030.** Embora o Brasil tenha reduzido drasticamente a parcela de pessoas que viviam em situação de pobreza extrema nas últimas três décadas, o número de pessoas nessa condição aumentou desde a desaceleração econômica de 2015–2016, e estima-se que tenha chegado a 5,8% em 2021. Reduções do rendimento agrícola relacionadas ao clima, eventos climáticos extremos, alterações nos preços dos alimentos, impactos na saúde e redução da produtividade do trabalho devido ao calor podem exacerbar a pobreza. Dependendo do caminho de desenvolvimento subjacente, o aumento resultante da pobreza extrema pode variar de 0,4% a 1,3% da população até 2030.

### **O perfil de emissões do Brasil e seus recursos naturais abundantes representam uma oportunidade excepcional para se beneficiar das ações climáticas.**

**Embora o Brasil seja um dos dez maiores emissores de GEE do mundo, seu perfil de emissões difere do de outros países.** Entre 2000 e 2020, a origem de 76% das emissões do país era a mudança no uso do solo, incluindo desmatamento e agricultura, em comparação com 18% para as emissões globais. Por outro lado, quase a metade do suprimento de energia do Brasil, incluindo mais de 80% de sua eletricidade, é proveniente de fontes renováveis, em comparação com as médias mundiais de cerca de 15% e 27%, respectivamente.

**O perfil de emissões brasileiro apresenta opções de baixo custo para reduzir as emissões gerais do país, ao mesmo tempo em que melhora a sua resiliência aos riscos climáticos e mitiga o risco de chegar ao ponto de inflexão.** Cumprir o compromisso do governo de acabar com o desmatamento ilegal até 2028 (de acordo com o Código Florestal) e zerar as emissões líquidas até 2050 poderia resultar em remoções significativas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), preservando também serviços ecossistêmicos vitais para os setores agrícola, energético e urbano. Priorizar esforços para conter o desmatamento também permitiria ao Brasil descarbonizar gradualmente outros setores e evitar chegar ao ponto de inflexão da Amazônia.

**A grande parcela de energia renovável e o potencial brasileiro para a produção de bens e serviços ecológicos colocam o país em vantagem competitiva no fornecimento dos produtos necessários para a descarbonização, incluindo minerais verdes, hidrogênio verde e produtos ecológicos manufaturados.** O Brasil já é competitivo em vários produtos necessários para a descarbonização, incluindo os que estão relacionados à cadeia de valor de turbinas eólicas e peças para motores e geradores elétricos, além de contar com outras oportunidades para diversificar as cadeias de valor de energia solar. O Brasil também tem perspectivas excepcionais de produzir, consumir e/ou exportar hidrogênio verde, o que pode ajudar a acelerar a transição energética, diversificando as exportações e atraindo investimentos. Ao mesmo tempo, o Brasil poderia se beneficiar de seus consideráveis depósitos de minerais relevantes para o clima. Aproveitar essas oportunidades exigirá esforços para minimizar os riscos ambientais associados à produção mineral, bem como para evitar que o sistema de energia fique travado no uso contínuo de combustíveis fósseis (incluindo para a produção de hidrogênio).

**Embora as opções renováveis sejam as mais econômicas para atender as necessidades internas de energia, as reservas offshore de petróleo e gás brasileiras permanecerão competitivas nos mercados globais nas próximas décadas.** Custos de produção relativamente baixos significam que a produção de combustíveis fósseis no Brasil e suas receitas devem aumentar no médio prazo. Porém, futuras quedas na demanda global poderiam representar um risco para a sustentabilidade de longo prazo de contar com o petróleo e gás do pré-sal como fonte de renda. E o aumento da produção de petróleo e gás não implica um aumento do uso para atender as necessidades internas de energia, para as quais as fontes renováveis são mais econômicas.

**Como o Brasil pode reduzir sua exposição e vulnerabilidade aos riscos das mudanças climáticas e aproveitar as oportunidades oferecidas pelo desenvolvimento mais resiliente e de baixo carbono?** Este CCDD prioriza recomendações que podem proporcionar ganhos de desenvolvimento no curto prazo, bem como benefícios climáticos, seja na forma de maior resiliência ou de menor emissão de GEE. Mas ele também identifica medidas e intervenções urgentes, que não podem ser adiadas no contexto dos crescentes

impactos das mudanças climáticas, rápidas perdas de florestas e degradação em biomas essenciais, além de compromissos e objetivos climáticos altamente ambiciosos, como pôr fim ao desmatamento ilegal até 2028 e zerar as emissões líquidas até 2050.

**Este CCDR enfatiza ações em quatro dimensões que se desenvolvem e se reforçam mutuamente: reformas estruturais e medidas de aumento da produtividade, políticas econômicas abrangentes para o crescimento resiliente e de baixo carbono, políticas setoriais e pacotes de investimentos, além de ações para assegurar o financiamento dos investimentos necessários (Figura SE-1).** As reformas estruturais podem impulsionar a produtividade e a eficiência, e ajudar o Brasil a fazer a transição para uma trajetória de crescimento orientado pela produtividade que reduziria as pressões sobre o meio ambiente. No entanto, mudanças estruturais demandam tempo. As reformas estruturais precisam ser complementadas por intervenções econômicas abrangentes para alinhar os incentivos às famílias e ao setor privado e melhorar sua capacidade de fazer a transição para um caminho de desenvolvimento mais limpo e resiliente. Mesmo com essas intervenções, aproveitar oportunidades em nível setorial —por exemplo, atreladas ao uso do solo ou ao setor elétrico— requer intervenções dedicadas, além dos regulamentos, políticas e investimentos setoriais certos. E esses investimentos só poderão ser realizados se o capital público e privado puder ser mobilizado e direcionado para as necessidades mais urgentes.

**FIGURA SE-1.** Recomendações e estrutura deste CCDR: uma combinação de reformas estruturais, políticas climáticas que envolvam toda a economia, medidas setoriais direcionadas e financiamento



### Reformas estruturais para impulsionar a produtividade e a eficiência acelerariam a jornada do Brasil em direção ao status de renda alta.

**O Brasil poderia ser um país mais rico e mais “verde” se fizesse a transição para um modelo baseado no aumento da produtividade.** A agenda da produtividade já recebeu atenção considerável com reformas importantes em áreas como o ambiente de negócios (o novo regime de falência), promoção de investimentos (abertura de novos setores para o investimento privado), eficiência no mercado de capitais (flexibilização das taxas de juros e nova lei sobre serviços de proteção ao crédito), regulamentação setorial (por exemplo, em saneamento, ferrovias e cabotagem) e promoção comercial. No entanto, ganhos de produtividade nos setores de manufatura e de serviços comercializados os tornariam mais competitivos e ajudariam o Brasil a alcançar o status de renda alta. Isso também aliviaria a pressão sobre os recursos naturais, com benefícios para o clima, a biodiversidade e a qualidade do ambiente local.

**Investimentos em infraestrutura e nas pessoas acelerariam o crescimento e a inclusão, permitindo que a população se tornasse mais resiliente aos riscos climáticos e mais bem-capacitada para se adaptar às mudanças climáticas.** Boas políticas de desenvolvimento contribuem para a resiliência, ao proporcionar melhor acesso a serviços de infraestrutura, moradias menos precárias, menor dependência de receita agrícola, maior inclusão financeira, proteção social e acesso a cuidados de saúde, entre outros. Reverter o subinvestimento do Brasil em infraestrutura é fundamental para sanar os déficits de infraestrutura e compensar algum déficit passado em manutenção. O país também precisa fortalecer sua base de capital humano e priorizar a redução da pobreza para aumentar a resiliência.

**Um passo fundamental será acelerar as reformas estruturais e sanar as deficiências institucionais que travam o crescimento impulsionado pela produtividade.** A reforma do mercado de produtos e fatores (incluindo terra) e a melhor aplicação das políticas públicas correspondentes serão importantes para obter ganhos de produtividade e um crescimento mais elevado e inclusivo. Além disso, reformas de políticas que aumentem a flexibilidade e facilitem a realocação de capital e mão de obra entre empresas, setores e regiões podem reduzir os custos de adaptação criados pelos impactos das mudanças climáticas ou pelas políticas para reduzir as emissões. Embora as instituições tendam a ser relativamente fortes em nível federal, existem deficiências, especialmente em nível subnacional (por exemplo, em planejamento e *know-how* técnico nos municípios). A reforma da política comercial (tais como a liberalização de barreiras tarifárias e não tarifárias; a redução das restrições regulatórias em serviços ambientais e a conformidade com as normas de sustentabilidade) também pode ajudar a inserir o Brasil nas cadeias globais de valor, para além das *commodities*, proporcionando ganhos econômicos e ambientais.

**No entanto, nem todo caminho de crescimento leva à melhoria da resiliência e à redução das emissões de GEE, e as mudanças na estrutura econômica por si só não são suficientes para alcançar os objetivos climáticos e ambientais urgentes do Brasil.** As políticas climáticas são necessárias para alinhar o desenvolvimento e os objetivos climáticos. Políticas adicionais são necessárias para internalizar as externalidades, incluindo aquelas relacionadas às mudanças climáticas, mas também para enfrentar as múltiplas falhas de mercado e coordenação, como aquelas relacionadas a tecnologias ou efeitos de rede, que retardam a transição para um crescimento mais ecológico. Este CCDR explora a combinação de intervenções que abrangem toda a economia —inclusive precificação do carbono e medidas de transição resilientes e justas— com um conjunto de intervenções setoriais direcionadas.

## **Políticas econômicas abrangentes para o crescimento resiliente e de baixo carbono**

**Já existe no Brasil um ímpeto para instituir a precificação do carbono, com um sistema nacional de comércio de emissões (ETS) promovido tanto pelo poder legislativo, quanto pelo executivo.** No contexto brasileiro, um ETS pode, obviamente, ser aplicado ao setor industrial, e a implementação seria relativamente simples para seus principais emissores. Os desafios de implementação em outros setores significam que agricultura e uso do solo, mudanças no uso do solo e florestas (LULUCF) não são atualmente bons candidatos à inclusão direta. No entanto, o ETS poderia apoiar a redução das emissões por meio de compensações de carbono baseadas nas florestas, desde que metodologias e verificação adequadas garantam sua qualidade e integridade ambiental. Uma abordagem de REDD+ jurisdicional, focada em recompensar governos subnacionais pela contenção do desmatamento, também poderia fazer sentido para o Brasil, uma vez que a maior parte do desmatamento é ilegal.

**Se embutido em uma reforma mais ampla do sistema tributário brasileiro, também haveria espaço para considerar a introdução de um imposto sobre o carbono que atenda às receitas e aos objetivos climáticos do Brasil de forma justa e eficiente.** O Brasil tem espaço significativo para melhorar seu sistema tributário, considerado excessivamente complicado e oneroso. Há uma oportunidade de considerar a introdução de um imposto sobre o carbono (e iniciar uma eliminação gradual de subsídios às atividades intensivas em emissões) no contexto de uma simplificação e melhoria do sistema tributário como um todo. Por exemplo, o aumento gradual da taxa de carbono cobrada em todas as atividades econômicas *upstream* (prospecção e extração) dos combustíveis fósseis poderia arrecadar aproximadamente R\$ 150 bilhões

(1,3% do PIB) por ano até 2030, que poderiam ser usados para substituir impostos menos eficientes, mais distorcidos ou de arrecadação mais onerosa (por exemplo, de forma neutra em termos orçamentários) ou para investir no desenvolvimento do país.

**Os investimentos na educação e na capacitação profissional, com apoio direcionado a pessoas e trabalhadores vulneráveis, serão importantes para impulsionar a resiliência e facilitar a transição para uma economia mais verde.** Embora uma maior capacidade de realocar recursos facilite a adaptação e redução das emissões de GEE, as pessoas que dependem de atividades com alto nível de emissões ou vulneráveis ao clima precisarão de apoio na transição para novos meios de subsistência. O investimento em educação e reciclagem profissional pode reduzir os custos sociais e macroeconômicos das mudanças climáticas e facilitar a redução das emissões de GEE. Uma transição justa em energia, manufatura e agricultura exigirá programas do mercado de trabalho ativo e treinamento profissional para sanar as deficiências em termos de competências e ajudar os trabalhadores a encontrar novos empregos. Também são necessárias intervenções socialmente sensíveis que reconheçam os laços culturais das comunidades com certos lugares e atividades econômicas e minimizem as rupturas.

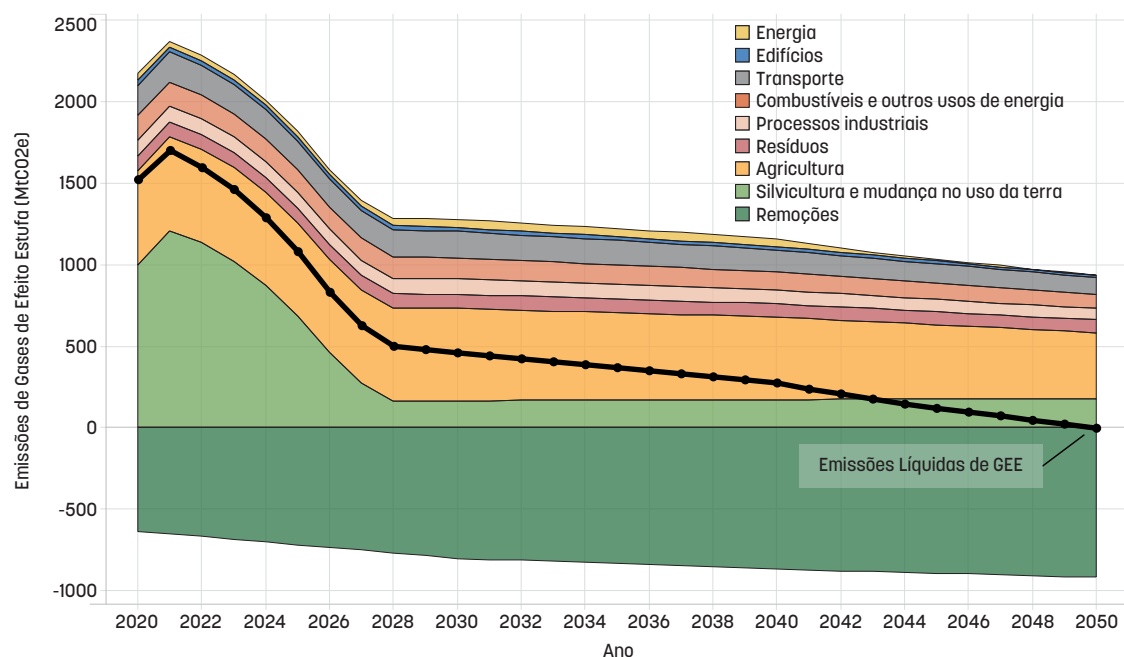
**Um sistema de proteção social adaptativa (ASP) mais robusto poderia apoiar famílias e comunidades e ajudá-las a não cair em pobreza após choques climáticos, especialmente quando esses choques afetam grandes faixas da população de uma só vez.** O sistema ASP existente no Brasil apresenta restrições que limitam sua escalabilidade e dificultam respostas oportunas e adequadas aos necessitados. Ele precisa de recursos adicionais, e o cadastro social deve ser modernizado com informações sobre vulnerabilidade climática.

## **Políticas setoriais e investimentos para alinhar desenvolvimento e ação climática**

**O Brasil precisa priorizar intervenções setoriais direcionadas.** O Brasil pode alcançar seus objetivos de desenvolvimento, aumentar sua resiliência e atingir sua meta de zerar as emissões líquidas até 2050 destinando recursos e apoio político à implementação de medidas de investimento e políticas setoriais no curto e médio prazos em três áreas essenciais de intervenção: desmatamento e agricultura; setor energético, incluindo eletricidade; e cidades e sistemas de transporte. Estas áreas foram selecionadas com base em seu impacto nas emissões de GEE, exposição ao risco climático e crescimento inclusivo. Mais especificamente, a meta de zerar as emissões líquidas poderia ser alcançada graças a um sistema elétrico de emissão (bruta) zero e o restante da economia em situação de emissão líquida zero, com emissões residuais dos setores de transporte, agricultura, resíduos e indústrias compensadas pela retirada do carbono das florestas (Figura SE-2). Ao corrigir falhas importantes do mercado e de governança, por exemplo, relacionadas ao uso do solo ou ao déficit de infraestrutura, estas intervenções também apoiariam as transformações estruturais que são necessárias para o crescimento rápido e inclusivo.



**FIGURA SE-2.** Emissões e remoções de GEE no Brasil, por setor, 2020–2050



Fonte: Análise do Banco Mundial feita para o CCDD

### Conter o desmatamento e aumentar a produtividade agrícola podem gerar grandes ganhos econômicos e climáticos, e ajudar a evitar chegar a um ponto de inflexão na Amazônia.

**O compromisso do Brasil de zerar o desmatamento ilegal até 2028 (de acordo com o Código Florestal aprovado em 2012) pode ser cumprido sem prejudicar o desenvolvimento.** A produção agrícola e a pecuária, a grilagem de terras, a exploração ilegal de madeira, a infraestrutura rodoviária, a governança fundiária e florestal deficiente e fatores macroeconômicos (como preços de *commodities* e taxas de câmbio) foram identificados como fatores determinantes do desmatamento. A grilagem de terras, incluindo para a expansão da pecuária e especulação fundiária — é um importante fator determinante do desmatamento na Amazônia e no Cerrado. O desmatamento ilegal ocorre mais frequentemente em terras não destinadas. Subsídios, políticas de crédito rural e a estrutura do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) são incentivos adicionais para converter terras para a agricultura.

**Uma combinação de medidas para impedir a grilagem de terras e fortalecer a governança fundiária permitiria ao Brasil combater mais efetivamente o desmatamento ilegal.** Por exemplo, a lista de municípios prioritários, que penaliza municípios com altas taxas de desmatamento, passou a ser mais eficaz com políticas complementares sobre áreas protegidas e iniciativas do setor privado (como a moratória da soja). As principais etapas para o governo fortalecer a governança fundiária incluem prover recursos adequados para o monitoramento de florestas por satélite (por exemplo, PRODES e DETER) e órgãos de fiscalização, fim da interferência política e eliminação de incertezas sobre a implementação de leis. O mapeamento de terras públicas sem título de propriedade forneceria ao governo dados espaciais cruciais sobre a localização de terras públicas e facilitaria sua destinação como áreas protegidas (incluindo áreas de uso sustentável e territórios indígenas). Essas informações também podem fundamentar as solicitações de regularização de terras privadas. Ao mesmo tempo, é importante modernizar as práticas de registro, análise e validação fundiários, que também acelerariam a validação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que, por sua vez, possibilitaria a utilização de instrumentos do Código Florestal, tais como o mecanismo de comercialização de certificados florestais.

**Aumentar a resiliência climática e a produtividade do setor agrícola será importante para garantir a segurança alimentar e a continuidade das exportações de commodities.** As prioridades incluem melhorar a produção do gado por meio da intensificação e restauração de pastagens degradadas. A reforma do principal programa de crédito rural subsidiado, o Plano Safra, ajudaria a promover práticas de baixo carbono e resilientes ao clima que aumentam a produtividade. Os agricultores precisarão de apoio com o registro no CAR para seguir o Código Florestal vigente e conseguir solicitar um crédito rural. Outra medida fundamental é investir na melhoria da infraestrutura de irrigação, com maior produtividade do uso da água nas regiões do país com problemas de abastecimento hídrico. A vulnerabilidade dos agricultores à seca também poderia ser reduzida com um sistema de seguro indexado ao clima, complementando o sistema de proteção social reforçado discutido anteriormente. Assistência técnica e serviços de extensão eficazes também podem ajudar a potencializar o investimento privado. Os esforços para expandir o consumo de biocombustíveis podem estar alinhados com uma trajetória para zerar as emissões líquidas, se o Brasil implementar sua agenda da RenovaBio (consultar o Quadro SE-1).

**O apoio a outras atividades econômicas sustentáveis baseadas no solo e em florestas poderia contribuir para o crescimento inclusivo nas áreas rurais.** A expansão de áreas protegidas (incluindo áreas de uso sustentável e territórios indígenas) pode melhorar a governança florestal e criar oportunidades para pagamentos por serviços ecossistêmicos, ecoturismo, colheita sustentável de produtos florestais não madeireiros, manejo florestal sustentável e sistemas agroflorestais. A criação de Reservas Florestais Legais (RFLs), conforme exigido pelo Código Florestal para os biomas da Amazônia e do Cerrado, também oferece uma oportunidade de geração de renda para os proprietários rurais por meio do manejo sustentável dos ativos da floresta.

### Quadro SE-1. Oportunidades e riscos na expansão de biocombustíveis

**O Brasil tem uma indústria de biocombustíveis (etanol e biodiesel) bem consolidada, com apoio político, incluindo a mistura obrigatória de 27% de etanol na gasolina e 11% de biodiesel no diesel.** A contribuição nacionalmente determinada (NDC) do Brasil visa aumentar a participação de biocombustíveis sustentáveis na matriz energética para aproximadamente 18% até 2030. A indústria de biodiesel vem crescendo rapidamente, em conjunto com a produção de soja, que fornece mais de dois terços do biodiesel brasileiro. Os impactos diretos e indiretos da produção de biocombustíveis sobre a conversão de terras dependem da matéria-prima e do quadro político.

**À medida que o Brasil avança no sentido de uma estratégia de eletromobidade, os biocombustíveis podem servir como combustível de transição, mas é necessário cautela para evitar possíveis consequências não intencionais.** Os veículos elétricos (VEs) são uma opção mais eficiente em termos energéticos e econômicos para que o Brasil reduza as emissões de GEE e a poluição atmosférica causada pelo transporte rodoviário. Os biocombustíveis podem ajudar a reduzir as emissões durante a fase de transição, desde que os rigorosos critérios da RenovaBio sejam cumpridos: nenhum desmatamento, conformidade com as exigências de reserva legal do Código Florestal e conformidade com o zoneamento agrícola. Embora cada vez mais dados apontem para uma concorrência limitada entre as culturas destinadas à produção de combustíveis e as culturas destinadas à produção de alimentos, é igualmente necessário monitorar os efeitos indiretos do uso do solo e os impactos sobre os preços dos alimentos.

## **O Brasil pode descarbonizar seu setor energético interno sem aumentar os custos, mesmo que as mudanças climáticas reduzam a geração de energia hidrelétrica.**

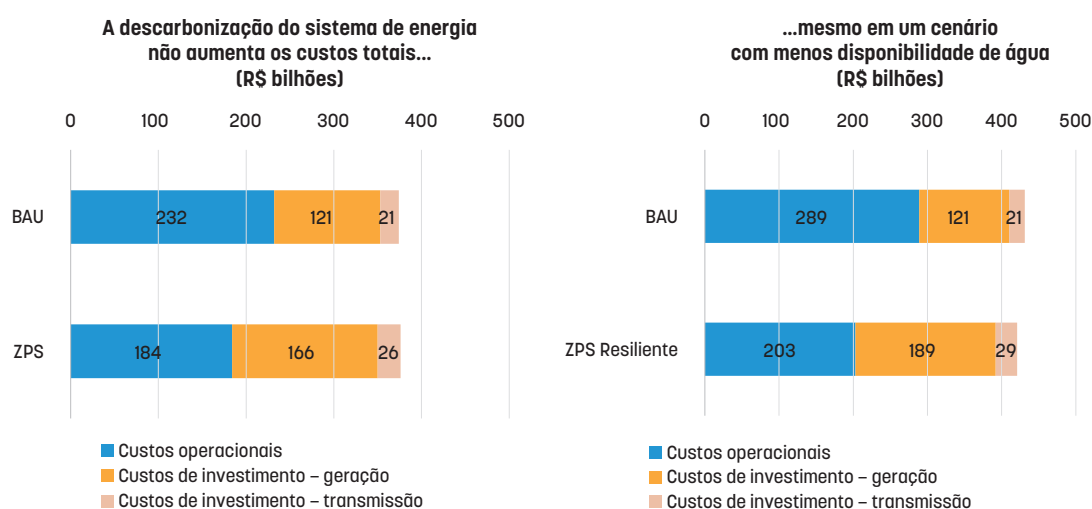
**O sistema elétrico brasileiro pode ser totalmente descarbonizado sem aumentar os custos em relação ao cenário *business as usual* (BAU).** O Brasil poderia alterar seu planejamento interno de energia passando para um plano com emissões (brutas) zero que utilize 99% de renováveis e 1% de energia nuclear (cenário ZPS na Figura SE-3, painel esquerdo). Essa alteração não aumentaria os custos totais, estimados em R\$ 376 bilhões (US\$ 75,2 bilhões, ou 1,3% do PIB no mesmo período), tendo em vista que os custos de investimento iniciais mais altos para a geração, transmissão e armazenamento de energia seriam totalmente compensados por economias em termos de combustível e operações.

**O cenário de emissão zero pode alcançar a descarbonização e resiliência climática de forma mais econômica do que a abordagem brasileira atual.** As mudanças climáticas criam grandes incertezas sobre a disponibilidade de água no futuro, o que pode reduzir a geração de energia hidrelétrica e a capacidade geral do sistema elétrico de atender à demanda. No entanto, o sistema de energia descarbonizado pode ser resiliente a cenários pessimistas em relação à disponibilidade de água (ZPS resiliente na Figura SE-3). Isso exigiria um aumento da capacidade de geração e armazenamento de energia renovável para garantir a segurança do fornecimento. Mas o sistema resultante seria um pouco mais barato do que os planos atuais com disponibilidade reduzida de água (R\$ 421 bilhões em vez de R\$ 432 bilhões) (cenário BAU no painel direito da Figura SE-3). Este resultado mostra que os objetivos de descarbonização e resiliência podem ser combinados.

**O Brasil pode usar sua fonte de energia verde para descarbonizar de forma eficiente o transporte e a indústria.** O Brasil tem perspectivas excepcionais de usar energia renovável para produzir eletricidade e hidrogênio verde, para uso em transportes e na indústria e/ou para exportação. Um cenário com aumento da eletrificação e uso de hidrogênio verde para troca e exportação de combustível em transportes e na indústria não aumenta os custos de energia na economia em geral, no total de R\$ 682 bilhões. As economias em transporte e na indústria e as receitas da produção de hidrogênio compensam o aumento dos custos de expansão do sistema elétrico. No entanto, R\$ 267 bilhões em gastos com energia não elétrica são transferidos para o setor elétrico. Essa transferência exigiria investimentos significativos na expansão do sistema de energia, especialmente em um cenário com disponibilidade reduzida de água; grandes investimentos no setor de transportes (veja estimativas abaixo); e a implantação bem-sucedida de tecnologias inovadoras que criam uma demanda global por hidrogênio verde ou seus derivados.

**Os atuais planos de expansão termoeletrica do Brasil geram custos financeiros e econômicos significativos para o sistema elétrico e a economia em geral e aumentariam as emissões.** Um sistema elétrico com emissão zero (ZPS) pode ser mais resiliente do que o cenário BAU, com a capacidade adicional de 8 GW de gás a ser substituída pelo aumento da capacidade de energia renovável e de armazenamento para garantir a segurança do fornecimento. Os custos para descarbonizar o transporte e a indústria por meio da eletrificação e do hidrogênio verde seriam aproximadamente 3,4% mais baixos com a eliminação da capacidade adicional de 8 GW de gás.

**FIGURA SE-3.** Custos atuais com geração de energia para vários cenários: *Business as Usual* (BAU) e setor de energia com emissão zero (ZPS) com disponibilidade de água atual (esquerda) ou reduzida (à direita)



Observação: Uma taxa de desconto de 6% é usada.

## O Brasil precisa de novos investimentos substanciais em suas cidades e sistemas de transporte.

**O alto nível de urbanização do Brasil torna as medidas para assegurar que as cidades sejam resilientes, inclusivas e de baixo carbono uma prioridade máxima.** Existem disparidades significativas no acesso ao saneamento e a moradias de alta qualidade, e a rápida urbanização não planejada levou muitas pessoas a viver em áreas de risco, como várzeas e encostas íngremes. Os municípios brasileiros já começaram a adotar medidas para enfrentar as mudanças climáticas, mas precisam de apoio político, maior engajamento do setor privado e acesso a financiamento. O apoio político para aprimorar o planejamento e gestão coordenados do desenvolvimento urbano será fundamental. O maior engajamento do setor privado e o acesso a financiamento para investir em medidas de infraestrutura cinza e baseadas na natureza podem ajudar a aumentar a resiliência urbana. O transporte, o setor de construção civil e o manejo de resíduos oferecem grandes oportunidades de redução de GEE.

**Investimentos proativos para aumentar a resiliência da rede rodoviária aos riscos naturais aumentariam o custo inicial, mas se pagariam ao longo do tempo.** Nas próximas décadas, o país precisará investir cerca de R\$ 2.170 bilhões (ou US\$ 434 bilhões) em infraestrutura rodoviária para cobrir o déficit de infraestrutura existente. Para tornar esses novos ativos de infraestrutura resilientes ao clima, as necessidades de investimento adicional são estimadas em R\$ 110 bilhões (ou US\$ 22 bilhões), mas evitariam perdas estimadas em R\$ 235 bilhões (US\$ 47 bilhões). Em contrapartida, a análise econômica sugere que a modernização de estradas fora do cronograma normal de substituição tem uma relação custo-benefício abaixo de 1, exceto para os ativos mais críticos (como os principais corredores para exportação de soja, para os quais a modernização para resiliência faz sentido do ponto de vista econômico).

**A abordagem Evitar-Mudar-Melhorar (Avoid-Shift-Improve) pode ajudar o Brasil a descarbonizar seu sistema de transporte e torná-lo mais inclusivo, mas essa transição exige grandes investimentos.** A demanda por deslocamento pode ser reduzida com o desenvolvimento de transporte urbano mais compacto e de uso misto, o que também pode melhorar o acesso das pessoas a serviços e oportunidades econômicas. Uma mudança de modal no transporte de mercadorias exigirá grandes investimentos em ferrovias e hidrovias, ao passo que uma mudança de modal no transporte de passageiros exigirá melhoria do serviço de transporte público e do transporte ferroviário de passageiros. Como uma mudança de modal não consegue eliminar totalmente a necessidade de veículos motorizados, será importante eletrificar caminhões e locomotivas ou migrar para combustíveis à base de hidrogênio. Serão igualmente necessários

investimentos para a eletrificação de ônibus e veículos leves, a fim de cobrir os custos dos veículos e da infraestrutura de tarifação. O investimento adicional necessário para zerar as emissões líquidas no transporte de carga é de R\$ 532 bilhões (~US\$ 106 bilhões) e de R\$ 546 bilhões (US\$ 109 bilhões) no transporte de passageiros.

## **Custos econômicos, necessidades de investimento e opções de financiamento**

**Alcançar os objetivos de desenvolvimento do Brasil exigirá um aumento dos investimentos em infraestrutura, desafio esse que é afetado apenas marginalmente pelas mudanças climáticas.** A redução nos gastos com infraestrutura no Brasil é particularmente preocupante, pois houve uma queda drástica de aproximadamente 4,8% do PIB nos anos 1980 para um pouco mais de 2% na década de 2010 e para apenas 1,7% em 2021, o que é insuficiente para substituir o capital depreciado, e ainda mais para expandir o estoque de infraestrutura. O Banco Mundial estima que o Brasil precisa investir 3,7% do PIB por ano para alcançar seus objetivos de desenvolvimento sustentável relacionados à infraestrutura até 2030. Investimentos adicionais necessários para uma trajetória resiliente e de emissões líquidas zero devem ser considerados nesse contexto mais amplo.

**Os investimentos adicionais necessários para a ação climática representam aproximadamente 1% do PIB anual do Brasil.** As necessidades totais de investimentos em 2022–2030 são de 0,8% do PIB projetado e, durante o período de 2022–2050, de aproximadamente 1,2%. Elas também representam cerca de 22% das necessidades de investimentos básicos para cobrir o déficit de infraestrutura e alcançar os objetivos de desenvolvimento do Brasil, sem contar o objetivo climático. Além disso, produziram economias significativas, equivalentes a 0,3% do PIB ao longo de 2022–2030 e a 0,7% do PIB ao longo de 2022–2050, em gastos de energia evitados em transporte ou na indústria, e custos reduzidos de congestionamento e poluição atmosférica. No geral, os custos econômicos totais do caminho de resiliência e emissões líquidas zero proposto neste CCDR são de aproximadamente 0,5% do PIB, sem considerar os benefícios dos impactos evitados das mudanças climáticas (que dependem de ações no resto do mundo).

**Essas necessidades de despesas públicas serão aumentadas pelos gastos sociais e com compensação necessários para uma transição justa.** Embora essas despesas sejam transferências, e não custos econômicos agregados, elas aumentarão ainda assim a pressão sobre as finanças públicas. Despesas com compensação e gastos sociais relacionados ao carvão devem permanecer relativamente baixas (R\$ 2,6 bilhões ao longo de 2022–2050, ou US\$ 510 milhões). No entanto, se a capacidade adicional de 8 GW de gás prevista for construída, zerar as emissões líquidas de GEE até 2050 exigiria a desmobilização antecipada de usinas e o pagamento de compensação aos seus proprietários que poderia chegar a R\$ 217 bilhões, ou US\$ 43 bilhões. Outras necessidades para apoiar a transição, tais como reciclagem profissional ou requalificação dos trabalhadores afetados na agricultura ou na indústria, não foram estimadas.

**O Brasil dispõe de espaço fiscal limitado e enfrenta tendências demográficas cada vez mais desafiadoras.** O país tem feito progressos no sentido de reequilibrar seu orçamento, liquidando grande parte do pacote de gastos emergenciais da pandemia. Mas os níveis da dívida continuam elevados (73,5% do PIB em dezembro de 2022) e a rigidez do orçamento é alta (mais de 90% dos gastos são obrigatórios). Estes desafios serão ampliados pelas mudanças demográficas e pelo rápido envelhecimento da população, o que aumentará as pressões sobre o sistema previdenciário e os serviços públicos.

**O financiamento de investimentos em descarbonização e resiliência climática exigirá o engajamento do setor privado, com apoio de financiamento climático dedicado e gastos públicos.**

**Espera-se que o setor privado cubra uma grande parte das necessidades de investimento em ações climáticas, incluindo a maior parte dos investimentos de capital para expandir o sistema elétrico.** No Brasil, as empresas têm liderado a inovação em agronegócio e silvicultura, energia renovável, eletrificação

do transporte público, construção e modernização de edifícios ecológicos e usinas elétricas à base de resíduos. Para continuar a desempenhar esse papel, o setor privado precisa de um ambiente propício e apoio público para acelerar a inovação e incubar investimentos iniciais em áreas como eletrificação da economia e hidrogênio verde. Na agricultura, o setor privado estaria em melhor posição para investir em atividades que resultem na remoção de emissões (por exemplo, produção agroflorestal, restauração de pastagens), implementar agricultura inteligente em termos de clima, aumentar a produtividade agrícola e apoiar a biomassa e os biocombustíveis de segunda geração. Estudos em andamento analisam a viabilidade financeira do apoio à restauração de pastagens degradadas por meio da produção agroflorestal. A consolidação de uma estrutura sólida de concessões e parcerias público-privadas (PPP), com projetos prioritários claramente identificados, pode proporcionar um melhor ambiente para o investimento privado.

**O Brasil pode continuar a acessar um mix de finanças climáticas disponíveis.** O Fundo Amazônia, por exemplo, arrecadou R\$ 3,4 bilhões em doações desde 2020. Outras formas de financiamento climático a partir de fundos climáticos globais e bilaterais também foram mobilizadas para o Brasil. O financiamento climático dedicado (subsídios, empréstimos mediante concessão e pagamentos baseados no desempenho, como REDD+ e pagamentos por serviços ambientais) pode continuar a apoiar os esforços climáticos do Brasil, muitos dos quais têm benefícios regionais e globais. Há também oportunidades de mobilizar financiamento externo via REDD+ para povos indígenas e comunidades locais, para áreas onde eles têm direitos aos recursos florestais. Além disso, 16 unidades da federação (de um total de 26 estados e o Distrito Federal) criaram “fundos estaduais” destinados ao financiamento de ações ambientais, incluindo medidas de mitigação e de adaptação. Os valores disponíveis para financiamento variam muito entre os estados, de alguns milhares de reais a R\$ 492 milhões em 2018, no estado do Rio de Janeiro.

**O Brasil tem potencial para se beneficiar da recente evolução dos mercados de carbono e da expansão de instrumentos de financiamento inovadores.** Novos recursos podem ser disponibilizados pelo comércio de emissões nos termos do Acordo de Paris, mas esses recursos levarão tempo para se concretizarem. Paralelamente, os mercados voluntários de carbono continuarão a oferecer oportunidades para comercializar créditos de carbono florestal e REDD+. Por último, títulos verdes e títulos atrelados à sustentabilidade podem fornecer montantes significativos de financiamento.

**Para liberar recursos públicos para a ação climática, o Brasil pode redirecionar alguns gastos e subsídios existentes.** No setor agrícola, isso pode ser feito vinculando o acesso ao crédito subsidiado à adoção de uma agricultura inteligente em relação ao clima, e apoiando o cadastro dos agricultores no CAR. Outros subsídios que poderiam ser reaproveitados incluem aqueles disponíveis para a indústria de carne bovina (aproximadamente R\$ 12,3 bilhões entre 2008 e 2017). Os subsídios para geração de energia à base de carvão, que totalizaram quase R\$ 1 bilhão em 2020, poderiam ser redirecionados para apoiar a transição energética. O Brasil também pode apoiar ações e investimentos relacionados ao clima pelo setor privado, aplicando critérios climáticos à aprovação de investimentos públicos e processos de compras públicas.

**Há desafios reais a serem superados, mas se o Brasil conseguir enfrentá-los, o país pode se tornar um líder em crescimento verde, resiliente ao clima e inclusivo.**

**O Brasil tem uma oportunidade com tempo limitado para liderar a transição para um futuro neutro em emissões líquidas de GEE e resiliente ao clima, com benefícios significativos em termos de produtividade e preservação ambiental.** Com seu grande potencial de energia renovável, e a maioria de suas emissões provenientes do uso do solo, o Brasil está bem-posicionado para se beneficiar das tendências de descarbonização global. Há sinergias claras a serem capturadas entre o crescimento e a agenda climática: políticas estruturais que promovam maior eficiência e melhor aproveitamento dos recursos impulsionarão o crescimento, mas também reduzirão o desmatamento e o uso de energia.

**Ainda assim, a transição exigirá a superação de desafios políticos e econômicos difíceis, e pode criar impactos sociais que precisam ser minimizados e gerenciados.** A mudança estrutural por si só não conseguirá gerar as mudanças urgentes necessárias para alcançar os objetivos do Brasil: ela precisará ser complementada por intervenções econômicas e setoriais específicas, que enfrentam suas próprias

barreiras. Embora este CCDR considere o custo dessas intervenções administrável, ainda assim elas enfrentarão desafios institucionais, políticos e de implementação difíceis e exigirão desvios significativos das tendências e planos atuais. O esforço vale a pena: se o Brasil for bem-sucedido, conseguirá não apenas cumprir seu compromisso de zerar as emissões líquidas, mas também acelerar sua jornada em direção ao status de país de alta renda, e proteger sua população dos piores impactos das mudanças climáticas e da degradação ambiental.