

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Mensuração de impacto climático: cálculo de emissões de gases do efeito estufa (GEE) evitadas e removidas no Fundo Clima

Estudos especiais do BNDES
60/2025

Introdução

A preocupação mundial com as mudanças climáticas ganhou força nos anos 1990, quando ficou evidente que o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) estava relacionado ao aquecimento global. Nesse contexto, foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas (ONU) sobre Mudança do Clima (UNFCCC), durante a Rio-92,¹ que estabeleceu a base legal para a cooperação internacional no combate às mudanças climáticas.

Um dos maiores avanços da UNFCCC foi o Acordo de Paris, firmado em 2015, durante a Conferência das Partes – COP21. Esse acordo envolveu países desenvolvidos e em desenvolvimento para limitar o aumento da temperatura média global a 2 °C, com esforços voltados para até 1,5 °C, em relação aos níveis pré-industriais. Para isso, cada nação passou a apresentar suas contribuições nacionalmente determinadas (NDC, do inglês *nationally determined contributions*) a cada cinco anos: compromissos nacionais de redução de emissões de GEE (United Nations Climate Change, [20--]).

O Brasil apresentou sua primeira NDC em 2016 e, desde então, vem atualizando suas metas. A versão mais recente, entregue à ONU em 2024, estabeleceu um compromisso de reduzir entre 59% e 67% as emissões de GEE líquidas brasileiras até 2035, tomando como base o ano de 2005, além de reafirmar o objetivo de alcançar a neutralidade climática² até 2050 (Brasil, [2024]). Essas metas estão diretamente ligadas ao combate ao desmatamento, ao incentivo às energias renováveis, à restauração florestal e à transição para uma economia de baixo carbono.

1 A Rio-92, também conhecida como Eco-92 ou Cúpula da Terra, foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro entre 3 e 14 de junho de 1992 (UN, [20—]).

2 Alcançar a neutralidade climática significa atingir emissões de GEE líquidas iguais a zero a partir do equilíbrio entre as emissões de GEE que são lançados na atmosfera e a quantidade que é removida dela.

Diante de uma das crises globais mais desafiadoras do século XXI, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem atuado fortemente e direcionado cada vez mais esforços para o combate às mudanças climáticas. O presente estudo apresenta como o Banco mede sua contribuição para a redução de emissões de GEE da economia do país. O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima), fonte de recursos primordial para o alcance da NDC brasileira, tem utilizado as reduções ou remoções de carbono de seus projetos como um de seus principais indicadores de efetividade. Nesse processo, as ferramentas utilizadas pelo BNDES para a realização deste cálculo são reconhecidas por sua transparência metodológica, colocando o Fundo Clima em posição de destaque como fundo climático nesse quesito, como será visto adiante.

Inventários de emissões de GEE evitadas e de emissões de GEE removidas

O BNDES utiliza, e disponibiliza amplamente, calculadoras próprias de emissões de GEE evitadas e removidas. Além de serem utilizadas no cálculo referente aos projetos apoiados com recursos do Fundo Clima, essas ferramentas também são usadas para o cálculo do inventário de emissões de GEE do Banco, publicado anualmente juntamente com as metodologias aplicadas, reforçando sua atuação pioneira e transparente em prol do desenvolvimento sustentável.

Um projeto evita emissões quando promove a substituição de uma atividade ou tecnologia intensiva em GEE por uma alternativa de menor intensidade de carbono. Exemplos incluem a geração de energia eólica em substituição a termelétricas a carvão ou o uso de biocombustíveis em vez de óleo diesel e gasolina. Já as emissões removidas correspondem ao processo de retirar GEE previamente emitidos da atmosfera, seja por mecanismos biológicos, como o sequestro de carbono decorrente do crescimento florestal, seja por soluções

tecnológicas, como sistemas de captura e armazenamento de carbono (CCS, do inglês *carbon capture and storage*). Em termos conceituais, evitar significa impedir a ocorrência de emissões que se materializariam em um cenário de referência mais poluente, enquanto remover implica reduzir a concentração atmosférica de gases já emitidos.

Cada módulo das calculadoras considera as características específicas de cada tipo de projeto e segue uma lógica uniforme, que consiste em comparar as emissões de GEE do cenário ao qual a solução apresentada (projeto em análise) pertence, com as emissões de GEE do cenário de linha de base, aplicando-se os fatores de emissão respectivos. As emissões evitadas ou removidas correspondem à diferença entre os valores estimados nos dois cenários.

Por exemplo, o módulo referente à produção de biocombustível para uso em aplicações de transporte calcula as emissões de GEE evitadas com a substituição do consumo de combustível de origem fóssil pelo consumo de biocombustível. A captura de CO₂ pela matéria-prima desse tipo de fonte energética compensa parte do CO₂ liberado em seu uso, reduzindo o seu fator de emissão em relação ao combustível fóssil. Mais informações sobre as ferramentas estão disponíveis no *site* do BNDES ([2016]).

Dessa forma, o Banco utiliza as calculadoras para realizar seus inventários de emissões de GEE evitadas e de emissões de GEE removidas visando aferir os impactos positivos e direcionar sua estratégia de apoio à descarbonização. Por isso, o BNDES passou a publicar, anualmente, a partir do ano base 2022, estes inventários relacionados à sua carteira de operações diretas, ou seja, aos projetos financiados sem a intermediação de agentes financeiros. O processo envolve cálculos anuais das toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)³ evitadas ou removidas por diferentes tipos de projetos (energia renovável, transporte, biocombustíveis, florestas etc.). Os cálculos são individuais,

3 A tonelada de carbono equivalente (tCO₂e) é uma unidade de medida usada para padronizar as emissões de todos os diferentes tipos de GEE, convertendo-as em um valor equivalente às do dióxido de carbono (CO₂). Por exemplo, o metano (CH₄) tem um potencial de aquecimento global (PAG) 28 vezes superior ao do CO₂. Ou seja, a emissão de uma tonelada de metano é equivalente ao impacto 28 toneladas de dióxido de carbono.

com dados de cada projeto apoiado pelo Banco. Além do impacto positivo, o BNDES também publica, anualmente, o inventário de emissões financiadas, a pegada de carbono das operações de sua carteira de crédito direto e de investimento em ações, bem como o inventário de suas emissões administrativas, reforçando o compromisso com a transparência e a gestão climática responsável (BNDES, [20--a]).

Os cálculos das emissões evitadas e removidas são publicados de forma agregada e de maneira transparente no site do BNDES ([2016]), em seções específicas sobre mudanças climáticas. O resultado do inventário de emissões evitadas e removidas do BNDES, no ano de 2024, é apresentado nas tabelas 1 e 2 a seguir.

TABELA 1. EMISSÕES DE GEE EVITADAS POR PROJETOS FINANCIADOS PELO BNDES – 2024

Setor	Emissões evitadas (tCO ₂ e)
Captura de biogás e aproveitamento energético	7.994.758
Implantação e operação de planta de geração de energia elétrica, a partir de fonte solar (fotovoltaica ou térmica), energia dos oceanos (marés, ondas e outros), eólica ou microgeração hidráulica (sem grandes hidrelétricas)	9.596.931
Grandes hidrelétricas	14.899.347
Aquisição de módulos de células fotovoltaicas, aerogeradores de pequeno porte e motores à biogás	730
Transporte urbano de passageiros sobre trilhos	92.538
Apoio a módulos de projetos de <i>bus rapid transit</i> (BRT)	2.131
Produção de biocombustível para uso em aplicações de transporte	3.032.923
Transporte de carga ferroviário e hidroviário	105.327
Produção sustentável de carvão vegetal	10.416
Total	35.735.101

TABELA 2: EMISSÕES DE GEE REMOVIDAS POR PROJETOS FINANCIADOS PELO BNDES – 2024

Setor	Emissões removidas (tCO ₂ e)
Restauração de biomas	15.074
Plantio florestal com espécies comerciais	9.273.325
Total	9.288.399

Para o inventário, são calculadas as emissões evitadas e removidas das operações contratadas,⁴ com saldo devedor maior do que zero, com potencial de evitar ou remover GEE e que tenham metodologia de cálculo no escopo das calculadoras utilizadas pelo BNDES. No caso de projetos que não contam com metodologias no escopo das calculadoras, mas que devem apresentar estimativa de emissões de GEE evitadas ou removidas, o cálculo pode ser apresentado pelo cliente da operação, certificado por uma terceira parte independente. Ademais, são considerados no inventário anual apenas os projetos que já estão em operação. O inventário de 2024 representou 26,4% da carteira de crédito de operações diretas do BNDES.⁵

Para o inventário anual, calcula-se a quantidade de GEE removida ou evitada pelo projeto ao longo de um ano. Também é possível estimar o total dessas emissões considerando toda a vida útil do empreendimento e divulgar o resultado em publicação específica, como é o caso do Fundo Clima.

O BNDES é pioneiro na publicação anual de inventário de emissões de GEE evitadas e removidas de toda a carteira de projetos de mitigação (e não somente de setores ou projetos específicos). Além de publicar os números do inventário mais recente, o Banco também divulga relatórios, planilhas, metodologias detalhadas e os inventários referentes aos anos anteriores.⁶

4 Operações contratadas são aquelas que estão aptas a começar a fase de desembolsos, isto é, a liberação efetiva de recursos para o tomador implantar o projeto.

5 Este valor representa o número de operações com emissões evitadas ou removidas calculadas em relação ao número total de operações da carteira de crédito do BNDES.

6 Todas as calculadoras utilizadas pelo BNDES, bem como os demais relatórios e informações podem ser encontrados em <https://www.bndes.gov.br/wp/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/clima/emissoes-gases-efeito-estufa-gee/emissoes-evitadas-e-removidas>.

Fundo Clima e número de aprovações

O Fundo Clima, instituído em 2009, no contexto da COP15, é o principal instrumento financeiro da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)⁷ e uma das mais relevantes fontes de recursos para financiamento climático no país, pois viabiliza projetos que contribuem diretamente para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (BNDES, [20—c]; Brasil, 2009a; Brasil, 2009b). O fundo é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e, a partir de 2024, com a expansão do aporte de novos recursos realizado pelo Governo Federal, passa a ser o principal mecanismo de apoio ao financiamento verde em um país do Sul Global.

Originalmente, as fontes principais de recursos do Fundo Clima, previstas em lei (Brasil, 2009a), são: (i) o recurso da participação especial da exploração de petróleo, gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos, devido ao Governo Federal; e (ii) os retornos referentes aos rendimentos de aplicações das disponibilidades e aos pagamentos de juros e amortização dos empréstimos realizados com recursos do fundo devolvidos pelo BNDES. Entretanto, em 2023 foi realizada a primeira emissão de títulos sustentáveis soberanos pelo governo brasileiro a partir da qual foram destinados novos recursos para o Fundo Clima, o que aumentou expressivamente a sua escala de operação. Vale notar que os valores captados internacionalmente pelo governo brasileiro apresentam taxas de juros mais baixas que as praticadas no país (Brasil anuncia..., 2024).

O BNDES participa da operação do Fundo Clima como seu agente financeiro, realizando as operações de recursos reembolsáveis do fundo, tanto diretamente como indiretamente por meio de agentes financeiros devidamente cadastrados para esse fim. O Banco presta contas ao comitê gestor do fundo periodicamente e mantém elevada transparência da aplicação dos

⁷ Ver art. 7o da Lei 12.114 (Brasil, 2009a).

montantes, além de elaborar e publicar um relatório anual de execução dos valores do fundo⁸ abrangendo tanto a dimensão financeira, quanto os indicadores de efetividade dos projetos.

Entre 2013 e 2023, período em que as fontes de recursos do Fundo Clima se restringiam aos recursos da participação especial na exploração de petróleo e gás e aos recursos próprios, as aprovações de projetos somaram R\$ 3 bilhões (preços de fim de 2024 atualizados pelo IPCA). Já em 2024, primeiro ano do recebimento de novos recursos oriundos da emissão de títulos sustentáveis soberanos realizada em 2023, foram aprovados R\$ 10,2 bilhões em projetos com financiamento do fundo. Essa mudança de escala torna esse instrumento um dos maiores fundos do gênero no mundo. O valor aprovado pelo Fundo Clima em 2024 (R\$ 10,2 bilhões) representa 75% do total aprovado no mesmo ano pelo Green Climate Fund (GCF),⁹ um fundo instituído pela ONU e o maior fundo multilateral de financiamento climático atualmente em operação.

Portanto, diante do hiato entre necessidades de investimento e volume de financiamento necessário para enfrentar a questão climática, sobretudo em países em desenvolvimento, e do papel crucial a ser desempenhado pelos bancos de desenvolvimento (Daudt; Willcox; Marques, 2024), a ampliação do Fundo Clima e sua operação pelo BNDES representam uma robusta arquitetura institucional colocada a serviço da sociedade brasileira e do esforço global de mitigação e adaptação às mudanças do clima.

⁸ Para mais informações, acesse relatórios anuais de execução do Fundo Clima (BNDES, [20—b]).

⁹ Segundo o relatório anual de 2024 do GCF (2024), foram USD 2,5 bilhões de crescimento em novas operações aprovadas. Convertidos à taxa de câmbio R\$/US\$ comercial mensal média de 2024, R\$ 5,47, resulta em R\$ 13,7 bilhões.

Fundo Clima e cálculo de emissões evitadas ou removidas

Todos os projetos de mitigação apoiados com recursos do fundo passam por uma avaliação acerca do cálculo de emissões de GEE evitadas ou removidas. Para isso, são utilizadas as calculadoras do BNDES conforme descrito nas seções anteriores. A título de exemplo, estima-se, pelas calculadoras utilizadas, que as operações aprovadas em 2024 com recursos do Fundo Clima evitarão ou removerão, em média, 4,0 milhões de toneladas de CO₂ equivalente por ano.¹⁰ Esse montante é o equivalente às emissões de nove meses dos carros na região metropolitana da cidade de São Paulo (SP). Os relatórios de execução do Fundo Clima trazem também informações de emissões evitadas ao longo da vida útil dos projetos.

Ressalta-se que a metodologia de cálculo do inventário anual de emissões de GEE evitadas e removidas da carteira do BNDES leva em consideração somente empreendimentos que já entraram em operação. Assim, os apoios recentemente aprovados com recursos do Fundo Clima tenderão a se refletir nos inventários futuros, indicando o potencial adicional de mitigação climática, associado aos novos projetos, que ainda não foi capturado.

Sobre a transparência em relação à metodologia de apuração de emissões evitadas dos projetos financiados, comparando-se com as informações disponíveis de quatro outros fundos ou instituições que apoiam mitigação climática, o Fundo Clima é o único que contempla os cinco critérios avaliados (Quadro 1).

10 Muitas das operações aprovadas de Fundo Clima em 2024 não foram incluídas no inventário de emissões, pois ainda estão em fase de contratação ou em implantação do projeto, não tendo entrado ainda em operação.

QUADRO 1. TRANSPARÊNCIA DOS CÁLCULOS DE EMISSÕES EVITADAS/REMOVIDAS DE FUNDOS CLIMÁTICOS

	BNDES Fundo Clima	GCF (ONU)	CIF (Multilateral+ Banco Mundial)	IFC (Banco Mundial)	KfW (Alema- nha)
Divulga emissões evitadas de forma anual	✓	✗	✓	✓	✓
Divulga emissões evitadas anualmente dos projetos aprovados em cada ano	✓	✗	✗	✗	✓
Divulga o valor total cofinanciado	✓	✓	✓	✗	✗
Apresenta de forma organizada as metodologias de cálculo	✓	✗	✗	✓	✓
Disponibiliza a calculadora de emissões evitadas para o público	✓	✗	✗	✗	✗
Financiamento médio (US\$) para evitar emissão de 1 tCO ₂ e/ano	466 (2024)	270 (carteira total)	1.892 (carteira total)	734 (média 5 anos)	1.172 (2024)

Fonte: Elaboração própria.
Nota: GCF: Green Climate Fund; CIF: Climate Investment Funds; IFC: International Finance Corporation; KfW: Kreditanstalt für Wiederaufbau.

Em especial, somente o Fundo Clima e o KfW (banco alemão de desenvolvimento) apresentam simultaneamente os valores financiados e as emissões evitadas dos projetos aprovados em base anual, o que permite uma aferição mais tempestiva da contribuição dos financiamentos para a mitigação. Dito de outro modo, no Fundo Clima é possível acompanhar anualmente, de forma simples, o resultado em termos de custo das emissões evitadas ou removidas.

Observou-se que no Green Climate Fund (GCF, 2024), de acordo com seu relatório anual de 2024, as emissões evitadas dos projetos são apresentadas de forma acumulada, pelo critério de vida útil e não anual. O Climate Investment Funds (CIF), administrado pelo Banco Mundial e cujo *funding* é composto de doações e empréstimos de países desenvolvidos, apresenta em seu relatório anual de

2024 as emissões evitadas ou reduzidas anualmente de sua carteira, isto é, do estoque de projetos aprovados ao longo dos anos (CIF, 2024). Por fim, o International Finance Corporation (IFC), instituição do grupo Banco Mundial que tem uma vertente voltada ao financiamento climático divulga os valores de emissões evitadas apenas acumuladas em cinco anos (IFC, [201-]).

Como também mostra o Quadro 1, em termos de valor dos financiamentos por tonelada de emissão de CO₂ equivalente evitada, o Fundo Clima é o mais eficiente, à exceção do GCF. Contudo, as informações para o cálculo de emissões de CO₂e evitadas e removidas não foram encontradas de modo completo no site do GCF.¹¹

Conclusões

Os esforços e pioneirismo contínuos de integrar ferramentas de monitoramento de efetividade com política públicas, como a PNMC e o seu principal mecanismo de financiamento, o Fundo Clima, mostram o compromisso do BNDES com o combate às mudanças climáticas e seus efeitos. O desenvolvimento de calculadoras de emissões de GEE evitadas e removidas também confere maior transparência e credibilidade à gestão operacional do fundo. Essas ferramentas permitem, ainda, o cálculo do inventário anual do impacto positivo de mitigação climática da carteira de operações diretas do Banco, o que fortalece a prestação de contas perante a sociedade, amplia a capacidade de interlocução com investidores e organismos multilaterais e favorece a atração de novos fluxos de capital, que podem ser direcionados para a agenda verde. Também permite ao Banco avaliar

11 O valor financiado anualmente é divulgado, porém as emissões evitadas ou removidas por projeto não estão em base anual. Também não foi encontrada informação da vida útil dos projetos, o que permitiria calcular as emissões evitadas ou removidas por ano. Para fins dessa estimativa, considerou-se uma média de vida útil de vinte anos dos projetos apoiados.

o portfólio de produtos e linhas com estratégias de transição justa e de baixo carbono, identificar setores prioritários para apoio e aprimorar sua governança socioambiental. Em síntese, medir as emissões evitadas e removidas não apenas comprova resultados e efetividade, mas consolida o papel estratégico do BNDES como agente indutor e executor de políticas públicas climáticas e de transformação estrutural da economia. Por fim, os esforços voltados para o alcance da NDC, com o apoio do Fundo Clima, reforçam o papel do Brasil como referência entre nações do Sul Global em financiamento climático.

Referências

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)*. BNDES, Rio de Janeiro, [20--a]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/clima/emissoes-gases-efeito-estufa-gee>. Acesso em: 30 out. 2025.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Emissões evitadas e removidas*. BNDES, Rio de Janeiro, [2016]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/clima/emissoes-gases-efeito-estufa-gee/emissoes-evitadas-e-removidas>. Acesso em: 30 out. 2025.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Relatórios de Execução - FNMC*. BNDES, Rio de Janeiro, [20--b]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/fundos-governamentais/fundo-nacional-sobre-mudan%C3%A7a-do-clima-fnmc/relatorios-de-execucao-fnmc>. Acesso em: 30 out. 2025.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Fundo Clima*. BNDES, Rio de Janeiro, [20--c]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL. *BRAZIL'S NDC: national determination to contribute and transform*. Brasília, DF: Governo Brasileiro, [2024]. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/2024-11/Brazil_Second%20Nationally%20Determined%20Contribution%20%28NDC%29_November2024.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL. Lei 12.114, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 9, 10 dez. 2009a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL. Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 109, 29 dez. 2009b. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12187&ano=2009&ato=d5aQTWUieEvpWT227>. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL ANUNCIA resultado da segunda emissão de título soberano sustentável. *Tesouro Nacional*, Brasília, DF, 20 ago. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/tesouronacional/pt-br/noticias/brasil-anuncia-resultado-da-segunda-emissao-de-titulo-soberano-sustentavel>. Acesso em: 20 out. 2025.

CIF – CLIMATE INVESTMENT FUNDS. *CIF Annual Report 2024*. Washington, DC: Climate Investment Funds, 2024. Disponível em: https://www.cif.org/sites/cif_enc/files/knowledge-documents/cif-annual-report-2024.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.

DAUDT, Gabriel Marino; WILLCOX, Luiz Daniel; MARQUES, Felipe Silveira. O novo Fundo Clima: potencializando o papel do BNDES no combate à emergência climática. In: *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 60, p. 159-208, dez. 2024.

GCF – GREEN CLIMATE FUND. *2024 Annual Progress Report*. Incheon: Green Climate Fund, 2024. Disponível em: <https://www.greenclimate.fund/sites/default/files/document/2024-annual-progress-report.pdf>. Acesso em: 30 out. 2025.

IFC – INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. *Climate Business*. Washington, DC: IFC, [201-]. Disponível em: <https://www.ifc.org/en/what-we-do/sector-expertise/climate-business>. Acesso em: 30 out. 2025.

UN – UNITED NATIONS. *United Nations Conference on Environment and Development*. UN, New York, [201-]. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>. Acesso em: 30 out. 2025.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. *Nationally Determined Contributions (NDCs)*. UN, New York, [201-]. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs>. Acesso em: 30 out. 2025.

Editado pela Gerência de Editoração e Memória do
Departamento de Relacionamento da
Área de Relacionamento, Marketing e Cultura

