

Projeto Decarboost

Viabilização de investimentos na transição para uma sociedade
de baixo carbono em países latino-americanos

Iniciativa Internacional do Clima – IKI

**Uma Estratégia de Descarbonização para
uma Economia Brasileira de Zero Carbono Líquido em 2050:
Instrumentos de Política e Planos Setoriais de Mitigação**

Parte I. Sumário Executivo

**Parte III. Plano de Mitigação do Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo
(AFOLU)**

Centro Clima / COPPE / UFRJ

Rio de Janeiro, 28 de fevereiro de 2023.

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany

Elaborado pela Equipe do Projeto Centro Clima / COPPE / UFRJ

Emilio Lèbre La Rovere – Diretor de Projeto

Carolina B. S. Dubeux – Coordenador setorial

William Wills – Finanças

Michele Cotta Walter, Carolina Dubeux & Giovanna Napolini – AFOLU

Marcio D'Agosto, Daniel Schmitz & George V. Goes – Transporte

Otto Hebeda, Bruna S. Guimarães & Luciana Contador – Indústria

Bruna S. Guimarães, Lisandra G. Mateus & Fernanda Westin – Energia

Isabela Mancio Lima, Saulo Machado Loureiro & Carolina Dubeux – Resíduos

Ruth Carola Cruzado Mittrany – Gerente de Projetos

Carmen Brandão Reis – Apoio

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO	1
Parte I - SUMÁRIO EXECUTIVO	3
1. Introdução ao Contexto Brasileiro: Informações Básicas	4
1.1. Política Climática do Brasil e compromissos com a UNFCCC e o Acordo de Paris.....	4
1.2. Planos Setoriais Brasileiros de Mitigação.....	5
2. Construção de Cenários.....	6
2.1. Estória Qualitativa.....	6
2.2. Pressupostos Quantitativos.....	7
3. Metodologia de Modelagem.....	15
4. Ações de Mitigação, Metas e Marcos por Setor.....	19
5. Visão Geral das Barreiras, Instrumentos Políticos Seleccionados e Oportunidades de Investimento.....	32
5.1. Abordagem Metodológica.....	32
5.2. Critérios para a Seleção das Ações de Mitigação	34
5.2.1. Custos de Mitigação	34
5.2.2. Sinergias e Compromissos com os Objetivos Não Climáticos do País	36
6. Requisitos de Investimento e Facilitadores Financeiros.....	39
7. Referências.....	45
Parte III. PLANOS SETORIAIS DE MITIGAÇÃO.....	1
Plano de Mitigação do Setor de AFOLU	2
1. Apresentação do Setor	3
2. Objetivos	4
3. Ações de Mitigação.....	5
4. Instrumentos	9
4.1. Mecanismos para Novos Mercados: Pagamentos por Serviços Ambientais, REDD+ e Cota de Reserva Ambiental.....	12
4.2. Programas de Apoio ao uso Sustentável das Florestas e Diversificação da Produção Florestal – Criação de uma Proposta de Política Nacional de Bioeconomia.....	12
4.3. Criação de uma Política Florestal Independente da Política Agrícola.....	13
4.4. Propostas de Alteração na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006) para Aumentar a Viabilidade das Concessões Florestais.....	14
5. Referências.....	15
Apêndice 1 – Proposta de Instrumento para Aumentar a Viabilidade das Concessões Florestais.....	17
Apêndice 2 – Oportunidades de Investimento	29
A2.1. Oportunidade de Investimento 1 – Restauração de Florestas Nativas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica	29

A2.2. Oportunidade de Investimento 2 – Reflorestamento com Espécies Comerciais para Fornecimento de Biomassa para Produção de Pellets de Madeira, Briquetes e Cavacos 35

FIGURAS – Parte I

Figura 1.	Diagrama de modelagem integrada para cenários do Brasil	18
Figura 2.	Emissões de GEE sob os cenários de políticas atuais (CPS) e de descarbonização profunda (DDS) (Mt CO ₂ e)	30
Figura 3.	Emissões de GEE, CO ₂ e não-CO ₂ , nos cenários (Mt CO ₂ e)	30
Figura 4.	Emissões de GEE x População x PIB (2010 =1)	31
Figura 5.	Intensidade de emissões per capita e por PIB	31
Figura 6.	Curva de custo de abatimento marginal 2021-2030 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO ₂ e).....	35
Figura 7.	Curva de custo de abatimento marginal 2031-2040 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO ₂ e).....	35
Figura 8.	Curva de custo de abatimento marginal 2041-2050 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO ₂ e).....	36

FIGURAS – Parte III

Figura 1.	Emissões e remoções do setor de AFOLU nos cenários CPS e DDS (Mt CO ₂ e)	8
Figura 2.	Mapa geral de localização florestal	33

TABELAS – Parte I

Tabela 1.	Total de emissões brasileiras de GEE por setor, 2005-2050, nos cenários CPS (políticas atuais) e DDS (descarbonização profunda) (Mt CO ₂ e).....	20
Tabela 2.	Emissões evitadas cumulativas (CPS-DDS) por ações de mitigação, por década (Mt CO ₂ e)	21
Tabela 3.	Emissões evitadas cumulativas (CPS-DDS) por faixa de custo de ações de mitigação, por década (Mt CO ₂ e)	23
Tabela 4.	Principais resultados macroeconômicos dos cenários	24
Tabela 5.	Renda disponível das famílias por cenário e por classe de renda, 2015-2050	24
Tabela 6.	Sinergias com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)	36
Tabela 7.	Requisitos adicionais de investimento em mitigação no DDS no Brasil em comparação com o CPS, por setor econômico, por década	43

TABELAS – Parte III

Tabela 1.	Premissas gerais para agricultura no CPS e DDS	5
Tabela 2.	Premissas gerais para LULUCF no CPS e DDS.....	7
Tabela 3.	AFOLU – barreiras e instrumentos identificados ao longo do projeto	9
Tabela 4.	Emissão evitada (Mt CO ₂ e) e área (Mha) de florestas nativas.....	34
Tabela 5.	Área florestal requerida para produção de pellets, briquetes e cavacos (Mha) e estimativa de emissão evitada (Mt CO ₂ e).	38

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

Este relatório apresenta a proposta de uma estratégia de descarbonização para o Brasil, preparada no âmbito do Projeto DecarBoost "Viabilização de investimentos na transição para uma sociedade de baixo carbono em países da América Latina", coordenado pela SouthSouthNorth (SSN) e apoiado pela Iniciativa Internacional do Clima (IKI) do Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) da República Federal da Alemanha.

Elaborada pelo Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima/COPPE/UFRJ), essa estratégia de descarbonização para a economia brasileira está alinhada ao objetivo geral do Acordo de Paris: chegar a emissões de GEE líquidas zero em 2050. Engloba ações de mitigação adicionais às políticas atuais, juntamente com as principais barreiras identificadas e os instrumentos mais relevantes que removeriam esses obstáculos. Estas barreiras, propostas políticas e alguns exemplos de oportunidades de investimento estão detalhados em cinco Planos Setoriais de Mitigação: AFOLU, Transportes, Indústria, Energia e Resíduos. A proposta de um sistema de precificação do carbono também é destacada como um facilitador fundamental dessa transição, como uma ferramenta de política econômica transversal que fornece um sinal ao mercado de um quadro estável de longo prazo para a descarbonização.

O caminho da transição baseia-se em exercícios de cenário anteriores realizados pelo Centro Clima com o envolvimento dos principais stakeholders, apresentando uma forte sinergia com o projeto Decarboost: o projeto DDP BIICS coordenado pelo IDDRI (La Rovere et al., 2021) e o projeto Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030, desenvolvido em colaboração com o Instituto Talanoa (Unterstell, La Rovere, et al. 2021). Os projetos desenvolveram dois cenários de emissão, um considerando políticas de mitigação em andamento e outro considerando ações adicionais de mitigação que levem a emissões líquidas zero até 2050. Esses cenários foram desenhados, avaliados e validados com a ajuda de especialistas técnicos representativos e lideranças políticas para propor uma NDC brasileira mais ambiciosa até 2030, em linha com o Acordo de Paris. Juntamente com o Decarboost - que melhorou significativamente a avaliação das barreiras ao cenário de descarbonização profunda (DDS) e respectivos instrumentos - estes projetos permitiram a seleção de ações de mitigação que compõem a estratégia de descarbonização apresentada neste relatório.

A Estratégia de Descarbonização pretende construir pontes entre investidores e recursos e contribuir para a transformação do mercado. Essa transformação pode ocorrer ampliando o nível de implantação das tecnologias disponíveis, destacando barreiras e a necessidade de instrumentos específicos. Além disso, as oportunidades de investimento ilustrativas selecionadas serão úteis para os agentes econômicos interessados na execução de projetos de mitigação e/ou na compensação das emissões, bem como valiosas para as instituições financeiras.

O Brasil ainda não entregou uma LTS/LEDS - Estratégia de Longo Prazo/Estratégia de Desenvolvimento de Baixas Emissões à UNFCCC, conforme solicitado a todos os signatários do Acordo de Paris. O presente relatório pretende dar uma contribuição para o debate que sua preparação enseja.

O relatório completo do estudo está organizado da seguinte forma:

- a primeira parte é um Sumário Executivo de todo o estudo, incluindo: algumas informações básicas sobre o contexto brasileiro; o desenho dos cenários; a metodologia de modelagem; ações de mitigação, metas e marcos para os cinco principais setores emissores de GEE da economia brasileira: AFOLU, Transportes, Indústria, Energia e Resíduos; a visão geral das barreiras às ações de mitigação, os instrumentos para os superá-las e as oportunidades de investimento ilustrativas em cada setor; e os requisitos de investimento para o cenário de descarbonização profunda.
- em sequência, é apresentada a proposta detalhada de um facilitador fundamental para alcançar uma meta em toda a economia de emissões líquidas zero de GEE até 2050: uma política de precificação do carbono.
- por fim, são propostos cinco planos setoriais de mitigação: Agricultura, Florestas e Uso do Solo (AFOLU), Transportes, Indústria, Oferta de Energia e Resíduos, detalhando as ações de mitigação, barreiras e instrumentos políticos para superá-los, e incluindo apêndices com propostas ilustrativas de instrumentos selecionados e oportunidades de investimento.

O presente documento inclui o Sumário Executivo do relatório completo (parte I) e o Plano de Mitigação de AFOLU (parte III)

Parte I - SUMÁRIO EXECUTIVO

1. Introdução ao Contexto Brasileiro: Informações Básicas

1.1. Política Climática do Brasil e compromissos com a UNFCCC e o Acordo de Paris

O foco brasileiro nas mudanças climáticas teve início em 2007, quando o governo criou um comitê por meio do decreto federal 6.263 para elaborar um Plano Nacional de Mudança do Clima (Brasil, 2008). Esse comitê elaborou um documento no ano seguinte identificando medidas e oportunidades para mitigar as emissões de gases de efeito estufa no Brasil e medidas de adaptação aos impactos das mudanças climáticas (Brasil, 2008).

Os objetivos específicos do Plano são "(i) melhorar a eficiência de todos os setores econômicos; (ii) manter as energias renováveis em níveis elevados na matriz energética; (iii) estimular a participação dos biocombustíveis no sector dos transportes; (iv) alcançar o desmatamento ilegal zero; (v) eliminar a perda líquida de cobertura florestal; (vi) fortalecer ações voltadas para a redução da vulnerabilidade da população; e (vii) identificar os impactos ambientais causados pelas mudanças climáticas e promover a pesquisa científica (Brasil, 2008).

O Brasil assumiu seu primeiro compromisso de redução das emissões de GEE em 2009, ao apresentar suas NAMAs (sigla em inglês para Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas) à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) como parte da Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC) (Lei 12187/09, Brasil, 2009). Este compromisso voluntário visava reduzir as emissões entre 36,1% e 38,9% em relação a um cenário *business as usual* projetado, até 2020. Além da meta de mitigação, a PNMC exigiu que nove planos setoriais de mitigação fossem elaborados pelas instituições públicas responsáveis.

Em setembro de 2015, o Brasil apresentou sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) à UNFCCC, confirmada como a primeira NDC em 2016. A nova meta voluntária era para toda a economia e visava reduzir as emissões de GEE em 37% em 2025, com uma meta indicativa de 43% em 2030, em comparação com os níveis de emissões de 2005. O valor do ano-base foi o do Segundo Inventário Nacional. Apresentou igualmente os meios de execução no seu anexo.

Em dezembro de 2020, o governo brasileiro apresentou sua "nova primeira NDC" à UNFCCC. Este documento atualizou o valor de 2005 para 2,8 Gt CO₂e, obtido no Terceiro Inventário Nacional, representando uma alteração substancial no valor utilizado na primeira versão do 2,1 Gt CO₂e. Portanto, o limite absoluto de emissões de GEE em toda a economia aumentou em 2025 (de 1,3 para 1,8 Gt CO₂e) e 2030 (de 1,2 para 1,6 Gt CO₂e). Por outro lado, foi incluída uma meta indicativa para a neutralidade climática até 2060 (Brasil, 2020). Em abril de 2021, o presidente brasileiro anunciou o compromisso do país em alcançar a neutralidade climática até 2050 na Cúpula de Líderes Climáticos organizada pelo presidente dos EUA. Em novembro de 2021, durante a COP 26, o governo brasileiro anunciou a intenção de apresentar uma NDC atualizada, com o objetivo de reduzir, até 2030, 50% das emissões de GEE em relação ao ano de 2005, com o objetivo final de atingir emissões líquidas zero até 2050. Os números absolutos por trás da meta não foram publicados, e o governo indicou que os dados do 4º Inventário Nacional de Emissões seriam utilizados. O Brasil também assinou o Acordo Florestal para acabar com o desmatamento ilegal até 2028 e o Compromisso Global de Metano de reduzir coletivamente as emissões de

metano em 30% até 2030 (a partir dos níveis de 2020). Em abril de 2022, o país apresentou uma versão final da primeira NDC com o objetivo de reduzir as emissões em 37% em 2025 e 50% em 2030, indicando o objetivo de longo prazo de alcançar a neutralidade climática em 2050. O ano de 2005 manteve-se como referência, com novos valores a serem apurados no mesmo inventário nacional disponível apresentado à UNFCCC utilizado para a avaliação dos resultados da NDC. Interinamente, considerando os valores de 2,6 Gt CO₂e de 2005 do Quarto Inventário Nacional, o relatório mais recente, as novas metas de emissão são de 1,6 Gt CO₂e em 2025 e 1.3 Gt CO₂e em 2030.¹

Um marco regulatório crucial é o projeto de lei 258/2021, que propõe a criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). Nesse mercado, alguns setores da economia têm metas obrigatórias para a redução das emissões de gases de efeito estufa: os agentes que emitem além do limite permitido devem comprar créditos de agentes que emitem aquém do limite, gerando assim créditos. O MBRE estava previsto na lei que instituiu a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (Lei 12.187/2009). Em maio de 2022, o Governo Federal publicou o decreto 11.075/2022, que é um primeiro passo para a regulamentação de um mercado interno de créditos de carbono, embora menos restritivo que o Projeto de Lei 258. O decreto pode ser um ponto de partida para a implementação de uma política de precificação de carbono no Brasil, já que o Projeto de Lei 258 permanece parado no Congresso.

1.2. Planos Setoriais Brasileiros de Mitigação

O Decreto 7390/2010 foi um passo no sentido de detalhar as metas de mitigação voluntária estabelecidas pelo governo ao regulamentar a PNMC (lei 12187/09). Estabelece as metas de mitigação até 2020, seguindo as NAMAs brasileiras, e planos setoriais para apoiar sua realização, conforme abaixo:

- Plano Decenal de Expansão de Energia;
- Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm;
- Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas nos Cerrados - PPCerrado;
- Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC;
- Plano de Redução de Emissões no Setor Siderúrgico;
- Plano de Transporte e Mobilidade Urbana para Mitigar as Mudanças Climáticas - PSTM;
- Plano de Mitigação das Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixo Carbono na Indústria de Transformação;
- Plano de Mineração de Baixo Carbono (Plano MBC); e
- Plano de Saúde para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas.

¹ A maior dificuldade no cálculo do inventário anual de emissões de GEE reside na estimativa das emissões de AFOLU. Em particular, no subsector Alteração do Uso do Solo. As emissões causadas pelo desmatamento são muito importantes e difíceis de estimar, introduzindo uma complexidade única no mundo para a elaboração do inventário brasileiro.

Para o período 2020-2030, há um novo Plano ABC, o Plano Setorial de Adaptação às Mudanças Climáticas e Baixas Emissões de Carbono na Agricultura 2020-2030 (ABC+). Possui um conjunto de medidas de mitigação e uma diretriz estratégica para fomentar a ciência e a inovação, visando auxiliar a tomada de decisão sobre ações que potencialmente reduzam as emissões de GEE.

O decreto 11.075/2022, acima mencionado, além de ser uma tentativa de regulação do mercado de carbono, também prevê a elaboração de planos setoriais de mitigação para implementar as ações necessárias para atingir a meta de neutralidade climática da NDC. Para isso, os planos setoriais a serem aprovados por um Comitê Interministerial sobre Mudanças Climáticas e Crescimento Verde, composto por ministérios setoriais e sob a liderança do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Economia, estabelecerão metas de redução gradual de emissões, mensuráveis e verificáveis, considerando as especificidades dos agentes setoriais.

2. Construção de Cenários

2.1. Estória Qualitativa

O exercício simula dois cenários de emissões de GEE no Brasil até 2050. Ele fornece uma estrutura para analisar indicadores setoriais e de toda a economia de um caminho de descarbonização alinhado com o objetivo geral do Acordo de Paris. O Cenário de Políticas Atuais (CPS, sigla em inglês) segue a tendência das ações de mitigação em andamento. Suas emissões são de 1,68 Gt CO₂e em 2030, sem aumento na ambição entre 2030 e 2050. O Cenário de Descarbonização Profunda (DDS, sigla em inglês) atinge 0,95 Gt CO₂e em 2030, indo além da meta da NDC e segue uma trajetória de emissões de GEE compatível com o objetivo global de 1,5°C, alcançando emissões líquidas zero em 2050.²

- **Principais facilitadores globais da descarbonização profunda da economia brasileira**

A implementação do DDS no Brasil pressupõe que o mundo está fortemente comprometido em cumprir a meta de 1,5°C do Acordo de Paris e pelo menos os países do G-20 também estão no caminho para a neutralidade de carbono até 2050 (ou 2060 para a China e um pouco mais tarde para a Índia). A oferta de financiamento internacional para investimento e inovação cresce ao longo do período, permitindo que a produtividade do trabalho nos países em desenvolvimento cresça mais rapidamente e promova educação, saúde e infraestrutura de boa qualidade. Existe um melhor acesso ao financiamento de baixo custo (em condições acessíveis) para permitir investimentos em infraestruturas de baixo carbono nos países em desenvolvimento, em consonância com a neutralidade de carbono global e fluxos de investimento robustos do Anexo I para os países não incluídos no Anexo I em mitigação e inovação. O progresso técnico continua em energias renováveis, mobilidade elétrica, eficiência energética, H₂, CCS e processos industriais altamente emissores (aço verde, cimento, etc.).

² Novos valores já ajustados pelo projeto Climate and Development Initiative (Unterstell, La Rovere et al., 2021). As alterações são insignificantes.

A cooperação internacional e os mecanismos de comércio apoiam a meta brasileira de desmatamento líquido zero. A adoção da precificação do carbono pela maioria dos países favorece produtos de baixo carbono no comércio e nas finanças. Os mercados voluntários de carbono ajudam o desenvolvimento de um mercado de carbono latino-americano. Há uma abertura de comércio para produtos de baixo carbono com mecanismos comerciais preferenciais que exigem rastreabilidade e comprovação de origem das exportações de produtos agrícolas e florestais que possam contribuir para o controle do desmatamento no Brasil.

Os esforços de pesquisa e desenvolvimento alcançam avanços em biocombustíveis de 2ª e 3ª geração, baterias elétricas e processos industriais verdes (aço, cimento, etc.), mas no Brasil, o DDS é baseado apenas na implantação de tecnologias já disponíveis.

- **Facilitadores domésticos**

O DDS fornece uma estratégia para a retomada do desenvolvimento econômico e social, com uma transição justa para a neutralidade climática do país em 2050. O cenário considera um aumento considerável da produtividade, uma política cambial ativa e o uso das receitas de exportação de petróleo para educação, saúde e importação de bens de capital.

Baseia-se também em duas políticas climáticas:

- Redução radical do desmatamento e aumento dos sumidouros de CO₂;
- Precificação do Carbono, aplicada às emissões de GEE provenientes do uso de combustíveis fósseis e processos industriais e uso de produtos (IPPU):
 - ✓ Mercado de licenças negociáveis de emissão provenientes da utilização de energia fóssil e de processos/produtos (IPPU) para o setor industrial; e imposto sobre o carbono sobre as emissões resultantes da utilização de combustíveis fósseis noutros setores da economia;
 - ✓ A precificação do carbono é neutra do ponto de vista fiscal, com a reciclagem de 100% de suas receitas voltando para a economia; é usada para reduzir os encargos trabalhistas, criar empregos e financiar transferências sociais para as famílias mais vulneráveis, protegendo seu poder de compra;
 - ✓ Adoção em todos os setores da economia de ações de mitigação compatíveis com o preço do carbono em cada período (medidas mais baratas entram primeiro), proporcionando marcos econômicos e setoriais de um caminho de emissões de GEE para a descarbonização até 2050.

2.2. Pressupostos Quantitativos

❖ **Economia**

O tamanho da população aumenta de 210 milhões em 2019 para cerca de 233 milhões em 2050. Nesse período, a parcela da população urbana cresce de 86% para 89%. Após a forte desaceleração da economia de 2015 a 2020 devido à crise político-econômica e à pandemia de COVID-19, a recuperação econômica brasileira começa

em 2021: as taxas médias anuais de crescimento do PIB seriam de 2,26% de 2021 a 2030; 2,25% de 2031 a 2040; e 2% de 2041 a 2050 (com crescimento linear assumido a cada década). Após o recuo de 2015-2020, a redução das desigualdades de renda é retomada novamente, mas mais lentamente do que no período 2000-2015. Prevê-se que o tamanho das famílias diminua lentamente, enquanto o rendimento disponível das famílias em % do PIB aumente. O comércio se torna mais importante para o Brasil durante o período do cenário, e os impostos de importação e o protecionismo são reduzidos, seguindo a tendência global. Uma política ativa deve ser implementada para manter uma taxa de câmbio estável em 5,15 R\$/USD (2020). O preço do carbono aumenta linearmente, atingindo 19,0 USD / t CO_{2e} em 2030 e 49,3 USD / t CO_{2e} em 2050.

❖ **Agricultura, Florestas e Uso do Solo (AFOLU)**

A agricultura é um motor essencial do crescimento econômico brasileiro. A produção cresceu rapidamente nas últimas décadas, impulsionada pela crescente demanda global e avanços tecnológicos. Mudanças nas práticas de manejo da lavoura e expansão da área colhida permitiram que o Brasil se tornasse um dos principais exportadores de soja, carne bovina e celulose.

Tanto o CPS quanto o DDS assumem uma continuidade das tendências históricas nas preferências alimentares. As preocupações ambientais nos países desenvolvidos levam a um menor consumo de proteína animal, dando preferência a alimentos ricos em micronutrientes e vitaminas, como frutas e vegetais. Por outro lado, os alimentos básicos (como os carboidratos) continuam a desempenhar um papel essencial nas preferências alimentares em países de baixa e média renda. O consumo global de carne per capita tende a aumentar devido à renda e ao crescimento populacional, especialmente nos países asiáticos e latino-americanos. Os níveis de consumo nas regiões desenvolvidas já são elevados. A demanda por carne aumenta à medida que se torna mais acessível nos países em desenvolvimento.

O setor AFOLU é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil. Portanto, ações de mitigação nesse setor são fundamentais para que o Brasil alcance a neutralidade climática em 2050.

No DDS, a produção agrícola aumenta significativamente, mas as emissões de GEE são mantidas quase as mesmas de 2020, em 2050. Há um crescimento expressivo da produção agrícola, enquanto a área agrícola aumenta moderadamente devido aos altos ganhos de produtividade. Entre 2020-2030, a produção total aumenta 22% e entre 2030-2050, 47%. A área ocupada pelas culturas aumenta 5% até 2030 e 6% no período 2030-2050, atingindo 75 Mha em 2050 (sem considerar a área com cultivos de segunda safra). A produção de carne bovina cresce 67%, atingindo 18,3 milhões de TEC, em 2050, com um rebanho total de 200 milhões de cabeças. O tamanho do rebanho bovino diminui 7% ao longo do tempo devido aos ganhos de produtividade, e a área de pastagem cai para 105 Mha (redução de 36%).

A intensificação da pecuária é a medida com maior potencial de mitigação. A recuperação adicional de 60 Mha de pastagens degradadas associada ao aumento da produtividade do rebanho bovino reduz as emissões da fermentação entérica em 6% no período 2020-2050. Nesse cenário, a taxa de lotação passa de 1,31 cabeça/ha para 1,96 até 2050. A adoção de tecnologias agrícolas de baixo carbono como o sistema de plantio direto e a fixação

biológica de nitrogênio, recomendadas pelo Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), aumenta seguindo o crescimento da área de soja e de outras culturas.

A redução do desmatamento é fundamental para que o Brasil atinja a neutralidade climática. A área anual desmatada em 2020 no bioma Amazônia mais que dobrou em relação a 2012 e foi 44% maior do que em 2018 (INPE, 2022). Os esforços para conter o desmatamento são retomados em 2023, dada a possibilidade de mudança nas políticas governamentais e o aumento da pressão internacional sobre as cadeias agrícolas associadas ao desmatamento. As políticas de controle do desmatamento propiciam uma redução de 10% no desmatamento entre 2023-2025.

O desmatamento ilegal zero no bioma Amazônia é alcançado em 2050. As emissões do desmatamento totalizam 71 Mt CO_{2e} em 2050, correspondendo a uma redução de 93% em relação a 2020. As Áreas Protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) removem 487 Mt CO_{2e} em 2050 (24% a mais do que em 2020), graças à adição de 53 Mha de florestas públicas não destinadas registradas no Serviço Florestal Brasileiro aos 276 Mha protegidas hoje.

Promover o reflorestamento e a restauração de 30 Mha com espécies nativas em áreas públicas e privadas também é relevante pois contribui para remover cerca de 417 Mt CO_{2e} até 2050, e é uma medida alinhada com a Primeira NDC do Brasil (NDC submetida a UNFCCC em 2016/arquivada), com o Desafio de Bonn (Bonn Challenge, 2011) e com o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg, 2017). Esta medida de mitigação é um desafio e vai além da área considerada na meta da NDC 2016 (12 Mha até 2030). No entanto, isso pode ser possível com o apoio do governo, fundos internacionais, programas de pagamento por serviços ambientais e compensações florestais permitidas através do sistema de cap-and-trade imposto à Indústria.

Florestas plantadas de rápido crescimento (eucalipto e pinus) são importantes na remoção de carbono. Elas incluem florestas homogêneas e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. A superfície das florestas plantadas chega a 13 Mha em 2030 e 19,5 Mha em 2050. Esta área atende à demanda de todos os setores: energia (carvão vegetal e lenha), indústria (celulose e papel, madeira serrada, compensado, painéis e outros) e produção de pellets para exportação.

No DDS, as emissões líquidas do setor AFOLU atingem valores negativos (-537 Mt CO_{2e}), permitindo que o país alcance a neutralidade de carbono em 2050.

No CPS, a produção agrícola cresce mais do que no DDS (24% entre 2020-2030 e 50% entre 2030 e 2050), resultante da maior demanda por biocombustíveis no CPS devido a uma frota com mais veículos de combustão interna e menos veículos elétricos do que no DDS. A área de cultivo agrícola aumenta 4,5% até 2030 e 7% no período 2030-2050, atingindo 76 Mha (sem a área de cultivos de segunda safra). A produção de carne bovina cresce 69%, atingindo 18,5 milhões de TEC em 2050, com um rebanho 23% maior, atingindo 263 milhões de cabeças e uma área de pastagem de 171 Mha (aumento de 4%).

A recuperação de pastagens no CPS equivale à metade do DDS. 30 Mha são recuperados até 2050, atingindo uma taxa de lotação de 1,54 cabeça/ha em 2050. As emissões da fermentação entérica crescem 23% entre 2020 e 2050. A taxa de penetração de tecnologias de baixo carbono, como o sistema de plantio direto e a fixação

biológica de nitrogênio, limita-se ao aumento da área plantada de soja. As emissões do setor agrícola aumentam 23% em 2050 em comparação com 2020.

Assim como no DDS, a área desmatada anualmente cresce até 2023 e diminui 10% entre 2023-2025. No entanto, a área anual desmatada simulada para 2025 (1,98 Mha) é mantida no período 2026-2050. O desmatamento desta área emite aproximadamente 1.024 Mt CO₂eq por ano. Considerando o desinteresse do governo anterior em ampliar as áreas de proteção ambiental, bem como alocar recursos humanos e financeiros para sua gestão, o CPS não prevê a criação ou expansão de áreas protegidas entre 2021-2050, mantendo-se o nível de 2020 constante até 2050 (279 Mha). Esta área remove 391 Mt CO₂eq em 2050.

Embora mais modestamente do que no DDS, o reflorestamento e a restauração de 3 Mha com espécies nativas em áreas públicas e privadas removem 55 Mt CO₂eq até 2050. É equivalente a 25% da área considerada na primeira NDC para 2030 (12 Mha) (NDC submetida à UNFCCC em 2016/arquivada). A área de florestas plantadas com espécies de pinus e eucalipto cresce 60% entre 2020-2050, totalizando 13,5 Mha.

No CPS, as emissões líquidas da AFOLU totalizam 1.073 Mt CO₂eq em 2050, um aumento de 13% em relação a 2020. Desse total, 60% vêm da agricultura e 40% da mudança do uso da terra e da silvicultura.

O setor agrícola brasileiro pode se tornar ainda mais competitivo globalmente se aumentar a produtividade de forma eficiente e sustentável. As pressões internacionais sobre o controle das cadeias agrícolas associadas à degradação e ao desmatamento contribuem para tornar o DDS viável. Os países que não se comprometerem a reduzir as emissões de GEE e controlar o desmatamento enfrentarão barreiras de mercado que dificultarão as exportações. As cadeias de soja, carne bovina e florestal são exemplos desse contexto que se aplica ao Brasil.

Programas de financiamento internacionais e nacionais com foco em mudanças climáticas, agricultura sustentável e meio ambiente ajudariam a tornar o caminho do DDS viável. Entre eles estão: Fundo Verde para o Clima, Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), Fundo para Países Menos Desenvolvidos (LDCF - GEF), Fundo Especial para Mudanças Climáticas (SCCF - GEF), Fundo de Adaptação (AF) e Fundo Amazônia.

O plano de mitigação de AFOLU fornece mais detalhes sobre estes elementos.

❖ **Transporte**

Os cenários de transportes incorporam diferentes visões do futuro da mobilidade de passageiros e cargas no Brasil. O CPS representa a continuação dos atuais incentivos para os biocombustíveis e a eficiência energética, mas sem aumento da ambição após 2030. O DDS expande e diversifica o mercado de biocombustíveis, exigindo outras medidas, como aceleração da eletrificação da frota de veículos e expansão da infraestrutura de transporte em áreas-chave.

Globalmente, o DDS exige uma redução contínua na relação entre o preço da bateria e a densidade de energia. Os veículos totalmente autônomos continuam sendo um nicho de mercado, restrito a economias desenvolvidas ou testes piloto em países emergentes. O Óleo Vegetal Hidrotratado (HVO) se torna uma importante fonte de energia nas refinarias de petróleo, aproveitando a cadeia de distribuição de combustíveis fósseis líquidos.

Programas internacionais de financiamento focados em políticas e infraestrutura sustentáveis se tornam comuns entre os principais agentes financeiros.

Em ambos os cenários, a sociedade vivencia novas configurações de mobilidade ligadas ao envelhecimento populacional, teleatividades, novas tecnologias e mudanças estruturais. As cidades são planejadas para aumentar a integração e descentralizar as atividades para reduzir os tempos de deslocamento e o congestionamento. As principais áreas metropolitanas se concentram em modos de alta eficiência e transporte ativo, criando ambientes mais acessíveis aos pedestres. As teleatividades levam a mudanças no padrão de transporte de passageiros e cargas. Em áreas não metropolitanas, os sistemas de transporte mantêm o padrão histórico de crescimento e ordenação.

No DDS, os consumidores escolhem tecnologias mais eficientes e ecológicas, estimulando a penetração da eletromobilidade e dos biocombustíveis. O Brasil investe cada vez mais em infraestrutura de recarga e condições básicas para veículos elétricos, como normas e regulamentações, financiamento e novos modelos de negócio. Ao contrário do CPS, os novos fabricantes locais de caminhões elétricos, ônibus e componentes automotivos mudam o padrão da indústria, reduzindo o impacto da desvalorização da moeda local nas importações. A eletrificação da frota de ônibus e as medidas de priorização induzem a população a aumentar o uso do transporte público, reduzindo a necessidade de possuir um veículo particular. Os incentivos financeiros para desenvolver uma indústria nacional de bioenergia avançada expandem a oferta e a variedade de biocombustíveis, por exemplo, bioquerosene, bio-óleo e HVO.

Não haverá registro de automóveis com motores de combustão interna (MCI) a partir de 2045. Ao mesmo tempo, a penetração no mercado de veículos elétricos é ainda mais acelerada em comparação com o CPS. Em 2050, quase metade do estoque de automóveis será composto por híbridos (HEV), híbridos plug-in (PHEV) e veículos elétricos a bateria (BEV). Assim, a frota circulante de automóveis atingirá 76 milhões, com uma taxa de motorização inferior à observada no CPS (326 contra 456 carros por 1.000 habitantes). A mobilidade privada (pkm/cap) representará uma participação de 41% nesse cenário. A eletricidade atingirá 11% do total de energia consumida no transporte de passageiros, enquanto os biocombustíveis líquidos representarão 52%. Como resultado, as emissões de GEE cairão 52%, atingindo 49 Mt CO₂e.

Ainda considerando o DDS, as ferrovias de carga a diesel são gradualmente modernizadas e eletrificadas por meio de aditivos contratuais em suas respectivas concessões. Os marcos regulatórios aumentam a produtividade nos transportes ferroviários e aquáticos. A logística sustentável e os programas de certificação aumentam a eficiência no transporte rodoviário. O redesenho das redes de transporte com foco em modos de alta capacidade equilibra razoavelmente a divisão modal do transporte de cargas brasileiro. Em 2050, o transporte rodoviário representará 42% da atividade de transporte (tkm) e o ferroviário e o aquaviário representarão 35% e 22%, respectivamente.

BEV, HEV e PHEV constituirão aproximadamente um terço do estoque de veículos de carga, concentrado nos transportes urbanos. Apesar dos avanços, a energia elétrica será responsável por apenas 3,4% da energia consumida no transporte de carga. Por sua vez, os biocombustíveis representarão 35%. Essas ações decorrem da priorização estratégica da eletrificação do transporte de passageiros, alocando o excedente de oferta de combustível líquido ao transporte de carga. As emissões de GEE cairão 32%, atingindo 62 Mt CO₂e.

No CPS, a indústria de biocombustíveis está restrita ao biodiesel e ao etanol hidratado. Os incentivos à eletromobilidade são limitados a experimentos em áreas metropolitanas. O fim das vendas de carros de combustão interna deverá ocorrer apenas em 2050, quando o estoque total de carros atingir 106 milhões. A mobilidade privada representará uma participação de 50%, superior à do DDS. Essa participação decorre de uma menor proporção de transporte público e não motorizado, haja vista que menos investimentos são esperados. A eletricidade não é representativa neste cenário, chegando a apenas 4% do total de energia consumida no transporte de passageiros em 2050. No entanto, os biocombustíveis representarão 38% no mesmo ano. As emissões de GEE do transporte de passageiros aumentarão 25%, atingindo 126 Mt CO₂e.

As ferrovias de carga continuam a ter apenas locomotivas diesel-elétricas. As atividades de transporte ferroviário e aquático crescem a níveis inferiores ao seu potencial. Em 2050, o transporte rodoviário representará 48% da atividade de transporte (tkm). BEV, HEV e PHEV atingirão 20% da frota de veículos de carga. A eletricidade será menos intensa em relação ao DDS, representando apenas 0,2% da energia consumida no transporte de carga até 2050. Os biocombustíveis líquidos representarão 18%. As emissões do transporte de mercadorias aumentarão 18%, atingindo 112 Mt CO₂e.

Maiores detalhes desses elementos são fornecidos no Plano de Mitigação de Transporte.

❖ **Indústria**

A indústria brasileira representou 26% do PIB nacional em 2019 (CNI, 2022). Esta participação diminuiu nos últimos 30 anos devido a sucessivas crises. No entanto, presume-se que o crescimento industrial seja reiniciado. De 2020 a 2050, a taxa média de crescimento anual do valor agregado das indústrias de cimento, ferro e aço e química atinge 2,6%, 1,9% e 1,7%, respectivamente.

As emissões setoriais da indústria correspondem a cerca de 11% (165 Mt CO₂e) do total do país, em 2020, sendo que metade provém dos três setores acima mencionados. No CPS, assumindo o mesmo desempenho das atuais políticas e medidas de mitigação, as emissões de GEE atingem 267 Mt CO₂e em 2050, 40% do consumo de energia e 60% da IPPU.

No DDS, a implementação de medidas de mitigação bem conhecidas no setor industrial reduz 34% de suas emissões de GEE em 2050, comparando com o CPS. Não são assumidos novos processos industriais nem tecnologias de mitigação. As ações de mitigação incluem: aceleração substancial da melhoria da eficiência energética, permitindo reduções na intensidade energética das indústrias variando entre 13 e 25% entre 2020-2050, dependendo do ramo industrial; troca de combustível para as energias renováveis, incluindo o aumento da utilização de carvão vegetal para a produção de gusa e de madeira e resíduos em fornos de cimento; e aumento do uso de cinzas e escória para substituir o clínquer na mistura de cimento. A substituição total dos HFCs por gases de baixo poder de aquecimento global (GWP, sigla em inglês) estaria perto da conclusão (redução de 96% de suas emissões) até 2050, em relação a 2020. Como resultado, as emissões de DDS atingem 176 Mt CO₂e em 2050, com as indústrias intensivas em energia respondendo por 87% dessas emissões.

O plano de mitigação da indústria apresenta maiores detalhes.

❖ **Oferta de Energia**

Em ambos os cenários, a produção *offshore* de petróleo e gás a partir da camada pré-sal aumenta de forma constante. Após a forte redução do preço do petróleo devido à crise do COVID-19 (de 66 USD / barril em 2019 para 23 USD / barril em 2020) e o aumento dos preços do petróleo e do gás devido à guerra da Ucrânia, assumiu-se que os preços do petróleo atinjam 50 USD / barril em 2025 e variem em torno desse nível médio ao longo do período 2025-2050. Sob esses pressupostos, o aumento das participações da produção brasileira de petróleo é direcionado para as exportações, uma vez que os custos de produção permanecem baixos e competitivos no mercado mundial. No DDS, essa participação é maior, pois o consumo doméstico de petróleo e gás é 25% menor do que no CPS (em 2050), o que também permite controlar as emissões de GEE das refinarias e as emissões fugitivas.

As emissões totais da oferta de energia em 2050 são de 93 Mt CO₂e no CPS e 52 Mt CO₂e no DDS. No cenário CPS, as emissões relacionadas com a oferta total de energia diminuem até 2025 (devido à redução da utilização de centrais elétricas a combustíveis fósseis) e crescem ligeiramente em 2030 (principalmente devido ao autoconsumo e às emissões fugitivas). As emissões da geração de energia mostram pouco crescimento, atingindo o pico por volta de 2035 e depois diminuindo ligeiramente até 2050. No cenário DDS, as emissões relacionadas à oferta de energia diminuem (devido à redução do uso de usinas térmicas fósseis e à ausência de subsídios para geração térmica a carvão, além de medidas para reduzir a intensidade de carbono no refino e E&P). A tendência de expansão da geração de energia do Brasil já é baseada em fontes renováveis e, portanto, tem menores emissões de GEE do que a maioria dos outros países. Em ambos os cenários, as emissões de GEE da geração de eletricidade diminuem passando de 49 Mt CO₂e em 2020 para 16 Mt CO₂e no CPS e 2 Mt CO₂e no DDS, em 2050.

O consumo de eletricidade cresce mais rapidamente do que o consumo geral de energia, mas os ganhos de eficiência no uso final permitem um menor crescimento do DDS. No CPS, o consumo de eletricidade cresce quase 80% de 2020 a 2050, atingindo 972 TWh (terawatt-hora), mas no DDS, o seu crescimento está limitado a 934 TWh (aumento de 73%), apesar de um aumento de 31 TWh na sua utilização nos transportes, graças a uma redução do consumo de 64 TWh no setor industrial, em comparação com o CPS.

No DDS, a geração de eletricidade brasileira atinge quase emissões líquidas zero até 2050. Em ambos os cenários, a energia hídrica, eólica e fotovoltaica são as principais fontes para expansão da oferta. Após 2040, quando o potencial hidrelétrico brasileiro estará quase totalmente explorado, a biomassa substituirá seu papel e complementarará as contribuições eólicas e solares. Em 2050, a capacidade instalada necessária de energia hidrelétrica será de 147 GW em ambos os cenários. A capacidade eólica *onshore* atinge 41 GW no CPS e 41GW no DDS, enquanto os sistemas fotovoltaicos representam 64 GW no CPS e 63 GW no DDS. A biomassa atinge 31 GW no CPS e 32 GW no DDS. O gás natural é restrito ao CPS com 11 GW e o eólico *offshore* ao DDS com 3 GW.

Além disso, as antigas usinas termelétricas são desativadas e substituídas por usinas renováveis (eólica, solar fotovoltaica e biomassa) devido aos seus custos mais baixos em ambos os cenários. No entanto, no CPS, o gás natural ainda desempenha um papel importante na geração de energia despachável. Por outro lado, no DDS,

grandes capacidades renováveis intermitentes são desenvolvidas usando cada vez mais a geração de energia hidrelétrica para garantir a flexibilidade da operação da rede.

A precificação global do carbono e o rápido desenvolvimento tecnológico em tecnologias de energia renovável (principalmente baterias, energia solar e eólica) são os principais facilitadores internacionais do DDS. Um imposto interno sobre o carbono pode reduzir a competitividade da produção de energia a partir do gás natural, ao passo que as melhorias tecnológicas e o desenvolvimento da experiência internacional podem permitir a competitividade das energias renováveis.

O plano de mitigação da energia fornece informações mais detalhadas sobre estes elementos.

❖ **Resíduos**

Ambos os cenários consideram que as metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e do Plano Nacional de Saneamento (PNSB) são cumpridas quanto à ampliação da cobertura do serviço.

Em relação aos resíduos sólidos, o percentual de resíduos coletados aumenta de 92% hoje para 100% em 2035 em ambos os cenários. No DDS, a disposição adequada em aterro diminui de 57% para 29% em 2050 devido à adoção de outros tipos de tratamento, enquanto no CPS, chega a 61%.

No DDS, a taxa de captura de biogás e destruição de metano em aterros sanitários atinge 25% do biogás produzido em 2050. Assim como nos países desenvolvidos, são introduzidas usinas térmicas e biológicas, atingindo 20% e 6% do total de resíduos gerados, respectivamente. A taxa de reciclagem passa de 2% para 25% também em 2050.

No CPS, apenas a disposição em aterro é a opção tecnológica considerada, com a captura de biogás e a destruição de metano permanecendo a uma taxa de 12% durante todo o período. A taxa de reciclagem permanece em torno de 2%.

A coleta e o tratamento de esgoto em ETEs (estações de tratamento de efluentes) variam de acordo com os cenários. No DDS, a taxa passa de 42% para 96% considerando todas as águas residuais geradas, em 2050, com as estações de tratamento anaeróbio aumentando de 20% para 35% desse volume em 2050. No CPS, a taxa de coleta e tratamento chega a 50%, com o tratamento anaeróbio chegando a 24%. Considerando o metano gerado nessas plantas, no DDS, a taxa de destruição de metano passa de 33% para 43% em 2050, enquanto na CPS, permanece em 33%.

Em 2050, as emissões de GEE no DDS atingem 86 Mt CO₂e, cerca de 50% menos do que o CPS, que aumenta até 169 Mt CO₂e, o que significa 170% a mais do que as emissões de 2020 no setor de resíduos.

A extensão substancial dos serviços de saneamento para melhorar o atual déficit de infraestrutura pode aumentar significativamente as emissões, a menos que as tecnologias de captura e queima de biogás sejam massivamente introduzidas.

As emissões acumuladas de GEE evitadas neste setor são de cerca de 2 bilhões de toneladas de CO₂e. As novas tecnologias serão rentáveis graças aos esquemas globais de precificação do carbono que levam ao comércio

internacional de créditos de carbono e aos fluxos financeiros necessários para atender aos requisitos de financiamento para esses investimentos.

O plano de mitigação de resíduos fornece informações mais detalhadas sobre estes elementos.

3. Metodologia de Modelagem³

Para simular os cenários, utilizamos uma modelagem que integra um conjunto de seis modelos setoriais a um modelo macroeconômico de equilíbrio geral (CGE) específico para o Brasil. Os modelos setoriais são: quatro modelos de demanda de energia (transportes, indústria, edificações e agricultura), um modelo para AFOLU e um modelo de oferta de energia (MATRIZ). Finalmente, um modelo de resíduos completa as estimativas.

As estimativas para a demanda de energia exigem dados semelhantes, como dados demográficos (população) e macroeconômicos (PIB, PIB setorial), bem como níveis de atividade e intensidade energética, de modo a fornecer resultados comparáveis (por exemplo, demanda final de energia em toneladas de óleo equivalente e emissões de GEE). No entanto, podem diferir amplamente em termos de especificação setorial, nível de detalhe e disponibilidade de outros dados.

O modelo 'Transport-Energy-Emissions Multi-Tier Analysis' (TEMA - Análise multinível de emissões de energia de transporte) é utilizado para calcular o uso de energia no setor de transportes brasileiro. O modelo foi desenvolvido por Gonçalves et al. (2019) e aplicado em estudos como Goes et al. (2020a; 2020b) e Gonçalves et al. (2020). Os cenários são projetados simulando a aplicação de políticas climáticas, tendências de mercado e comportamento do usuário que melhor representam as transformações da sociedade ao longo dos anos. Os dados macroeconômicos são utilizados para projetar a atividade de transporte (e a repartição modal) e a consequente utilização de energia bem como as emissões de GEE. No TEMA, o transporte rodoviário é o modo com o mais alto nível de detalhe, considerando 31 tecnologias que incluem categorias de veículos (por exemplo, carros, ônibus, caminhões) e *powertrains* (por exemplo, motores de combustão interna, veículos elétricos movidos a bateria, veículos híbridos, etc.). Os setores ferroviário, aéreo, aquático e de dutos são modelados de forma mais agregada devido à falta de dados em termos de tecnologia. Nesse caso, a abordagem "Activity-Structure-Intensity-Fuel" (ASI, Atividade-Estrutura-Intensidade-Combustível) é utilizada para calcular a utilização de energia e as emissões de GEE.

A abordagem ASIF também é aplicada para estimar o consumo de energia e as emissões de GEE do setor industrial brasileiro desagregado em onze segmentos: (i) Ferro e Aço, (ii) Ferroligas, (iii) Cimento, (iv) Indústria química, (v) Metais não ferrosos, (vi) Papel e Celulose, (vii) Alimentos e Bebidas, (viii) Têxtil, (ix) Mineração e pelletização, (x) Cerâmica, e (xi) Outras Indústrias. A estimativa das emissões de GEE é dividida em duas: (i) emissões do consumo de energia e (ii) emissões de processos industriais e uso de produtos (IPPU). No geral, os processos industriais que emitem GEE são a produção de metais, cimento e outros produtos minerais e produtos

³ Este é um extrato de Wills, et al. 2021, com algumas atualizações.

químicos. As emissões de utilização do produto abrangem as emissões de HFC para refrigeração e as emissões de SF₆ de equipamentos de transporte e distribuição de eletricidade.

As emissões de GEE da demanda de energia de edifícios (residencial, comercial e administração pública) e da agricultura são estimadas considerando as tendências históricas na evolução da demanda de energia e hipóteses do CPS até 2050, de acordo com diferentes fatores. No setor residencial, a demanda de energia responde à demografia e à renda per capita. Nos setores de serviços e da agricultura é impulsionada pelo crescimento setorial do PIB. Dado que não são simuladas mudanças tecnológicas, este cálculo é suficientemente detalhado para fornecer as estimativas globais da demanda setorial de energia. Eventuais diferenças entre os cenários CPS e DDS refletem apenas pequenas mudanças na renda per capita e na participação do PIB na agricultura e nos serviços.

Além do desmatamento, a modelagem AFOLU estima os níveis de atividade futura por correlação com as taxas de crescimento do PIB. Os níveis de atividade são ajustados para atender à demanda por produtos agrícolas de outros setores (etanol, biodiesel e florestas plantadas homogêneas) e exportações, conforme definido pelo modelo CGE. Os pressupostos sobre os ganhos de produtividade são retirados da literatura pertinente e a maioria das estimativas de emissões é calculada de acordo com a metodologia do inventário nacional. Também é simulada a adoção de práticas de mitigação de baixo carbono na agricultura, conforme prescrito no Plano Nacional de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC (recuperação de pastagens, fixação biológica de nitrogênio, sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e plantio direto). A simulação da produção e da área agrícola inclui soja, milho, cana-de-açúcar e um grupo de 14 culturas (algodão, amendoim, arroz, aveia, centeio, cevada, ervilha, fava, feijão, girassol, mamona, sorgo, trigo e triticale) e carne bovina. As taxas de desmatamento não são diretamente ligadas ao PIB, são definidas com base no julgamento de especialistas. Assim como a taxa de desmatamento, as terras a serem destinadas a unidades de conservação e as terras indígenas são determinadas de forma exógena. A área destinada à restauração de florestas nativas varia de acordo com os cenários.

Por fim, o modelo MATRIZ (CEPEL, 2020) representa o sistema energético brasileiro e detalha os setores de oferta de energia elétrica e refino de petróleo. O MATRIZ é um modelo de programação linear *bottom-up* para o planejamento de sistemas energéticos de médio a longo prazo, semelhante ao MESSAGE e ao TIMES (IEA-ETSAP, 2020; IIASA, 2020).⁴ Uma função objetiva minimiza o valor presente do custo total de investimento e operação do sistema para suprir a demanda final exógena de energia com base na disponibilidade de recursos, escolhendo a melhor configuração para expansão de capacidade e oferta de energia no horizonte avaliado. As cadeias de energia são representadas pela ligação de níveis de energia primários, secundários, finais e úteis. Uma mistura de diferentes tecnologias representa conversões de energia e extrações de recursos. Quatro subsistemas operacionais respondem pela complexidade do setor elétrico brasileiro. Além disso, cada período da análise é detalhado em quatro estações, cada uma contendo dois níveis de demanda de energia: pico e fora de pico. Esse nível de especificação é essencial para a segurança energética, garantindo que o sistema atenda às demandas sazonais e horo-sazonais e à geração de energia, bem como a períodos potenciais de hidrologia crítica. O MATRIZ calcula

⁴ MESSAGE e TIMES são ambos modelos *bottom up* de oferta de energia que usam programação linear para produzir um sistema de energia de menor custo, otimizado de acordo com uma série de restrições do usuário, geralmente em horizontes de tempo de médio a longo prazo.

as emissões de GEE de forma endógena. Uma penalidade é simulada na função objetivo especificamente para as tecnologias de combustíveis fósseis para representar a precificação do carbono.

Os modelos setoriais alimentam o IMACLIM-BR, um modelo de equilíbrio geral capaz de simular os efeitos macroeconômicos e sociais das políticas climáticas e da precificação de carbono no Brasil, (Wills et al., 2021; Gherzi, 2015; Hourcade et al., 2006).⁵ É um modelo de simulação dinâmica que retrata o crescimento econômico anual resultante de pressupostos sobre disponibilidade de mão de obra e produtividade do trabalho. Além dessas especificações centrais e para aumentar a relevância empírica, de forma semelhante às versões de outros países, o IMACLIM-BR se desvia do padrão CGE neoclássico por meio de quatro características principais, criando assim um modelo CGE híbrido para o Brasil⁶.

Em primeiro lugar, o IMACLIM-BR é calibrado com base em dados híbridos originais que conciliam as contas nacionais com o balanço energético e os preços verificados no ano base. Os dados de 2015 recentemente atualizados assumem a forma de uma Matriz de Contabilidade Social de 19 setores apoiada por contas satélites de seis fluxos de commodities energéticas consistentes com os preços documentados do mercado de energia específicos de agentes. A contabilidade híbrida tem uma influência significativa na análise macroeconômica por meio da reavaliação das participações de custo da energia nas funções de produção por meio das parcelas orçamentárias de energia para as famílias e da desagregação do consumo de energia entre setores e agentes (Combet et al., 2014; Le Treut, 2017).⁷

Em segundo lugar, o IMACLIM-BR traça caminhos de crescimento sob restrição de fluxos de energia a preços específicos do agente e requisitos de capital para oferta de energia e uso final de energia (Gherzi, 2015). Isso aloca parte do valor agregado para despesas de energia sob restrição e parte das dotações de fatores primários para volumes de oferta de energia restritos. Essas restrições de volumes, custos e preços pesam sobre o crescimento econômico.

Em terceiro lugar, o IMACLIM-BR simula um crescimento subótimo baseando-se em trajetórias de investimento exógenas em vez de otimização intertemporal e considerando mercados não energéticos imperfeitos através da subutilização de capital e trabalho. No mercado de trabalho, a inércia dos salários reais impede o pleno emprego, ou seja, simula a taxa de desemprego por meio de uma "curva salarial" (Blanchflower e Oswald, 2005). A taxa de utilização do capital é uma variável exógena que efetivamente aumenta o estoque de capital disponível. A trajetória da mobilização da capacidade ociosa é calibrada de modo a ser compatível com a reabsorção gradual do desemprego em condições de BAU (para o nosso cenário BAU, ver abaixo). É comum a todos os cenários.

⁵ O IMACLIM existe em uma versão multirregional global (Crassous et al., 2006; Sassi et al., 2010) e em um número crescente de versões de países (Hourcade et al., 2010; Testamentos, 2013; Schers et al., 2015; Le Treut, 2017; De Lauretis, 2017; Gupta et al., 2019, 2020; Soummane et al., 2020; Le Treut et al., 2021). Ver <http://www.centre-cired.fr/en/imaclim-network/imaclim-network-en/>.

⁶ Por uma questão de transparência e para facilitar a expansão para novas economias, o IMACLIM, incluindo sua versão brasileira IMACLIM-BR, agora tem acesso aberto e hospedada no Github (Le Treut et al., 2019). Além disso, Le Treut (2020) apresenta as equações genéricas das versões nacionais do IMACLIM. Todas as especificações nele contidas aplicam-se ao IMACLIM-BR, salvo especificação em contrário nos parágrafos seguintes.

⁷ Os 19 setores são: carvão, petróleo e derivados excluindo diesel, gás natural, biocombustíveis, diesel, eletricidade, silvicultura, pecuária, outra agricultura, cimento, ferro e aço, metais não ferrosos, produtos químicos, laticínios e produtos à base de carne, outras indústrias alimentícias, papel e celulose, outras indústrias, transportes e outras atividades. Os setores foram agregados a partir da matriz híbrida de 40 setores publicada em Grottera et al. (2021).

Por fim, o IMACLIM-BR se desvia ainda mais do paradigma neoclássico ao considerar o fechamento da poupança externa, ou seja, da balança comercial, para acomodar a dinâmica exógena do investimento e da poupança das famílias e o balanço orçamentário público resultante de alíquotas exógenas de impostos e dos gastos públicos (em proporção do PIB). Essa escolha de fechamento destina-se a representar a política monetária efetivamente adaptando a poupança externa para alinhar a poupança total com os requisitos de investimento (Taylor e Lysy, 1979).

O acoplamento entre os modelos *bottom-up* e o IMACLIM-BR é realizado por meio de uma troca de informações e dados chaves, de forma interativa, notadamente para atividade econômica setorial, intensidades e custos de energia, energia comercializada e custos de capital (Figura 1).

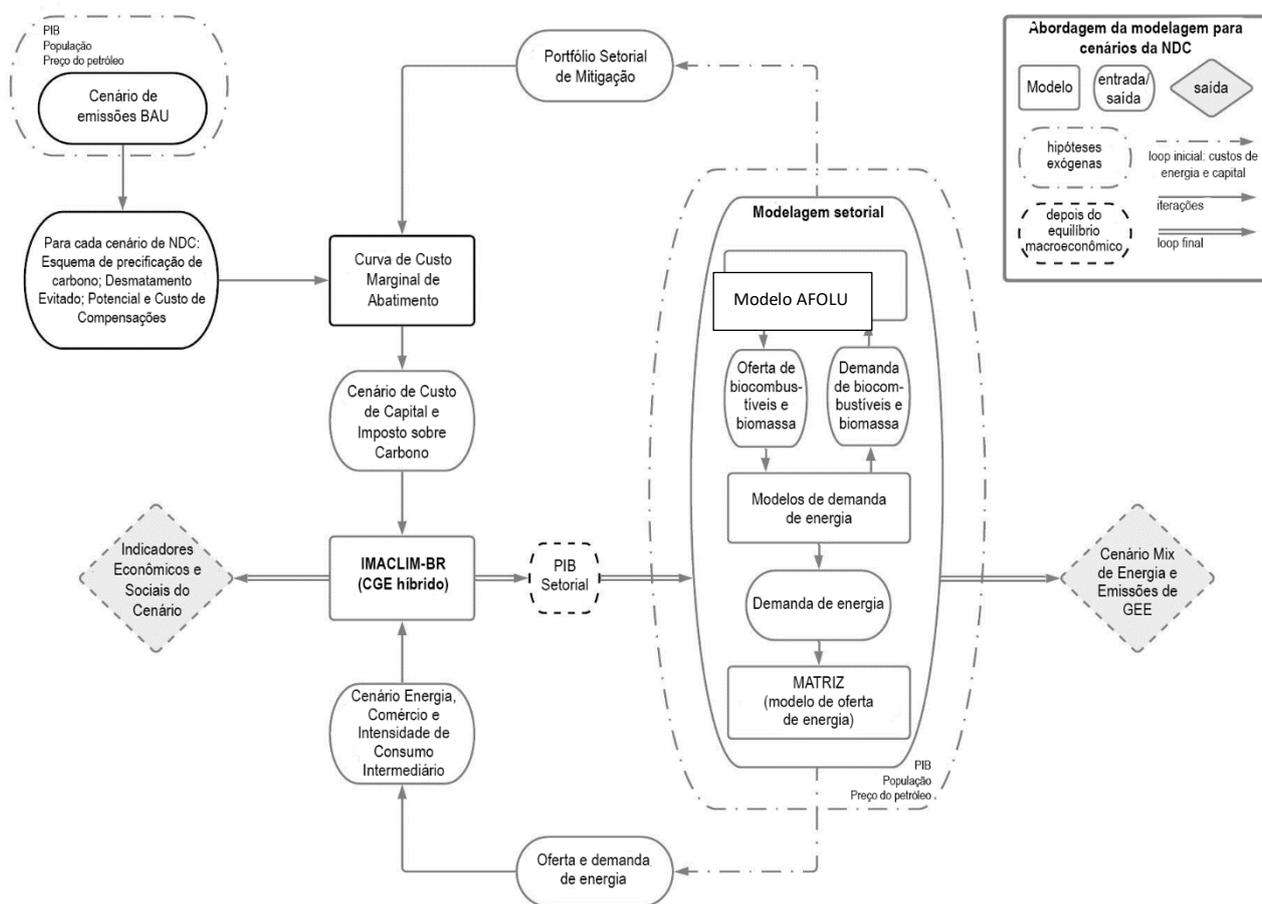


Figura 1. Diagrama de modelagem integrada para cenários do Brasil

Fonte: Adaptado de Wills et al. (2021)

O preço do carbono aumenta linearmente dentro de cada década, e auxiliou na definição de quais medidas de mitigação devem ser simuladas pelos modelos setoriais que informaram o IMACLIM-BR sobre a oferta e

demanda de energia e o total de investimentos necessários em mitigação. Esta troca de informações permite estimar os custos de mitigação e a demanda/oferta de energia por modelos setoriais e ser coerentes com a demanda de capital e os coeficientes de energia e tecnologia do modelo CGE. Após garantir o equilíbrio macroeconômico, além dos indicadores econômicos e sociais, o IMACLIM-BR disponibiliza novos níveis de atividade por setor, iniciando novamente o processo de iteração para calcular a demanda e oferta total de energia e o preço de equilíbrio do carbono.

Reduzir as emissões do desmatamento requer a retomada das políticas de comando e controle, já que a maioria delas resulta de atividades ilegais (Wills et al, 2021; Grottera et al., 2022).⁸

4. Ações de Mitigação, Metas e Marcos por Setor⁹

Nos cenários, as emissões de GEE atingem -87 Mt CO₂e no DDS e 1868 no CPS até 2050. A Tabela 1 apresenta os números por setor.

A maior parte das reduções de emissões de GEE vem da mudança do uso da terra e florestas. Em comparação com o CPS, em 2050, as emissões de DDS do desmatamento são 93% menores, uma redução de 967 Mt CO₂e. Além disso, as remoções de carbono aumentam 87%, o equivalente a 531 Mt CO₂e, graças ao aumento das áreas florestais e protegidas (terras indígenas e unidades de conservação). Os transportes são o segundo setor mais relevante, com uma redução de emissões de 129 Mt CO₂e (54%), seguido do setor dos resíduos com uma redução de 83 Mt CO₂e (49%), e das atividades pecuárias com 116 Mt CO₂e (22%). Finalmente, na indústria, a redução é de 91 Mt CO₂e (34%), e na oferta de energia somada a outros setores de consumo de energia é de 41 Mt CO₂e (35%). A única atividade com um ligeiro aumento nas emissões é o cultivo, com 4 Mt CO₂e (3%) a mais no DDS devido a um crescimento expressivo na produção, apesar da área agrícola aumentar moderadamente devido a altos ganhos de produtividade.

No DDS, apenas dois setores têm emissões de GEE mais altas em 2050 do que no ano-base de 2020: as atividades de cultivo aumentam as emissões em 29% e a indústria em 7%. Nestes casos, sob a suposição de que não há grandes avanços ou tecnologias disruptivas, a melhoria tecnológica atual é insuficiente para compensar os níveis de produção mais elevados.

⁸ Carolina Grottera, Giovanna Ferrazzo Napolini, Emilio Lèbre La Rovere, Daniel Neves Schmitz Gonçalves, Tainan de Farias Nogueira, Otto Hebeda, Carolina Burle Schmidt Dubeux, George Vasconcelos Goes, Marcelo Melo Ramalho Moreira, Gabriela Mota da Cruz, Claudio Joaquim Martagão Gesteira, William Wills, Gabriel Malta Castro, Márcio de Almeida D'Agosto, Gaëlle Le Treut, Sergio Henrique Ferreira da Cunha, Julien Lefèvre. Implicações da política energética dos cenários de precificação de carbono para a implementação da NDC brasileira, Política Energética, Volume 160, 2022, 112664, versão impressa ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112664>.

⁹ Esta seção é um extrato do relatório DDPBIIICS atualizado pela Climate and Development Initiative (Unterstell e La Rovere, et al., 2021)

Tabela 1. Total de emissões brasileiras de GEE por setor, 2005-2050, nos cenários CPS (políticas atuais) e DDS (descarbonização profunda) (Mt CO₂e)

MtCO ₂ e	Cenário	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Mudança de Uso do Solo (MUT) – emissões brutas	CPS	2.258	933	932	1034	1.039	1.039	1.039	1.039
	DDS					1.039	624	204	72
Remoções (MUT, Floresta, Áreas Protegidas e Outros)	CPS	-678	-675	-562	-608	-591	-573	-593	-610
	DDS					-683	-747	-882	-1.141
Agricultura	CPS	127	143	157	92	93	97	101	115
	DDS					91	99	106	119
Pecuária	CPS	393	395	399	432	450	466	485	529
	DDS					442	453	444	413
Transporte	CPS	139	174	206	175	195	209	220	240
	DDS					181	166	138	111
Indústria (Energia + IPPU)	CPS	141	162	167	165	176	194	231	267
	DDS					164	169	175	176
Energia (Oferta + Residencial e Serviços)	CPS	115	128	182	124	111	126	116	118
	DDS					96	93	86	77
Resíduos	CPS	67	74	84	99	110	121	143	169
	DDS					102	102	93	86
Total	CPS	2.562	1.336	1.564	1.511	1.584	1.679	1.742	1.868
	DDS					1.432	957	364	-87

Fonte: 2005-2015 a partir de Brasil (2020); estimativas dos autores para 2020-2050 (Unterstell, La Rovere et al., 2021)¹⁰

- Contribuição setorial para a mitigação

No DDS, além do enorme esforço para conter o desmatamento e aumentar as remoções, a política de precificação do carbono fornece as ações complementares de mitigação em outros setores necessárias para atingir emissões líquidas zero em 2050. A Tabela 2 apresenta as emissões acumuladas de GEE evitadas por década (Mt CO₂e).

¹⁰ Unterstell e La Rovere et al., (2021). Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030

Tabela 2. Emissões evitadas cumulativas (CPS-DDS) por ações de mitigação, por década (Mt CO₂e)

Emissões evitadas cumulativas por década (Mt CO ₂ e)	Décadas		
	2021 – 2030	2031 – 2040	2041 – 2050
Ações de mitigação total	2.584	9.720	14.548
Política de Precificação de Carbono	1.188	2.809	5.358
AFOLU	785	1.483	3.281
Restauração de florestas nativas em áreas públicas (por meio de concessão governamental)	57	302	1.291
Restauração de mata nativa em áreas privadas (compensações)	181	322	572
Florestas plantadas (sistemas lavoura-pecuária-floresta integrados e florestas homogêneas)	275	244	275
Agricultura	70	76	38
Pecuária (restauração de pastagens degradadas, intensificação, outros)	202	538	1.105
Transporte (carga e passageiro)	239	639	1.064
Troca de modal	65	169	271
Eletromobilidade	125	346	520
Biocombustíveis	48	124	273
Indústria	139	387	694
Indústrias energo-intensivas	99	257	451
Indústria leve (resto da indústria)	40	129	243
Oferta de Energia	25	300	319
Geração de eletricidade	8	112	100
Autoconsumo e emissões fugitivas	17	188	219
Outras políticas de mitigação	1.396	6.911	9.190
AFOLU	1.290	6.531	8.458
Redução da taxa anual de desmatamento + aumento de unidades de conservação, terras indígenas e outras áreas protegidas	1.290	6.531	8.458
Resíduos	106	380	732

Fonte: Baseado em La Rovere et al. (2021) e Unterstell, La Rovere et al. (2021) com ajustes de atualização

As políticas de comando e controle combinadas com a restrição do acesso de agricultores e pecuaristas a créditos públicos (sujeitos à conformidade com as leis e regulamentos ambientais) são responsáveis por 65% do total cumulativo de reduções de emissões de GEE até 2050 por meio da redução acentuada da taxa anual de desmatamento. O registro de 2004-2012 já demonstrou o potencial destas medidas se puderem ser novamente adotadas com êxito. As medidas de comando e controle permitem também aumentar a captura de carbono, aumentando o número e a superfície das áreas de conservação (por exemplo, áreas de preservação permanente, demarcação de terras indígenas e outras reservas legais).

A política de precificação do carbono pode fornecer 35% do total de emissões acumuladas evitadas até 2050 em diferentes setores: AFOLU (59%), Transportes (21%), Indústria (13%) e Oferta de energia (7%). A

restauração da vegetação nativa em áreas públicas e privadas tem um potencial de redução significativo e custos mais baixos do que em outros setores. Permite a remoção de 1650 Mt CO₂e até 2050, quando a restauração da vegetação nativa atinge 30,18 milhões de ha. As áreas privadas apresentam custos mais atrativos do que as áreas públicas (5,3 versus 12,9 USD/t CO₂e em 2021, 6,1 versus 21,3 em 2031 e 6,8 versus 23,5 em 2041). Considerando a aplicação do Código Florestal, as áreas privadas geram maiores emissões evitadas cumulativas nos períodos 2021-2030 (181 versus 57 Mt CO₂e) e 2031-2040 (322 versus 302 Mt CO₂e) do que as áreas públicas. No entanto, na última década, a maior parte das remoções vem de áreas públicas, graças a uma melhor relação custo-benefício. Assim, sua contribuição para as emissões cumulativas evitadas de GEE ao longo do período 2020-2050 alcança 1.650 contra 1.075 Mt CO₂e de áreas privadas.

A análise dos custos de mitigação indica a trajetória dos preços do carbono. Os custos de uma determinada opção de mitigação podem variar ao longo das três décadas devido ao aumento das economias de escala e variações nos pressupostos de custo (por exemplo, diminuição dos custos para veículos elétricos e eletricidade renovável). A Tabela 3 apresenta as emissões evitadas acumuladas de cada década por faixa de custo de mitigação (USD/t CO₂e).

Uma parte significativa das emissões evitadas pode ser obtida a custos negativos. Por exemplo, as trocas de modais no setor do transporte de mercadorias (por exemplo, de rodoviário para ferroviário e aquaviário), uma vasta gama de medidas de eficiência energética na indústria e práticas agrícolas sustentáveis (por exemplo, sistemas de plantio direto, fixação biológica de nitrogênio) podem ser implementadas a custos negativos até 2050. Na última década, essa participação foi reduzida para 13%.

Um caminho para emissões líquidas zero de GEE em 2050 pode ser alcançado com um preço de carbono de 19,0, 34,1 e 49,3 USD/t CO₂e, respectivamente, em cada década (taxa de câmbio de 2020). AFOLU continua a ser o setor-chave, uma vez que apresenta o maior potencial de mitigação, com um baixo custo por emissão de GEE evitada. As medidas de eficiência energética na indústria e a eletromobilidade no transporte de passageiros também fazem contribuições relevantes. A carteira de ações de mitigação identificada apresenta um declínio significativo nos retornos marginais após 26,6 USD/t CO₂e. Portanto, uma trajetória muito mais econômica dos preços do carbono (como 19,0, 22,8 e 26,6 USD/t CO₂e em cada década, por exemplo) pode fornecer uma meta ambiciosa de mitigação em 2050, não garantindo, mas se aproximando da neutralidade climática, pois forneceria 100%, 87% e 94% das emissões acumuladas evitadas no DDS em cada década. Isso se deve principalmente à hipótese de utilização apenas das tecnologias disponíveis. Ele ilustra o vasto potencial de mitigação pronto para ser aproveitado a baixos custos no Brasil, mesmo antes da implantação de novas tecnologias disruptivas que devem entrar em operação até 2050.

Tabela 3. Emissões evitadas cumulativas (CPS-DDS) por faixa de custo de ações de mitigação, por década (Mt CO₂e)

Faixas de custo da ação de mitigação (USD / t CO ₂ e)	2021 – 2030		2031 – 2040		2041 – 2050	
	Mt CO ₂ e	% Mt CO ₂ e / período	Mt CO ₂ e	% Mt CO ₂ e / período	Mt CO ₂ e	% Mt CO ₂ e / período
até 3,8	365	36%	1.060	40%	1.647	32%
até 7,6	659	65%	1.613	62%	2.236	43%
até 11.4	659	65%	1.613	62%	3.299	63%
até 15.2	963	95%	1.619	62%	3.299	63%
até 19.0	1,013	100%	1.619	62%	3.299	63%
até 22,8			2.282	87%	3.308	63%
até 26.6			2.309	88%	4.916	94%
até 30.4			2.319	89%	4.916	94%
até 34.2			2.618	100%	4.916	94%
até 49.3					5.254	100%

Fonte: com base em La Rovere, et al. (2021) e Unterstell, La Rovere et al. (2021)

- Implicações macroeconômicas e sociais do cenário de mitigação

O DDS permite alcançar a neutralidade de carbono, mantendo resultados de desenvolvimento econômico e social ligeiramente melhores do que o CPS. Ao longo do período até 2050, o PIB e o PIB per capita são ligeiramente mais elevados, a taxa de desemprego é ligeiramente inferior e o rendimento disponível médio para a classe de rendimento familiar mais pobre é ligeiramente superior ao CPS. As Tabelas 4 e 5 comparam os resultados macroeconômicos e sociais dos dois cenários.

Tabela 4. Principais resultados macroeconômicos dos cenários

Cenário	2015	2020	CPS (2030)	CPS (2050)	DDS (2030)	DDS (2050)
População	203	212	225	233	225	233
PIB (Bilhões 2020 USD)*	1.438	1.405	1.810	2.692	1.814	2.695
Varição do PIB em relação ao CPS	-	-	-	-	0,3%	0,1%
PIB per capita (Mil 2020 USD)	7,07	6,64	8,05	11,56	8,07	11,57
Balança Comercial (% do PIB)	-0,4%	-1,0%	-0,4%	-0,2%	-0,5%	-0,9%
Taxa de desemprego (%)	9,5%	7,6%	6,9%	7,4%	6,8%	7,2%
Índice de preços em relação ao CPS (CPS=1)	-	-	-	-	1,01	1,04
Total das emissões líquidas (Mt CO ₂ e)	1.564	1.511	1.679	1.868	957	-87
Emissões per capita (t CO ₂ e)	7,70	7,13	7,46	8,02	4,25	-0,37
Preço do carbono (2020 USD/t CO ₂ e)	-	-	-	-	19,0	49,3
Receitas de precificação de carbono (Bilhões 2020 USD)	-	-	-	-	16,0	43,0

* taxa de câmbio: 5,15 R\$/USD (2020).

Fonte: com base em La Rovere, et al. (2021) e Unterstell, La Rovere et al. (2021)

Tabela 5. Renda disponível das famílias por cenário e por classe de renda, 2015-2050

Cenário	2015	2020	CPS (2030)	CPS (2050)	DDS (2030)	DDS (2050)
Renda Disponível HH1 (2015=1) (20% mais pobres das famílias)	1,00	1,05	1,45	2,43	1,46	2,46
Renda Disponível HH2 (2015=1) (40% dos domicílios)	1,00	1,04	1,38	2,16	1,38	2,17
Renda Disponível HH3 (2015=1) (30% dos domicílios)	1,00	1,01	1,29	1,92	1,29	1,93
Renda Disponível HH4 (2015=1) (10% mais ricos das famílias)	1,00	0,98	1,22	1,79	1,23	1,80
Renda Disponível HH1 (em relação ao CPS)	-	-	-	-	0,3%	1,15%
Renda Disponível HH2 (em relação ao CPS)	-	-	-	-	0,07%	0,35%
Renda Disponível HH3 (em relação ao CPS)	-	-	-	-	-0,01%	-0,08%
Renda Disponível HH4 (em relação ao CPS)	-	-	-	-	-0,06%	-0,28%

Fonte: com base em La Rovere, et al. (2021) e Unterstell, La Rovere et al. (2021)

A política de precificação do carbono conduz a níveis de preços internos mais elevados, contribuindo para a deterioração dos termos de troca e afetando os resultados da balança comercial. A relação déficit da balança comercial/PIB é mais elevada no DDS do que no CPS, ao longo do período até 2050, embora inferior à de 2020 (mas superior à de 2015).

A reciclagem inteligente das receitas da precificação de carbono pode ser socialmente amigável. As receitas de carbono são distribuídas de volta para a economia, mantendo a evolução da capacidade líquida de financiamento do governo idêntica nos cenários CMA e REF, sob as seguintes regras: (i) parte das receitas de carbono é transferida de volta do governo para as famílias para neutralizar o efeito do preço do carbono sobre poder de compra; (ii) o

restante das receitas de carbono é usado para reduzir os encargos trabalhistas. Este último reduz as distorções na economia e é fundamental para criar mais 150 mil empregos no DDS em comparação com o CPS. Esses empregos são criados principalmente nos setores de serviços, transporte, florestas e biocombustíveis. O preço do carbono penaliza os setores intensivos em carbono em uma proporção mais alta, e a reciclagem das receitas de carbono favorece setores mais intensivos em mão-de-obra e classes domésticas mais pobres.

Os níveis mais elevados de emprego e salário no DDS melhoram a distribuição de renda. O impacto positivo nos níveis de renda das famílias é particularmente relevante nos grupos HH1 e HH2 (60% da base), que dependem mais da renda do trabalho. O HH1 (os 20% de domicílios mais pobres, a maioria dos quais estava abaixo da linha de extrema pobreza no ano base) se beneficia ainda mais do cenário DDS devido às transferências diretas das receitas de carbono coletadas do governo.

O DDS permite a neutralização das emissões de GEE em 2050, ao mesmo tempo em que mitiga os efeitos adversos da tributação do carbono nas famílias pobres. Os ganhos de renda disponível no DDS são significativos em comparação com o CPS, graças a níveis mais altos de atividade, menores encargos trabalhistas e maiores transferências do governo, que se refletem em mais empregos e maior renda. O DDS também é progressivo na distribuição de renda ao longo do período até 2050, já que as classes de renda mais baixas apresentam maior crescimento da renda disponível do que as mais ricas e um aumento mais rápido do que no CPS.

- Políticas e ações prioritárias de curto prazo no caminho para o zero líquido em 2050

As prioridades para o curto prazo derivadas da análise de cenários são:

- ✓ Retomar as políticas bem-sucedidas adotadas no passado recente (2004-2012) para reduzir drasticamente as taxas anuais de desmatamento (comando e controle e instrumentos econômicos).
- ✓ Desenvolver mecanismos financeiros inteligentes para promover o financiamento de oportunidades de investimento, principalmente na restauração da cobertura florestal e infraestrutura de baixo carbono.
- ✓ Precificação do carbono: fornecer um sinal estável e de longo prazo para induzir os agentes econômicos a escolher tecnologias de baixo carbono por meio de um esquema de *cap-and-trade* bem estruturado para a indústria e uma taxa de carbono em outros setores.
- ✓ Contar com o setor AFOLU para reduzir e capturar a maior parcela de emissões na primeira metade do século para se aproximar da meta líquida zero até 2050 ajuda a reduzir os custos gerais para o Brasil e fornece tempo suficiente para que as tecnologias disruptivas sejam economicamente viáveis.

No setor de AFOLU, políticas e ações focadas na redução do desmatamento e no aumento dos sumidouros de carbono são fundamentais no Brasil. Infelizmente, o governo que se encerrou em 2022 interrompeu várias políticas ambientais bem-sucedidas; portanto, as taxas anuais de desmatamento aumentaram nos últimos anos. A

retomada das estratégias de comando e controle – monitoramento, fiscalização, cobrança de multas e aplicação de embargos – que já são conhecidas e eficazes na redução do desmatamento, é considerada uma prioridade de curto prazo. Outras políticas e ações efetivas são: promover a articulação e a integração entre os diversos órgãos governamentais; regularização ambiental e fundiária; concessão florestal em terras públicas não designadas para qualquer uso específico; ampliação das áreas de conservação sob a categoria de unidades de conservação e demarcação de terras indígenas.

No setor agropecuário, políticas e ações efetivas estão associadas ao condicionamento de empréstimos públicos em condições favoráveis a agricultores e pecuaristas ao cumprimento do Código Florestal e das normas ambientais (Cadastro Ambiental Rural – CAR); monitoramento da origem dos produtos agrícolas (rastreadabilidade) e restrição à comercialização de produtos associados ao desmatamento; e mecanismos financeiros para promover práticas agrícolas de baixo carbono, incluindo assistência técnica e extensão rural.

No transporte, as reduções mais rápidas de emissões de GEE no curto prazo podem ser alcançadas acelerando-se o programa **RenovaBio** com metas maiores para as vendas de biocombustíveis e atualizando-se regularmente as metas de eficiência energética para motores de combustão interna. Isso inclui um maior incentivo público aos biocombustíveis de segunda geração, particularmente **HVO**, cada vez mais adicionado às misturas de biodiesel-diesel. A introdução da taxa de carbono sobre a gasolina e o diesel também é necessária. Além disso, é necessário implantar um conjunto complementar de instrumentos de política para priorizar o transporte público. Isso significa aumentar os subsídios e as isenções fiscais aos sistemas de transporte público de massa para melhorar a capacidade do setor de lidar com a incerteza e a instabilidade econômica pós-pandemia. A concepção e implementação de novos modelos de negócio associados à penetração dos carros elétricos pode ajudar a recuperar e melhorar o serviço de transporte rodoviário urbano (altamente impactado pela pandemia). Além disso, o desenvolvimento e a aprovação de normas e regulamentos, combinados com campanhas de educação e conscientização, são necessários para o crescimento do mercado de veículos elétricos (principalmente nas áreas metropolitanas).

O apoio financeiro ao investimento em tecnologias de baixo carbono através de mecanismos de crédito e isenções fiscais são prioridades de curto prazo para a indústria. A transição para uma indústria menos intensiva em carbono deve ser apoiada por investimentos significativos e uma mudança na atual estrutura financeira que não favorece as tecnologias de baixo carbono. O acesso a produtos financeiros e isenções fiscais para esses tipos de investimento é necessário para torná-los mais rentáveis. Além disso, um sistema de *cap-and-trade* para redução de emissões de GEE na indústria, permitindo compensações da AFOLU até um limite, é fundamental para ajudar a descarbonizar o setor. A precificação do carbono melhora a competitividade e os benefícios às empresas que assumem a liderança.

No que diz respeito à oferta de energia, é fundamental manter a política energética nacional orientada para explorar o potencial de implantação de energias renováveis. Um esquema de precificação do carbono incentivará o uso e a produção de biocombustíveis e evitará o aumento da capacidade de geração de energia termelétrica a combustíveis fósseis. O gás natural é um combustível de transição para uma transformação sustentável do sistema energético, enquanto devem ser aplicados incentivos para acelerar o descomissionamento da geração a carvão. A

eliminação gradual dos subsídios aos combustíveis fósseis, que não ajudam os pobres e dificultam os esforços em matéria de energias renováveis e de eficiência energética, é também uma medida fundamental. A reforma dos subsídios aos combustíveis fósseis deve ser acompanhada de um apoio transitório direcionado e limitado no tempo para indústrias, comunidades, regiões e consumidores vulneráveis. Os incentivos à geração distribuída de energia solar fotovoltaica têm de ser mantidos durante algum tempo (os subsídios e as isenções fiscais só seriam totalmente retirados em 2045).

No setor dos resíduos, é fundamental conceber e implementar incentivos e regulamentos adequados para promover a captura e queima do biogás e a sua utilização como combustível. Promover a capacitação dos municípios e incentivar parcerias para desenvolver um portfólio de oportunidades de investimento também é fundamental. O aumento das taxas de reciclagem pode ser alcançado através de uma regulamentação mais rigorosa e de sinais de mercado corretos para incentivar a reinserção de materiais de sucata e resíduos pós-consumo no ciclo económico.

- Principais facilitadores e aceleradores internacionais de transições domésticas

As principais condições internacionais que tornam o DDS plausível no Brasil são:

- ✓ Forte esforço internacional para cumprir o Acordo de Paris, com a maioria dos países adotando a precificação do carbono.
- ✓ Apoio substancial dos países do Anexo I para promover fluxos financeiros direcionados para ações de mitigação em países não incluídos no Anexo I, incluindo tanto os instrumentos de financiamento climático no âmbito da UNFCCC (GCF, SDM) como as iniciativas financeiras internacionais para canalizar capital privado para investimentos de baixo carbono.
- ✓ Os preços internacionais do petróleo permitem que a produção doméstica de petróleo *offshore* do pré-sal seja competitiva.
- ✓ Mecanismos comerciais preferenciais com impostos mais baixos que incentivem as importações de produtos de baixo carbono (por exemplo, aço verde) pelos países do Anexo I e exijam rastreabilidade e prova de origem das exportações de produtos agrícolas e florestais (contribuindo para o controle do desmatamento no Brasil).

AFOLU: Imposto de ajuste de fronteira de acordo com as pegadas de carbono e incentivos de mercado para produtos agrícolas e florestais com rastreabilidade e comprovação de origem podem ajudar a controlar o desmatamento no Brasil. A crescente demanda internacional por pellets de madeira pode ajudar o Brasil a plantar florestas para exportação maciça. O consumo global de carne per capita aumentará, e o Brasil continuará sendo um importante ator global no fornecimento de carne bovina. A demanda continuará aumentando à medida que a carne se tornar mais acessível nos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos. O crescimento económico global, especialmente em países asiáticos e latino-americanos com grandes classes médias, favorecerá o crescimento da demanda por carne, mesmo com um declínio na demanda dos países desenvolvidos.

Transportes: A consciencialização global e os interesses locais (decisores políticos e potenciais investidores) convergirão, tornando a mobilidade elétrica a bateria a principal mudança tecnológica no setor dos transportes, em detrimento, por exemplo, dos veículos a célula de combustível, dos híbridos não plug-in e dos convencionais equipados com motores de combustão interna. O fim da produção de veículos de passageiros com motores de combustão interna em larga escala ocorrerá primeiro nos países exportadores líderes. Ao mesmo tempo, a relação entre preço e densidade energética das baterias continuará em declínio, atingindo a paridade de preço de compra em relação aos veículos convencionais no Brasil entre 2035 e 2040. O ritmo lento em comparação com os principais atores globais se deve à ausência de fabricantes e fornecedores locais de veículos elétricos e a uma moeda instável. As principais rotas que conectam as áreas metropolitanas regionais e nacionais entre os países fornecerão estações de carregamento para médias e longas distâncias. Os problemas relacionados à interoperabilidade entre estações geridas por diferentes operadores e a segunda vida útil das baterias de veículos elétricos não serão representativos. Os biocombustíveis *drop-in* serão fundamentais ao considerar soluções não elétricas em todos os países, sendo alocadas sobretudo ao transporte de carga de longa distância.

Indústria: A precificação global de carbono e a implantação de tecnologias de baixo carbono ajudam a indústria nacional a embarcar em um caminho de descarbonização. Os preços globais do carbono tornarão os produtos menos intensivos em carbono mais competitivos, recompensando os pioneiros que investem em tecnologias de baixo carbono. Novos processos industriais econômicos reduzirão a pegada de carbono do cimento e do aço. Os custos de investimento são um dos principais obstáculos para o setor. Tecnologias como a redução direta do minério de ferro usando hidrogênio são caras para a indústria brasileira. A consolidação de novas tecnologias e a diminuição de custos serão fundamentais para ajudar na descarbonização do setor industrial.

Oferta de energia: Pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia mais eficazes e financiamento internacional de investimento de longo prazo são os principais facilitadores para a descarbonização no setor. A disponibilidade de tecnologias custo-efetivas de gás natural para substituir o carvão e os derivados de petróleo na indústria (por exemplo, redução direta do minério de ferro para a fabricação de aço), bem como para a geração de energia com baixo fator de carga (para complementar fontes de energia intermitentes, como geração eólica e solar) ajudará a evitar o *lock-in* de carbono (se o gás natural for canalizado para a geração de energia de carga na base). Os preços internacionais do petróleo permitirão que a produção doméstica de petróleo *offshore* do pré-sal seja competitiva. Isso proporcionará a oportunidade de ampliar o uso da renda do petróleo para a melhoria da educação e da saúde no país. A reciclagem das receitas de preços de carbono para reduzir os impostos sobre o trabalho e reduzir os custos de capital incentivará a criação de empregos e o investimento em infraestrutura de baixo carbono, melhorando a produtividade econômica geral.

Resíduos: Os fluxos financeiros internacionais, tanto através do artigo 6.º do Acordo de Paris como dos mercados voluntários de carbono, podem aumentar significativamente os investimentos na captura e queima de biogás. A promoção da utilização do biogás como fonte de energia (por exemplo, como biometano) e a transferência de tecnologia de outras soluções ambientalmente adequadas podem ajudar a mitigação neste setor.

- Resumo das principais conclusões

- ✓ O DDS é apenas um entre muitos caminhos para o Brasil alcançar a neutralidade climática até 2050.
- ✓ Pressuposto subjacente: utilização apenas das tecnologias disponíveis; enorme potencial de mitigação a baixos custos no Brasil mesmo antes da implantação de *breakthroughs* tecnológicos.
- ✓ A redução acentuada da taxa anual de desmatamento e a restauração da vegetação nativa em áreas públicas e privadas têm um potencial de redução significativo e custos mais baixos do que as ações de mitigação em outros setores.
- ✓ Um caminho para emissões líquidas zero de GEE em 2050 pode ser alcançado com um preço de carbono de 19,0, 34,1 e 49,3 USD / t CO₂e, respectivamente, em cada década.
- ✓ Esta via de precificação do carbono permite estabelecer metas e marcos setoriais de mitigação consistentes com uma meta de emissões líquidas zero de GEE em toda a economia em 2050, abrindo caminho para a criação de um esquema de *cap-and-trade* para o setor industrial e planos de mitigação setoriais.
- ✓ O DDS permite alcançar a neutralidade de carbono e, ao mesmo tempo, alcançar resultados de desenvolvimento econômico e social ligeiramente melhores do que o CPS (graças a uma reciclagem inteligente das receitas de precificação de carbono).

- Visualização dos resultados do país

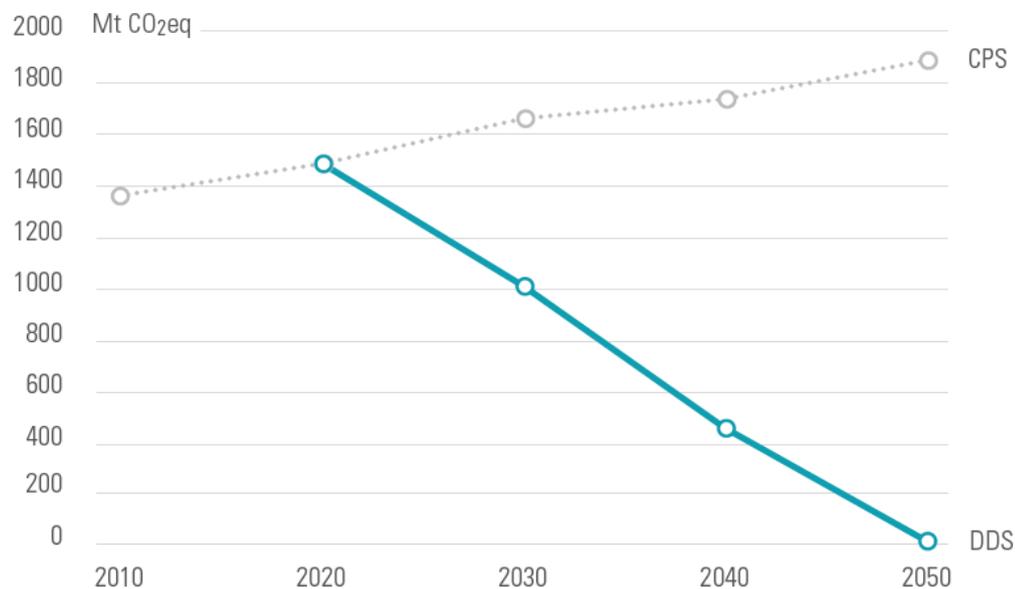


Figura 2. Emissões de GEE sob os cenários de políticas atuais (CPS) e de descarbonização profunda (DDS) (Mt CO₂e)

Fonte: La Rovere, et al. (2021)

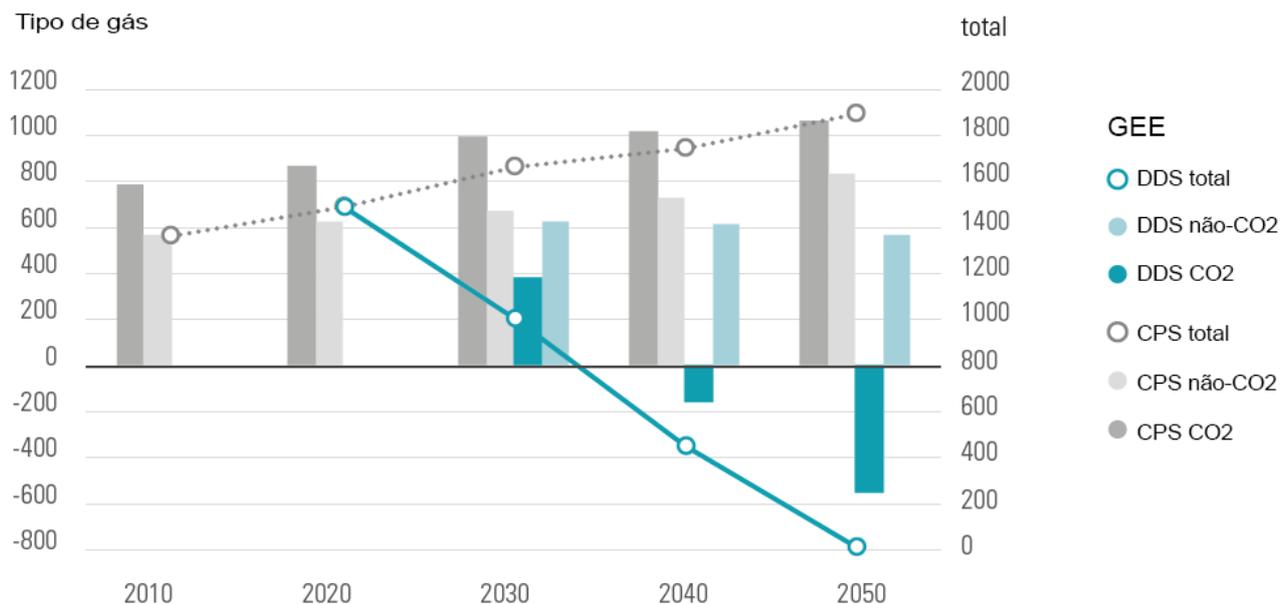


Figura 3. Emissões de GEE, CO₂ e não-CO₂, nos cenários (Mt CO₂e)

Fonte: La Rovere, et al. (2021)

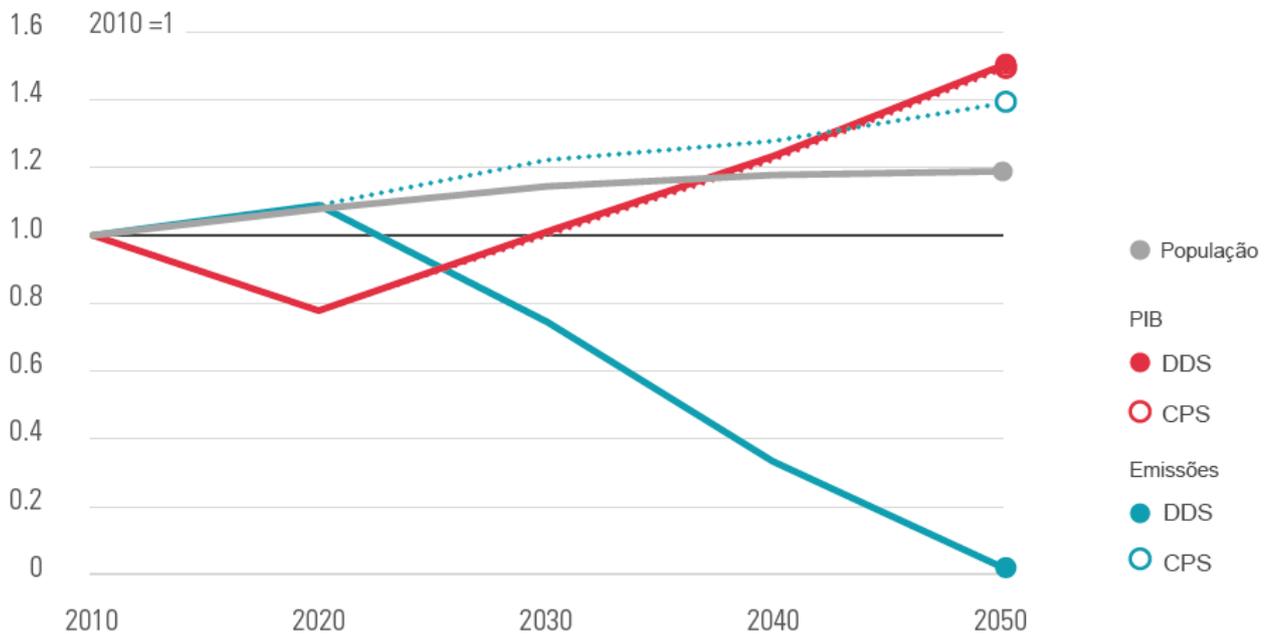


Figura 4. Emissões de GEE x População x PIB (2010 =1)

Fonte: La Rovere, et al. (2021)

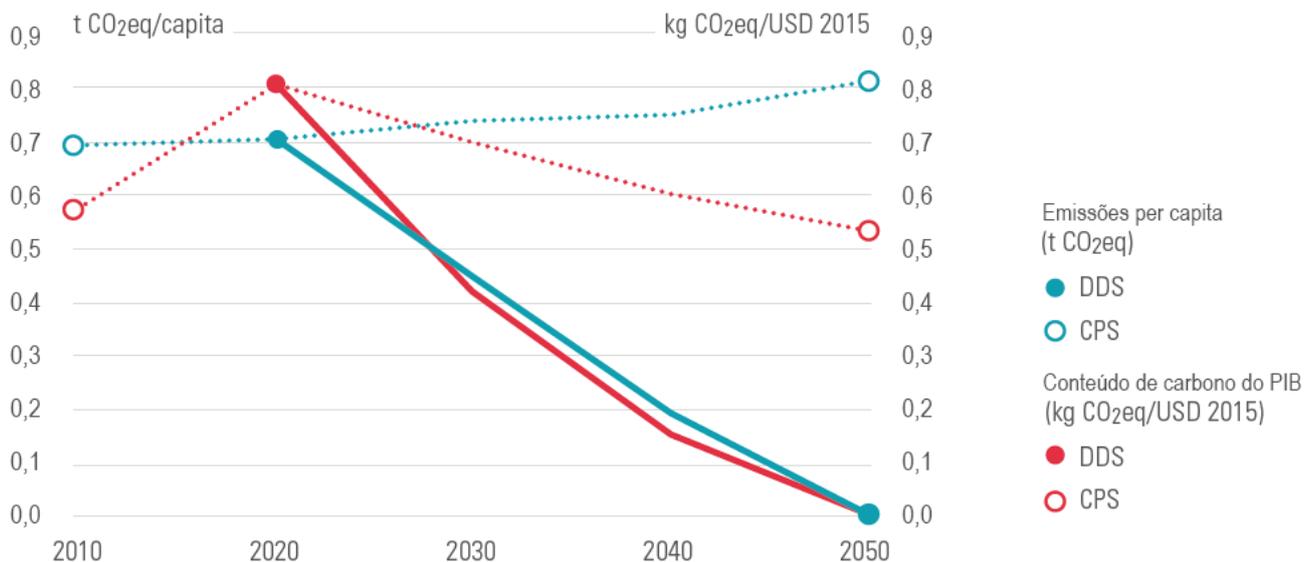


Figura 5. Intensidade de emissões per capita e por PIB

Fonte: La Rovere, et al. (2021)

Nota: O indicador da direita usa USD de 2015.

5. Visão Geral das Barreiras, Instrumentos Políticos Selecionados e Oportunidades de Investimento

5.1. Abordagem Metodológica

O processo de elaboração dos planos de mitigação setorial apresentados no presente relatório incluiu vários diálogos multilaterais (organismos governamentais, sector empresarial, comunidade científica e ONGs) para cada sector, cujo *feedback* é incorporado ao longo do desenvolvimento do estudo. Essa interação da equipe técnica com os *stakeholders* contribui para a validação e maior concretude dos resultados, além de ajudar a reduzir as incertezas quanto aos riscos políticos envolvidos nas opções, contribuindo para aumentar a conscientização dos investidores sobre alguns nichos de oportunidades para investir em ações de mitigação no Brasil, foco deste relatório.

As ações de mitigação enfrentam muitas barreiras para atrair investimentos em um país em desenvolvimento como o Brasil. As barreiras mais fundamentais são herdadas do processo histórico que levou à inserção do Brasil na economia global como país periférico. Eles são geralmente conhecidos como os "riscos políticos" do país (instabilidade política; condições macroeconômicas; risco cambial (flutuações da taxa de câmbio); risco de inflação; dívida pública; dívida externa; flutuação das taxas de juros; insegurança legal, entre outros).

O Plano de Mitigação aborda os obstáculos a nível microeconômico, identificando ou desenvolvendo instrumentos e mecanismos financeiros adequados e propostas de alteração de políticas. Diferentes barreiras para as ações de mitigação são encontradas juntamente com as etapas do ciclo de planejamento e implementação, desde a concepção até a redução real das emissões de GEE em comparação com uma linha de base.

A metodologia geral aplicada na elaboração de cada Plano Setorial inclui:

- Revisão de literatura;
- Revisão de estudos de mitigação nacionais anteriores e exercícios de cenários de baixo carbono (La Rovere et al, 2018);¹¹
- Identificação das ações de mitigação mais relevantes em cada setor, com base na identificação e seleção prévias dos principais obstáculos que afetam o seu desempenho e dos instrumentos para superar esses obstáculos;
- Verificação e apresentação do estado atual das ações de mitigação;
- Mapeamento de stakeholders e realização do processo de consulta de especialistas através de telefone, e-mail, reuniões virtuais, roteiros de entrevistas semiestruturadas e estruturadas, diálogos *multistakeholders* organizados pelo Centro Clima no âmbito de projetos sinérgicos (Projeto ACT DDP e Projeto Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030);
- Coleta e tratamento das respostas ao processo de consulta; e

¹¹ La Rovere et al., 2018.

- Detalhamento de oportunidades de investimento pré-selecionadas.

A aplicação deste quadro metodológico baseou-se no julgamento de especialistas da equipe do Centro Clima e na validação dos *stakeholders* consultados. A experiência anterior com a quantificação de diferentes vias de emissão de GEE para cumprir as metas brasileiras no âmbito do Acordo de Paris, com o envolvimento de vários *stakeholders* nas equipes de construção de cenários (SBT- *Scenario Building Team*), foi particularmente valiosa. Em vários estudos realizados desde 2014 (ver <http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/index.php/br/estudos-e-projetos/encerrados>), os cenários de descarbonização profunda foram comparados com os cenários de políticas atuais. A avaliação de desempenho das políticas, planos e programas de mitigação atualmente em andamento foi necessária para projetar cenários de referência de emissões de GEE no futuro. A análise de tendências passadas e atuais tem permitido avaliar a lacuna entre as metas de mitigação e os resultados, indicando a falta de efetividade das atuais ações de mitigação causada por diferentes barreiras à sua implementação. Os principais *stakeholders* já estiveram envolvidos em estudos anteriores do Centro Clima no âmbito das equipes de construção de cenários (SBT) e foram novamente consultados no âmbito deste projeto ao longo de 2020 e 2021, a fim de atualizar a análise e validar a priorização de barreiras – propostas de políticas – oportunidades de investimento de acordo com dois critérios fundamentais: mérito e viabilidade.

A metodologia para uma abordagem orientada para as partes interessadas inclui as seguintes etapas principais:

- Apresentar, discutir, obter *feedback* e validar pressupostos e resultados dos enredos e cenários iniciais elaborados pelo Centro Clima para o Cenário de Políticas Atuais (CPS) e o Cenário de Descarbonização Profunda (DDS);
- Identificar as principais barreiras para materializar o DDS e os instrumentos políticos (tanto de comando e controle quanto econômicos) para superá-los.

Em abril de 2021, realizamos uma série de quatro *webinars* multissetoriais para o projeto ACT DDP que, juntamente com os comentários e sugestões que recebemos dos parceiros do projeto DecarBoost, permitiram um primeiro relatório incorporando os *insights* fornecidos. Os eventos foram:

(i) Cenário Nacional para atingir Emissões de GEE Líquidas Zero até 2050 (100 participantes, em 7 de abril); (ii) O Setor Elétrico (65 participantes, no dia 8 de abril); (iii) A Indústria do Cimento (43 participantes, no dia 13 de abril); e (iv) AFOLU, com foco na cadeia produtiva da carne (31 participantes, no dia 15 de abril). Além disso, outra iniciativa de consulta foi realizada virtualmente para o Projeto Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030 entre julho e outubro de 2021, envolvendo aproximadamente 150 especialistas técnicos e cem lideranças de governos subnacionais, parlamento, organizações da sociedade civil, comunidades, empresas, fundos de investimento, coalizões e associações privadas. Nesses eventos, foram apresentadas e discutidas as principais

barreiras e instrumentos identificados quanto ao conjunto de ações setoriais de mitigação elencadas por meio deste estudo e dos projetos acima mencionados, fornecendo elementos valiosos para o aprofundamento da análise.

Assim, cada Plano Setorial proposto neste documento baseia-se em nossas estimativas modeladas do potencial de mitigação de cada NAMA e na validação de barreiras e instrumentos obtidos de diversos stakeholders.

5.2. Critérios para a Seleção das Ações de Mitigação

As ações de mitigação foram selecionadas entre inúmeras opções identificadas no Cenário de Descarbonização Profunda (DDS) do projeto DDP BIICS. O conjunto de opções é consistente com os objetivos de desenvolvimento do país, pode contribuir para a atual NDC, ou mesmo aumentar sua ambição, e foi corroborado por um extenso grupo de especialistas selecionados. Essas opções estão diretamente associadas a barreiras à sua implementação, mas podem ser superadas com instrumentos adequados. Para restringir e selecionar as ações de mitigação de GEE por setor, a equipe do Centro Clima analisou o conjunto de medidas de mitigação e utilizou os seguintes critérios básicos:

- Viabilidade: aceitabilidade e aspectos operacionais;
- Mérito: potencial de emissões de GEE evitadas, custo de implementação e cobenefícios das ações de mitigação.¹²

5.2.1. Custos de Mitigação

Até 2050, o DDS incluiu 32 ações de mitigação em diferentes setores. Elas foram escolhidas de acordo com seus custos, que foram limitados aos preços do carbono definidos para cada década de modo a garantir uma trajetória de emissões que leve a emissões líquidas zero até 2050. Tais custos são: até 19,0, 34,1 e 49,3 USD/t CO₂e, em 2030, 2040 e 2050, respectivamente. Para ilustrar¹³ melhor a relação entre os custos de mitigação e o potencial de redução, destacamos separadamente nos três algarismos abaixo as principais ações de mitigação (incluindo apenas aquelas que evitam pelo menos 5 MtCO₂e) que contribuem para o abatimento total em cada década. A Figura 6 apresenta a curva de custo de abatimento marginal (MACC) para o primeiro período (2021-2030). A Figura 7 e a Figura 8 apresentam o MACC para as décadas seguintes (2031-2040 e 2041-2050, respectivamente).

¹² Melhoria da qualidade de vida da grande maioria da população graças aos cobenefícios do DDS: serviços ecossistêmicos, menor poluição do ar nas cidades, melhor infraestrutura de saneamento, etc.

¹³ Os valores foram originalmente expressos em USD de 2015, conforme calculado em análises anteriores. O preço do carbono deve ser aplicado no Brasil usando a moeda local (reais) que foi acentuadamente desvalorizada entre 2015 e 2020. Assim, foram aplicados os seguintes ajustes para fazer a conversão adequada dos valores para USD de 2020: Preço do carbono em 2030 = Br\$ 97,70 / t CO₂e na moeda de 2020 = USD 19 / t CO₂e (a 1 USD = Br\$ 5,15 em 2020). Esse valor equivale a Br\$ 78,75/t CO₂e na moeda de 2015 = USD 25/t CO₂e (a 1 USD = Br\$ 3,15 em 2015).

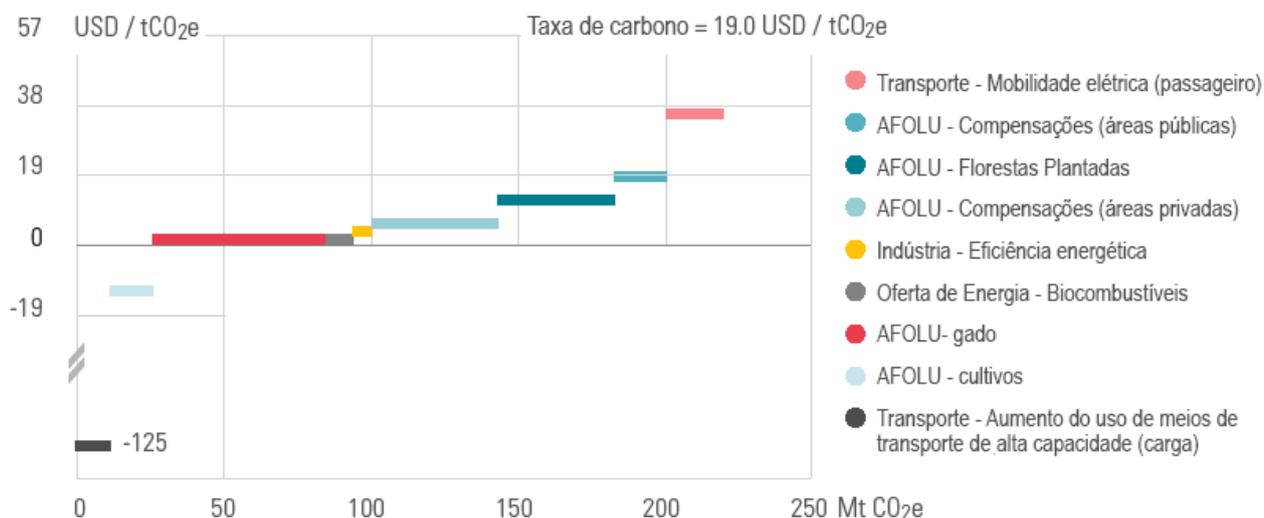


Figura 6. Curva de custo de abatimento marginal 2021-2030 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO_{2e})
Fonte: a partir de La Rovere et al (2021)

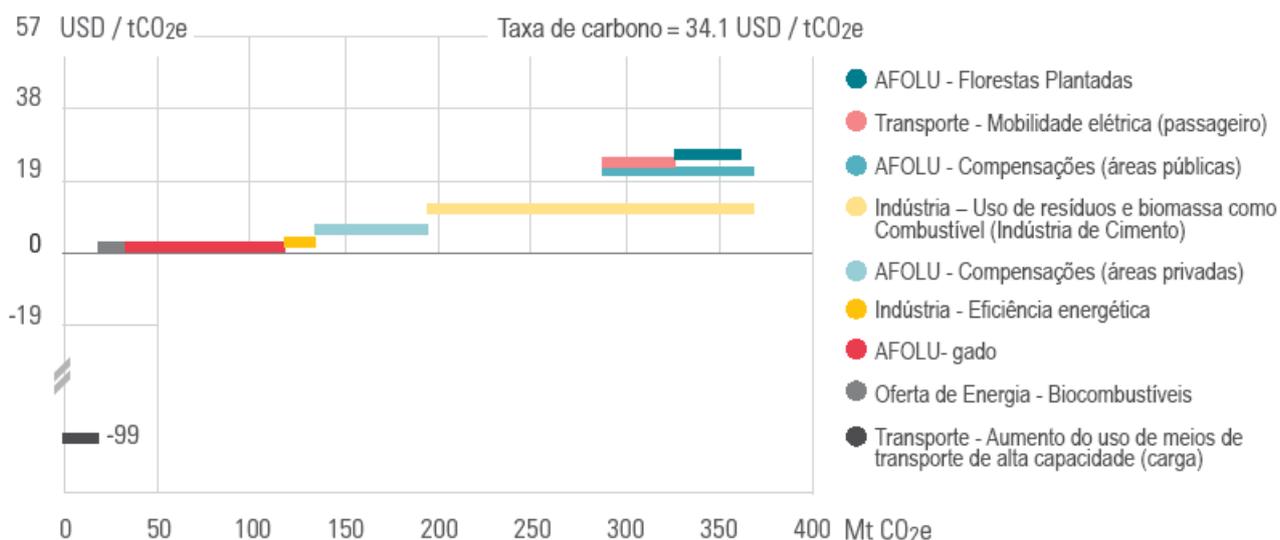


Figura 7. Curva de custo de abatimento marginal 2031-2040 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO_{2e})
Fonte: a partir de La Rovere et al (2021)

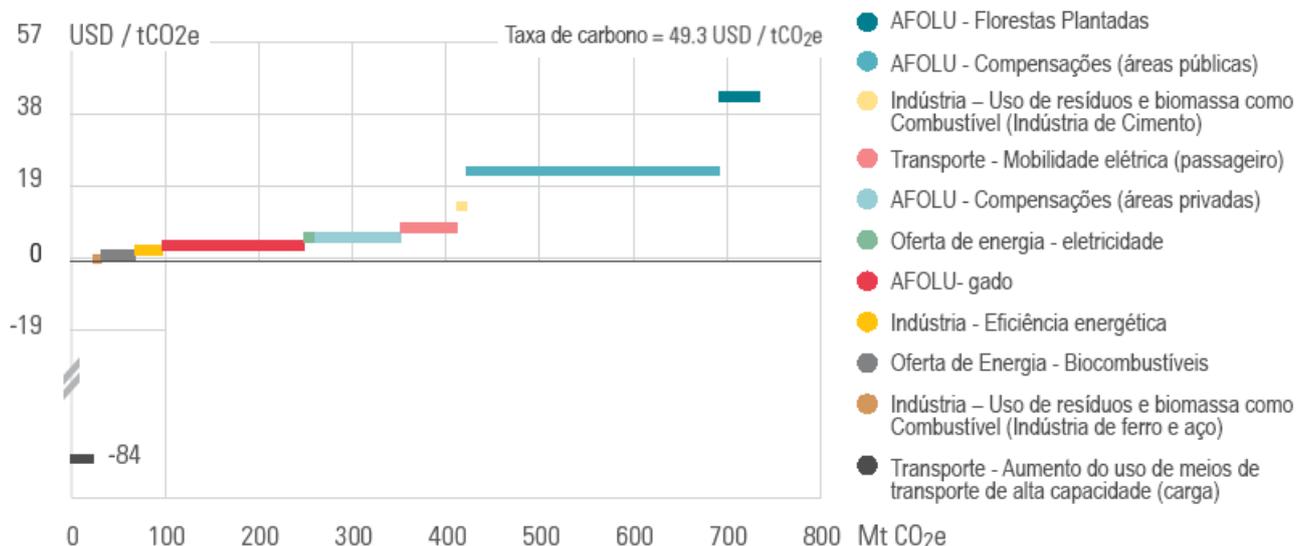


Figura 8. Curva de custo de abatimento marginal 2041-2050 (ações de mitigação evitando pelo menos 5 Mt CO₂e)
Fonte: a partir de La Rovere et al (2021)

Os custos das opções de mitigação podem diminuir ao longo das três décadas devido ao aumento das economias de escala e às reduções de custo das novas tecnologias (por exemplo, diminuição dos custos para veículos elétricos e geração de energia renovável). No entanto, um pressuposto subjacente importante no cenário DDS foi o de que ele considerava apenas o uso de tecnologias disponíveis, deixando claro que um enorme potencial de mitigação está disponível a baixos custos no Brasil, mesmo antes da implantação de *breakthroughs* tecnológicos.

5.2.2. Sinergias e Compromissos com os Objetivos Não Climáticos do País

Os padrões de vida no Brasil melhorarão lentamente e a distância para os países desenvolvidos será reduzida até 2050, seguindo a tendência global. Sob o DDS, a reciclagem inteligente das receitas de precificação de carbono reduz as emissões de GEE e as desigualdades sociais. Compensar as famílias pobres pelo aumento dos níveis de preços através de cheques verdes e promover o emprego através da redução dos impostos sobre o trabalho são os principais facilitadores para maximizar a sinergia entre as políticas climáticas e fiscais. Existem várias iterações complexas com os ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), mas as sinergias gerais com o DDS estão resumidas na Tabela 6.

Tabela 6. Sinergias com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)

Sinergia muito alta com os ODS	
13	Ação contra a mudança global do clima (mitigação radical)
07	Energia limpa e acessível (a geração de eletricidade alcança emissões líquidas quase zero)
11	Cidades e comunidades sustentáveis (cidades mais limpas devido ao maior uso de biocombustíveis, veículos elétricos, e aumento do uso de transporte de massa público)

15	Vida terrestre (redução radical do desmatamento e aumento da proteção das florestas)
Sinergia alta com os ODS	
9	Indústria, inovação e infraestrutura (mais inovação e competitividade industrial e maior investimento em infraestrutura de baixo carbono)
17	Parcerias e meios de implementação (maior nível de cooperação internacional)
6	Água potável e saneamento (crescimento mais rápido da infraestrutura de saneamento graças a maiores investimentos destinados à mitigação de emissões)
Sinergia moderada com os ODS	
1	Erradicação da pobreza
2	Fome zero e agricultura sustentável
3	Saúde e bem-estar
8	Trabalho decente e crescimento econômico (PIB per capita e renda disponível das famílias ligeiramente superior; menor taxa de desemprego e novos postos de trabalho nos setores de serviço, transporte, florestas e biocombustíveis)
10	Redução das desigualdades
12	Consumo e produção responsáveis
Neutro em relação aos ODS	
5	Igualdade de gênero
14	Vida na água
16	Paz, justiça e instituições eficazes

Fonte: La Rovere et al (2021)

❖ **AFOLU**

A segurança alimentar global e a conservação da biodiversidade podem ser objetivos complementares e sinérgicos usando práticas agrícolas sustentáveis que protegem, restauram e promovem o uso racional dos ecossistemas, reduzindo as emissões de GEE.

O aumento do uso de práticas agrícolas sustentáveis, como culturas mistas, rotativas e de sucessão, com plantio direto e integração lavoura-pecuária-silvicultura, proporcionam co-benefícios, como otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes do solo, maior retenção de água do solo, conservação da biodiversidade e aumento da produtividade agrícola.

Proteger, restaurar e promover o uso sustentável das florestas, incluindo a diversificação e a gestão florestal, previne a desertificação, interrompe/reverte a degradação dos solos e reduz as perdas de biodiversidade. Além disso, o estoque de carbono florestal também contribui para a redução de emissões por meio do uso de produtos de base florestal para substituir recursos não renováveis.

❖ **Transporte**

Além de reduzir as emissões de GEE, a mobilidade elétrica proporciona cobenefícios consideráveis para a saúde, para a segurança energética e para os gastos com a seguridade social da população afetada. Existe uma relação direta entre o orçamento da saúde e a poluição do ar nas cidades, causada principalmente por veículos equipados

com motores de combustão interna. Quanto mais os planejadores urbanos percebem uma redução nas internações hospitalares por problemas respiratórios, bem como de implicações associadas ao elevado ruído de tráfego, mais incentivam o uso de veículos elétricos nas regiões metropolitanas, principalmente motocicletas, ônibus e caminhões leves. A disseminação da mobilidade elétrica acompanha a expansão da oferta de eletricidade e telecomunicações para áreas remotas, levando a um maior controle de tensão na rede secundária. Por fim, a mobilidade elétrica no transporte rodoviário e ferroviário reduz a dependência do óleo diesel, um grande problema no Brasil, especialmente no transporte de carga. Além de ser uma fonte de energia mais cara e poluente, a alta volatilidade dos preços do petróleo bruto e do diesel mineral tem causado instabilidade social, incluindo greves e atos disruptivos, bem como pressões inflacionárias.

❖ **Indústria**

A descarbonização através de uma maior eficiência energética promove a produtividade industrial e a geração de emprego para recursos humanos qualificados na indústria e em toda a sua cadeia de suprimentos. A adoção de processos industriais de baixo carbono e outras inovações aumenta a competitividade e a resiliência. Além disso, a melhoria da eficiência energética e o aumento de combustíveis alternativos reduzem a dependência externa e os riscos associados às flutuações cambiais e nos preços das commodities energéticas, uma vez que as indústrias siderúrgica e cimenteira importam uma parcela significativa de seus combustíveis.

❖ **Oferta de Energia**

A expansão da produção de energia renovável e acessível (com a geração de energia atingindo quase zero emissões líquidas até 2050) promove a geração de emprego, reduz a poluição do ar e da água e melhora o bem estar e a resiliência social em geral. A implantação descentralizada de energia eólica e solar permite o desenvolvimento regional e é uma excelente oportunidade para estimular o crescimento econômico em comunidades distantes. O desenvolvimento da bioenergia em várias formas e para diferentes fins tem muitas sinergias com o desenvolvimento industrial e a proteção ambiental nas áreas rurais. A energia eólica offshore ganha força no Brasil, contando com diversos projetos em fase de licenciamento ambiental. Essa energia contribuirá para a produção do hidrogênio verde.

❖ **Resíduos**

A redução de baixo custo das emissões de GEE disponível qual seja a captura e queima de biogás de aterros incentiva o investimento em saneamento e ajuda a acelerar a construção da infraestrutura necessária para preencher a lacuna histórica no nível de cobertura do serviço. As famílias de baixa renda são as principais beneficiárias dessa expansão do serviço, trazendo benefícios sociais consideráveis. A geração de energia através da incineração controlada de resíduos nas grandes cidades, o uso de combustível derivado de resíduos (RDF) e o biogás como combustível na indústria aumentam a oferta de energia.

6. Requisitos de Investimento e Facilitadores Financeiros

O financiamento climático no Brasil não pode começar a ser discutido a partir do zero, pois o país tem um perfil muito peculiar em relação ao setor financeiro e aos mercados de capitais. O Brasil é bem conhecido por sua baixa taxa de poupança e alto custo de capital, que tem, ao longo dos anos, limitado os investimentos não apenas em projetos de baixo carbono, mas em infraestrutura geral. Aumentar a estabilidade política do país e melhorar os sistemas jurídicos e judiciais ajudará a reduzir riscos como altas taxas de câmbio voláteis e altas taxas de juros e beneficiará o mercado de capitais, fomentando todos os tipos de investimentos no país.

Serão necessários recursos financeiros sem precedentes e um setor financeiro público e privado preocupado com o ambiente para alcançar os objetivos do Acordo de Paris e dos ODS. Os recursos públicos por si só não serão suficientes. O setor financeiro é importante para mobilizar e canalizar os recursos financeiros para investimentos de baixo carbono, resilientes e sustentáveis. Cada vez mais, os proprietários de ativos, gestores de investimentos e bancos veem essa transição como uma oportunidade de negócio e alinham suas estratégias para esse fim.

Apesar do volume crescente de investimentos verdes e sustentáveis, os montantes totais ainda estão longe dos necessários para uma economia sustentável e de baixo carbono. A resolução das questões das mudanças climáticas e do crescimento sustentável é complexa e requer ações coordenadas entre muitos atores. Nos países em desenvolvimento, a superação das barreiras estruturais é fundamental para o desenvolvimento de um setor financeiro sustentável. Essas questões são particularmente relevantes para o Brasil.

Uma análise do setor financeiro brasileiro aponta três conjuntos principais de barreiras que comprometem o desenvolvimento saudável do financiamento climático no país:

- i. A primeira está relacionada ao alto nível de subsídios aos combustíveis fósseis no país: quase R\$ 100 bilhões, correspondendo a aproximadamente 1,4% do PIB do país, em 2019. A maioria destes subsídios deve-se a incentivos e deduções fiscais.
- ii. A segunda principal barreira é a falta de instrumentos financeiros e econômicos para fomentar investimentos de baixo carbono, como os títulos verdes e a implementação de uma política de precificação de carbono no Brasil. As barreiras a isso, de acordo com a revisão da literatura e entrevistas com *stakeholders* são: percepção de riscos mais elevados, falta de oferta e demanda por títulos verdes, baixa atratividade financeira, macroambiente instável, deficiências nos sistemas jurídico e judicial, ambiente político instável, cultura conservadora de investimento e *crowding-out* devido ao crédito subsidiado.
- iii. Por último, mas não menos importante, é também necessário ajustar e propor novas políticas e regulamentos financeiros para facilitar os investimentos em projetos de baixo carbono.

Para o setor financeiro, após uma extensa revisão da literatura e uma fase de consulta a *stakeholders*, foram concentrados esforços em quatro tipos de instrumentos políticos que são fundamentais para desencadear investimentos de baixo carbono no Brasil:

- i) **Redução progressiva e eliminação dos subsídios aos combustíveis fósseis:** no Brasil, os subsídios aos combustíveis fósseis totalizaram quase R\$ 100 bilhões em 2019, correspondendo a aproximadamente 1,4% do PIB do país. O montante total dos subsídios foi igual a três vezes o programa "Bolsa Família", que transfere recursos para famílias extremamente pobres no Brasil, e a cerca de 29 vezes o total de recursos do Ministério do Meio Ambiente do Brasil em 2019. O desafio de dimensionar e alterar os incentivos aos combustíveis fósseis não pode ser negligenciado e é um caminho estratégico para alcançar a redução da produção e do consumo de combustíveis fósseis no Brasil. No entanto, do ponto de vista nacional e geopolítico, lidar com incentivos e subsídios é um enorme desafio. Além das dificuldades metodológicas, do conteúdo técnico e da falta de transparência por parte dos governos, exige, de fato, um debate político sobre a direção do desenvolvimento.
- ii) **Instrumentos Financeiros:** Debêntures verdes ou títulos verdes e debêntures incentivadas são títulos de renda fixa usados para levantar fundos para implementar ou refinar projetos de longo prazo e comprar ativos com preocupação ambiental. Acabam atraindo investidores institucionais, como fundos de pensão e seguradoras. Os países em desenvolvimento enfrentam desafios no avanço de seus mercados de títulos verdes, em grande parte porque essas nações têm economias e mercados de capitais menos desenvolvidas. Esses desafios podem estar relacionados a barreiras estruturais que comprometem o desenvolvimento do mercado de títulos e a obstáculos específicos ao aumento dos fluxos financeiros para setores de baixo carbono. No que diz respeito às barreiras estruturais, de um modo geral, o estudo conclui que as condições que fomentam o desenvolvimento de um mercado de títulos convencionais também contribuem para o desenvolvimento de um mercado de títulos verdes e, por conseguinte, devem ser perseguidas pelo país. Fundos garantidores e instrumentos financeiros de compartilhamento de risco também são iniciativas muito promissoras para acelerar investimentos de baixo carbono em países em desenvolvimento.
- iii) **Precificação do carbono:** Com a precificação do carbono, seja um imposto ou um mercado, a decisão de reduzir as emissões ou pagar o preço do CO₂e emitido é feita pelo agente econômico, que compara o preço do poluente a ser precificado com seu custo marginal de mitigação. O que se espera é que os agentes econômicos com menor custo de controle reduzam mais, pois é mais barato controlar do que pagar o preço. No Brasil, o projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR) do Banco Mundial discutiu, simulou e analisou muitas opções de precificação de carbono em conjunto com o Ministério da Economia. O Centro Clima/COPPE/UFRJ foi responsável pelo componente de modelagem e simulou oito diferentes cenários econômicos e de emissão de GEE

até 2030, seis deles com precificação de carbono (Wills et al, 2021). De acordo com os resultados obtidos a partir das simulações, um cenário de precificação ideal no Brasil deve ter as seguintes características: a) aumento gradual de preços para permitir que os agentes se adaptem; b) amplo escopo para reduzir o preço de equilíbrio; c) ajustes fiscais de fronteira pareceram ser mais eficientes do que as opções de *grandparenting*; d) as compensações de reflorestamento florestal nativo são cruciais para o controle do preço do carbono; e) as receitas da precificação do carbono são muito importantes para reduzir os encargos trabalhistas e melhorar a distribuição de renda e reduzir a pobreza. Essas políticas públicas complementares são cruciais para a implementação bem-sucedida da precificação do carbono em um país em desenvolvimento como o Brasil.

- iv) **Políticas e Regulamentos Financeiros:** Políticas e regulamentações financeiras são fundamentais para desencadear investimentos sustentáveis e promover o financiamento climático no Brasil. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é a principal fonte de recursos reembolsáveis para o financiamento climático no Brasil. Atua por meio de importantes fundos ligados à sustentabilidade, como o Fundo Clima (Fundo Nacional de Mudanças Climáticas) e a Linha de Crédito Ambiental. Por meio dos recursos do Fundo Clima, o BNDES apoia a implementação de projetos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A composição das taxas de juros varia de acordo com a forma de apoio. Pode incluir o custo financeiro, a remuneração do BNDES, a taxa de intermediação financeira, a taxa do agente financeiro e a taxa de risco de crédito. Outros bancos de desenvolvimento, como bancos regionais de desenvolvimento e bancos multilaterais de desenvolvimento, também são fundamentais para promover a aceleração necessária no setor financeiro, a fim de permitir a realização das ambiciosas e desafiadoras metas do Acordo de Paris. O papel do Banco Central do Brasil também é relevante, e já começou a emitir regulamentos sobre a exposição das instituições financeiras a riscos climáticos. A extensão dessas regulamentações para cobrir também os riscos de transição de produtos e instituições financeiras e a criação de uma taxonomia brasileira de investimentos verdes e climáticos certamente serão uma importante contribuição para canalizar recursos financeiros para investimentos de baixo carbono.

Além disso, clubes climáticos e parcerias como as "Parcerias de Transição Energética Justa" (JET-Ps) em andamento com a África do Sul e com a Indonésia também são iniciativas muito promissoras, e estão resumidas abaixo para ilustrar como esse tipo de parceria poderia desencadear investimentos sem precedentes de baixo carbono no Brasil:

- **Parceria de Transição Energética Justa com a África do Sul:** Os governos da África do Sul, França, Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos, juntamente com a União Europeia, criaram uma nova Parceria de Transição Energética Justa ambiciosa e de longo prazo para ajudar os esforços de descarbonização da África do Sul. A Parceria visa acelerar a descarbonização da economia da

África do Sul, com foco no setor elétrico. Um investimento inicial de US\$ 8,5 bilhões será feito na primeira fase, usando uma variedade de mecanismos, incluindo subvenções, empréstimos concessionais e investimentos, bem como instrumentos de compartilhamento de riscos. Espera-se que a Parceria reduza até 1-1,5 giga toneladas de CO₂e nas emissões de GEE nos próximos 20 anos e ajude a África do Sul a acelerar sua transição para uma economia de baixa emissão e resiliente ao clima.

- **Parceria de Transição Energética Justa com a Indonésia:** Os governos dos Estados Unidos, Japão, Canadá, Dinamarca, França, Alemanha, Itália, Noruega, Reino Unido e União Europeia anunciaram sua dedicação a metas climáticas inovadoras e financiamento relacionado para ajudar a Indonésia em uma transição energética ambiciosa e justa, consistente com os objetivos do Acordo de Paris e ajudando a manter o limite de aquecimento global de 1,5 °C ao alcance. Inclui uma estratégia baseada no crescimento das energias renováveis, na eliminação progressiva da produção de eletricidade a carvão dentro e fora da rede e em compromissos adicionais em matéria de reformas regulamentares e de eficiência energética. Este plano também inclui um caminho acelerado de redução de emissões do setor de energia para líquido zero até 2050. O objetivo geral dessa cooperação de longo prazo com a Indonésia é mobilizar US\$ 20 bilhões em financiamento público e privado durante um período de três a cinco anos, utilizando uma combinação de subvenções, fundos garantidores, empréstimos a taxas de mercado, garantias e investimentos privados. O caminho para alcançar os ambiciosos objetivos climáticos e energéticos será pavimentado por esta iniciativa. Os países membros levantarão US\$ 10 bilhões, ou metade desse montante. Através do Banco Europeu de Investimento (EIB, sigla em inglês), a UE disponibilizará um bilhão de euros deste montante à Parceria, a fim de financiar projetos qualificados que promovam e integrem as energias renováveis para descarbonizar o sistema energético da Indonésia. Além disso, a UE destinará 25 milhões de dólares em subvenções e assistência técnica.

Uma iniciativa semelhante pode ser desenhada para o Brasil, com base na experiência do Fundo Amazônia (que também pode ser significativamente ampliada em sua próxima fase sob a administração que se iniciou em 2023), permitindo abranger outros setores além do uso da terra (especialmente silvicultura, transporte e resíduos – ver Tabela 7 abaixo).

Em suma, para orientar o país para o caminho da neutralidade climática até meados do século, é necessário conectar a demanda por financiamento climático a instrumentos econômicos e financeiros que ajudem a reorientar as fontes para investimentos em baixo carbono, atualmente direcionadas para a Formação Bruta de Capital Fixo. Um dos principais instrumentos é a implementação de uma política de precificação do carbono, que idealmente deveria ocorrer no âmbito de uma reforma tributária mais ampla, onde várias questões que estão correlacionadas podem ser abordadas como a limitação de subsídios e despesas fiscais a atividades intensivas em carbono e a criação de novos instrumentos financeiros capazes de aumentar a atratividade de investimentos de baixo carbono.

Um mercado de carbono *cap-and-trade* pode cobrir as emissões do setor industrial, garantindo flexibilidade e favorecendo a minimização de custos para reduzir as emissões de GEE.

No entanto, para que o país atinja a neutralidade de emissões em 2050 (NDC brasileira revisada entregue à UNFCCC em abril de 2022), será necessário que o setor AFOLU contribua ativamente, não apenas alcançando taxas líquidas de desmatamento anual zero, mas também fornecendo uma quantidade substancial de remoções de CO₂ por meio da restauração de florestas nativas, e programas de arborização em terras degradadas.

Permitir que a indústria utilize compensações da restauração florestal nativa pode ser uma oportunidade para alavancar investimentos nesse setor-chave no Brasil, levando a restauração de florestas nativas a um novo patamar. Por outro lado, é importante que a utilização de compensações pelo setor industrial se limite a 30% dos objetivos de redução das emissões (de acordo com os resultados do DDS), pelo que as empresas industriais continuam a investir na sua modernização, aumentando a eficiência e, assim, mantendo-se competitivas no mercado internacional ao longo do século.

Para o setor de transportes, uma possibilidade é a utilização de uma taxa inteligente sobre o carbono, que auxilie a Petrobras em sua política de precificação de combustíveis para o mercado interno. Esta taxa consideraria e harmonizaria a volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional, mais a volatilidade da taxa de câmbio, criando um corredor de preços que aumentam ao longo do tempo, a fim de permitir a competitividade dos combustíveis renováveis e as opções de eficiência energética, permitindo uma transição suave, com uma pequena volatilidade, de modo a que os agentes do mercado teriam uma visão clara do comportamento de longo prazo dos preços dos combustíveis.

Essa é uma das muitas maneiras diferentes de implementar uma política de precificação de carbono no Brasil. Com os incentivos econômicos e financeiros adequados, seria possível implementar um plano de investimento ambicioso em consonância com o objetivo de neutralidade das emissões em 2050 e com o Acordo de Paris (ver Parte II do presente relatório).

A Tabela 7 abaixo apresenta os requisitos adicionais de investimento no DDS em comparação com os níveis do CPS nas próximas três décadas por setor (La Rovere et al., 2021).

Tabela 7. Requisitos adicionais de investimento em mitigação no DDS no Brasil em comparação com o CPS, por setor econômico, por década

Investimento setorial (em bilhões de US\$)	2021-2030	2031-2040	2041-2050
AFOLU	3,23	11,08	27,62
Transporte	12,92	29,09	41,41
Indústria	1,81	5,98	11,11
Oferta de energia	0,34	1,32	2,65
Resíduos	-	21,33	30,14
Total	18,31	68,80	112,93

Notas: 1. O investimento adicional na oferta de energia considera a eletricidade e os biocombustíveis. 2. Taxa de câmbio 5,15 R\$/USD (valores de 2020). 3. Valores não descontados.

Fonte: La Rovere et al., 2021.

O investimento adicional em mitigação somaria cerca de US\$ 200 bilhões em um caminho que levaria a emissões de GEE líquidas zero em 2050. Isso representaria apenas um aumento de 0,5% na taxa de investimento (Total de Investimentos/PIB) no DDS em relação ao CPS.

No entanto, as necessidades variam de acordo com os setores. Seriam necessários mais investimentos nos sectores dos transportes, resíduos e AFOLU (agricultura, florestas e uso do solo). Os investimentos em energia do CPS não precisam de um alto nível de investimentos adicionais para trilhar um caminho de descarbonização profunda. Tal pode ser explicado por uma parte significativa das emissões evitadas obtidas a custos negativos ou muito baixos e pelo sistema de licitações em vigor para assegurar parcerias público-privadas para financiar a expansão do sistema elétrico.

Um aumento substancial da taxa de investimento não é necessário no DDS (em relação ao CPS), destacando que uma mudança nos padrões de investimento atuais é mais importante do que encontrar recursos adicionais para a descarbonização. Isto demonstra a necessidade de criar instrumentos econômicos e financeiros que possam promover uma forte transição dos investimentos tradicionais para os investimentos de baixo carbono.

7. Referências

- Brasil (2020). Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. CNI/DDIE/ECON/Unidade de Edição. Atualizado em 7 de março de 2022 https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/b0/6f/b06f3ef0-14f3-4497-b1d2-5716d2c95df5/industrvs_importance_in_brazil_march2022.pdf
- Goes, G. V., Gonçalves, D. N. S., Márcio de Almeida, D. A., La Rovere, E. L., & de Mello Bandeira, R. A. (2020a). MRV framework and prospective scenarios to monitor and ratchet up Brazilian transport mitigation targets. *Climatic Change*, 162(4), 2197-2217.
- Goes, G. V., Gonçalves, D. N. S., Márcio de Almeida, D. A., de Mello Bandeira, R. A., & Grottera, C. (2020b). Transport-energy-environment modeling and investment requirements from Brazilian commitments. *Renewable Energy*.
- Gonçalves, D.N.S.; Goes, G.V.; D'Agosto, M. de A (2019). Transportes no Brasil – Panorama e Cenários Prospectivos para atendimento da Contribuição Nacionalmente Determinada; Rio de Janeiro, 2019. Available at: <https://ibts.eco.br/relatorios-tecnicos/>. Accessed on 10 December 2020.
- Gonçalves, D.N.S.; Goes, G.V.; D'Agosto, M. de A (2020). Energy transition in Brazil: Paris Agreement compatible scenario for the transport sector up to 2050. *Climate Transparency*. Available at: <https://climate-transparency.org/>. Accessed on 01 January 2022.
- La Rovere, Emilio L.; Wills, William; Grottera, Carolina; Dubeux, Carolina B. S.; Gesteira, Claudio. Economic and social implications of low-emission development pathways in Brazil. *Carbon Management JCR*, v. 9, p. 563-574, 2018.
- Unterstell, La Rovere, Ana Paula Prates, Berta Pinheiro, Bruna Guimarães, Carolina Burle Schmidt Dubeux, Clara de Queiroz, Claudio Gesteira, Daniel Neves Schmitz Gonçalves, Emilio La Rovere, Erika Carvalho Nogueira, Fernanda Westin, George Vasconcelos Goes, Giovanna Cavalcanti de Carvalho, Giovanna Napolini, Isabela Cristina de Araújo Lima, Márcio de Almeida D'Agosto, Marina Caetano, Michele K. Cotta Walter, Natalie Unterstell, Nathalia Martins, Olivia Ainbinder, Otto Hebeda, Saulo Machado Loureiro, Sergio Henrique F. Cunha, Taciana Stec, Walter Figueiredo De Simoni e William Wills, 2021. *Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030*. Disponível em <https://www.institutotalanoa.org/documentos>
- Wills, W.; La Rovere, Emilio Lèbre; Grottera, C.; Napolini, G. F.; Le Treut, G.; Gheri, F.; Lefevre, J.; Dubeux, C. B. S.. Economic and social effectiveness of carbon pricing schemes to meet Brazilian NDC targets. *CLIMATE POLICY JCR*, v. 22, p. 48-63, 2021.

Parte III.

PLANOS SETORIAIS DE MITIGAÇÃO

Plano de Mitigação do Setor de AFOLU

Autores: Michele Cotta Walter, Carolina Dubeux & Giovanna Napolini

1. Apresentação do Setor

O Brasil é um país predominantemente florestal com quase 500 milhões de hectares de florestas naturais e plantadas, o que corresponde, em média, 60% de seu território. Destes 500 milhões aproximadamente 50% são caracterizados como Áreas Protegidas. O setor de agricultura inclui culturas temporárias, culturas permanentes, produtos florestais e pastagens. A área com agricultura é de aproximadamente 230 milhões de hectares, com pastagens cobrindo cerca de 75% e culturas agrícolas 25%. A agricultura é o motor essencial para o crescimento econômico do Brasil. A produção cresceu rapidamente nas últimas décadas, impulsionada pelo aumento da demanda global e pelos avanços tecnológicos. Mudanças nas práticas de manejo dos cultivos e expansão da área colhida permitiram que o Brasil se tornasse um dos principais exportadores de soja, carne bovina e celulose.

Agricultura, Florestas e Mudança do Uso da Terra (AFOLU, sigla em inglês) é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil. Cerca de 73% das emissões brutas de GEE vieram deste setor em 2020, quando as emissões da mudança de uso da terra e florestas (LULUCF) atingiram 998 Mt CO₂e (46% do total) e as emissões da agricultura 577 Mt CO₂e (27%). No entanto, quando consideradas as emissões líquidas, as emissões de LULUCF caem para 363 Mt CO₂e (24% do total), tornando-se a terceira fonte de emissões atrás da Agricultura e Uso de Energia (SEEG, 2021).

Desde a 15^a COP/UNFCCC (2009), o Brasil se comprometeu voluntariamente a reduzir as emissões de GEE por meio das NAMAS e criou a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei 12.187/2009). Um dos instrumentos da PNMC é o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixo Carbono na Agricultura (Plano ABC). O Plano ABC teve como objetivo incentivar a adoção de tecnologias sustentáveis de produção de baixo carbono na agricultura no período 2010-2020. Em 2021, o Decreto 10.606/2020 instituiu a nova fase do Plano ABC 2021/2030, conhecido como ABC+, contando com uma estrutura mais moderna e integrada para discutir avanços e adotar tecnologias sustentáveis de produção.

Em 2017, o Governo Federal instituiu a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) por meio do Decreto 8.972/2017, que tem como instrumento o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). O Proveg visa articular, integrar e promover políticas e programas de recuperação de florestas e outras formas de vegetação nativa em pelo menos 12 Mha, no Brasil.

A adoção de ações de mitigação relacionadas à redução do desmatamento e ao aumento da área florestal é fundamental para que o país cumpra os compromissos estabelecidos na NDC e alcance a neutralidade climática em 2050. Nesse contexto, os cenários prospectados no Projeto DDP BIICS (La Rovere et al., 2021) e no estudo “Clima e Desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030” (Unterstell e La Rovere et al., 2021) mostram que a maior parte das reduções de emissões de GEE são proporcionadas pela mudança do uso da terra e pela silvicultura.

A redução do desmatamento e a promoção da restauração florestal em larga escala são as principais medidas de mitigação do Brasil para reduzir as emissões líquidas de GEE. A maior parte das barreiras identificadas para

reduzir o desmatamento está associada à impunidade para os crimes ambientais, retrocessos nas políticas ambientais, incentivo à grilagem de terras públicas e baixa rastreabilidade da cadeia de alguns produtos agrícolas. Por outro lado, áreas de florestas públicas não destinadas, áreas de proteção permanente e áreas rurais desmatadas ou sem cobertura vegetal representam uma oportunidade para a expansão de reflorestamentos e para restauração florestal no Brasil. Programas de apoio ao uso sustentável das florestas que incluem diferentes modelos de restauração florestal e promovam benefícios financeiros de curto prazo, como bioeconomia e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são fundamentais para impulsionar o reflorestamento e a restauração florestal em larga escala no país.

O Acordo de Paris, a Iniciativa 20 x 20 e o Desafio de Bonn reconhecem a restauração florestal e o reflorestamento como boas estratégias em termos de custos e benefícios para mitigar as mudanças climáticas e melhorar a resiliência da economia e da sociedade (Rollim et al., 2019). Assim, torna-se imprescindível alavancar a escala dos programas de reflorestamentos tanto de florestas para fins comerciais quanto para conservação, principalmente com espécies nativas.

Nesse contexto, este Plano de Mitigação tem como foco propor ações que visam a redução das emissões e o aumento das remoções de GEE no setor de AFOLU. Além disso, apresenta alguns instrumentos para viabilizar a implementação dessas ações de mitigação no país.

2. Objetivos

Este Plano de Mitigação visa promover a redução das emissões de GEE e o aumento das remoções de CO₂e no setor AFOLU através da adoção de práticas sustentáveis nos subsetores de agricultura e de LULUCF. Os objetivos específicos são:

- Incentivar a adoção de sistemas de produção sustentáveis que simultaneamente reduzam as emissões de GEE e aumentem a renda dos produtores.
- Incentivar a restauração de florestas nativas em larga escala e práticas de reflorestamento no país.
- Contribuir para o cumprimento dos compromissos de redução de emissões do Brasil e viabilizar a participação de projetos do setor AFOLU.
- Propor instrumentos que viabilizem a implementação de oportunidades de investimentos com alto potencial de redução de emissões de GEE e comprovada viabilidade econômica, social e ambiental.

Neste contexto, o Cenário “Retomada com Transição Justa e Taxa anual de Desmatamento Zero na Amazônia e na Mata Atlântica em 2030”, componente do estudo desenvolvido pelo Centro Clima e Talanoa (Unterstell, La Rovere et al., 2021), mostra que a maioria das reduções de emissões de GEE no país são oriundas de LULUCF. Segundo este cenário, as remoções de carbono poderiam aumentar 22% no período 2020-2030,

devido principalmente, ao aumento de áreas protegidas, à restauração florestal e ao reflorestamento em larga escala no país.

3. Ações de Mitigação

Os objetivos elencados acima poderão ser alcançados por meio da intensificação da adoção de um conjunto de medidas de mitigação que já fazem parte das políticas governamentais implementadas no país, especialmente aquelas contidas no Plano ABC, no Plano ABC+, na primeira versão da NDC brasileira e no Planaveg.

a. Ações de mitigação – Agricultura

No subsetor de agricultura as ações de mitigação contempladas no Plano ABC (Fase 1) e ABC+ são as principais estratégias para o desenvolvimento sustentável e redução das emissões de GEE.

Tecnologias agrícolas de redução de emissões de GEE ou de aumento das remoções de CO₂, como fixação biológica de nitrogênio, sistema de plantio direto, aumento do tratamento de dejetos animais, sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e restauração de pastagens degradadas tiveram sucesso na primeira fase do Plano ABC (2010-2020), portanto apresentam potencial para desempenhar um papel importante nesta próxima década no contexto do ABC+. Ao final de sua primeira década de execução (2010-2020), mais de 50 milhões de hectares de área agrícola adotaram as tecnologias do Plano ABC (Brasil, 2021), evitando uma emissão entre 100,21 e 154,38 milhões de Mg CO₂e no período de 2010 a 2018 (Mendes e Souza, 2020).

A intensificação da pecuária bovina representa um significativo potencial de mitigação de emissão. De acordo com os cenários simulados por Unterstell, La Rovere et al., 2021, a recuperação de 60 Mha de pastagens degradadas associada ao aumento da produtividade do gado, melhoramento genético dos rebanhos e redução da idade de abate (de 37 para 27 meses) poderia reduzir as emissões de CH₄ da fermentação entérica em 6% entre 2019-2050 no cenário mais ambicioso (DDS).

As principais premissas relacionadas às medidas de mitigação do subsetor de agricultura no CPS e DDS são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Premissas gerais para agricultura no CPS e DDS

Ações de Mitigação	CPS	DDS
	(Valores adicionais a 2020)	(Valores adicionais a 2020)
Restauração de pastagens degradadas	2030 = 3,3 Mha 2050 = 18,3 Mha	2030 = 16,1 Mha 2050 = 48,3 Mha
Sistema de plantio direto	2030 = 4,2 Mha 2050 = 8,5 Mha	2030 = 11,3 Mha 2050 = 14,9Mha
Fixação biológica de nitrogênio	2030 = 6,9 Mha 2050 = 11,1 Mha	2030 = 14,6 Mha 2050 = 19,54 Mha
Tratamento de dejetos animais	2030 = 1,2 Mm ³ 2050 = 3,2 Mm ³	2030 = 2,5 Mm ³ 2050 = 8,5 Mm ³

Ações de Mitigação	CPS (Valores adicionais a 2020)	DDS (Valores adicionais a 2020)
Intensificação da pecuária bovina	2030 = 3,3 Mha de pastagens restauradas no período 2020-2030 e 18,9 Mha entre 2020-2050 Aumento da taxa de lotação em pastagens recuperadas	16,1 Mha de pastagens restauradas no período 2020- 2030 e 48,3 Mha entre 2020-2050. Aumento da taxa de lotação em pastagens recuperadas; aumento da produtividade por cabeça de gado (melhoria genética, alterações na dieta, aumento do peso da carcaça e redução da idade de abate de 37 para 34 meses em 2030, e 37 para 27 meses em 2050) baseado na literatura

Fonte: Autores. Elaborado com base nas metas do Plano ABC, Plano ABC+ e NDC Brasileira (primeira versão) (Unterstell, La Rovere et al., 2021).

b. Ações de mitigação – LULUCF

A redução do desmatamento é a principal ação de mitigação que contribui para que o Brasil chegue à emissão líquida zero em 2050. A área anual desmatada no bioma Amazônia em 2020 dobrou em relação a 2012 e foi 44% superior à de 2018 (INPE, 2022). Segundo os cenários simulados por Unterstell, La Rovere, et al., 2021, os esforços para conter o desmatamento serão retomados em 2023, dada a possibilidade de mudança nas políticas governamentais e o aumento da pressão internacional sobre as cadeias agrícolas associadas ao desmatamento. Espera-se que após 2023, as políticas de controle do desmatamento sejam retomadas, atingindo uma redução de 10% no período 2023-2025 e 41% entre 2023-2030, conforme mostra o cenário de mitigação mais ambicioso (DDS) do estudo. Neste cenário o desmatamento ilegal zero no bioma Amazônia será alcançado em 2050, vinte anos após o previsto na primeira NDC brasileira (NDC submetida à UNFCCC em 2016 /versão arquivada). As emissões do desmatamento totalizam 71 Mt CO₂e em 2050, o que corresponde a uma redução de 93% em relação a 2020.

As áreas protegidas, a restauração de florestas nativas e o plantio florestal com espécies comerciais representam a principal contribuição para as remoções de carbono no subsetor LULUCF. Portanto, a restauração de florestas nativas em larga escala e a promoção do reflorestamento com espécies comerciais são as principais ações previstas no Plano de Mitigação da AFOLU. Duas oportunidades de investimento relacionadas a essas medidas de mitigação são detalhadas no Apêndice 2 deste plano.

A restauração florestal em larga escala tem significativo potencial de mitigação de GEE no setor de uso da terra e mostra-se viável financeiramente, além de apresentar co-benefícios tais como reversão da degradação do solo, conservação da biodiversidade e geração de empregos e renda. Os plantios florestais com espécies comerciais promovem o sequestro de carbono e consistem em fontes sustentáveis de energia de biomassa como pellets, briquetes e cavacos, que podem ser substituídos pela biomassa não renovável.

O projeto de restauração de áreas de florestas nativas visa remover e armazenar carbono restaurando uma área de 4,0 milhões de hectares nos biomas Amazônia e Mata Atlântica até 2030. A restauração em áreas públicas totaliza 1,0 Mha e em áreas privadas 3,0 Mha. Espera-se alcançar mitigação anual (linha de base – emissões do projeto) de 23,7 Mt CO₂e/ano entre 2021-2030 e um total acumulado de 238 Mt CO₂e até 2030. O cenário mais ambicioso (DDS) simulou a restauração de 30 Mha de florestas nativas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica até

2050, sendo 16 Mha em áreas públicas e 14 Mha em áreas privadas (maiores detalhes encontram-se no Apêndice 2 deste Plano).

A restauração de áreas privadas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica ocorrerá em áreas de reserva legal visando atender o Código Florestal. Segundo Soares Filho et al., 2014, o passivo ambiental dessas áreas chega a 7,2 Mha na Amazônia e 4,8 Mha na Mata Atlântica. Por outro lado, a disponibilidade de terras desmatadas não utilizadas na Amazônia brasileira é um cenário favorável para restauração em larga escala. A área desmatada em 2014 totalizou quase 13 milhões de hectares neste bioma (Assunção e Gandour, 2019). A área de floresta pública registrada como não designada, em 2020, foi de 63 milhões de hectares, e mais de 90% estão localizados na Amazônia (Serviço Florestal Brasileiro, 2021).

O reflorestamento com espécies comerciais, particularmente com *Eucalyptus sp.* visa fornecer biomassa para produção de pellets, briquetes e cavacos além de remover CO₂ da atmosfera. A partir de 2021, espera-se um aumento de 1,75 Mha na área plantada, atingindo 2,3 milhões de hectares em 2030 e 5,8 milhões de hectares em 2050. Assim, a mitigação anual média é de 31 Mt CO₂e/ha/ano entre 2021-2050, considerando que a colheita ocorrerá em sete anos, seguidos por sucessivos períodos de corte, e um acúmulo total de 931 Mt CO₂e até 2050 (maiores detalhes encontram-se no Apêndice 2 deste Plano).

Custos iniciais elevados e retornos de longo prazo são características intrínsecas dos projetos florestais. De acordo com o estudo realizado por Unterstell, La Rovere, et al., 2021, por exemplo, o custo médio da restauração da vegetação nativa em áreas públicas e privadas é de 12 USD/t CO₂e em 2021-2030. No caso do reflorestamento com espécies comerciais, o custo médio é de 12,7 USD/t CO₂e neste mesmo período (câmbio de 2020). Maiores detalhes são apresentados nas oportunidades de investimentos 1 e 2 no Apêndice 2 deste Plano.

As linhas de crédito públicas fornecem uma parte considerável dos recursos para o setor florestal brasileiro. Linhas de crédito para pequenos produtores rurais são disponibilizadas por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e demais linhas de crédito disponíveis são provenientes do BNDES, Programa ABC+ e Fundos Constitucionais. Os setores elegíveis para financiamentos incluem conservação da vegetação nativa, restauração de áreas degradadas, produção sustentável, manejo florestal sustentável, sistemas agroflorestais, dentre outros.

As principais premissas para as ações de mitigação relacionadas ao subsetor LULUCF no CPS e DDS são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Premissas gerais para LULUCF no CPS e DDS

Premissas Gerais – LULUCF		
Ações de Mitigação	CPS	DDS
Redução do desmatamento	<p>Área anual desmatada</p> <p>2019 = 1,90 Mha</p> <p>2020 = 2,00 (estimativa)</p> <p>2021-2023: aumento linear atingindo 2,20 Mha em 2023 (aumento de 16% comparado a 2019)</p>	<p>Área anual desmatada</p> <p>2019-2025 = igual ao CPS</p> <p>2026-2030 = queda linear atingindo 1,30 Mha em 2030 (redução de 34% comparado a 2025). Amazônia: redução de 47%.</p>

Premissas Gerais – LULUCF		
Ações de Mitigação	CPS	DDS
	2024-2025 queda linear atingindo 1,98 Mha em 2025 (redução de 10% comparado a 2023) 2026-2050: mesmo valor de 2025 (1,98 Mha)	2031-2050 = queda linear atingindo 0,380 Mha em 2050 (redução de 71% comparado a 2030); desmatamento ilegal zero na Amazônia em 2050.
Aumento de Áreas Protegidas	Sem aumento de área até 2050 (276 Mha).	Aumento de 17 Mha no período 2020-2030 (293 Mha) e 53 Mha de 2020 – 2050 (329 Mha)
Restauração de florestas nativas	0,8 Mha restaurados entre 2015-2030 e 2,5 Mha entre 2015-2050.	4,8 Mha restaurados entre 2015- 2030 e 29,7 Mha entre 2015-2050.
Expansão da área de florestas plantadas (monocultura e iLPF*)	Aumento de 4,5 Mha até 2030, linha de base 2010 (área 2010= 6.5 Mha). Aumento de 7,0 Mha até 2050, linha de base 2010 (área 2010= 6.5 Mha).	Aumento de 6,4 Mha até 2030, linha de base 2010 e aumento de 12,9 Mha até 2050, baseline 2010. Incluída área para produção de pellets, briquetes e cavacos.

Fonte: Autores. Baseado nas metas do Plano ABC, Plano ABC+, NDC Brasileira (primeira versão), Planaveg, e Unterstell, La Rovere et al., (2021).
*Considerando apenas sistemas integrados com florestas.

De acordo com o Cenário “Retomada com Transição Justa e Taxa anual de Desmatamento Zero na Amazônia e Mata Atlântica” simulado no estudo desenvolvido pelo Centro Clima e Talanoa (Unterstell, La Rovere, et al., 2021) o setor AFOLU contribui com a maior parte da mitigação até 2050 e é o setor chave para alcançar emissões líquidas zero em 2050. A Figura 1 apresenta as emissões e remoções de GEE (t CO₂e) da agricultura e LULUCF no CPS e DDS até 2050.

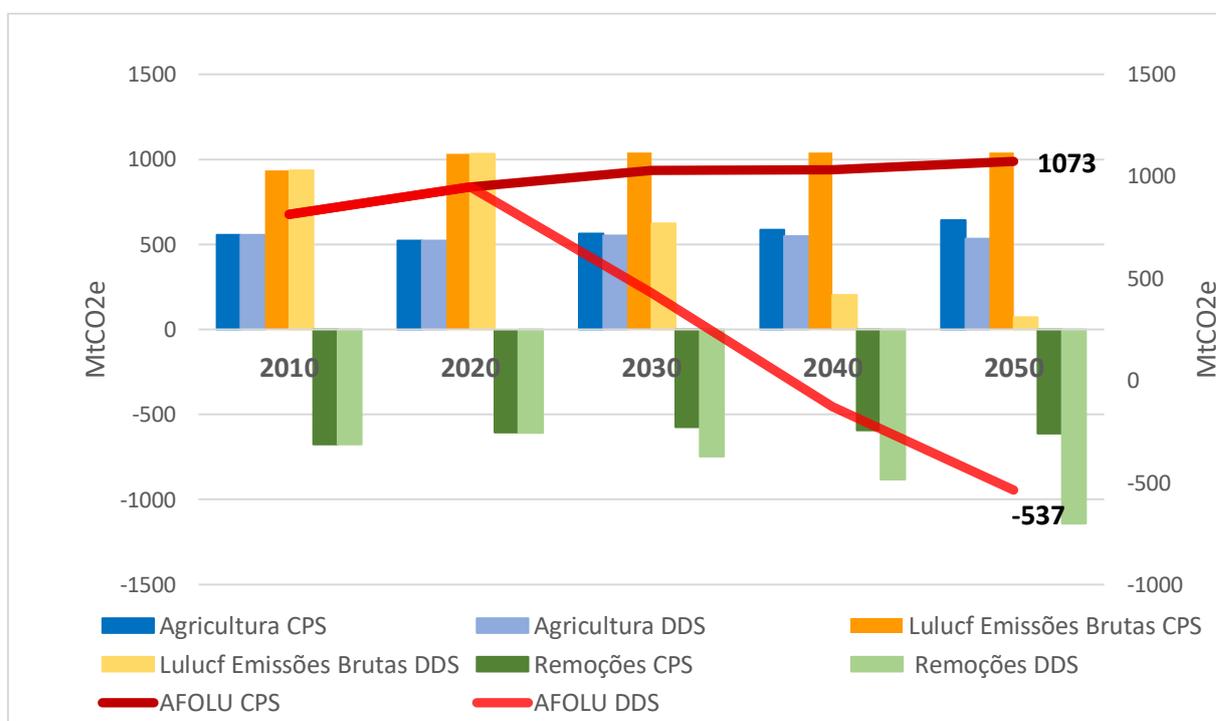


Figura 1. Emissões e remoções do setor de AFOLU nos cenários CPS e DDS (Mt CO₂e)

Fonte: Unterstell, La Rovere et al., 2021

4. Instrumentos

O Brasil possui mecanismos eficazes e consolidados para mitigar as mudanças climáticas, especialmente no setor de AFOLU. Planos setoriais de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas foram criados, destacando-se o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC fases 2010/2020 e 2021/2030) e o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg, 2017). Além disso, a legislação ambiental brasileira é uma das mais completas e rigorosas do mundo, com potencial para impulsionar o uso eficiente do solo e atuar como instrumento eficaz na mitigação das mudanças climáticas.

Um conjunto de medidas de mitigação no setor de AFOLU foram lançadas pelo governo brasileiro e visam contribuir para o cumprimento dos compromissos de redução de emissões. A implementação destas medidas está associada à superação de algumas barreiras regulatórias, institucionais e econômico/financeiras. Embora os atuais planos e leis vigentes apresentem um conjunto de instrumentos que contribuem para a superação dessas barreiras, muitos não são implementados de forma efetiva e necessitam de melhorias.

Tendo em vista o processo metodológico adotado neste projeto, que abrangeu a identificação de medidas de mitigação, das barreiras e de instrumentos, por meio, principalmente, da revisão da literatura e consultas a um grupo de especialistas do setor, os resultados parciais foram sendo incorporados ao projeto ao longo do seu desenvolvimento. A síntese das medidas de mitigação, das principais barreiras identificadas e dos instrumentos correlatos é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. AFOLU – Barreiras e instrumentos identificados ao longo do projeto

Medidas de Mitigação	Barreiras Identificadas	E/F ou R/I	Instrumentos Políticos Propostos
	Ineficiência na aplicação do Código Florestal e restrições para o controle do desmatamento; redução da aplicação das estratégias de comando e controle, do monitoramento e de cobranças de multas e embargos.	R/I	Aplicação da lei e fortalecimento das estratégias de comando e controle. Implementação de estratégias administrativas para a integração dos diversos órgãos governamentais com responsabilidades nesta matéria.
	Ineficiência na aplicação da Lei de Proteção de Unidades de Conservação e Terras Indígenas; falta de incentivos políticos para expansão de Áreas Protegidas no país, onde ocorre absorção de carbono passível de contabilização segundo as diretrizes do IPCC (IPCC, 2006).	R/I	Aplicação da lei e fortalecimento das estratégias de comando e controle. Retomada da criação de novas Unidades de Conservação e demarcação de Terras Indígenas. Regularização ambiental e fundiária (Projeto de Lei 2.633/2020).
	Posse ilegal de terras (grilagem), o que impede que os agricultores invistam nessas áreas para aumentar a produtividade da terra, levando-os a desmatar outras áreas para produzir.	R/I	Regularização ambiental e fundiária (Projeto de Lei 2.633/2020).

Medidas de Mitigação	Barreiras Identificadas	E/F ou R/I	Instrumentos Políticos Propostos
1 – Redução da taxa anual de desmatamento	Fragilidades no processo de validação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), o que gera dificuldade em identificar se o desmatamento é autorizado (legal) ou ilegal.	R/I	Melhoria do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), aumentando assim a transparência dos dados necessários para o monitoramento.
	Baixa rastreabilidade da cadeia da pecuária bovina. Deficiências no sistema de monitoramento de fornecedores diretos e indiretos pelas empresas de carne.	R/I	Fiscalização efetiva de áreas sujeitas ao desmatamento ilegal. Atrelar a concessão de crédito à rastreabilidade dos fornecedores diretos e indiretos de gado. Assistência técnica (ATER) e apoio financeiro visando a integração da cadeia de abastecimento (produtores, frigoríficos e redes varejistas) Ampliação do Termo de Ajuste de Conduta da Carne (TAC da carne).
	Falta de transparência das informações públicas sobre o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Guia de Transporte Animal (GTA). Adulteração do CAR e uso de GTA irregular.	R/I	Melhoria do SICAR. Melhoria na validação do CAR, no processo de inspeção do GTA, na integração do GTA, CAR e no licenciamento ambiental.
	Baixa pressão da sociedade civil e dos países importadores de carne com relação à comprovação da procedência da carne bovina e sua relação com áreas desmatadas.	R/I	Certificação e adoção de protocolos de monitoramento. Realizar campanhas de conscientização para induzir restrições à demanda de carnes que não tenha a procedência comprovada.
	Baixa capacidade suporte das pastagens (baixa taxa de lotação) e baixa produtividade da pecuária bovina.	E/F	Utilização de ATER e de recursos do Plano ABC para disseminar tecnologias que intensifique a produção pecuária sustentável associada a boas práticas, como por exemplo os sistemas iLPF e a Carne Carbono Neutro.
	Falta de incentivos financeiros para compensar os produtores que conservam áreas florestais além dos requisitos mínimos estipulados por lei e regulamentos.	E/F	Diversificação de produtos financeiros e atração de investimentos privados. Adoção de mecanismos para novos mercados como Pagamentos por Serviços Ambientais, REDD+ e Cota de Reserva Ambiental.
2 – Aumento da área de florestas: restauração de florestas nativas e plantio florestal com espécies comerciais	Altos custos iniciais e retornos de longo prazo.	E/F	Criação de programas de apoio ao uso sustentável das florestas e que promovam a diversificação da produção florestal. Adoção de modelos de restauração que resultem em benefícios financeiros diretos e de curto prazo (bioeconomia e iLPF). Utilização do Plano de Agricultura de Baixo Carbono e do mecanismo financeiro (Plano ABC+ /Programa ABC).
	Falta de financiamentos destinados à implantação de reflorestamentos.	E/F	Ajuste das políticas de crédito e da gestão do risco rural para atrair investimentos privados para a atividade florestal.
	Risco climático e tecnológico.	E/F	Seguro agrícola. Uso de ATER para disseminar tecnologias de florestas plantadas.

Medidas de Mitigação	Barreiras Identificadas	E/F ou R/I	Instrumentos Políticos Propostos
	Incentivos insuficientes para encorajar produtores florestais e agricultores a investir na atividade florestal.	E/F	<p>Criação de programas para apoiar o uso sustentável das florestas e promover a diversificação da produção.</p> <p>Adoção de mecanismos para novos mercados, como Pagamentos por Serviços Ambientais, REDD+ e Cota de Reserva Ambiental (CRAs).</p> <p>Concessão Florestal – propostas de alteração na Lei de Gestão de Florestas Públicas para Produção Sustentável (Lei 11.284/2006) visando aumentar a viabilidade das concessões florestais.</p> <p>Condicionar a concessão de recursos do Plano Safra a práticas sustentáveis.</p>
	Falta de uma política florestal independente e representativa (as políticas do setor florestal estão atreladas à política agrícola).	R/I	Criação de uma Política Florestal independente da Política Agrícola.
	Falta de regulamentação específica (em nível federal) aplicável a reflorestamentos com espécies nativas visando extração de madeira (existem procedimentos burocráticos que dificultam a exploração madeireira, inviabilizando assim a sustentabilidade econômica do projeto).	R/I	Criação de uma Política Florestal Nacional independente da Política Agrícola.
	Ineficiências na implementação do Plano Nacional de Recuperação de Florestas Nativas (PLANAVEG) e falta de representatividade social no Comitê Executivo (CONAVEG).	R/I	Realizar campanhas de conscientização para induzir restrições à demanda de carnes que não tenha a procedência comprovada.
3 – Adoção de mecanismos financeiros que promovam práticas agrícolas sustentáveis	Desconhecimento por parte dos agricultores dos benefícios financeiros e das práticas agrícolas sustentáveis e seus benefícios	R/I	Prestar apoio técnico-científico aos agricultores por meio de Comitês de divulgação do Plano ABC+ e do Programa ABC (Decreto nº 10.606/2021)
	Falta de assistência técnica especializada nas agências de fomento públicas e privadas.	E/F	Promover diálogos com investidores e gestores de ativos para desenvolver um mercado financeiro verde no setor da agricultura.
	Falta de incentivos financeiro para atividades de alto risco (seguro rural).	R/I	Incorporar o risco climático no Plano Agrícola e Pecuário – PAP (Crédito Rural e Seguro Rural).
	Análise de custo-benefício insuficiente com fontes de dados e suposições confiáveis, com implementação e design de mecanismo financeiro para permitir a avaliação dos investidores.	E/F	<p>Diversificação de produtos financeiros e atração de investimentos privados.</p> <p>Condicionamento da concessão de recursos do Plano Safra a práticas sustentáveis</p> <p>Fundo Garantidor Solidário (Lei nº 13.986/2020).</p>

Nota 1: R/I regulatória/institucional e E/F econômica/financeira

Nota 2: Células destacadas de cinza são as barreiras e instrumentos priorizados neste plano

Fonte: autores baseados em (Barreto e Gibbs, 2015; Barreto *et al.*, 2017; MMA, 2017; IPAM, 2018; Assunção *et al.*, 2019; Rolim *et al.*, 2019; Chiavari and Lopes, 2019; Crouzeilles *et al.*, 2019; Assad *et al.*, 2020; Brazilian 'Coalition's Beef Traceability Taskforce, 2020. Imaflores & MPF 2020; Ramos *et al.*, 2020;

Instituto Escolhas, 2020; Souza, Herschmann and Assunção, 2020; Lima, Harfuch and Palauro, 2020; Mendes and Souza, 2020; Climate Bonds Initiative; 2020; Harfuch & Lobo, 2022).

Embora a maioria dos instrumentos identificados sejam importantes para a redução de emissões no setor AFOLU, este Plano de Mitigação tem como foco o instrumento que possibilita implementar a restauração de áreas de florestas nativas em larga escala no país. Tal instrumento consiste na viabilização do Processo de Concessão Florestal por meio da alteração da Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006). Deste modo, uma proposta de alteração na Lei 11.284/2006 é detalhada no Apêndice 1 deste Plano. Sua relevância foi identificada nas etapas anteriores deste projeto por meio de revisão de literatura e consulta aos especialistas do setor. Além disso, o acompanhamento das discussões e do posicionamento dos grupos temáticos de “Floresta Nativa” e “Silvicultura” que integram a Coalizão Brasil, Clima, Floresta e Agricultura, também ajudou a priorizar o instrumento. Outros instrumentos capazes de impulsionar o aumento das áreas florestais no país são descritos a seguir.

4.1. Mecanismos para Novos Mercados: Pagamentos por Serviços Ambientais, REDD+ e Cota de Reserva Ambiental

A criação de programas de apoio ao uso sustentável das florestas e a adoção de mecanismos para novos mercados, como o Pagamento por Serviço Ambiental (regulamentado pela Lei 14.119/2021), REDD+ e Cota de Reserva Ambiental, poderiam apoiar a restauração e o reflorestamento em larga escala no Brasil.

O Programa Floresta+ instituído pela Portaria MMA nº 288, de 2 de julho de 2020, é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente destinado a criar, desenvolver e consolidar um mercado de pagamentos por serviços ambientais. Tem como objetivo incorporar a participação do setor privado no plano de conservação florestal, de proteção da biodiversidade e da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (MMA, 2021). No contexto do Floresta+, foi instituído o Floresta+ Carbono através da Portaria MMA nº 518, de 29 de setembro de 2020, que tem como objetivo manter e aumentar os estoques de carbono florestal, por meio da conservação e restauração de florestas nativas. Embora já implementados no Brasil, esses instrumentos ainda precisam de melhorias para se tornarem efetivos.

4.2. Programas de Apoio ao uso Sustentável das Florestas e Diversificação da Produção Florestal – Criação de uma Proposta de Política Nacional de Bioeconomia

Programas para apoiar o uso sustentável das florestas, que incluam diferentes modelos de restauração florestal e promovam benefícios financeiros de curto prazo, como bioeconomia e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são fundamentais para impulsionar o reflorestamento em larga escala e a restauração florestal do país. A restauração florestal pode proporcionar benefícios de subsistência aos agricultores e tornar a produção mais resiliente. A integração lavoura-pecuária-floresta representa uma estratégia de produção diversificada capaz de propiciar aos agricultores menor vulnerabilidade a riscos econômicos, ambientais e às alterações climáticas. A

tecnologia Carne Carbono Neutro e o Programa de Bioeconomia Floresta+ são exemplos de instrumentos de política já implementados no Brasil.

A Carne Carbono Neutro é uma marca-conceito desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que visa certificar a produção de carne com base no volume de emissões de GEE neutralizados pelo componente arbóreo, durante o processo de produção. A criação do gado se dá em sistemas de integração pecuária-floresta ou de lavoura-pecuária-floresta, por meio de processos produtivos parametrizados e auditados (Embrapa, 2020)

No âmbito do Programa Floresta+ (MMA, 2021), foi lançado o Floresta+ Bioeconomia cujo objetivo é criar arranjos comerciais e de inovação para destacar e remunerar aqueles que atuam na manutenção florestal, possibilitando o desenvolvimento socioeconômico baseado na geração de renda e estabilidade, como forma de incentivar a conservação.

Embora já implementados no Brasil, esses instrumentos ainda carecem de melhorias. Portanto, é necessária uma política pública eficaz para destravar a bioeconomia no curto prazo, como, por exemplo, a criação de uma Política Nacional de Bioeconomia.

4.3. Criação de uma Política Florestal Independente da Política Agrícola

Dois dispositivos legais abrangem a proteção das florestas nativas e o estabelecimento de florestas para fins econômicos no Brasil: o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), que trata da obrigatoriedade de conservação e manejo de áreas florestais em propriedade privadas; e a Política Agrícola de Florestas Plantadas (Decreto nº 8.375/2014), que regulamenta a silvicultura no âmbito da Lei de Política Agrícola (8.171/1991). Além disso, outras legislações existentes regulamentam a atividade florestal em termos de planejamento, plantio e exploração, como por exemplo a Política de Mudanças Climáticas, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e a Lei de Crimes Ambientais.

A Lei de Política Agrícola expressa claramente em seu primeiro artigo que a atividade agrícola inclui "a produção, processamento e comercialização de produtos, subprodutos e derivados, serviços e insumos agrícolas, pecuários, pesqueiros e florestais". Por outro lado, diversos autores destacam a necessidade de uma política florestal específica para o setor e independente da política agrícola (ROLIM et al., 2019; MENDES, 2016; SCÁRDUA, 2011; SIQUEIRA, 2003).

Em 2018, foi publicado o Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas pelo MAPA, previsto no Decreto nº 8.375/2014. Esse Plano prevê a ordem jurídica e apresenta um diagnóstico do setor, destacando os principais aspectos ambientais, sociais e econômicos do manejo das florestas plantadas e suas possíveis relações com diferentes políticas públicas. Compete à Secretaria de Política Agrícola do MAPA conduzir este Plano (MAPA 2021).

Em 2019, por meio da Medida Provisória nº 870, o Serviço Florestal Brasileiro responsável pela gestão das Florestas Públicas foi transferido para o MAPA. Assim, o MAPA passou a ser responsável pela condução da política florestal brasileira (MAPA, 2021).

Embora o Brasil tenha vocação florestal, o país ainda não possui uma política florestal formal e independente. Apesar de haver um quadro jurídico robusto, o atual arranjo institucional é mal organizado e o sistema de governança é descolado dos diversos órgãos consultivos existentes.

A política pública e a legislação florestal devem reconhecer que as florestas são multifuncionais e que a restauração florestal (especialmente em áreas de Reserva Legal) sob o Novo Código Florestal representa uma oportunidade econômica e um meio de aumentar a resiliência das áreas rurais (Rollim et al., 2019). Assim, do ponto de vista da literatura consultada a criação de uma política florestal representativa e independente da Política Agrícola é essencial para promover o setor florestal do país.

4.4. Propostas de Alteração na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006) para Aumentar a Viabilidade das Concessões Florestais

A concessão florestal é uma modalidade de gestão de florestas públicas que permite delegar a pessoas jurídicas, selecionadas por licitação, o direito de realizar o manejo florestal sustentável para exploração de produtos florestais madeireiros, não madeireiros e de serviços florestais. As concessões florestais são regidas pela Lei 11.284/2006 que dispõe sobre a Gestão de Florestas Públicas para a Produção Sustentável (Brasil 2006). Entretanto, a viabilização e o aprimoramento do processo de concessão florestal carecem de mudanças no atual marco regulatório, para permitir maior dinamismo e agilidade na gestão dos contratos.

O processo de concessão constitui uma alternativa para designar os mais de 60 milhões de hectares de florestas atualmente alvo de invasões, especulação imobiliária, roubo de madeira e desmatamento (SFB, 2021). Quinze anos após a criação da Lei 11.284, observou-se que questões relacionadas à segurança jurídica causada pela falta de fiscalização e de comando e controle do Estado e a viabilidade econômica impediram que as concessões se consolidassem como modelos de negócios sustentáveis. Em 2020, apenas 1 milhão de hectare de floresta pública estava sob concessão florestal federal no Brasil. Essa área corresponde a 18 unidades de manejo florestal localizadas em seis florestas nacionais (SFB, 2021).

Algumas instituições, como a Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura e o Instituto Escolhas, têm sugerido mudanças no atual marco regulatório (Lei 11.284/2006). As propostas de alteração visam permitir maior dinamismo no processo licitatório, maior competitividade e celeridade na gestão dos contratos. Dentre as mudanças propostas estão a ampliação das atividades permitidas, aprimoramento do procedimento licitatório e ajustes no regime contratual.

Com base em consultas bibliográficas e na opinião dos especialistas consultados do setor de AFOLU, este instrumento foi selecionado para ser detalhado neste Plano, de modo que as propostas de alterações na Lei 11.284/2006 são apresentadas no Apêndice 1.

5. Referências

- ASSAD, E. D. et al. (2020). Role of ABC Plan and Planaveg in the Adaptation of Brazilian Agriculture to Climate Change, WRI Brazil. São Paulo. Available at: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Working-Paper-Adaptation-ENGLISH.pdf>
- Brançalion P.H.S.; Benini R.; Rodrigues R.R.; Calmon M. Capítulo 8: Quem paga a conta. In Crouzeilles R., Rodrigues R.R., Strassburg B.B.N (eds.) (2019).
- BPBES/IIS: Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas. Editora Cubo, São Carlos pp.77 <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-91-5>.
- BRASIL (2006). Lei 11.284 / 2006. Gestão de florestas públicas para a produção sustentável. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11284.htm
- BRASIL (2012B). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) - Brasília: MAPA/ACS. 2012.173 p.
- BRASIL (2012) Lei 12.651/2012. Novo Código Florestal. Brasileiro. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm
- BRASIL (2014). DECRETO Nº 8.375, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2014. Define a Política Agrícola para Florestas Plantadas.
- BRASIL (2016). Brazil First NDC. UNFCCC submission - 2016 NDC Version/Archived Available at: <https://unfccc.int/NDCREG>
- BRASIL (2020). Projeto de Lei Nº 5518, de 2020. Câmara dos Deputados. Available at: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1951381
- BRASIL (2021B) Ministry of Agriculture. Livestock and Food Supply. Plan for adaptation and low carbon emission in agriculture strategic vision for a new cycle / Secretariat for Innovation. Rural Development and Irrigation. - Brasília : MAPA. 2021. Available at <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-english.pdf>
- Climate Bonds Initiative & Agriculture Subcommittee. Unlocking Brazil's Green Investment Potential for Agriculture (2020). Agriculture Subcommittee. Available at: <https://www.climatebonds.net/resources/reports/unlocking-brazil%E2%80%99s-green-investment-potential-agriculture>
- CNA entrega ao governo e à FPA as propostas para o Plano Agrícola e Pecuário 2022/2023. Available at: <https://cnabrasil.org.br/noticias/cna-entrega-propostas-para-o-plano-safra-2022-2023-ao-mapa-e-a-fpa>
- Coalizão Brasil Clima Florestas e Agricultura (2019). Propostas da Força-Tarefa Concessões Florestais da Coalizão Brasil. Available at: <http://www.coalizaobr.com.br/home/phocadownload/documentos/Proposta-de-alteracao-do-PL-Concessoes-Florestais-FT-Concessoes-Flores.pdf>
- Coalizão Brasil Clima Florestas e Agricultura (2022). Coalizão Brasil envia contribuições para o Plano Safra 2022/2023. Available at: <https://www.coalizaobr.com.br/home/index.php/o-que-propomos/posicionamentos-coalizaobr/2433-coalizaobr-brasil-envia-contribuicoes-para-o-plano-safra-2022-2023>
- Instituto Escolhas (2020). Unlocking the Bioeconomy Agenda: solutions to boost forest concessions in Brazil. Available at: <https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2021/01/Unlocking-the-Bioeconomy-Agenda-solutions-to-boost-forest-concessions-in-Brazil-Executive-Summary-.pdf>
- INPUT e AGROICONE (2022). Propostas para o Plano Safra 2022/2023. Available at: <https://www.agroicone.com.br/portfolio/plano-safra-precisa-incentivar-investimentos-em-tecnologias-resilientes-e-de-baixo-carbono/>
- MMA (2017). Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa / Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ministério da Educação. - Brasília. DF. Available at: https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/planaveg_publicacao.pdf
- MAPA (2018). Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas. Available at: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/outras-publicacoes/plano-nacional-de-desenvolvimento-de-florestas-plantadas.pdf/view>

- Mendes, A. G. S. T. and Souza, L. C. de (2020). Unlocking Brazil's Green Investment Potential for Agriculture. Climate Bonds Initiative. The Brazil Agriculture Subcommittee. Available at: <https://www.climatebonds.net/resources/reports/unlocking-brazil's-green-investment-potential-agriculture>
- ROLIM, S.G. et al., 2019. "Research Gaps and Priorities in Silviculture of Native Species In Brazil". Working Paper. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. Available at: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>
- SEEG, (2021). Available at: https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). Forest Concession. Available at: <https://www.florestal.gov.br/o-que-e-concessao-florestal>
- Unterstell, La Rovere et. al, 2021. Climate and Development: visions for Brazil 2030. <https://www.institutotalanoa.org/documentos>

Apêndice 1 – Proposta de Instrumento para Aumentar a Viabilidade das Concessões Florestais

Propostas de alteração na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006) para aumentar a viabilidade das concessões florestais

A concessão florestal consiste em um instrumento importante para conciliar oportunidades concretas de negócios à preservação, proteção e restauração florestal, especialmente no bioma amazônico. Visando dar celeridade ao processo licitatório, a flexibilização dos contratos e aumentar a atratividade deste modelo de negócios, desde 2019, instituições, como a Coalizão Brasil, Clima, Florestas e Agricultura e o Instituto Escolhas vem sugerindo mudanças no atual marco regulatório, que é a Lei 11.284/2006. Em dezembro de 2020, um projeto de lei foi protocolado no Congresso Nacional. Com base na análise desses documentos é apresentado no Apêndice 1 deste Plano a proposição de alteração de alguns pontos da Lei de Gestão de Florestas Públicas para a produção sustentável, como instrumento para viabilizar as concessões florestais no país.

Dentre as mudanças propostas nesta lei estão a ampliação do escopo das atividades permitidas, o aprimoramento no procedimento licitatório e ajustes no regime contratual, conforme descrito a seguir.

Celeridade no processo licitatório

A maioria dos gargalos existentes se deve à burocracia no processo administrativo e na cadeia de produção. A proposição de alterações na lei, neste sentido, é reduzir a burocracia no processo de concessão florestal, de modo a estabelecer processos mais rápidos e atrativos para empreendimentos privados e comunitários que atuam no setor florestal.

Neste sentido, uma medida importante que visa dar celeridade ao processo de licitação é inverter a ordem das fases de habilitação e de julgamento das propostas, de modo que os documentos de habilitação possam ser analisados após a fase de classificação.

Na fase de avaliação da proposta técnica, como critérios obrigatórios seria pertinente retirar a exigência de comprovação do Valor Agregado aos Produtos e Serviços Florestais (FAV) uma vez que este critério, não privilegia o melhor arranjo competitivo local e acaba inviabilizando muitas concessões.

Da mesma forma, a concessionária vencedora da licitação deveria iniciar de imediato as atividades prévias de infraestrutura, inventário e elaboração do plano de manejo florestal sustentável (PMFS). Este procedimento poderá substituir o auto licenciamento pelo próprio PMFS, eliminando assim a necessidade do Relatório Ambiental Preliminar e do Estudo de Impacto Ambiental.

Flexibilidade dos contratos

Para dar maior flexibilidade aos contratos, a Lei deverá permitir a revisão contratual a cada cinco anos, possibilitando um reequilíbrio econômico-financeiro, considerando a produtividade real da área sob concessão.

Propõe-se também a unificação operacional das áreas concessionadas, contínuas ou descontínuas, desde que se encontrem na mesma unidade de conservação ou lote de concessão, visando desta forma obter ganhos de escala, sinergias e eficiências operacionais e financeiras.

Ampliação do escopo das atividades econômicas permitidas

A inclusão de novos serviços florestais no objeto da concessão, como a comercialização de créditos de carbono e outros serviços ambientais tende a aumentar a atratividade das licitações para concessão florestal. Adicionalmente, o fim do pagamento do valor mínimo anual e da necessidade de o concessionário ressarcir o poder concedente dos custos da licitação também tendem a aumentar a atratividade das concessões. Assim, a intenção é não sobrecarregar a concessionária e promover novos integrantes ao setor de bioeconomia no processo de concessão florestal.

Continuidade dos benefícios em caso de extinção

Como forma de evitar a interrupção dos benefícios da concessão em caso de extinção do contrato de dez anos, é dada ao governo a possibilidade de oferecer aos demais licitantes, que assumam o contrato. Espera-se que essas mudanças promovam a atração de mais investidores, mitiguem os fatores de insegurança jurídica e melhore a viabilidade econômica das concessões, impulsionando o desenvolvimento do setor florestal e da bioeconomia.

LEI Nº 11.284, DE 02 DE MARÇO DE 2006

Propostas de Alterações na Lei para Aumentar a Viabilidade das Concessões Florestais

TÍTULO I

**DISPOSIÇÕES PRELIMINARES
SEM ALTERAÇÕES**

**CAPÍTULO ÚNICO
DOS PRINCÍPIOS E DEFINIÇÕES**

Art. 2.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

VIII.....

§ 3º – Caberá ao poder concedente empregar os meios e esforços necessários para evitar e reprimir invasões nas áreas concedidas e sujeitas à concessão florestal.

Art. 3.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

XVI – concessão para conservação: concessões de terras públicas a entes privados com o objetivo de executar atividades de manejo de áreas naturais com foco na conservação de serviços ecossistêmicos e da biodiversidade.

XVII -concessão para restauração: concessão de terras públicas a entes privados com o objetivo de recuperar áreas antropizadas através de atividades de restauração florestal, incluindo sistemas agroflorestais que podem combinar espécies nativas e exóticas de interesse econômico e ecológico.

TÍTULO II

**DA GESTÃO DE FLORESTAS PÚBLICAS PARA
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

CAPÍTULO I

**DISPOSIÇÕES GERAIS
SEM ALTERAÇÕES**

CAPÍTULO II

**DA GESTÃO DIRETA
SEM ALTERAÇÕES**

CAPÍTULO III

**DA DESTINAÇÃO ÀS COMUNIDADES LOCAIS
SEM ALTERAÇÕES**

CAPÍTULO IV

DAS CONCESSÕES FLORESTAIS

Seção I

Disposições Gerais

Art. 7º.....

ORIGINAL

A concessão florestal será autorizada em ato do poder concedente e formalizada mediante contrato, que deverá observar os termos desta Lei, das normas pertinentes e do edital de licitação.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

As concessões florestais, concessões para conservação e concessões para restauração serão autorizadas em ato do poder concedente e formalizada mediante contrato, que deverá observar os termos desta Lei, das normas pertinentes e do edital de licitação.

Art. 9º.....

ORIGINAL

São elegíveis para fins de concessão as unidades de manejo previstas no Plano Anual de Outorga Florestal.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

São elegíveis para fins de concessão florestal, concessões para conservação e concessões para restauração, as unidades de manejo previstas no Plano Plurianual de Outorga Florestal, incluindo terras públicas no interior ou não de unidades de conservação, conforme definidas no SNUC e terras públicas não destinadas.

Parágrafo único. Concessões no interior de unidades de conservação existentes devem se basear na execução das atividades previstas nos respectivos planos de manejo.

Seção II
Do Plano Anual de Outorga Florestal

Art. 10.....

ORIGINAL

O Plano Anual de Outorga Florestal – PAOF, proposto pelo órgão gestor e definido pelo poder concedente, conterá a descrição de todas as florestas públicas a serem submetidas a processos de concessão no ano em que vigorar.

§ 1º O Paof será submetido pelo órgão gestor à manifestação do órgão consultivo da respectiva esfera de governo.

§ 2º A inclusão de áreas de florestas públicas sob o domínio da União no Paof requer manifestação prévia da Secretaria de Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

§ 3º O Paof deverá ser previamente apreciado pelo Conselho de Defesa Nacional quando estiverem incluídas áreas situadas na faixa de fronteira definida no § 2º do art. 20 da Constituição Federal.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

O Plano Plurianual de Outorga Florestal – PPAOF, proposto pelo órgão gestor e definido pelo poder concedente, conterá a descrição de todas as florestas públicas a serem submetidas a processos de concessão no período em que vigorar.

§ 1º O PPAof será submetido pelo órgão gestor à manifestação do órgão consultivo da respectiva esfera de governo § 2º A inclusão de áreas de florestas públicas sob o domínio da União no PPAof requer manifestação prévia da Secretaria de Patrimônio da União do Ministério da Economia.

§ 3º O PPaof deverá ser previamente apreciado pelo Conselho de Defesa Nacional quando estiverem incluídas áreas situadas na faixa de fronteira definida no § 2º do art. 20 da Constituição Federal.

§ 4º.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 5º Eventuais alterações ao PPaof poderão ser realizadas, respeitados os mesmos procedimentos necessários para sua elaboração e aprovação.

Art. 11 O Paof para concessão florestal considerará:

ORIGINAL

VII – as políticas públicas dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal.

§ 1º Além do disposto no *caput* deste artigo, o Paof da União considerará os Paofs dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal.

§ 2º O Paof deverá prever zonas de uso restrito destinadas às comunidades locais.

§ 3º O Paof deve conter disposições relativas ao planejamento do monitoramento e fiscalização ambiental a cargo dos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, incluindo a estimativa dos recursos humanos e financeiros necessários para essas atividades.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

VII – as políticas públicas dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal.

§ 1º Além do disposto no *caput* deste artigo, o PPaof da União considerará os Paofs dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal.

§ 2º O PPaof deverá prever zonas de uso restrito destinadas às comunidades locais.

§ 3º O PPaof deve conter disposições relativas ao planejamento do monitoramento e fiscalização ambiental a cargo dos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, incluindo a estimativa dos recursos humanos e financeiros necessários para essas atividades.

Seção III

Do Processo de Outorga

Art 13.....

ORIGINAL

As licitações para concessão florestal observarão os termos desta Lei e, supletivamente, da legislação própria, respeitados os princípios da legalidade, moralidade, publicidade, igualdade, do julgamento por critérios objetivos e da vinculação ao instrumento convocatório.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

As licitações para concessão florestal, concessão para restauração e concessão para conservação observarão os termos desta Lei e, supletivamente, da legislação própria, respeitados os princípios da legalidade, moralidade, publicidade, igualdade, do julgamento por critérios objetivos e da vinculação ao instrumento convocatório.

Seção IV

Do Objeto da Concessão

Art. 16.....

ORIGINAL

§ 1º É vedada a outorga de qualquer dos seguintes direitos no âmbito da concessão florestal:

I – titularidade imobiliária ou preferência em sua aquisição;

II – acesso ao patrimônio genético para fins de pesquisa e desenvolvimento, bioprospecção ou constituição de coleções;

III – uso dos recursos hídricos acima do especificado como insignificante, nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

IV – exploração dos recursos minerais;

V – exploração de recursos pesqueiros ou da fauna silvestre;

VI – comercialização de créditos decorrentes da emissão evitada de carbono em florestas naturais.

§ 2º No caso de reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas para uso alternativo do solo, o direito de comercializar créditos de carbono poderá ser incluído no objeto da concessão, nos termos de regulamento.

§ 3º O manejo da fauna silvestre pelas comunidades locais observará a legislação específica.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

§ 1º É vedada a outorga de qualquer dos seguintes direitos no âmbito da concessão florestal:

I – titularidade imobiliária ou preferência em sua aquisição;

II – REVOGADO

III – uso dos recursos hídricos acima do especificado como insignificante nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

IV – exploração dos recursos minerais.

V – REVOGADO

VI – REVOGADO

§ 2º O direito de comercializar créditos de carbono gerados em florestas naturais, reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas para uso alternativo do solo poderá ser incluído no objeto da concessão, nos termos do regulamento.

§ 3º O manejo da fauna silvestre observará a legislação específica.

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 4º Também poderão ser incluídos no objeto da concessão a exploração de outros produtos e serviços florestais não-madeireiros, nos termos do regulamento, incluindo-se:

I – Serviços ambientais;

II – acesso ao patrimônio genético para fins de conservação, pesquisa, desenvolvimento e bioprospecção, desde que em conformidade com a Lei nº 13.123/2015;

III – restauração e reflorestamento de áreas degradadas;

IV – atividades de manejo voltadas a conservação da vegetação nativa;

V – exploração de recursos pesqueiros ou da fauna silvestre.

Seção V

Do Licenciamento Ambiental

Art. 18......

ORIGINAL

A licença prévia para uso sustentável da unidade de manejo será requerida pelo órgão gestor, mediante a apresentação de relatório ambiental preliminar ao órgão ambiental competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

§ 1º Nos casos potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente, assim considerados, entre outros aspectos, em função da escala e da intensidade do manejo florestal e da peculiaridade dos recursos ambientais, será exigido estudo prévio de impacto ambiental – EIA para a concessão da licença prévia.

§ 2º O órgão ambiental licenciador poderá optar pela realização de relatório ambiental preliminar e EIA que abranjam diferentes unidades de manejo integrantes de um mesmo lote de concessão florestal, desde que as unidades se situem no mesmo ecossistema e no mesmo Estado.

§ 3º Os custos do relatório ambiental preliminar e do EIA serão ressarcidos pelo concessionário ganhador da licitação, na forma do art. 24 desta Lei.

§ 4º A licença prévia autoriza a elaboração do PMFS e, no caso de unidade de manejo inserida no Paof, a licitação para a concessão florestal.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

A exploração de florestas nativas e formações sucessoras de domínio público dependerá de licenciamento pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, mediante aprovação do PMFS, exceto as concessões para conservação e para restauração que serão dispensadas de licenciamento ambiental.

§ 1º A assinatura do contrato de concessão florestal autoriza o concessionário a iniciar as atividades prévias de instalação de infraestrutura e inventário para a elaboração do PMFS.

§ 2º A aprovação do PMFS confere ao seu detentor a licença ambiental para a prática do manejo florestal sustentável na Unidade de Manejo Florestal outorgada, não se aplicando outras etapas de licenciamento ambiental.

§ 3º A autorização de exploração florestal da área objeto da concessão terá validade de até cinco anos, de acordo com o plano operacional apresentado pelo concessionário.

§ 4º O plano operacional terá caráter declaratório, cujas informações serão conferidas pelo órgão ambiental por ocasião do acompanhamento da execução e avaliação técnica do PMFS.

Seção VI
Da Habilitação
SEM ALTERAÇÕES

Seção VII
Do Edital de Licitação

Art. 20.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

XVIII – as regras para que o concessionário possa explorar a comercialização de crédito por serviços ambientais, inclusive de carbono, de acordo com regulamento;

XIX – os contratos deverão passar por revisão para reequilíbrio econômico-financeiro após elaboração do inventário e do PMFS, passados entre um a dois anos da assinatura, e subsequentemente a cada cinco anos, considerando a produção anual e o inventário completo dos últimos cinco anos, que servirá de base de projeção para os próximos cinco, assim como de comparação com os dados constantes do inventário amostral.

§ 3º O edital poderá prever a inversão da ordem das fases de habilitação e julgamento, hipótese em que:

I – encerrada a fase de classificação das propostas, será aberto o envelope com os documentos de habilitação do licitante melhor classificado, para verificação do atendimento das condições fixadas no edital;

II – verificado o atendimento das exigências do edital, o licitante será declarado vencedor;

III – inabilitado o licitante melhor classificado, serão analisados os documentos de habilitação do licitante classificado em segundo lugar, e assim sucessivamente, até que um dos licitantes atenda às condições fixadas no edital;

IV – proclamado o resultado do certame, o objeto será adjudicado ao vencedor nas condições técnicas e econômicas por ele ofertadas.

Art. 24.....

ORIGINAL

§ 1º O edital de licitação indicará os itens, entre os especificados no *caput* deste artigo, e seus respectivos valores, que serão ressarcidos pelo vencedor da licitação.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

§ 1º O edital de licitação indicará os itens, entre os especificados no *caput* deste artigo, e seus respectivos valores.

Seção VIII
Dos Critérios de Seleção

Art. 26.....

ORIGINAL

I – o maior preço ofertado como pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão florestal;

II – a melhor técnica, considerando:

a) o menor impacto ambiental;

b) os maiores benefícios sociais diretos;

c) a maior eficiência;

d) a maior agregação de valor ao produto ou serviço florestal na região da concessão.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

I – o maior preço ofertado como pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão florestal;

II – a melhor proposta técnica, considerando:

a) o menor impacto ambiental;

b) os maiores benefícios sociais diretos.

Seção IX

Do Contrato de Concessão

Art. 27.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 5º É facultado ao concessionário promover a unificação operacional das atividades de manejo florestal sustentável em unidades de manejo florestal contínuas ou não concedidas ao mesmo concessionário, desde que situadas na mesma Unidade de Conservação ou lote de concessão.

§ 6º A unificação operacional ocorrerá por meio de termo aditivo aos contratos de concessão, e permitirá a elaboração de um único Plano de Manejo Florestal Sustentável para todas as unidades de manejo e a unificação das operações florestais, nos termos do regulamento.

§ 7º Os termos aditivos unificarão e manterão as obrigações contratuais, cabendo ao órgão gestor fazer as adequações necessárias decorrente do ganho de escala da operação florestal por meio da adição dos compromissos assumidos nas propostas vencedoras, de técnica e preço, presentes nos diferentes contratos a serem unificados.

§ 8º Os contratos deverão passar por revisão para reequilíbrio econômico-financeiro após elaboração do inventário e do PMFS, passados entre um a dois anos da assinatura, e subsequentemente a cada cinco anos, considerando a produção anual e o inventário completo dos últimos cinco anos, que servirá de base de projeção para os próximos cinco, assim como de comparação com os dados constantes do inventário amostral.

Art. 30.....

ORIGINAL

III – ao prazo máximo para o concessionário iniciar a execução do PMFS;

IX – às ações voltadas ao benefício da comunidade local assumidas pelo concessionário;

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

III – ao prazo máximo de 12 meses para o concessionário iniciar a execução do PMFS, contados a partir de sua aprovação;

IX – às ações voltadas ao benefício da comunidade local e à conservação de serviços ecossistêmicos e da biodiversidade assumidas pelo concessionário;

Art. 32.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 4º Para unidades de manejo florestal localizadas em Unidades de Conservação, a reserva absoluta poderá ser alocada em zonas de proteção da floresta pública, não atingindo a área concedida.

Art. 33.....

ORIGINAL

Para fins de garantir o direito de acesso às concessões florestais por pessoas jurídicas de pequeno porte, micro e médias empresas, serão definidos no Paof, nos termos de regulamento, lotes de concessão, contendo várias unidades de manejo de tamanhos diversos, estabelecidos com base em critérios técnicos, que deverão considerar as condições e as necessidades do setor florestal, as peculiaridades regionais, a estrutura das cadeias produtivas, as infraestruturas locais e o acesso aos mercados.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

Para fins de garantir o direito de acesso às concessões florestais por pessoas jurídicas de pequeno porte, micro e médias empresas, serão definidos no PPaof, nos termos de regulamento, lotes de concessão, contendo várias unidades de manejo de tamanhos diversos, estabelecidos com base em critérios técnicos, que deverão considerar as condições e as necessidades do setor florestal, as peculiaridades regionais, a estrutura das cadeias produtivas, as infraestruturas locais e o acesso aos mercados.

Art. 34......

ORIGINAL

II – cada concessionário, individualmente ou em consórcio, terá um limite percentual máximo de área de concessão florestal, definido no Paof.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

II – cada concessionário, individualmente ou em consórcio, terá um limite percentual máximo de área de concessão florestal, definido no PPaof.

Parágrafo único. O limite previsto no inciso II do *caput* deste artigo será aplicado sobre o total da área destinada à concessão florestal pelo Paof e pelos planos anuais de outorga em execução aprovados nos anos anteriores.

Seção X
Dos Preços Florestais

Art. 36......

INCLUSÕES PROPOSTAS

IV.....

§ 2º A definição do preço mínimo no edital deverá considerar:

ORIGINAL

VII – as referências internacionais aplicáveis.

§ 3º Será fixado, nos termos de regulamento, valor mínimo a ser exigido anualmente do concessionário, independentemente da produção ou dos valores por ele auferidos com a exploração do objeto da concessão.

§ 4º O valor mínimo previsto no § 3º deste artigo integrará os pagamentos anuais devidos pelo concessionário para efeito do pagamento do preço referido no inciso II do *caput* deste artigo.

§ 5º A soma dos valores pagos com base no § 3º deste artigo não poderá ser superior a 30% (trinta por cento) do preço referido no inciso II do *caput* deste artigo.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

VII – as referências internacionais aplicáveis.

§ 3º Poderá ser estabelecido, nos termos de regulamento, valor mínimo a ser exigido anualmente do concessionário, independentemente da produção ou dos valores por ele auferidos com a exploração do objeto da concessão.

§ 4º O valor mínimo previsto no § 3º deste artigo, quando aplicado, integrará os pagamentos anuais devidos pelo concessionário para efeito do pagamento do preço referido no inciso II do *caput* deste artigo.

§ 5º A soma dos valores pagos com base no § 3º deste artigo, se houver, não poderá ser superior a 30% (trinta por cento) do preço referido no inciso II do *caput* deste artigo.

Seção XI
Do Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal
SEM ALTERAÇÕES

Seção XII
Das Auditorias Florestais
SEM ALTERAÇÕES

Seção XIII
Da Extinção da Concessão

Art. 44.....

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 6º Extinta a concessão pelas causas listadas nos incisos II a V do caput desse artigo, no prazo de 10 (dez) anos após a assinatura do contrato, fica o Poder Concedente autorizado a convocar os licitantes remanescentes, na ordem de classificação, para a assinar o termo de contrato, mediante as seguintes condições, em conformidade com o ato convocatório:

- I – aceitação dos termos contratuais vigentes assumidos pelo concessionário anterior, inclusive quanto aos preços a à proposta técnica atualizados;
- II – manutenção dos bens reversíveis existentes;
- III – dar continuidade ao ciclo de produção florestal iniciado.

Seção XIV
Das Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais

Art. 48.....

ORIGINAL

§ 1º A inserção de unidades de manejo das florestas nacionais, estaduais e municipais no Paof requer prévia autorização do órgão gestor da unidade de conservação.

§ 1 The insertion of national, state and municipal forest management units in the Paof requires prior authorization from the managing body of the conservation unit.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

§ 1º A inserção de unidades de manejo das florestas nacionais, estaduais e municipais no PPAOF requer prévia autorização do órgão gestor da unidade de conservação e oitiva do respectivo conselho consultivo, quando existir.

TÍTULO III
DOS ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS PELA GESTÃO E FISCALIZAÇÃO

CAPÍTULO I
DO PODER CONCEDENTE

Art. 49.....

ORIGINAL

I – definir o Paof;

II – ouvir o órgão consultivo sobre a adoção de ações de gestão de florestas públicas, bem como sobre o Paof;

VI -.....

§ 1º No exercício da competência referida nos incisos IV e V do *caput* deste artigo, o poder concedente poderá delegar ao órgão gestor a operacionalização dos procedimentos licitatórios e a celebração de contratos, nos termos do regulamento.

§ 2º No âmbito federal, o Ministério do Meio Ambiente exercerá as competências definidas neste artigo.

ALTERAÇÕES PROPOSTAS

I – definir o PPAOF;

II – ouvir o órgão consultivo sobre a adoção de ações de gestão de florestas públicas, bem como sobre o PPAOF;

VI.....

§ 1º No exercício da competência referida nos incisos I, II, III, IV e V do *caput* deste artigo, o poder concedente poderá delegar ao órgão gestor a operacionalização dos procedimentos licitatórios e a celebração de contratos, nos termos do regulamento.

§ 2º No âmbito federal, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento exercerá as competências definidas neste artigo.

INCLUSÕES PROPOSTAS

§ 3º. Insira-se a nova Seção XV, Da Geração de Créditos de Carbono, na Lei 11.284, de 2 de março de 2006, com a seguinte redação:

INCLUSÕES PROPOSTAS

Seção XV

Da Geração de Créditos de Carbono

Art. 48-A Todos os custos para reconhecimento do crédito de carbono gerado na área ofertada à concorrência, autorizada na forma do § 2º do art. 11 desta Lei, será do concessionário.

Art. 48-B O valor recebido a título do crédito de carbono será revertido integralmente para o concessionário até o montante do valor do investimento.

Parágrafo único. Após a recomposição dos investimentos realizados pelo concessionário, o lucro será compartilhado em partes iguais entre concessionário e poder concedente.

Art. 48-C Na hipótese de término antecipado da concessão, por falta comprovada do concessionário, todo e qualquer valor recebido a título de crédito de carbono será revertido integralmente para o Poder Concedente.

Art. 48-D Na hipótese substituição do concessionário na área geradora de créditos de carbono, o valor recebido a título de crédito de carbono será revertido na proporção de 30% para o novo concessionário e 70% para o Poder Concedente, do lucro ou resultado líquido.

CAPÍTULO II

DOS ÓRGÃOS DO SISNAMA RESPONSÁVEIS PELO CONTROLE E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL SEM ALTERAÇÕES

CAPÍTULO III

DO ÓRGÃO CONSULTIVO SEM ALTERAÇÕES

CAPÍTULO IV
DO ÓRGÃO GESTOR
SEM ALTERAÇÕES

TÍTULO IV
DO SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO

CAPÍTULO I
DA CRIAÇÃO DO SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO
SEM ALTERAÇÕES

CAPÍTULO II
DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E GESTÃO DO
SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO

Seção I
Do Conselho Diretor
SEM ALTERAÇÕES

Seção II
Da Ouvidoria
SEM ALTERAÇÕES

Seção III
Do Conselho Gestor
SEM ALTERAÇÕES

Seção IV
Dos Servidores do SFB
SEM ALTERAÇÕES

Seção V
Da Autonomia Administrativa do SFB
SEM ALTERAÇÕES

Seção VI
Da Receita e do Acervo do Serviço Florestal Brasileiro
SEM ALTERAÇÕES

TÍTULO V
DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS E FINAIS
SEM ALTERAÇÕES

Apêndice 2 – Oportunidades de Investimento

A2.1. Oportunidade de Investimento 1 – Restauração de Florestas Nativas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica

I. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO		
1	Título da atividade de projeto (AP)	Restauração de Floresta Nativa nos biomas Amazônia e Mata Atlântica, Brasil
2	Escala da atividade de projeto	Grande Escala
3	Localização da atividade de projeto	A atividade de projeto será implementada em terras públicas e privadas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica, Brasil (Figura 2) Erro! Fonte de referência não encontrada.
4	Tecnologia / serviço / outro	Remoção e armazenamento de CO ₂ por restauração de floresta nativa.
5	Setor econômico	Silvicultura e outros usos da terra
6	Reduções médias anuais das emissões de GEE (t CO ₂ e)	A mitigação média anual (linha de base – emissões do projeto) atingirá 23,7 Mt CO ₂ e /ano entre 2021-2030; 109,1 Mt CO ₂ e /ano entre 2031-2040 e 268,2 Mt CO ₂ e /ano entre 2041-2050. A mitigação total seria de 4.010 Mt CO ₂ e em 30 anos (Tabela 4)Tabela 4
7	Data	Ficha de projeto elaborada em outubro de 2021.
8	Informações de contato	Primeira representante: Michele Walter. Pesquisadora, Centro Clima/Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Informações de contato do primeiro representante: michele@lima.coppe.ufrj.br Segunda representante: Carolina Dubeux. Pesquisador, Centro Clima/Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Informações de contato do segundo representante: carolina@ppe.ufrj.br
II. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DE PROJETO (AP)		
1	Descrição do projeto	A atividade de projeto visa remover e armazenar carbono na biomassa de espécies arbóreas nativas, restaurando 27 milhões de hectares de floresta nativa nos biomas Amazônia e Mata Atlântica no período de 2015 a 2050. A restauração em áreas públicas totaliza 14,5 Mha e em áreas privadas 12,5 Mha em 2050. Os instrumentos para promover o reflorestamento são o Processo de Concessão Florestal para áreas públicas e a aplicação do Código Florestal para as privadas. Além do carbono, a atividade permite ganhos com produtos e serviços florestais. A disponibilidade de área desmatadas na Amazônia brasileira é um cenário favorável para os esforços de reflorestamento em larga escala. Assunção e Gandour (2019) afirmam que mais de dois terços das áreas públicas desmatadas na Amazônia estão localizadas em florestas públicas não designadas. A área desmatada em 2014 totalizou quase 13 milhões de hectares. A área de florestas públicas não designada em 2020 foi de 63 milhões de hectares, sendo que mais de 90% estão localizados na Amazônia (Serviço Florestal Brasileiro, 2021). A restauração de áreas privadas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica ocorrerá em áreas de Reserva Legal visando cumprir o Código Florestal. Segundo Soares Filho et al., 2014 o passivo ambiental dessas áreas é de 7,2 Mha na Amazônia e 4,8 Mha na Mata Atlântica.
2	Fatores tecnológicos chaves	As tecnologias implementadas no projeto nas atividades componentes, como produção de mudas, preparo da área, plantio/replanteio e manejo tem como referência a experiência brasileira no setor florestal. A atividade do projeto utilizará um mix de espécies nativas, incluindo espécies pioneiras (de crescimento

		rápido) e secundárias. As espécies serão selecionadas com base na ocorrência natural em cada bioma e sua capacidade de fornecer um habitat florestal sustentável a longo prazo. Diferentes técnicas de plantio serão utilizadas, incluindo regeneração natural assistida, semeadura direta e plantio de mudas e sementes. As áreas do projeto serão gerenciadas para alcançar a máxima cobertura e taxa de sobrevivência. As medidas de proteção e monitoramento das plantações continuarão durante a vida útil do projeto.
3	Descrição técnica da medida de mitigação	Essa medida de mitigação consiste em aumentar a remoção e o armazenamento de carbono por meio da restauração de florestas nativas. Áreas desmatadas serão restauradas em terras públicas e privadas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica. A linha de base do projeto consiste na restauração florestal nesses mesmos biomas, mas em menor escala. A duração da atividade do projeto é de 35 anos, tendo iniciado em 2015. Mudanças nos estoques de carbono em reservatórios de biomassa acima e abaixo do solo e remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros em relação ao cenário de linha de base serão estimadas de acordo com dados do Inventário Nacional Brasileiro (Brasil, 2016) e com base na metodologia do IPCC (IPCC 2006).
4	Participantes do projeto	Brasil (Parte anfitriã) Participantes do projeto: Governo brasileiro (viabilizador do processo de concessão florestal); produtores rurais e florestais (desenvolvedores do projeto); empresas privadas (financiadores de compensações florestais).
5	Potencial de redução de emissões de GEE	O projeto mitigará 4 bilhões de toneladas de CO ₂ e em trinta anos. A mitigação média anual dos GEE é apresentada na Tabela 4.Tabela 4
6	Potencial mercado alvo	Empresas interessadas em compensar suas emissões por meio de mercados de crédito de carbono e pagamento por esquemas de serviços ambientais.
III. FINANCIAMENTO DO PROJETO		
1	Principais detalhes do financiamento do projeto/detalhes financeiros estruturados	Investimento total (USD 2020) = 91,2 bilhões (valores baseados nas projeções do projeto DDP BIICS) OPEX total (USD 2020) = 54,5 bilhões CAPEX total (USD 2020) = 36,7 bilhões Receitas do projeto: as receitas são oriundas dos créditos de carbono e pagamento de serviços ambientais, mas não foram estimadas. Tempo de duração: 35 Anos Estrutura de capital proposta para o requisito de financiamento (ou seja, relação dívida/patrimônio líquido), se conhecido: indefinido Moeda de financiamento: USD (taxa de câmbio de 2020)
2	Fontes de financiamento	Bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais e fundos climáticos (Fundo Amazônia, Fundo Verde para o Clima, Fundo Global para o Meio Ambiente)
3	Créditos de carbono	Empresas privadas nacionais e multinacionais
4	Custo por tonelada de carbono (\$/t CO ₂ e)	Custos (USD 2020/t CO ₂ e) – com base nas projeções do Projeto DDP BIICS Restauração em áreas públicas: 2021-2030 = \$18,35; 2031-2040 = \$21,36; 2041-2050 = \$23,33 Restauração em áreas privadas: 2021-2030 = \$5,85; 2031-2040 = \$6,35; 2041-2050 = \$6,46
5	Risco de financiamento	Altos custos iniciais e retornos de longo prazo. Riscos financeiros estão diretamente associados aos riscos climáticos e tecnológicos.
6	Modelagem financeira	Este projeto não tem um modelo financeiro nesta fase.

7	Modelo de aquisição	Parceria público-privada (PPP) e <i>business-to-business</i> (B2B).
9	Estágio do projeto	Concepção de projeto
10	Suporte e assistência técnica	A implementação desta atividade de projeto depende da aceitação pelo proprietário da terra (produtores rurais/florestais, outros), da viabilização do Processo de Concessão Florestal pelo governo brasileiro e da assistência técnica rural (ATER) para a disseminação de tecnologias florestais.

IV. BARREIRAS E RISCOS DO PROJETO

1	Barreiras e riscos do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Altos custos iniciais e retornos de longo prazo. • Falta de apoio financeiro para restaurar áreas de florestas nativas. • Risco climático e tecnológico. • Incentivos insuficientes para convencer produtores florestais e agricultores a investir e assumir os riscos da atividade florestal. • Falta de uma política florestal independente e representativa (as políticas florestais estão atreladas à política agrícola). • Baixo desempenho na implementação do Plano Nacional de Recuperação de Florestas Nativas (PLANAVEG) e falta de representatividade social no Comitê Executivo (CONAVEG). • Falta de regulamentação específica (em nível federal) para reflorestamentos com espécies nativas e para extração de madeira (procedimentos burocráticos para a exploração madeireira em caso de reflorestamento com espécies nativas), o que daria sustentabilidade econômica aos projetos).
2	Condições favoráveis	A restauração de florestas nativas é uma medida de mitigação desafiadora, principalmente devido aos altos custos, aos riscos da atividade de longo prazo e custos de oportunidade de manutenção da floresta. Essa medida pode ser viabilizada com apoio governamental, impulsionando, por exemplo, o processo de Concessões Florestais por meio de uma alteração na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006); criação de programas de apoio e financiamento para o uso sustentável da floresta; operacionalização do sistema de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA (Lei 14119/2021) e; promoção de modelos de restauração que resultem em benefícios financeiros diretos e de curto prazo para os produtores, como a bioeconomia e os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Além disso, a promoção de investimentos privados e ajustes nas políticas de crédito, o apoio a fundos internacionais e a compensação florestal (compensações) também tendem a viabilizar essa medida.
2	Desenvolvimento de políticas	<ul style="list-style-type: none"> • Código Florestal (Lei 12.651/2012) • Proveg/Planaveg (Decreto nº 8.972/2017) • Implantação do Programa de Regularização Ambiental – PRA (Lei 12.651/2012 e decreto 7.830/2012) • Adoção de propostas de Restauração Florestal elaboradas pela Força-Tarefa da Coalizão – COALIZÃO (2021) • Lei de Gestão de Florestas Pública (Lei 11, 284/2006); Concessão Florestal (Projeto de Lei 5518/2020 (Instituto Escolhas, 2021). • Política de Pagamentos por Serviços Ambientais (Lei N° 14.119/2021). • Mercado de Carbono • Green Bonds

V. INFORMAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO ADICIONAIS

1	Benefícios e riscos sociais, econômicos e ambientais	Existem múltiplos benefícios e valores ambientais, econômicos e sociais associados à restauração de florestas nativas como por exemplo: redução do desmatamento e da degradação da terra, aumento da biodiversidade local, remoção do CO ₂ da atmosfera e aumento de empregos e renda verdes. Espera-se que o projeto não tenha impactos socioeconômicos e ambientais negativos significativos.
2	Potencial de transformação	Essa atividade do projeto possibilita a restauração de áreas desmatadas no Brasil por meio de modelos que resultam em benefícios financeiros diretos e de curto prazo para o produtor, na medida em que ele pode se beneficiar das receitas de carbono. O Brasil tem grande potencial para replicar essa atividade do projeto, dado seu notável potencial tecnológico na área florestal e condições edafoclimáticas favoráveis.
3	Aprovações/autorizações regulamentares	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Instituto Nacional de Reforma Agrária (Incra); Instituto Chico Mendes; e agências locais.
4	Consulta pública	Uma descrição desta atividade do projeto foi apresentada às partes interessadas durante os workshops do setor de AFOLU no contexto do projeto DDP BIICS. Mais de 30 especialistas de diferentes instituições participaram das oficinas. A lista completa de participantes/instituições é apresentada nos Relatórios de Mensais do Projeto Decarboost/setor AFOLU.
5	Documentação chave e documentos de apoio	<p>Assunção, J.; GANDOUR, C. Insights. Reflorestamento em larga escala: começando com terras públicas na Amazônia brasileira. Rio de Janeiro: Iniciativa de Política Climática, 2019.</p> <p>Centro Clima/COPPE/UFRJ. Projeções do Projeto DDP BIICS (2021).</p> <p>Lei sobre a Proteção da vegetação nativa – Código Florestal. Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.</p> <p>MCTIC & INEP (2021). Relatório sobre a avaliação das necessidades tecnológicas para a implementação de planos de ação climática no Brasil: mitigação. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 203p. 2021.</p> <p>Planaveg – Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa / Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. – Brasília, DF. Disponível em: https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/planaveg_publicacao.pdf</p> <p>Rolim, S.G. et al., 2019. "Lacunas e Prioridades de Pesquisa em Silvicultura de Espécies Nativas no Brasil". Documento de trabalho. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. Disponível em https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes</p>

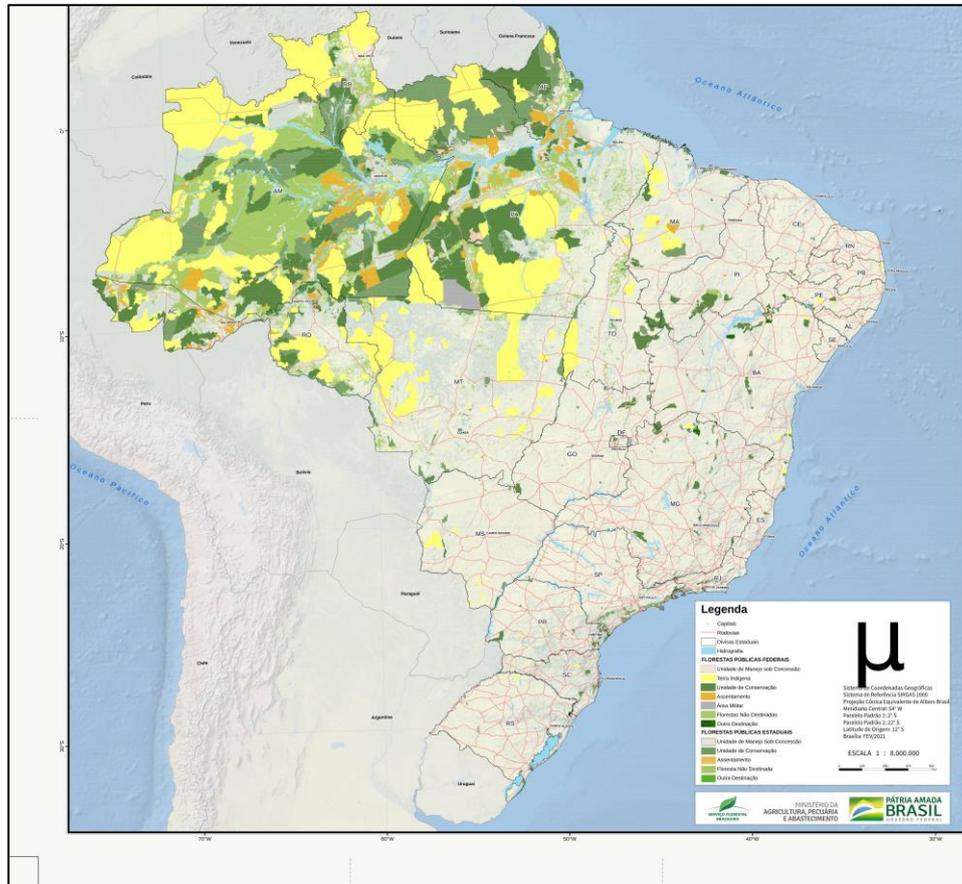


Figura 2. Mapa geral de localização florestal

Fonte: https://www.florestal.gov.br/images/Layout_CNFP_2020_jpg.jpg

Tabela 4. Emissão evitada (Mt CO₂e) e área (Mha) de florestas nativas

Restauração de Florestas Nativas						
Ano	Área Pública (Mha)	Mitigação em áreas públicas (Mt CO ₂ e)	Área Privada (Mha)	Mitigação em áreas privadas (Mt CO ₂ e)	Área Total (Mha)	Mitigação Total (Mt CO ₂ e)
2021	0,03	0,53	0,57	2,24	0,60	2,77
2022	0,07	1,12	0,85	5,72	0,92	6,84
2023	0,12	1,87	1,13	9,19	1,25	11,06
2024	0,18	2,78	1,42	12,67	1,60	15,45
2025	0,25	3,91	1,70	16,14	1,95	20,05
2026	0,34	5,28	1,98	19,61	2,32	24,90
2027	0,45	6,94	2,27	23,09	2,72	30,03
2028	0,58	8,95	2,55	26,56	3,13	35,51
2029	0,74	11,36	2,83	30,04	3,57	41,40
2030	0,93	14,25	3,11	34,75	4,04	49,00
2031	1,09	21,85	3,33	47,46	4,42	69,31
2032	1,29	25,75	3,55	49,42	4,84	75,17
2033	1,52	30,47	3,77	51,39	5,29	81,86
2034	1,81	36,15	3,99	53,36	5,80	89,51
2035	2,15	42,95	4,20	55,32	6,35	98,28
2036	2,55	51,06	4,42	57,29	6,97	108,35
2037	3,04	60,68	4,64	59,26	7,68	119,94
2038	3,61	72,07	4,86	61,22	8,47	133,29
2039	4,28	85,52	5,08	63,19	9,36	148,71
2040	5,08	101,43	5,30	65,16	10,38	166,58
2041	5,65	110,29	6,02	67,07	11,67	177,36
2042	6,29	122,69	6,75	70,47	13,04	193,15
2043	6,99	136,45	7,48	73,86	14,47	210,31
2044	7,78	151,73	8,21	77,25	15,99	228,98
2045	8,65	168,67	8,93	80,64	17,58	249,31
2046	9,61	187,45	9,66	84,04	19,27	271,49
2047	10,68	208,25	10,39	87,43	21,07	295,68
2048	11,86	231,30	11,12	90,82	22,98	322,12
2049	13,17	256,80	11,84	94,21	25,01	351,02
2050	14,62	284,97	12,57	97,61	27,19	382,58
Total						4.010,00

A2.2. Oportunidade de Investimento 2 – Reflorestamento com Espécies Comerciais para Fornecimento de Biomassa para Produção de Pellets de Madeira, Briquetes e Cavacos

I. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO		
1	Título da atividade de projeto (AP)	Reflorestamento com espécies comerciais para fornecimento de biomassa para produção de pellets de madeira, briquetes e cavacos
2	Escala da atividade de projeto	Grande Escala
3	Localização da atividade de projeto	A atividade do projeto será implementada nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil
4	Tecnologia / serviço / outro	Remoção e armazenamento de CO ₂ por reflorestamento com Eucalipto
5	Setor econômico	Silvicultura e outros usos da terra
6	Reduções médias anuais das emissões de GEE (t CO ₂ e)	A mitigação média anual (linha de base – emissões do projeto) atingirá 31,05 Mt CO ₂ e /ano entre 2021-2050. A mitigação total seria de 931,63 Mt CO ₂ e em 30 anos.
7	Data	Ficha de projeto elaborada em outubro de 2021.
8	Informações de contato	Primeira representante: Michele Walter. Pesquisadora, Centro Clima/Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Informações de contato do primeiro representante: michele@lima.coppe.ufrj.br Segunda representante: Carolina Dubeux. Pesquisador, Centro Clima/Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro Informações de contato do segundo representante: carolina@ppe.ufrj.br
II. DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE DE PROJETO (AP)		
1	Descrição do projeto	O projeto visa estabelecer plantações florestais para fornecer biomassa para pellets de madeira, briquetes e cavacos em uma área de 5,8 milhões de hectares, até 2050. Espera-se que a implantação de espécies comerciais de <i>Eucalyptus sp.</i> resulte em duplo benefício para o clima: (i) remoções de GEE por sumidouros adicionais ao que ocorreria na ausência do projeto e geração de estoques de carbono (ii) utilização de fontes renováveis de energia de biomassa em substituição da biomassa não renovável. A atividade de projeto será implementada nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil. Os reflorestamentos serão implantados em áreas de pastagens e campos. Na ausência dessa atividade de projeto tais áreas provavelmente manterão o mesmo uso.
2	Fatores tecnológicos chaves	A tecnologia utilizada no projeto tais como produção de mudas, preparo da área, plantio/replanteio, manejo florestal e colheita é baseada na experiência brasileira na área florestal. Serão utilizadas espécies do gênero eucalipto. As áreas do projeto serão gerenciadas com o objetivo de fornecer biomassa para a produção de pellets de madeira, briquetes e cavacos. As primeiras colheitas ocorrerão após sete anos, seguidas por sucessivos períodos de sete anos. O horizonte de planejamento do projeto é de 30 anos (2020-2050).
3	Descrição técnica da medida de mitigação	Essa medida de mitigação consiste na ampliação de áreas florestais com espécies comerciais (Eucalipto) para fornecer biomassa para a produção de pellets de madeira, briquetes e cavacos. A linha de base do projeto é o uso dessas áreas com pastagens/campos. As mudanças nos estoques de carbono na biomassa acima e abaixo do solo e as remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros, em relação ao cenário de linha de base serão estimadas de acordo com dados publicados por projetos semelhantes e com base na metodologia do IPCC de 2006 (IPCC, 2006). A mitigação total será de 931,63 Mt CO ₂ e em 30 anos.
4	Participantes do projeto	Brasil (Parte anfitriã) Participantes do projeto:- Empresas privadas (financiamento de compensações florestais)

5	Potencial de redução de emissões de GEE	Emissões anuais médias evitadas de GEE na 00
6	Potencial mercado alvo	Empresas interessadas em compensar suas emissões através do mercado de crédito de carbono.
III. FINANCIAMENTO DO PROJETO		
1	Principais detalhes do financiamento do projeto/detalhes financeiros estruturados	Investimento total (USD 2015) = 39,6 bilhões (valores baseados nas projeções do Projeto DDP BIICS) OPEX Total (USD 2015) = 36,6 bilhões CAPEX total (USD 2015) = 3,0 bilhões Receitas do projeto: as receitas originam da venda da madeira e dos créditos de carbono Tempo de duração: 30 anos (idade de rotação da floresta: 7 anos) Estrutura de capital proposta para o requisito de financiamento (ou seja, relação dívida/patrimônio), se conhecido: indefinido Moeda de financiamento: USD (taxa de câmbio de 2020)
2	Fontes de financiamento	O financiamento dessa atividade no Brasil poderá vir de recursos de empresas do setor florestal, produtores rurais/ florestais, fazendeiros e fontes de recursos governamentais, como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF), o Programa de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC+) e o Programa Nacional de Apoio aos Médios Produtores Rurais (Pronamp).
3	Créditos de carbono	Empresas privadas nacionais e multinacionais
4	Custo por tonelada de carbono (\$/t CO ₂ e)	Custos (USD 2020/t CO ₂ e) – com base nas projeções do Projeto DDP BIICS Reflorestamento com espécie comercial (Eucalipto): 2021-2030 = \$12,59; 2031-2040 = \$ 30,77; 2041-2050 = \$ 46,61
5	Risco de financiamento	Altos custos iniciais e retornos de longo prazo. Os riscos financeiros estão diretamente associados aos riscos climáticos e tecnológicos.
6	Modelagem financeira	Não disponível
7	Modelo de aquisição	Parceria público-privada (PPP) e <i>business-to-business</i> (B2B)
9	Estágio do projeto	Concepção de Projeto
10	Suporte e assistência técnica	A implementação desta atividade de projeto depende da aceitação do proprietário (agricultores, produtores florestais, empresas florestais) e da Assistência Técnica Rural (ATER) para a disseminação de tecnologias florestais.
IV. BARREIRAS E RISCOS DO PROJETO		
1	Barreiras e riscos do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Altos custos iniciais e retornos de longo prazo. • Falta de apoio financeiro para aumentar as áreas reflorestadas. • Risco climático e tecnológico. • Incentivos insuficientes para convencer os produtores e agricultores florestais a investir e assumir os riscos da atividade florestal. • Falta de assistência técnica rural (ATR) para disseminar tecnologias florestais. • Falta de uma política florestal independente e representativa (as políticas florestais estão atreladas à política agrícola).
2	Condições favoráveis	Reflorestamentos com espécies comerciais podem ser viabilizados através de: fortalecimento institucional do setor de florestas plantadas; ampliação e disseminação do conhecimento e extensão rural em florestas plantadas; fomento à demanda por biomassa sustentável a partir de produtos florestais; aumento da participação da biomassa de madeira na matriz energética; facilidade na exportação de pellets de madeira, briquetes, e chips de florestas plantadas; concessão de incentivos fiscais a empresas que utilizam biomassa renovável.
2	Desenvolvimento de políticas	Políticas já implementadas:

		<ul style="list-style-type: none"> • Política Agrícola (Lei 8.171/1991) • Política Agrícola para Florestas Plantadas (Decreto 8.375/2014) <p>Políticas não totalmente implementadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código Florestal (Lei 12.651/2012) • Programa de Regularização Ambiental – PRA (Lei 12.651/2012 e Decreto 7830/2012) <p>Políticas futuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criação de Mercados de Carbono • Aumento das garantias para os Títulos Verdes agrícolas
V. INFORMAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO ADICIONAIS		
1	Benefícios e riscos sociais, econômicos e ambientais	Os benefícios ambientais, econômicos e sociais associados ao reflorestamento com espécies comerciais são múltiplos, dentre eles destacam-se: estabelecimento de plantações para oferta de energia renovável (substituição de biomassa não renovável); remoção de CO ₂ da atmosfera; conservação da biodiversidade (fauna e flora); conservação do solo e da água e geração direta de emprego e renda. Não se espera impactos socioeconômicos e ambientais negativos significativos neste projeto.
2	Potencial de transformação	Essa atividade de projeto possibilita o aumento das áreas florestais no Brasil, gerando renda para produtores que podem se beneficiar do mercado de carbono. O Brasil tem grande potencial para replicar essa atividade de projeto, tendo em vista seu notável potencial tecnológico na área florestal e condições edafoclimáticas favoráveis.
3	Aprovações/autorizações regulamentares	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Instituto Nacional de Reforma Agrária (Incra); e órgãos ambientais estaduais e municipais.
4	Consulta pública	Esta ideia de projeto foi apresentada às partes interessadas durante os workshops da AFOLU no contexto do projeto DDP BIICS. Mais de 30 especialistas de diferentes instituições participaram das oficinas. A lista completa de participantes/instituições é apresentada no Relatório Mensal – Projeto Decarboost/setor AFOLU.
5	Documentação chave e documentos de apoio	<p>Centro Clima/COPPE/UFRJ. Projeções do Projeto DDP BIICS (2021).</p> <p>Brasil (2018). Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas. MAPA, Brasil, 2018.52p.</p> <p>Brasil (2012). Código Florestal Brasileiro – Lei 12.651/2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Brazil (1991).</p> <p>Política Agrícola – Lei 8.171/1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm</p> <p>MCTIC & INEP (2021). Relatório sobre a avaliação das necessidades tecnológicas para a implementação de planos de ação climática no Brasil: mitigação. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 203p. 2021.</p>

Tabela 5. Área florestal requerida para produção de pellets, briquetes e cavacos (Mha) e estimativa de emissão evitada (Mt CO₂e)

Reflorestamento para uso industrial no Brasil				
Ano	Área total de floresta (Mha)	Mitigação Total (Mt CO ₂ e)	Área adicional (Mha)	Mitigação adicional (Mt CO ₂ e)
2021	0,75	132,63	0,18	31,05
2022	0,92	163,68	0,18	31,05
2023	1,10	194,74	0,18	31,05
2024	1,27	225,79	0,18	31,05
2025	1,45	256,85	0,18	31,05
2026	1,63	287,90	0,18	31,05
2027	1,80	318,96	0,18	31,05
2028	1,98	350,01	0,18	31,05
2029	2,15	381,06	0,18	31,05
2030	2,33	412,12	0,18	31,05
2031	2,50	443,17	0,18	31,05
2032	2,68	474,23	0,18	31,05
2033	2,85	505,28	0,18	31,05
2034	3,03	536,34	0,18	31,05
2035	3,20	567,39	0,18	31,05
2036	3,38	598,44	0,18	31,05
2037	3,55	629,50	0,18	31,05
2038	3,73	660,55	0,18	31,05
2039	3,90	691,61	0,18	31,05
2040	4,08	722,66	0,18	31,05
2041	4,25	753,72	0,18	31,05
2042	4,43	784,77	0,18	31,05
2043	4,60	815,82	0,18	31,05
2044	4,78	846,88	0,18	31,05
2045	4,96	877,93	0,18	31,05
2046	5,13	908,99	0,18	31,05
2047	5,31	940,04	0,18	31,05
2048	5,48	971,09	0,18	31,05
2049	5,66	1,002,15	0,18	31,05
2050	5,83	1,033,20	0,18	31,05

Fonte: Estimativas do Projeto DDPBIICS

*Valores anuais de remoção de CO₂e para *Eucalyptus sp.* com sete anos (idade de corte).

