

PROJETO TRAJETÓRIAS DE DESCARBONIZAÇÃO

UNDER 2°

SECRETARIAT THE CLIMATE GROUP



Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo

RELATÓRIO FINAL

FINANCIADO POR



SOCIO PRINCIPAL



BENEFICIÁRIO



PARCEIROS



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Reconhecimentos

A equipe do projeto, incluindo o Climate Group, Winrock International e Center for Climate Strategies agradece à equipe da SIMA por sua inestimável colaboração e apoio neste trabalho, especialmente a Jussara de Lima Carvalho, Oswaldo dos Santos Lucon, Margerette Escobar Sabella, Paul Dale, Virgina Dorazio, Silvana Bernardini Cury Morello, Maria Fernanda Pelizzon Garcia, Ricardo Cantarani, e Carlos Ibsen Vianna Lacava. Também somos gratos às muitas partes interessadas do setor público e privado de São Paulo, que compareceram a reuniões e workshops presenciais e virtuais, forneceram dados e informações relevantes, completaram a pesquisa de avaliação multicritério, e analisaram e forneceram comentários sobre os vários documentos produzidos neste projeto. O desenvolvimento da trajetória não teria sido possível sem participação destes contribuidores. Por fim, agradecemos à Iniciativa Internacional Norueguesa para o Clima e as Florestas (NICFI) pelos recursos financeiros e pela orientação necessária para realizar este trabalho.

Índice

Sumário Executivo	5
1. Introdução	8
2. Resumo do processo de desenvolvimento e avaliação da trajetória de descarbonização de São Paulo	9
3. Cenário BAU de planejamento	11
4. Visão e Metas de redução das emissões de GEE.....	17
A. Visão para descarbonização profunda	17
B. Metas norteadoras para a descarbonização	17
5. Ações prioritárias selecionadas para a trajetória	19
FOLU-1: Restauração da vegetação nativa	19
AFOLU-2: Conservação da vegetação nativa do estado, com incentivos socioeconômicos	20
AFOLU-3: Agropecuária climaticamente inteligente	20
I-1: Eficiência de combustível da indústria leve	20
I-2: Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço	21
I-3: Redução das emissões do processo durante a produção de cimento	21
T-1: Planejamento urbano inteligente.....	21
T-2: Eletrificação de veículos	21
T-3: Alteração dos modos de passageiros	22
FE-1: Energia solar	22
FE-2: Energia de biomassa	23
R-1: Programas de energia de metano em aterros sanitários	23
6. Impactos esperados da implementação da trajetória de descarbonização	24
A. Avaliação do impacto nas emissões e remoções de GEE.....	25
Progresso esperado em direção às metas de descarbonização	25
Redução cumulativa esperada nas emissões de gases de efeito estufa em toda a economia.....	30
B. Magnitude potencial de custos diretos ou economia	31
C. Avaliação de potenciais impactos macroeconômicos	35
7. Conclusão.....	38

Siglas

AFOLU	Agricultura, florestas, e outros usos da terra
BAU	Business as usual
C	Celsius
CE	Custo efetividade
CCS	Center for Climate Strategies
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂e	Dióxido de carbono equivalente
GEE	Gases de efeito estufa
Ha	Hectare
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudança Climática
MCA	Avaliação multicritério
MWh	Megawat hora
NICFI	Iniciativa Internacional sobre o Clima e Florestas da Noruega
PIB	Producto Interno Bruto
RCI	Residencial, comercial, e institucional
SIMA-SP	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
TCG	The Climate Group
Tg	Teragramas
t	toneladas métricas
VKT	Kilômetros percorridos por veículo

Sumário Executivo

Este relatório inclui um resumo do processo de desenvolvimento e avaliação das ações prioritárias da trajetória de descarbonização do Estado de São Paulo, Brasil, bem como os resultados das seguintes etapas principais do processo:

1. Desenvolvimento do cenário “business-as-usual” (BAU)/linha de base de planejamento do estado;
2. Definição de metas estaduais para reduzir as emissões líquidas de GEE para 2030 e 2050;
3. Seleção de ações prioritárias para a trajetória e seus desenhos técnicos
4. Avaliações dos impactos esperados da implementação das ações nas emissões de GEE, em magnitude de custos e economias direta, e na macroeconomia do estado.

A trajetória de descarbonização é um processo transformacional que permite reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no longo prazo (2050) por meio de uma série de ações em setores econômicos e emissores importantes que irão alterar a trajetória do cenário BAU dessas emissões de GEE através da adoção de novas tecnologias, aprimoramentos de processos, e melhor gestão de recursos naturais.

Processo de desenvolvimento e avaliação da trajetória

Foi um processo colaborativo entre o governo do Estado de São Paulo e uma equipe de técnicos internacionais. As ações do governo estadual foram lideradas pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). A equipe do projeto consistiu do Climate Group (CG), Winrock International, Center for Climate Strategies (CCS), e apoio do e apoio pontual do Consórcio Intermunicipal da Região Oeste Metropolitana de São Paulo (CIOESTE). Ao longo do processo, contribuições e comentários de outras partes interessadas importantes do setor público e privado foram solicitados e incorporados por meio de seminários e reuniões presenciais e virtuais.

Cenário BAU de emissões/Linha de base de planejamento

O cenário BAU de planejamento desenvolvido pelo projeto revelou que no ano base de 2015, as emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) de São Paulo foram de 153 TgCO₂e, e foi projetado que essas emissões até 2030 crescerão e atingirão 168 TgCO₂e, continuando a crescer até 2050, atingindo 219 TgCO₂e. De acordo com essa análise, vários setores contribuem quase igualmente ao BAU estimado para São Paulo, na ordem de 30-40 TgCO₂e (sendo eles indústria, agropecuária, e gestão de resíduos), enquanto o setor de transporte desponta com contribuições mais significativas, por volta de 100 TgCO₂e.

Meta de descarbonização

A seleção de uma meta de redução de emissões de GEE para o Estado de São Paulo foi baseada no compromisso estadual de neutralizar suas emissões líquidas até 2050. O estado não adotou metas intermediárias para 2030 ou 2040.



Ações Prioritárias Seleccionadas

Doze ações prioritárias foram seleccionadas para conformarem a trajetória de São Paulo:



Setor de abastecimento de energia: duas ações foram incluídas: 1) Geração de energia solar centralizada, e 2) Geração de energia de biomassa;



Setor de indústria: três ações foram incluídas: 1) Eficiência do uso de combustível na indústria leve, 2) Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço, 3) Redução das emissões do processo durante a produção de cimento;



Setor de transporte: três ações foram incluídas: 1) Planejamento urbano inteligente, 2) Eletrificação de veículos, e 3) Alteração do modo de passageiro.



Setor de agricultura, floresta e outros usos da terra: três ações foram incluídas: 1) Agropecuária climaticamente inteligente (uso de técnicas de Baixa Emissão de Carbono), 2) Restauração da paisagem florestal, e 3) Conservação da vegetação nativa.



Setor de resíduos: incluiu uma ação sobre aproveitamento da energia de metano em aterros sanitários.

Impactos esperados da implementação das ações

Impactos esperados nas emissões de gases de efeito estufa

Com a implementação das doze ações, até 2030, são esperadas reduções de emissões de GEE de 44 TgCO₂e (ou seja, 27% em relação aos níveis de BAU). Em 2050, são esperadas reduções de 108 TgCO₂e (ou seja, 50% em comparação com os níveis de BAU). A maior parte das reduções de emissões de GEE virá de ações prioritárias nos setores de transporte (13% em 2050) e AFOLU (22% em 2050).

Embora a implementação integral das ações prioritárias aqui apresentadas aponte para uma significativa redução das emissões de GEE na próxima década, observa-se que a meta estabelecida pelo estado, de neutralizar as emissões líquidas até 2050, não será alcançada. Até 2030, as reduções de emissões de GEE das ações prioritárias são estimadas em aproximadamente dois terços das reduções necessárias para

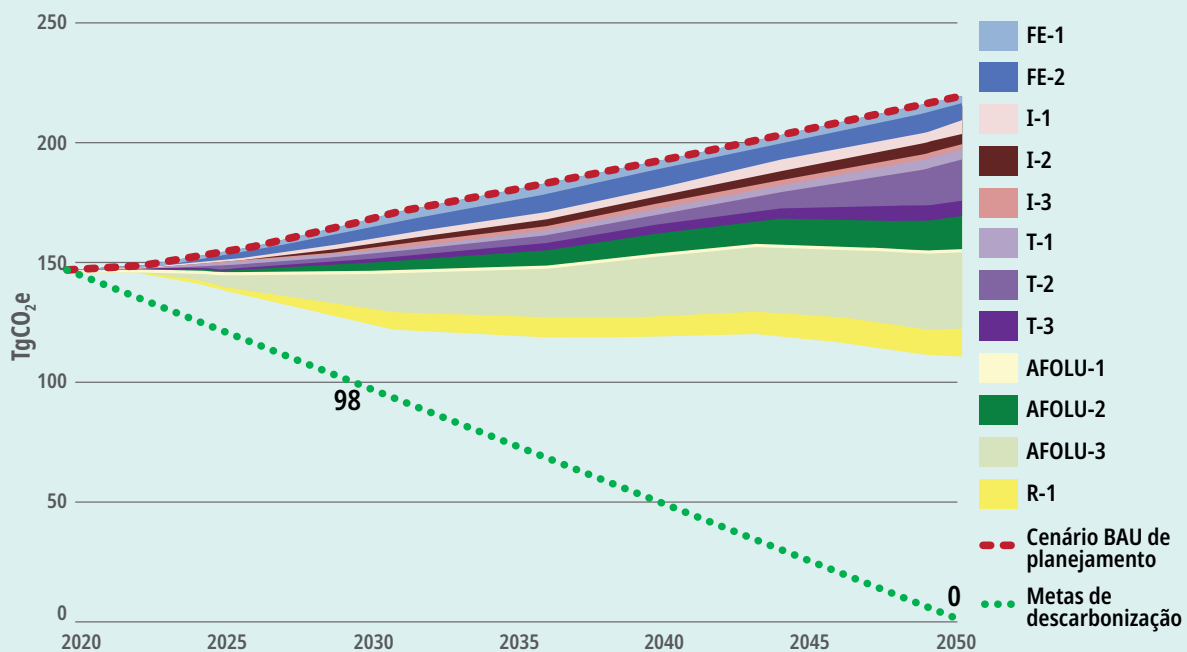


FIGURA 1. REDUÇÕES DE GEE ESPERADAS DA AÇÕES PRIORITÁRIAS ELEGIDAS POR SÃO PAULO

Nota: FE: fornecimento de energia, I: indústria, T: transporte, AFOLU: agricultura, florestas e outros usos da terra, R: gestão de resíduos.

atingir a meta de 2030 (44 TgCO₂e de 69 TgCO₂e necessário). Da mesma forma, até o ano de 2050, estima-se que as reduções de emissões de GEE das ações prioritárias serão de aproximadamente a metade das reduções necessárias para atingir a meta de 2050 (108 TgCO₂e dos 215 TgCO₂e necessários). Para o cumprimento desta meta 2050 é necessário que o estado alcance níveis de redução emissão de GEE em torno de 3,6 TgCO₂e/ano para cada ano até 2050.

Após a implementação esperada das ações prioritárias em 2050, a maior parte das emissões permanecerá nos setores de abastecimento de energia e transporte.

Por meio deste Projeto, São Paulo estabeleceu uma meta de descarbonização bastante ambiciosa e transformadora, e as ações prioritárias representam um esforço inicial significativo do estado para alcançá-la. Para cumprir a meta, será necessário reduzir as emissões em 25 TgCO₂e adicionais até 2030 e outros 107 TgCO₂e até 2050.

Impactos esperados na magnitude dos custos e economia direta

Espera-se que a implementação de metade das ações prioritárias (6 das 12) gere economias líquidas ao longo do tempo. Prevê-se que esta economia líquida seja de pequena magnitude para a maioria destas ações (4 de 6) em comparação com os níveis de despesa dos setores de referência. Geralmente, isso ocorre porque as economias acumuladas ao longo do tempo são maiores do que os custos necessários para implementar uma ação.

De mesma forma, para a outra metade das ações prioritárias que gerem custos líquidos, espera-se que tais custos sejam para todas, de pequena magnitude em comparação com os níveis de despesa dos setores de referência. Ações que devem gerar custos diretos (para todas ações de pequena magnitude) não devem ser consideradas um resultado negativo. Além de suas reduções de GEE, essas ações também podem promover benefícios indiretos/macroeconômicos para o estado, pois incluem o potencial de aumento da atividade econômica geral do estado e/ou aumento de empregos.

Impactos macroeconômicos esperados

A grande maioria das ações prioritárias tem indicadores positivos, o que significa que provavelmente gerarão um impacto macroeconômico positivo para a economia de São Paulo se implementadas para capitalizar os principais motores de ganho macroeconômico. No entanto, é importante considerar que as ações prioritárias não representam desvios significativos dos padrões de desenvolvimento sócioeconômico nem mostram o potencial de uma influência disruptiva, se for considerado que os custos diretos potenciais ou a economia, é geralmente uma pequena porcentagem do nível de despesas dos setores associados.

Adicionalmente, todas as doze ações prioritárias apresentam resultados macroeconômicos positivos, e as ações podem ainda atrair investimento (ou capital) externo e portanto, expandir os recursos financeiros disponíveis no estado.

Conclusão

Através do desenvolvimento desta trajetória de descarbonização, o Estado de São Paulo avança com um passo importante em seus objetivos de descarbonização, principalmente considerando que o estado estabeleceu uma meta de descarbonização ambiciosa e transformadora, visando neutralizar suas emissões líquidas até o ano de 2050.

As doze ações prioritárias impulsionam o estado no abatimento de 50% das emissões projetados no seu cenário BAU de planejamento. Como próximos passos, o estado deverá identificar os mecanismos específicos de implementação além de mapear e assegurar fontes de financiamento possíveis para cada uma das ações, permitindo assim maximizar seu potencial de mitigação e geração de benefícios socioeconômicos. Da mesma forma, o estado deverá estabelecer sistemas de monitoramento, reporte e verificação que possibilitem acompanhar a efetividade da implementação das ações, e medir os reais impactos das mesmas. Isto porque a trajetória precisa ser flexível para adaptar-se, tanto aos avanços tecnológicos que impactam diretamente o potencial de mitigação climática e o custo/benefício de implementação das ações, quanto na conjuntura político-econômica que influencia os elementos macroeconômicos afetados pela implementação das ações.

Por fim, é importante destacar que ainda resta trabalho a se fazer. As doze ações prioritárias incluídas na trajetória contribuem parcialmente para o cumprimento das metas ambiciosas de redução de emissões de GEE selecionadas por São Paulo, mas não completamente. Sendo assim, São Paulo precisa identificar ações adicionais às elencadas neste trabalho e/ou aumentar o nível de esforço das ações já elencadas para atingir suas metas.

Não obstante, São Paulo se posiciona muito bem com o exercício executado no âmbito deste projeto para avançar em passos firmes no alcance de seus objetivos climáticos, bem como em outras metas de desenvolvimento socioeconômico fomentado pelas ações prioritárias.

Informação complementar

Em uma pasta anexada a este relatório, estão incluídos todos os produtos intermediários deste projeto. Os Anexos I-VIII são resumos das linhas de base setoriais; O Anexo IX é a proposta de visão de descarbonização profunda do estado; O Anexo X inclui os catálogos setoriais de ações de mitigação; O Anexo XI é a definição dos critérios empregados na enquete multicritério; Os Anexos XII a XXIII são os documentos de desenho e análises para cada ação prioritária incluída na trajetória; Os Anexos XXV a XXXI são as ferramentas Excel para calcular a linha de base dos diferentes setores e os impactos das ações nesses setores; e os Anexos XXXII a XXXIV são os módulos que apresentam as metodologias detalhadas para avaliação dos impactos das ações.



1. Introdução

O Projeto Trajetórias de Descarbonização visa apoiar governos estaduais e regionais no desenvolvimento de um processo transformacional ou “trajetória” que permita reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no longo prazo (2050). Desde 2019, a equipe do projeto trabalha com os governos dos subnacionais dos Estados de São Paulo, Mato Grosso e Amazonas no Brasil; Querétaro e Quintana Roo no México; e a região de Madre de Dios, no Peru, para desenvolver essas trajetórias de acordo com suas prioridades de desenvolvimento socioeconômico e suas aspirações futuras de contribuição à mitigação das mudanças climáticas.

Essas trajetórias consistem em uma série de ações que devem ser implementadas para reduzir as emissões líquidas de GEE em diferentes setores, como: energia; indústria; agricultura, florestas e outros usos da terra (AFOLU); e resíduos. As ações da trajetória podem ser entendidas como atividades planejadas pelo governo e/ou terceiro setor (privado ou não governamental) dentro das jurisdições que irão mudar o cenário “business-as-usual” (BAU) das emissões de GEE (referidos também como linhas de base) por meio da adoção de novas tecnologias, aprimoramentos de processos, e melhor gestão de recursos naturais. As atividades de baixo carbono podem contribuir para reduzir as emissões de GEE, reduzindo o teor de carbono da energia (por exemplo, mudando para energia renovável), reduzindo o uso de energia intensiva em carbono (por exemplo, aumentando a eficiência energética), aumentando o armazenamento de carbono de longo prazo (por exemplo, promovendo práticas agropecuárias sustentáveis e/ou conservando as reservas florestais) além de outras abordagens.

Por meio deste projeto, São Paulo e outras jurisdições iniciaram o processo de desenvolvimento da sua trajetória de descarbonização através da identificação, desenvolvimento e avaliação de um portfólio inicial de ações consideradas prioritárias para a jurisdição.

2. Resumo do processo de desenvolvimento e avaliação da trajetória de descarbonização de São Paulo

O desenvolvimento da trajetória de descarbonização de São Paulo começou em junho de 2019 e foi concluído em abril de 2021 através de um processo colaborativo de construção entre diversos representantes do governo do estado e a equipe do projeto. Os esforços por parte do governo estadual foram liderados e coordenados pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) do Estado de São Paulo (frequentemente referida doravante como contraparte do governo). A equipe do projeto consistiu no The Climate Group (TCG), Winrock International e Center for Climate Strategies (CCS). Ao longo do processo também houve uma importante participação de diferentes atores-chave do estado¹, incluindo outras agências governamentais, e também atores do terceiro setor (privado e não governamental). A Figura 2 apresenta as principais etapas que foram realizadas para desenvolver e avaliar a trajetória de São Paulo como parte da estrutura de planejamento desenvolvida pela equipe do projeto.

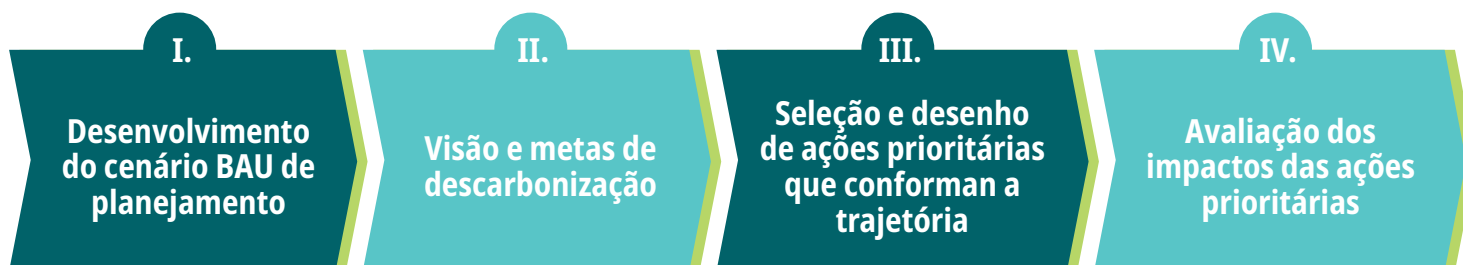


FIGURA 2. ETAPAS PARA DESENVOLVER E AVALIAR A TRAJETÓRIA DE DESCARBONIZAÇÃO DE SÃO PAULO

Essas etapas são detalhadas a seguir:

- I. Desenvolvimento do cenário BAU de planejamento.** Para identificar as formas mais eficazes de reduzir as emissões, primeiro é necessário desenvolver uma linha de base (ou cenário BAU) para orientar o planejamento e priorização subsequente. O cenário BAU consiste na projeção futura (até 2050) dos dados históricos que caracterizam o perfil de emissões e remoções de GEE assim como o desenvolvimento socioeconômico de São Paulo, dentre eles, dados sobre produção e consumo de energia, produção e processos industriais, produção e consumo de recursos agropecuários e florestais, manejo e mudanças no uso da terra, e gestão de resíduos.

A equipe do projeto e as contrapartes do governo trabalharam juntas para compilar os dados necessários para a desenvolver o cenário BAU de planejamento. A primeira versão do BAU foi apresentada em um workshop presencial em dezembro de 2019 para os atores estaduais interessados na implementação do projeto, durante o qual os atores tiveram a oportunidade de fornecer sugestões e propor correções. Com base na retroalimentação recebida e nos dados fornecidos durante e após o workshop, a equipe do projeto atualizou o BAU. Os resultados finais são apresentados na Seção 6. Resumos dos resultados finais das linhas de base setoriais que alimentam o BAU encontram-se nos anexos I-VIII. As ferramentas de Excel com os cálculos encontram-se nos Anexos XXIV a XXXI.

- II. Desenvolvimento de metas de descarbonização e visões setoriais.** Paralelamente, à definição do cenário BAU de planejamento, e visando fomentar a decisão informada, foram propostas metas de redução de emissões de GEE para 2030 e 2050 para ajudar a nortear o nível de ambição, os setores abordados e a capacidade transformacional das ações que conformariam a trajetória. Uma meta preliminar de compromisso para a manutenção do aquecimento global abaixo de 2°C foi acordada no workshop de dezembro de 2019. Entretanto essa meta foi atualizada em janeiro de 2021 com o anúncio do compromisso do Estado de São Paulo em neutralizar suas emissões líquidas até 2050², aumentando a ambição estadual no combate às mudanças climáticas. A proposta de visão para a descarbonização profunda do estado está no Anexo IX.

Os setores que São Paulo decidiu incluir em sua trajetória são 1) abastecimento de energia; 2) indústria e processos industriais; 3) transporte; 4) agricultura, florestas e outros usos da terra; e 5) gestão de resíduos.

- III. Seleção e desenho das ações prioritárias que conformam a trajetória.** Com base nos resultados das linhas de base setoriais e do cenário BAU de planejamento, a equipe do projeto e contrapartes do governo desenvolveram catálogos de ações de descarbonização. O catálogo consiste numa lista exaustiva de ações potenciais em cada um dos setores elegidos que o estado poderia incluir em sua trajetória para reduzir as emissões e/ou aumentar as remoções de GEE em comparação com o

¹ Aproximadamente 90 atores participaram e contribuíram no processo de construção da trajetória de descarbonização de São Paulo.

² <https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/sao-paulo-e-os-cinco-anos-do-acordo-de-paris/>

cenário BAU. Os catálogos incluem uma descrição das diferentes ações, bem como exemplos de como elas poderiam ser implementadas, incluindo políticas e/ou programas habilitantes da potencial ação.

Os atores locais interessados tiveram a oportunidade de revisar os catálogos e contribuir no seu refinamento. Os catálogos foram finalizados com base na contribuição dos atores locais. Os catálogos setoriais de ações de mitigação são apresentados no Anexo X.

Subsequentemente, a equipe do projeto desenvolveu uma enquete online de avaliação multicritério (MCA) para que os atores do estado pudessem opinar sobre a quais ações deveriam ser priorizadas, e assim selecionar doze ações prioritárias como foco do projeto. A definição dos critérios utilizadas na MCA estão no Anexo XI. Com base nos resultados da enquete, e discutindo preliminarmente o impacto esperado e com a equipe do projeto, as contrapartes do governo estadual fizeram a seleção final das ações prioritárias que formaram a trajetória de descarbonização de São Paulo. Essas ações são apresentadas na Seção 8.

Para cada uma das ações selecionadas, os seguintes parâmetros de design foram identificados com a contribuição dos atores estaduais interessados:

- Uma descrição do que a ação representa, definido seu escopo.
- O nível de esforço ou escala de mudança na atividade que a jurisdição precisa realizar para realizar a ação.
- O tempo de implementação para atingir o nível de esforço identificado.

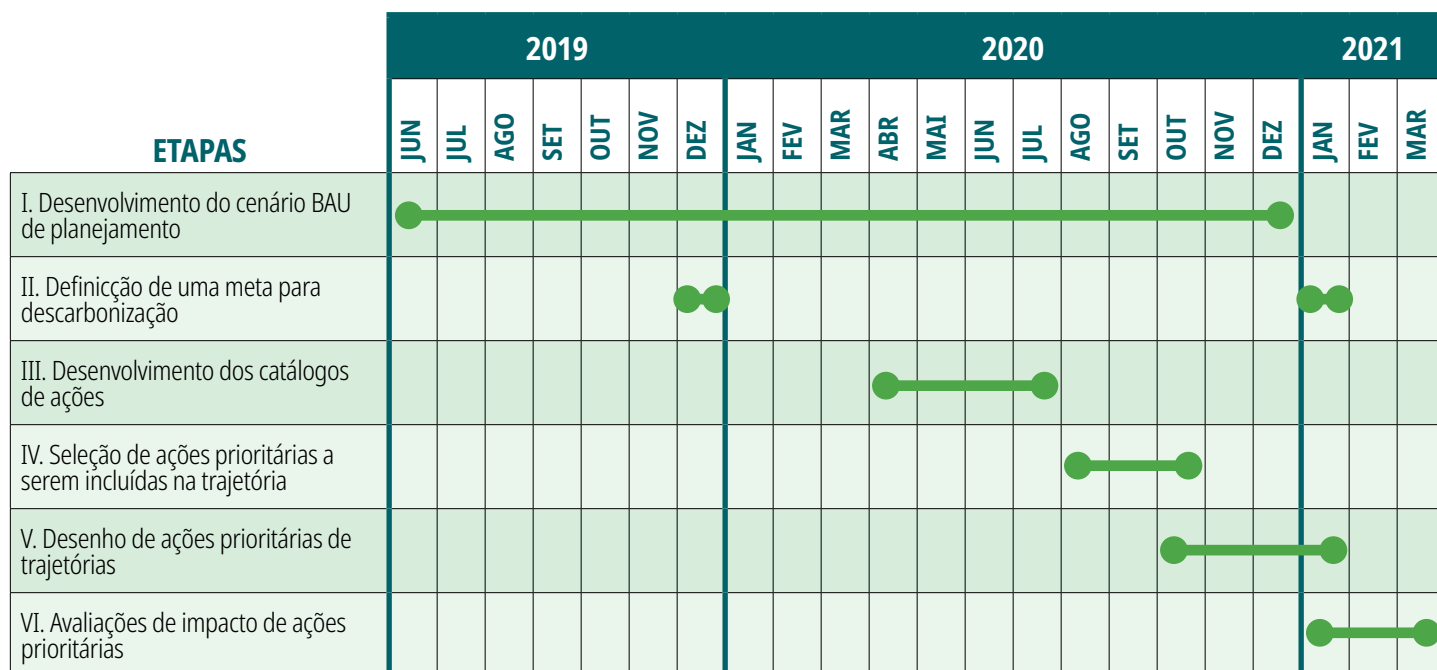
Esses componentes de desenho das ações estão detalhados na Seção 8 e também nos Anexos XII a XXIII.

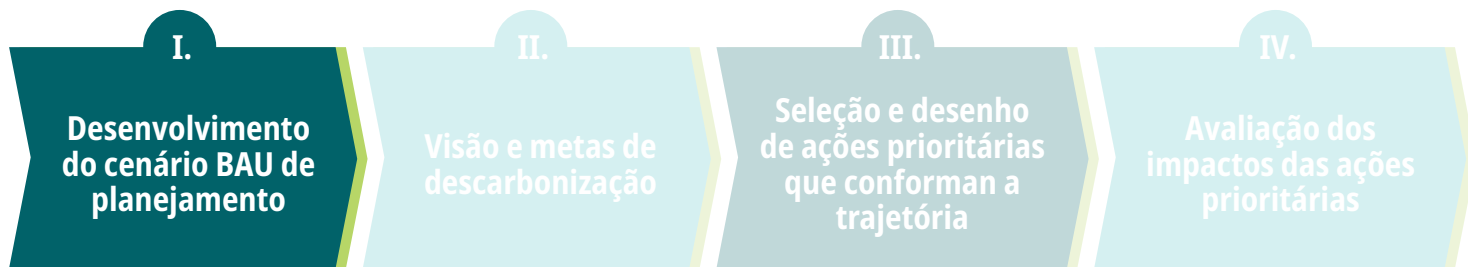
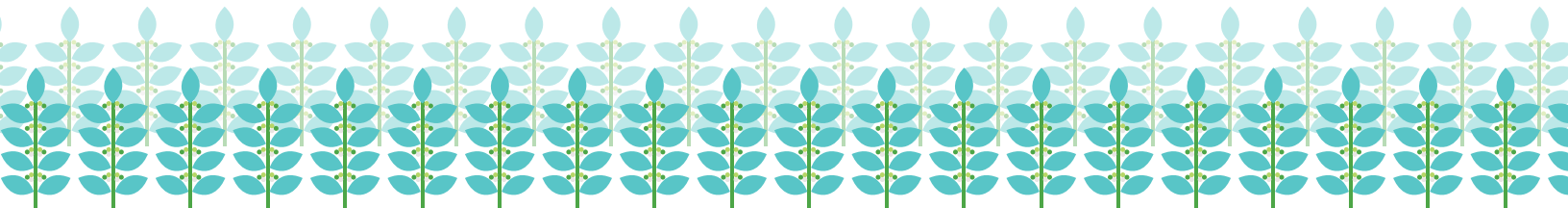
IV. Avaliações dos impactos das ações prioritárias. Para cada uma das ações prioritárias, foram realizadas avaliações sobre o impacto estimado da implementação da ação nas emissões de GEE, na magnitude dos custos diretos e economia gerada, e na macroeconomia do estado. Quando benefícios adicionais foram identificados como um resultado potencial da ação que não havia sido levado em consideração nessas avaliações, eles também foram incluídos em uma seção separada. Os resultados dessas avaliações de impacto encontram-se nos Anexos XII a XXIII.

Além da avaliação individual de cada ação, foi realizada uma avaliação dos impactos esperados de todas as ações conjuntamente sobre as emissões de GEE em toda a economia do estado para endereçar potenciais sobreposições intra- e inter-setoriais resultantes da implementação de cada ação.

A Tabela 1 apresenta o cronograma de realização das diferentes etapas no desenvolvimento da trajetória de São Paulo.

TABELA 1: ETAPAS E CRONOGRAMA PARA IDENTIFICAR E AVALIAR A TRAJETÓRIA DE SÃO PAULO





3. Cenário BAU de planejamento

A Figura 3 abaixo apresenta o cenário BAU de planejamento das emissões de GEE para todos os setores econômicos de São Paulo. Em seguida, a Tabela 2, indica o nível de emissões de GEE de cada setor da economia, também no cenário BAU.

O cenário BAU de planejamento aborda período histórico de referência de 2010 a 2019, com uma projeção modelada até 2050. A projeção do BAU está ligada aos níveis esperados de crescimento da população (baseado em a taxa de crescimento anual de cerca de 0,2% entre 2020-2050) e expansão da atividade econômica (baseado em a taxa de crescimento anual de PIB estadual de 1,4% in 2050 que se presume corresponde às taxas de crescimento nacionais projetadas pela OCDE) documentados na linha de base socioeconômica (ver Anexo I). Cada um dos setores econômicos representados na Figura 3 é apoiado por uma linha de base setorial de GEE disponíveis (disponíveis nos Anexos II-VIII), e a projeção do BAU foi desenvolvida através da agregação dos resultados das linhas de bases setoriais.

Para o desenvolvimento do cenário BAU de planejamento de São Paulo, foram usados os dados recomendados pelo governo estadual, e dados pesquisados em literatura pela equipe técnica do projeto (por exemplo Inventarios Nacionais de GEE, SEEG, Balanço Energético Estadual, IBGE, Mapbiomas, Embrapa, etc). Em alguns casos, dados de abrangência para todo o período de referência não estavam disponíveis; portanto foram aplicados métodos de interpolação e/ou extrapolação para cobrir todo o período de 2010-2019.

O cenário BAU de planejamento foi estimado em emissões líquidas, ou seja, tanto as emissões (fontes) quanto as remoções (sumidouros) de GEE foram consideradas. As unidades de reporte são teragramas (Tg) de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

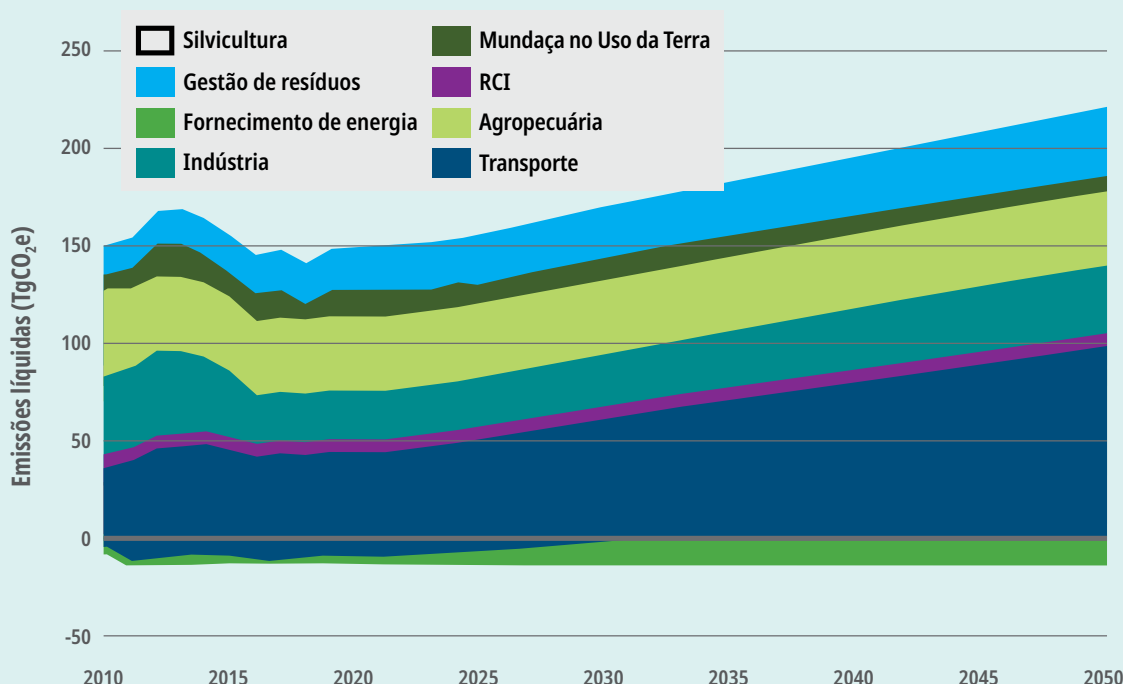


FIGURA 3: CENÁRIO BAU DE PLANEJAMENTO DE TODA A ECONOMIA DE SÃO PAULO, DESAGREGADO PARA EVIDENCIAR AS LINHAS DE BASE SETORIAIS

Vale notas que as emissões para fornecimento de energia, incluem as emissões associadas à importação de eletricidade do grid nacional.

Conforme indicado na Figura 3 e Tabela 2, os setores que contribuem mais significativamente para as emissões de GEE em São Paulo são:

- **Transporte (T):** principalmente as emissões decorrentes do consumo de diesel e gasolina dos veículos rodoviários.
- **Indústria (I):** principalmente as emissões provenientes do consumo de combustíveis fósseis para processos industriais.
- **Gestão de resíduos (R):** as emissões das atividades de tratamento de resíduos sólidos (RS) e águas residuais (AR)
- **Agropecuária (AG/PEC):** as emissões geradas durante a produção agrícola e pecuária, excluem as emissões energéticas, como consumo de combustível por tratores.

As emissões dos setores de fornecimento de energia (FE) e residencial, comercial e institucional (RCI), são menores. Em particular:

- **Fornecimento de Energia (FE):** as emissões provenientes da geração de energia elétrica no estado para atender a demanda dos setores residencial, comercial, institucional (RCI), transporte e industrial.
- **RCI:** as emissões vêm principalmente da queima de combustíveis domésticos.

O subsetor de Florestas (referido neste relatório como *FOLU*) é um sumidouro líquido de carbono.

As três figuras que seguem abaixo fornecem para cada setor a contribuição das emissões de diferentes atividades de cada subsetor no ano base de 2015 (o último e único ano para o qual havia dados históricos disponíveis para todos os subsetores), 2030 e 2050.

A Figura 4 que segue abaixo mostra que as emissões líquidas de toda a economia em 2015 foram de 153 TgCO₂e (os Anexos I a VIII apresentam mais detalhes sobre a composição das emissões de GEE em cada setor):

- No **setor de fornecimento de energia**, as emissões referem-se todas ao fornecimento de energia elétrica.
- No **setor RCI**, as emissões são geradas principalmente pelo subsetor residencial.
- No **setor de transporte**, as emissões são geradas principalmente pelo transporte rodoviário. As estimativas para “Outros” incluem emissões do transporte aéreo, marítimo e ferroviário
- No **setor industrial**, as emissões são geradas principalmente pelo consumo de combustível nos processos industriais.
- No **setor agropecuário**, as emissões são geradas principalmente pelas atividades pecuárias.
- No **setor FOLU**, as emissões são muito pequenas para serem vistas no gráfico (0,03%)
- No **setor de gestão de resíduos**, as emissões são geradas principalmente por resíduos sólidos

TABELA 2: EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE POR CADA SETOR DO CENÁRIO BAU PDE PLANEJAMENTO

SECTOR	Emisiones netas (TgCO ₂ e)					
	2010	2015	2020	2030	2040	2050
Fornecimento de energia	2,2	4,1	2,7	10,8	11,8	12,1
Transporte	46,2	53,2	53,4	62,4	79,5	96,7
RCI	5,6	5,5	5,5	4,8	4,8	4,7
Indústria	41,6	34,1	26,0	28,3	32,8	37,3
Agropecuária	39,5	36,8	36,7	34,5	32,9	32,7
Mudança no uso da terra	17,1	12,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Silvicultura	(8,4)	(12,9)	(12,9)	(12,9)	(12,9)	(12,9)
Gestão de resíduos	13,4	19,2	21,6	26,4	30,5	34,4
Emissões líquidas totais	157	153	147	168	193	219

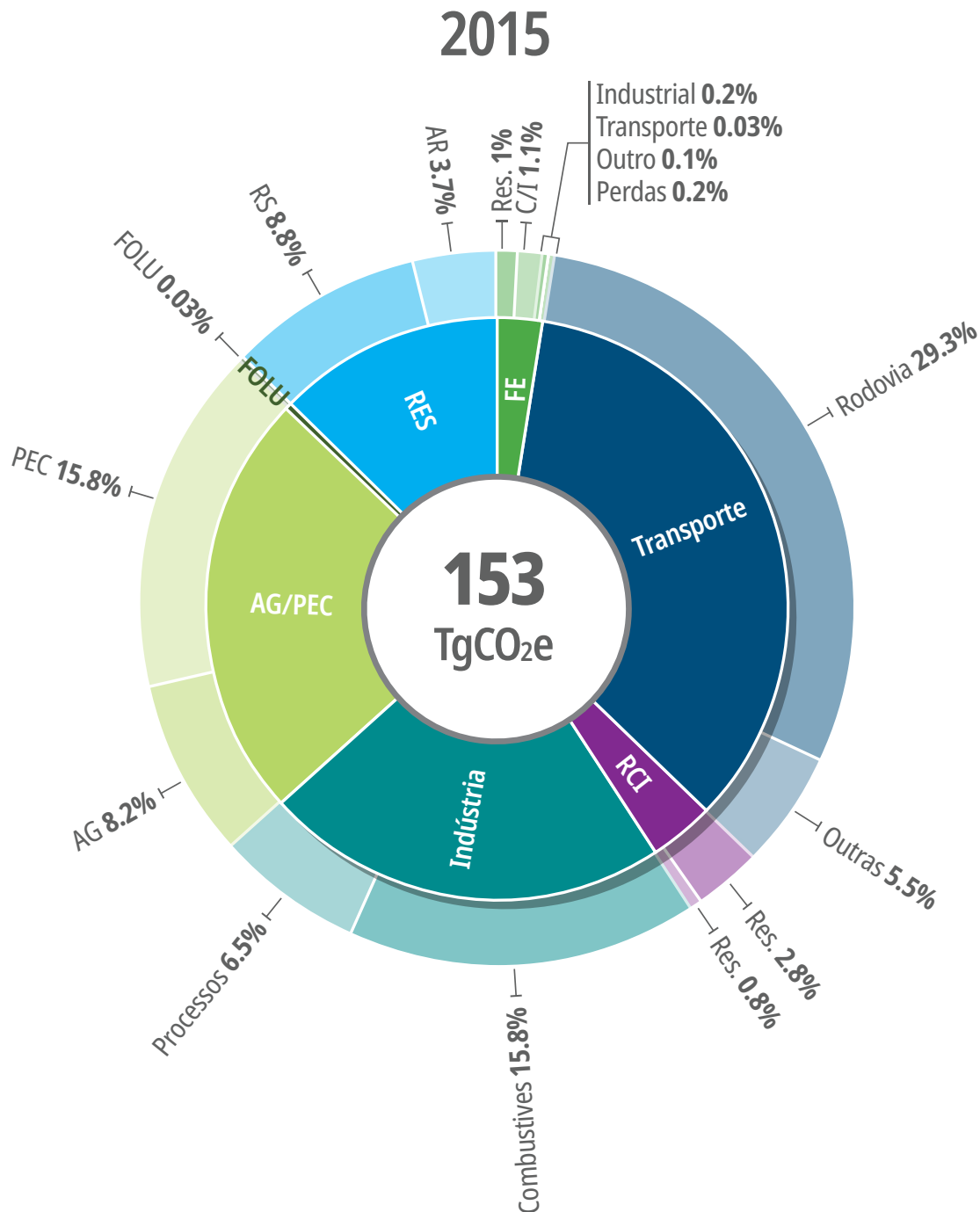


FIGURA 4: DESAGREGAÇÃO POR SETORES DAS EMISSÕES DE GEE EM SÃO PAULO EM 2015

As Figuras 5 e 6 fornecem gráficos semelhantes para os anos de projeção do BAU de 2030 e 2050. Semelhante aos valores históricos na figura acima, após contabilizar o crescimento das emissões, as emissões de GEE de toda a economia ainda são dominadas pelo setor de transporte.

A Figura 5 mostra que as emissões líquidas de toda a economia em 2030 foram de 168 TgCO₂e.

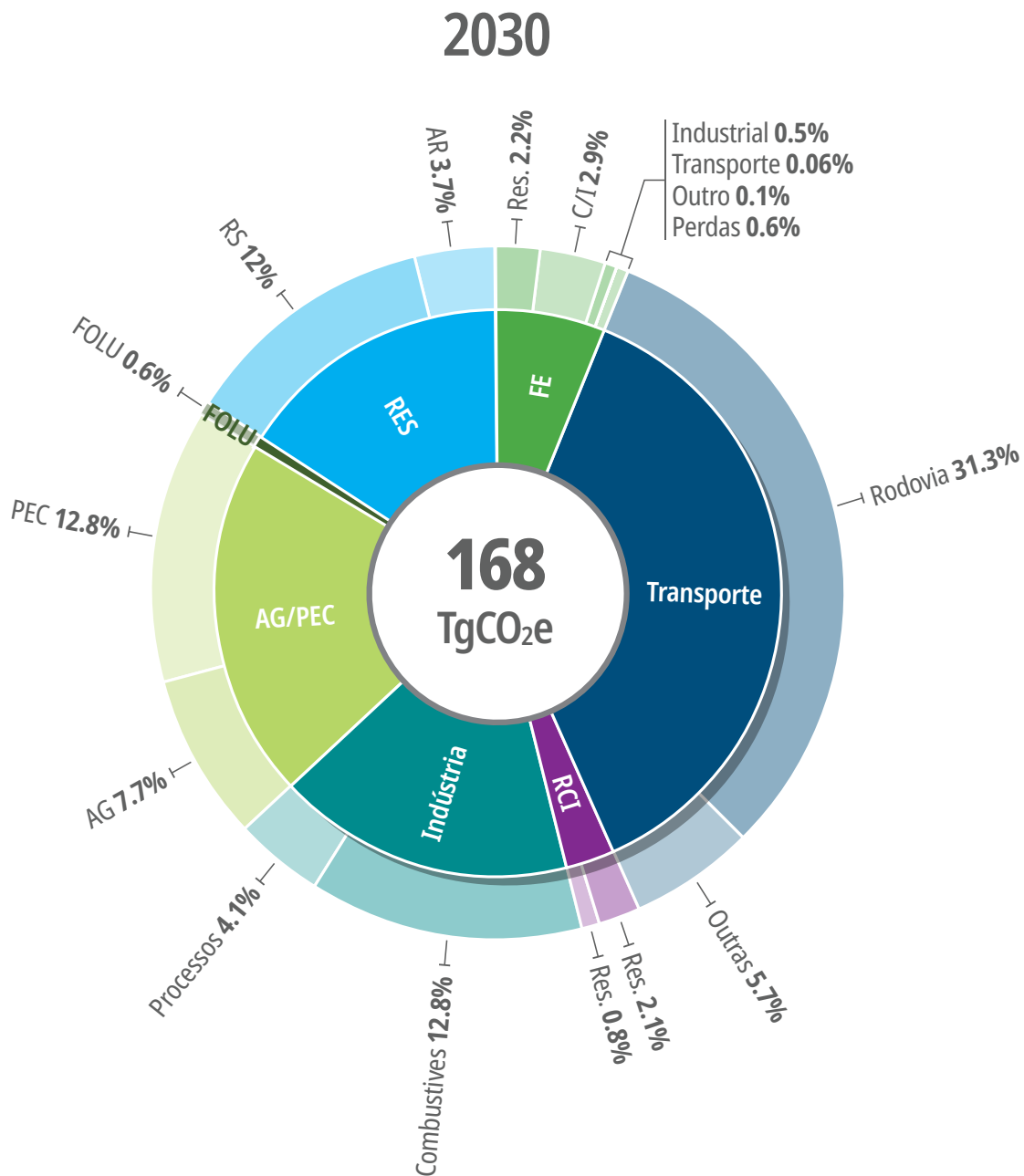


FIGURA 5: DESAGREGAÇÃO POR SETORES DAS EMISSÕES DE GEE EM SÃO PAULO EM 2030

A Figura 6 mostra que as emissões líquidas de toda a economia em 2050 foram de 219 TgCO₂e.

2050

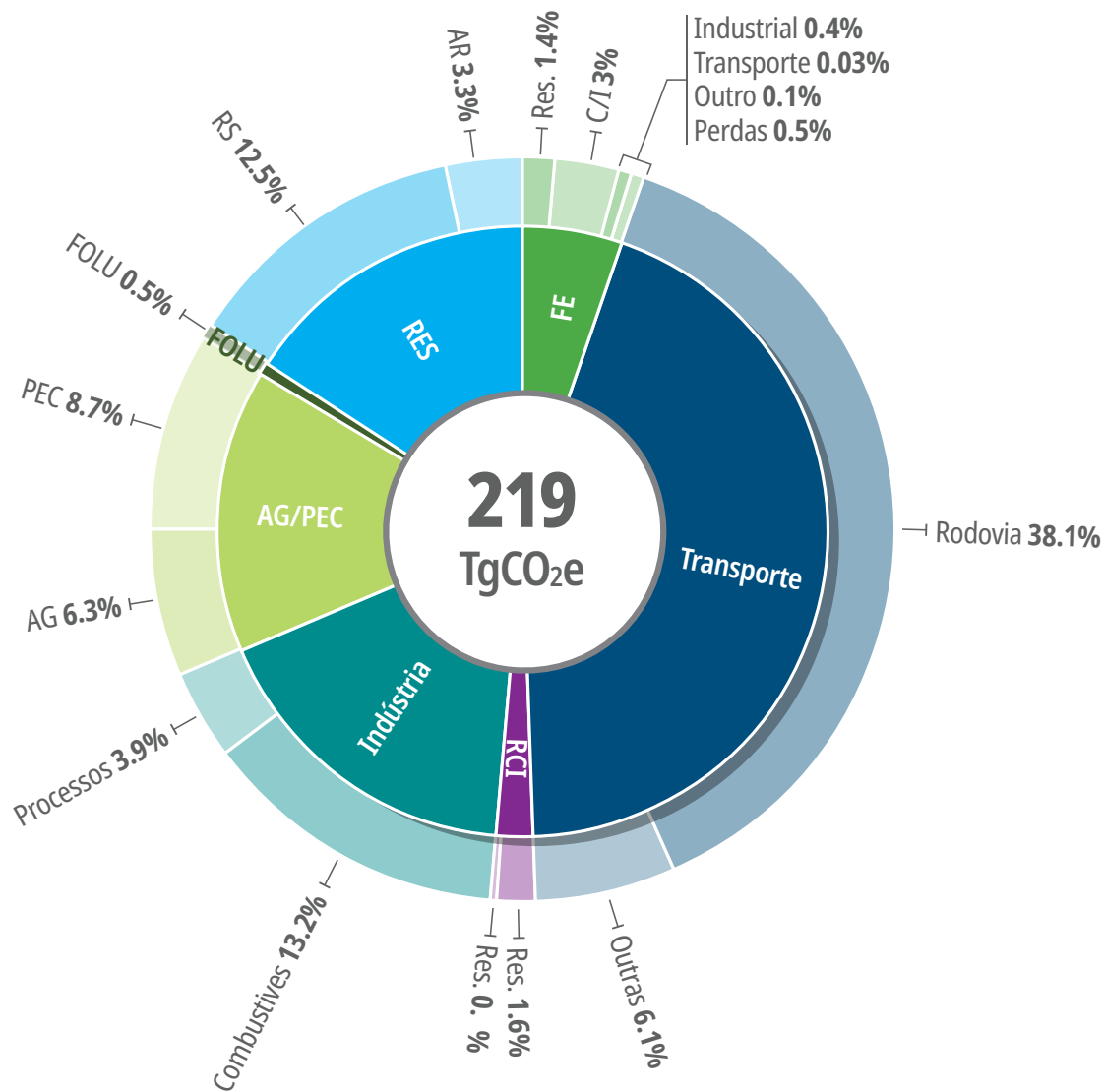


FIGURA 6: DESAGREGAÇÃO POR SETORES DAS EMISSÕES DE GEE EM SÃO PAULO EM 2050

A Tabela 3 abaixo apresenta um resumo da contribuição de cada setor para o crescimento geral das emissões de toda a economia de São Paulo nos períodos 2015-2030 e 2015-2050, bem como a taxa de crescimento anual de cada setor. Conforme indicado nesta tabela, o setor de transporte cresce a uma taxa de 1,7% ao ano.

TABELA 3: CRESCIMENTO DAS EMISSÕES POR SETOR

SETOR	Crescimento de toda a economia		Crescimento anual de setor	
	2015-2030 (%)	2015-2050 (%)	2015-2030 (%/año)	2015-2050 (%/año)
Fornecimento de energia	43,7%	12,1%	6,7%	3,1%
Transporte	60,0%	66,0%	1,1%	1,7%
RCI	-4,4%	-1,2%	-0,9%	-0,5%
Indústria	-37,8%	4,8%	-1,2%	0,3%
Agropecuária e pecuária	-15,0%	-6,2%	-0,4%	-0,3%
FOLU	6,3%	1,5%	0,5%	0,2%
Gestão de resíduos	47,3%	23,1%	2,2%	1,7%

As Figuras 7 e 8 fornecem as intensidades de carbono com base nas emissões líquidas de GEE em toda a economia de São Paulo, que também devem crescer significativamente até 2050. Com base na população, a intensidade de carbono deve crescer de 3,6 tCO₂e/capita em 2015 para 4,6 tCO₂e/capita em 2050. Com base na atividade econômica, a intensidade de carbono era 258 gramas (g) de CO₂e por dólar americano de 2019 (USD 2019) em 2015, e diminuirá para 189 gCO₂e/USD 2019 em 2050.

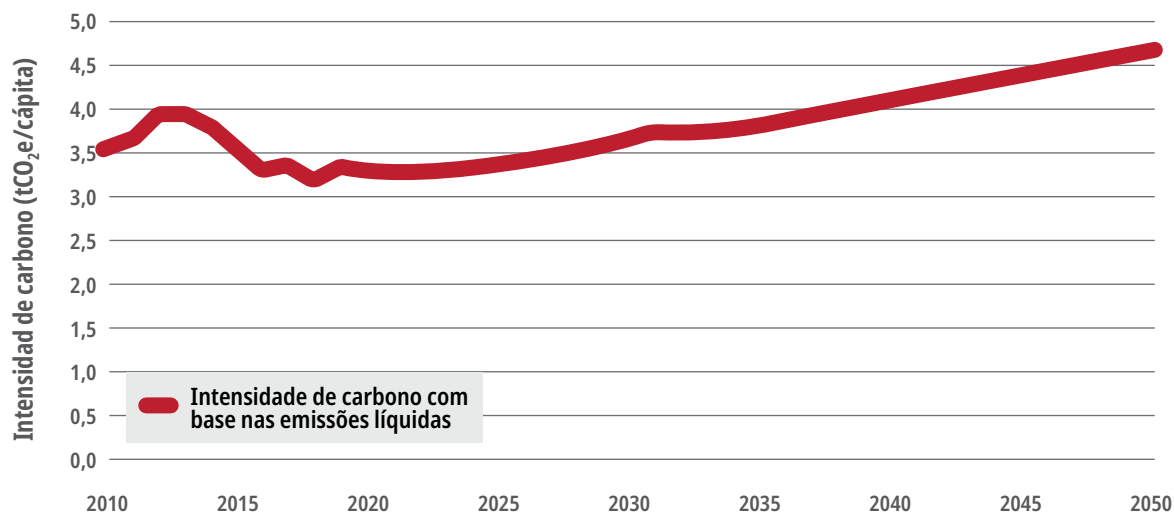


FIGURA 7: INTENSIDADE DE CARBONO POR CAPITA

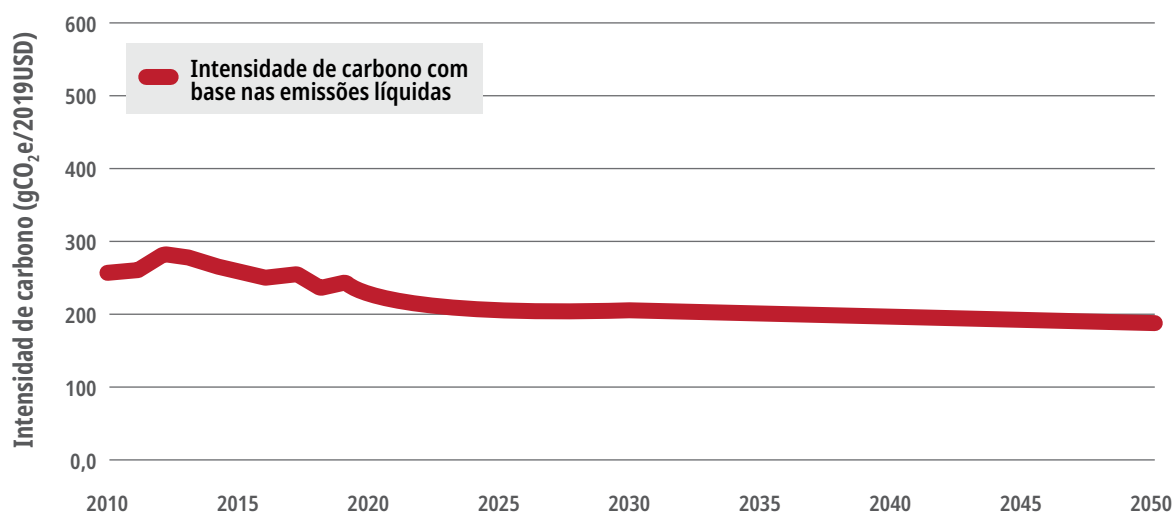
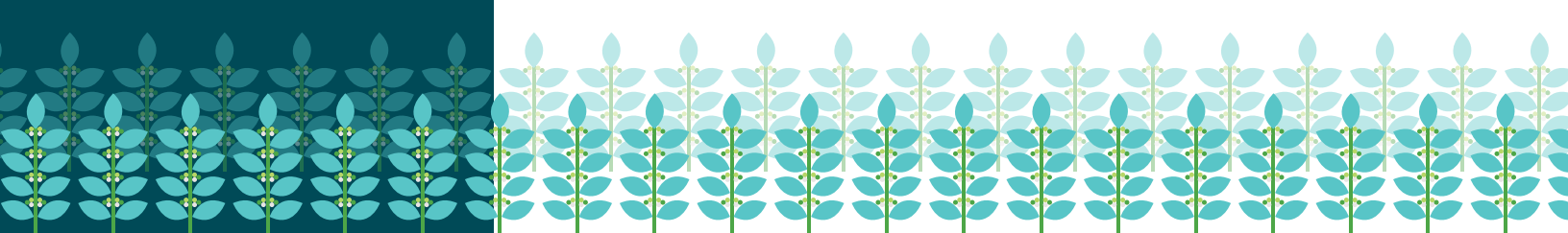


FIGURA 8: INTENSIDADE DE CARBONO DA ECONOMIA

Conforme mencionado acima, os detalhes das projeções das emissões de GEE nos níveis socioeconômico e setorial podem ser encontrados nos Anexos I a VIII, e abrangem o seguinte:

- Linha de Base **socioeconômica**: população BAU e crescimento econômico.
- Linha de base do **setor de fornecimento de energia**: crescimento BAU na atividade e emissões de fornecimento de energia. Para São Paulo, este setor trata principalmente do fornecimento de eletricidade e das emissões diretas de GEE associadas.
- Linha de base do **setor residencial, comercial e institucional**: demanda BAU por combustíveis e eletricidade e emissões diretas e indiretas de GEE associadas.
- Linha de base do **setor industrial**: demanda BAU por combustíveis e eletricidade e emissões diretas e indiretas de GEE associadas. Além disso, a atividade de produção industrial e as emissões de GEE não energéticas (de processo) associadas.
- Linha de base do **setor de transporte**: demanda BAU por combustíveis e eletricidade e emissões diretas e indiretas de GEE associadas.
- Linha de base do **setor agropecuário**: atividade de produção agropecuária no cenário BAU e emissões de GEE e remoções de CO₂ associadas.
- Linha de base do **setor de florestas e outros usos da terra**: gestão de florestas e outros usos da terra e emissões associadas de gases de efeito estufa e absorção de CO₂.
- Linha de base do **setor de gestão de resíduos**: atividade de geração e gestão de resíduos sólidos e águas residuais e emissões de GEE associadas.



I.

Desenvolvimento do cenário Bau de planejamento

II.

Visão e metas de descarbonização

III.

Seleção e desenho de ações prioritárias que conformam a trajetória

IV.

Avaliação dos impactos das ações prioritárias

4. Visão e Metas de redução das emissões de GEE

A. Visão para descarbonização profunda

Visando orientar e nortear a ambição estadual no combate às mudanças climáticas, foi desenvolvida uma proposta de visão de descarbonização profunda para o São Paulo (Anexo X), pontificando os setores prioritários e as principais estratégias de como o estado aspira atualmente promover as mudanças transformacionais necessárias. A proposta de visão foi revisada pelos atores estaduais que forneceram contribuições para seu refinamento e finalização.

B. Metas norteadoras para a descarbonização

Adicionalmente, propôs-se a seleção de uma meta de redução de emissões de GEE para o Estado de São Paulo que foi baseada no nível de redução de emissões exigido mundialmente para limitar o aquecimento a menos de 2 graus Celsius (C) acima dos níveis pré-industriais. O IPCC indicou que é necessário limitar o aquecimento global abaixo deste nível para evitar as piores consequências das mudanças climáticas (e também defendeu um nível de aquecimento ainda mais baixo, menos de 1,5 graus C). Ficar abaixo desse nível de aquecimento tornará a adaptação às mudanças climáticas menos onerosa, limitando a intensidade e frequência de eventos climáticos extremos, assim como os impactos deletérios sobre os recursos naturais, biodiversidade, e segurança alimentar.

Uma avaliação das metas de redução de emissões em todo o estado necessárias para alcançar consistência com a meta de aquecimento de 2°C foi realizada. Com base nessa avaliação, o Estado de São Paulo selecionou preliminarmente, durante o workshop em Dezembro de 2019, manter o acordado no Memorando de Entendimento assinada com a Coalizão Under2, de contribuir para a limitação do aquecimento global em no máximo 2°C. Posteriormente, no início de 2021, o estado reafirmou seu protagonismo climático e se comprometeu com a neutralização das emissões líquidas até 2050³.

Conforme indicado do cenário BAU de planejamento, um nível de emissão de cerca de 147 TgCO₂e foi estimado para o ano de 2020, e estima-se que esse valor crescerá, sob condições BAU, para 168 TgCO₂e em 2030 e 219 TgCO₂e em 2050. Como resultado, o compromisso de redução de GEE de São Paulo se traduzem em uma redução anual estimada de emissões para um nível de 98 TgCO₂e até 2030 e, em seguida, para um nível de 0 TgCO₂e até 2050, conforme mostrado na Figura 9 abaixo.

3 <https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/sao-paulo-e-os-cinco-anos-do-acordo-de-paris/>

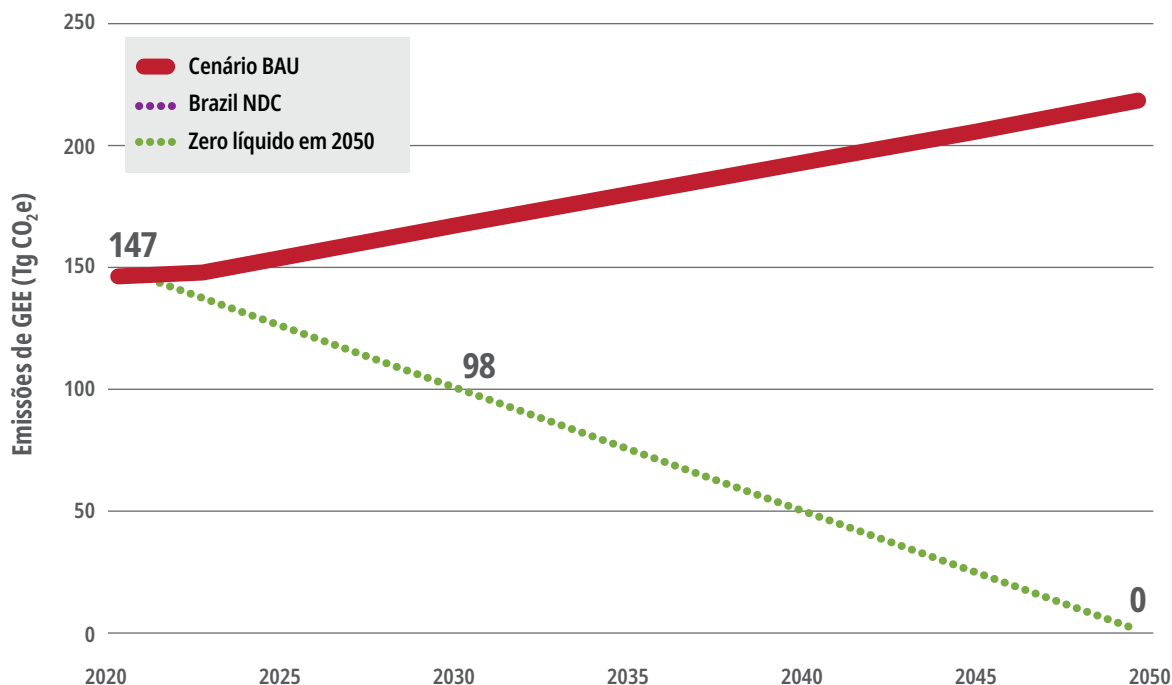


FIGURA 9: METAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES PARA TODA A ECONOMIA DE SÃO PAULO

A Figura 10 abaixo compara a intensidade de carbono com base na população (per capita) do cenário BAU com as intensidades de carbono com base na população necessárias para atingir a neutralização de suas emissões até 2050. Conforme indicado na figura, na previsão BAU a intensidade de carbono per capita é 3,6 tCO₂e/capita em 2030 e 4,6 tCO₂e/capita em 2050. Comparando esses níveis com os níveis da intensidade necessários para atingir a neutralização de suas emissões líquidas (ou seja, 2,2 tCO₂e/capita em 2030 e 0 tCO₂e/capita em 2050), a intensidade de carbono per capita no cenário BAU resulta em 1,4 tCO₂e/per capita acima do nível de 2030 e 4,6 tCO₂e/per capita acima do nível de 2050.

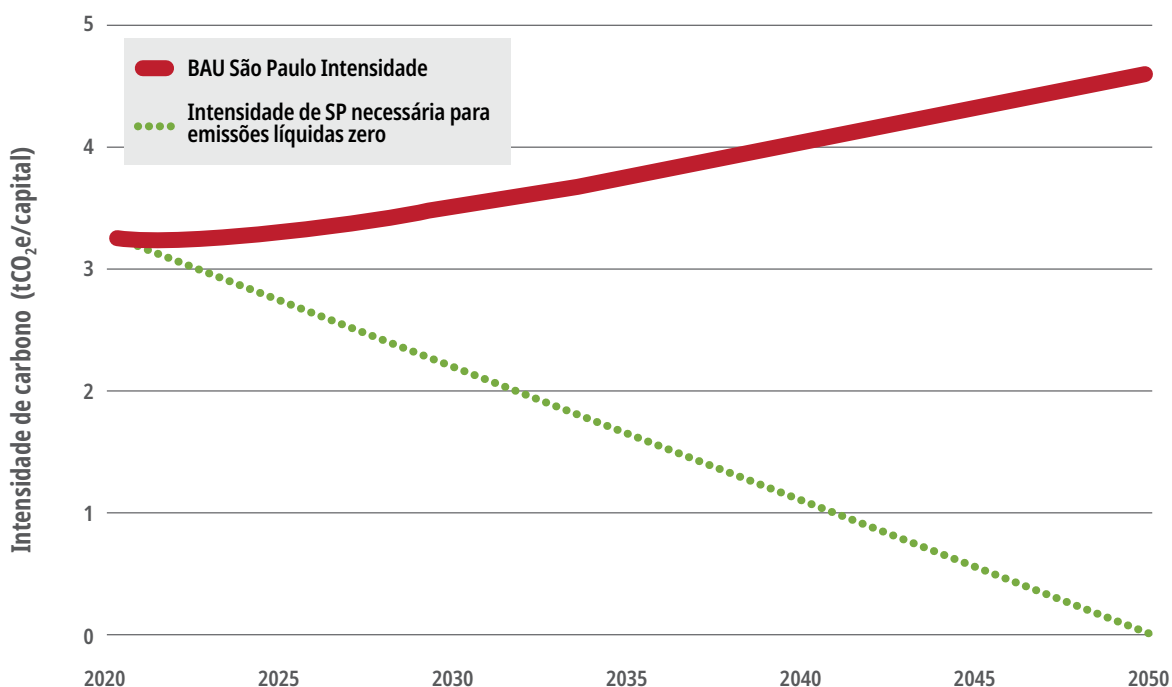
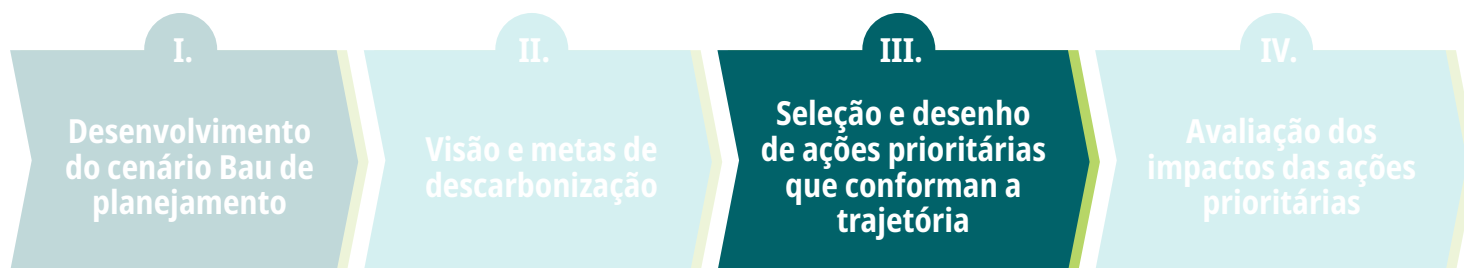
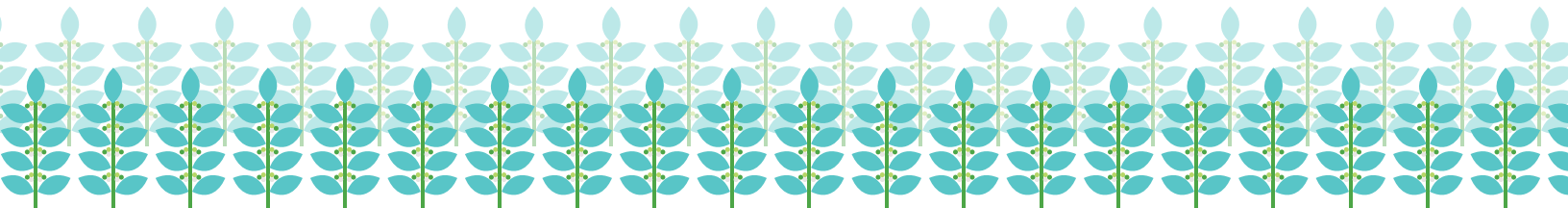


FIGURA 10: INTENSIDADE DE CARBONO PER CAPITA



5. Ações prioritárias selecionadas para a trajetória

Esta seção inclui a lista de ações prioritárias e seus seguintes componentes de desenho:

Uma descrição do que a ação representa, definindo o escopo de atuação.

O nível de esforço ou escala de mudança na atividade que a jurisdição precisa realizar para efetivar a ação.

O tempo de implementação para atingir o nível de esforço identificado.

Esses componentes de desenho foram definidos em colaboração com as contrapartes do governo e outros atores-chave do estado, que contribuíram com a equipe do projeto.

FOLU-1: Restauração da vegetação nativa

Descrição: Esta ação tem como objetivo promover a recomposição dos passivos ambientais e demais áreas degradadas indicadas para a restauração da vegetação nativa no estado, como em propriedades rurais e assentamentos de reforma agrária. Como resultado da ação, se espera a remoção gradual e contínua de carbono atmosférico para formação da biomassa viva nas áreas em processo de restauração.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, um total de 200 mil hectares de ecossistemas terão sido restaurados no estado, incluindo 170 mil hectares de vegetação nativa no Bioma Mata Atlântica convertidos de pastos ou outras lavouras temporárias, e 30 mil hectares de vegetação nativa no Bioma Cerrado convertidos de pastos ou outras lavouras temporárias.
- Até 2050, um total de 800 mil hectares de ecossistemas terão sido restaurados no estado, incluindo um total de 680 mil hectares de vegetação nativa no Bioma Mata Atlântica convertidos de pastos ou outras lavouras temporárias, e um total de 120 mil hectares de vegetação nativa no Bioma Cerrado convertidos de pastos ou outras lavouras temporárias.

AFOLU-2: Conservação da vegetação nativa do estado, com incentivos socioeconômicos

Descrição: Esta ação tem como objetivo Implementar medidas complementares ao Código Florestal e fornecer incentivos socioeconômicos à conservação da vegetação nativa, beneficiando os provedores dos serviços ambientais prestados por elas. Resultante da ação, espera-se a manutenção do ativo florestal do estado bem como seus estoques de carbono. Adicionalmente, a conservação da vegetação nativa no estado também promoverá conservação do solo contra erosão e deslizamentos, manutenção e melhoria da qualidade dos recursos hídricos.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, um total de 330 mil hectares adicionais de vegetação nativa serão conservados no estado, incluindo 250 mil hectares de Mata Atlântica, e 80 mil hectares no bioma Cerrado.
- Até 2050, um total de 1 milhão de hectares adicionais de vegetação nativa serão conservados no estado, incluindo 750 mil hectares de Mata Atlântica, e 250 mil hectares no bioma Cerrado.

AFOLU-3: Agropecuária climaticamente inteligente

Descrição: Esta ação tem como objetivo fomentar a implementação de sistemas produtivos integrados, visando a diversificação das culturas, o aumento da renda dos produtores e suas organizações, a melhoria das condições ambientais das propriedades rurais, aliados à remoção de carbono e redução das emissões de GEE e a conservação dos solos e dos recursos hídricos. A ação inclui sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), ampliar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) nos cultivos e soja e cana, e ampliar a adoção de sistemas de plantio direto em lavouras temporárias e de cana de açúcar.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, um total de 1 milhão de hectares de pastos degradados devem ser recuperados através da implementação de sistemas integrados e sustentáveis de produção, como Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Estado de São Paulo;
- Até 2030, promover fixação biológica de nitrogênio em um total de 1 milhão de hectares de cultivos de soja, cana, milho, e pastagens no Estado de São Paulo;
- Até 2030, promover sistemas de plantio direto em 50% de todas as lavouras temporárias e de cana no Estado de São Paulo;
- Até 2050, um total de 1,9 milhões de hectares de pastos degradados devem ser recuperados através da implementação de sistemas integrados e sustentáveis de produção, como Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Lavoura-Pecuária (ILP), e Integração Pecuária-Floresta (IPF) no Estado de São Paulo;
- Até 2050, promover fixação biológica de nitrogênio em um total de 2 milhões de hectares de cultivos de soja, cana e pastagens no Estado de São Paulo, havendo disponibilidade tecnológica;
- Até 2050, promover sistemas de plantio direto em 100% de todas as lavouras temporárias e de cana no Estado de São Paulo.

I-1: Eficiência de combustível da indústria leve

Descrição: Esta ação contempla a aplicação de tecnologias para aumentar a eficiência do uso de combustíveis no setor da indústria leve do estado. A indústria leve se refere aos subsetores que não possuem processos de alta temperatura, como fornos em fábricas de cimento, ferro e aço, cerâmica ou vidro. Notadamente, em São Paulo, isso inclui o subsetor de alimentos e bebidas.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, implementar medidas de eficiência de combustível na indústria leve para reduzir 20% do uso de combustível BAU previsto.
- Até 2050, implementar medidas de eficiência de combustível na indústria leve para reduzir 35% do uso de combustível BAU previsto.

I-2: Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço

Descrição: Esta ação trata da aplicação da captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS por sua sigla em inglês) no sub-setor de ferro e aço. Nesta ação, o CCUS é direcionado aos processos de fornos básicos de oxigênio (BOF por sua sigla em inglês) do estado.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, implementar tecnologia de captura e armazenamento de carbono nas instalações de produção de ferro e aço para atingir uma redução geral de 35% das emissões de CO₂.
- Até 2050, implementar tecnologia de captura e armazenamento de carbono nas instalações de produção de ferro e aço para atingir uma redução geral de 90% das emissões de CO₂.

I-3: Redução das emissões do processo durante a produção de cimento

Descrição: Essa ação visa a implementação integral de práticas que possam reduzir as emissões de GEE do processo durante a produção de cimento. Especificamente, os materiais podem ser adicionados ao clínquer de cimento para reduzir a quantidade de clínquer necessária por unidade de cimento acabado. Quanto menos clínquer for necessário, menos o forno de clínquer precisará para operar. Isso reduz as emissões de GEE da calcinação do calcário no forno, bem como a quantidade de combustível necessária para produzir esse clínquer.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2025, aumentar o uso de aditivos durante a produção de cimento para reduzir a quantidade de clínquer necessária por unidade de cimento acabado em 10%.
- Até 2035, aumentar o uso de aditivos durante a produção de cimento para reduzir a quantidade de clínquer necessária por unidade de cimento acabado em 30%.

T-1: Planejamento urbano inteligente

Descrição: Esta ação inclui o planejamento urbano inteligente como uma abordagem de desenvolvimento que incentiva uma combinação de tipos e usos de edifícios, diversas opções de habitação e transporte, desenvolvimento em bairros existentes e envolvimento da comunidade. Um desenvolvimento mais denso também é um aspecto comum do crescimento urbano inteligente. Isso suporta distâncias de viagem mais curtas e o uso de meios de transporte sem veículos motorizados.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, todos os mecanismos necessários serão implementados para apoiar o planejamento urbano inteligente que cobre 60% da população do Estado de São Paulo.
- Até 2050, todos os mecanismos necessários serão implementados para apoiar o planejamento urbano inteligente que cobre 90% da população do Estado de São Paulo.

T-2: Eletrificação de veículos

Descrição: Esta ação promove a eletrificação do veículo que elimina as emissões de exaustão do veículo (principalmente CO₂), reduzindo a proporção da frota de veículos que usa motores de combustão interna tradicionais que queimam combustíveis fósseis (gasolina e diesel). Os trens de força eletrificados requerem menos de um terço da energia que os motores de combustão interna. Um programa de inspeção e manutenção para todas as categorias de veículos também deve ser implementado na região metropolitana de São Paulo e cobrirá veículos com mais de 3 anos. O programa apoiará a rotação da frota de veículos por veículos novos (incluindo veículos eletrificados, quando disponíveis). Por si só, o programa também deve reduzir o consumo de combustível em toda a frota metropolitana em cerca de 5%.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, serão implementados todos os mecanismos necessários para apoiar a eletrificação de veículos em todos os municípios para o que os veículos elétricos e híbridos representarão 50% das vendas de veículos novos. A ação se concentrará primeiro em veículos leves e incluirá veículos pesados após 5 anos.
- Até 2040, serão implementados todos os mecanismos necessários para apoiar a eletrificação de veículos em todos os municípios, para o que os veículos elétricos e híbridos representarão 100% das vendas de veículos novos.
- Até 2024, um programa de inspeção e manutenção de veículos estará em vigor para cobrir todos os veículos com mais de 3 anos na região metropolitana de São Paulo.

T-3: Alteração dos modos de passageiros

Descrição: Esta ação aborda as medidas necessárias para mudar os passageiros de veículos rodoviários para formas de transporte alternativas e de baixo consumo de energia. Isso pode incluir modos de transporte de passageiros, como ônibus (incluindo ônibus rápido), trem leve, metrô e outros modos. Esses tipos de meios de transporte fornecem serviços de transporte mais eficientes do que os veículos rodoviários. A redução no uso de energia para cada passageiro-quilômetro viajado resultará em menores emissões de GEE (principalmente, dióxido de carbono). A Ação T-1 (Planejamento Urbano Inteligente) também apoia esta ação.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, aplicar todos os mecanismos necessários para apoiar uma mudança de 15% dos passageiros de veículos rodoviários para modos de transporte mais eficientes.
- Até 2050, aplicar todos os mecanismos necessários para apoiar uma mudança de 30% dos passageiros de veículos rodoviários para modos de transporte mais eficientes.

FE-1: Energia solar

Descrição: Esta ação visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (principalmente CO₂) do fornecimento de energia elétrica no Estado de São Paulo por meio da construção de novas usinas solares centralizadas e conectadas à rede elétrica nacional.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, implementar capacidade solar suficiente na rede elétrica para reduzir a intensidade de carbono da energia baseada na rede em 25% dos níveis de BAU.
- Até 2050, implementar capacidade solar suficiente na rede elétrica para reduzir a intensidade de carbono da energia baseada na rede em 50% dos níveis de BAU.

FE-2: Energia de biomassa

Descrição: Essa ação visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (principalmente CO₂), por meio da utilização de recursos de biomassa disponíveis no estado para a produção de energia elétrica. As seguintes matérias-primas de biomassa são consideradas disponíveis para esta finalidade: resíduos sólidos municipais, bagaço de cana, outros resíduos de colheita (palha de milho, pellets de madeira, casca de laranja, outros resíduos de processamento de alimentos e casca de arroz).

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, direcionar 10% da matéria-prima de biomassa disponível para conversão em eletricidade.
- Até 2050, direcionar 25% da matéria-prima de biomassa disponível para conversão em eletricidade.

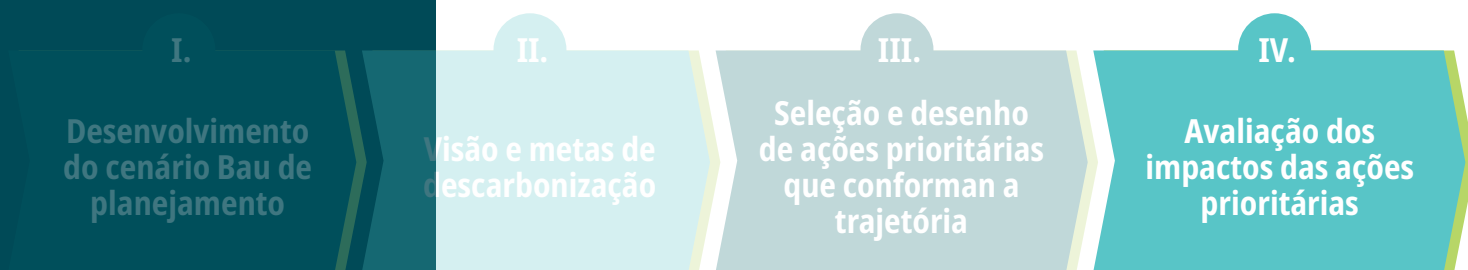
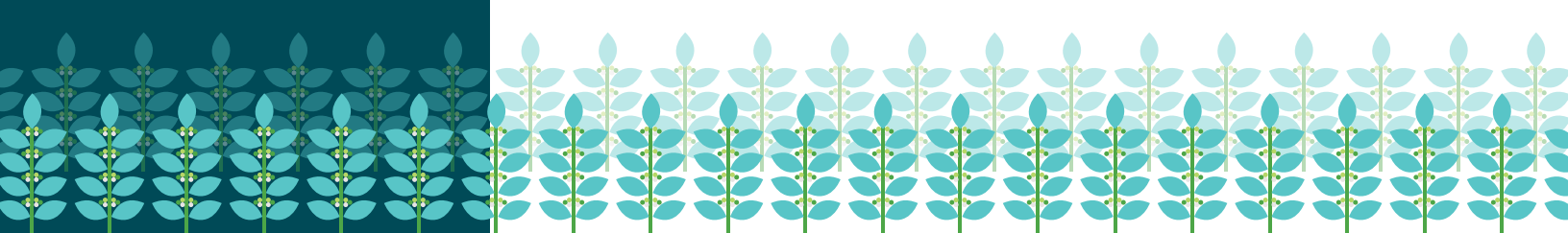
R-1: Programas de energia de metano em aterros sanitários

Descrição: Esta ação tem como objetivo instalar projetos para a coleta de gás de aterro, reduzindo as emissões associadas de metano em aterros, e converter o gás de aterro em energia para substituir o uso de combustíveis. Esses projetos podem ser instalados em aterros municipais ou industriais.

Nível de esforço e tempo de implementação:

- Até 2030, instalar projetos de conversão de gás de aterro em energia com capacidade de 100 MW.
- Até 2050 instalar projetos de conversão de gás de aterro em energia com capacidade de 200 MW.





6. Impactos esperados da implementação da trajetória de descarbonização

O impacto potencial esperado da implementação de cada uma das ações prioritárias foi avaliado para o período de 2022-2050 em termos de (i) potencial de descarbonização estimado (redução ou remoção de GEE), (ii) magnitude dos custos ou economia direta, e (iii) mudanças na economia do estado.

Os resultados destas três avaliações para cada ação prioritária encontram-se detalhados nos Anexos XII a XXIII, incluindo uma explicação da metodologia utilizada para a realização de cada uma das avaliações. Como no desenvolvimento do cenário BAU, é importante enfatizar que essas avaliações são baseadas em dados e informações disponíveis, fornecidas pelas principais partes interessadas ou que a equipe do projeto acessou de fontes públicas.

Para cada área de avaliação de impacto, foram realizadas duas sessões de treinamento para o governo e outras partes interessadas, visando esclarecer o lógica analítica das análises e transferir o conhecimento necessário para compreender os resultados das avaliações e revisá-las em ocasiões futuras se necessário. As ações de formação incluíram um seminário virtual teórico, que abordou os conceitos técnicos chave, e a metodologia; e um seminário virtual prático, que incluiu exercícios para os participantes aplicarem os conceitos e a metodologia em exercícios práticos simplificados para o seminário. Além disso, um documento de orientação metodológica foi desenvolvido para cada área de avaliação de impacto e compartilhado com os participantes do seminário com antecedência para apoiar e facilitar o processo de aprendizagem (ver Anexos XXXII-XXXIV).

A. Avaliação do impacto nas emissões e remoções de GEE

A avaliação de impacto de GEE foi realizada usando um processo comumente conhecido como “análise de mudança de linha de base”, onde as mudanças potenciais nas projeções do cenário BAU resultantes da implementação de uma ação são estimadas. A avaliação envolveu a aplicação do nível de esforço de cada ação contra a atividade do cenário BAU aplicável (ver Seção 5). As atividades do cenário BAU podem incluir: produção e demanda de eletricidade, consumo de combustível, conversão ou gestão de terras, entre outras atividades. A mudança na atividade foi primeiro estimada e, em seguida, o impacto das emissões de GEE associadas foi quantificado usando métodos consistentes com a linha de base.

Cada ação foi avaliada primeiro em uma base “independente”, o que significa que nenhuma interação ou sobreposição com outras ações foram consideradas. Quando a análise independente foi concluída para todas as ações em um determinado setor, uma avaliação foi realizada para determinar se havia interações/sobreposições entre outras ações no mesmo setor (ou seja, uma análise de sobreposição “intra-setorial”), e correções foram aplicadas para ajustar os resultados para tais interações/sobreposições. Quando a análise dos impactos de GEE em todos os setores foi concluída, uma avaliação semelhante foi realizada para identificar e ajustar qualquer interação/sobreposição entre ações em diferentes setores (ou seja, uma análise de sobreposição “intersetorial”).

PROGRESSO ESPERADO EM DIREÇÃO ÀS METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

Espera-se que a implementação das ações prioritárias resulte no seguinte nível de descarbonização:

Impactos esperados de GEE das ações prioritárias em comparação com os níveis de emissão do cenário BAU: até 2030, são esperadas reduções de emissões de GEE de 44 TgCO₂e (ou seja, 26% em relação aos níveis de BAU). Em 2050, são esperadas reduções de 108 TgCO₂e (ou seja, 50% em comparação com os níveis de BAU). A maior parte das reduções de emissões de GEE virá de ações prioritárias nos setores de Transporte e AFOLU.

Impactos de GEE esperados das ações prioritárias na trajetória em comparação com a meta estadual: Embora a implementação integral das ações prioritárias aqui apresentadas aponte para uma significativa redução das emissões de GEE na próxima década, observa-se que a meta estabelecida pelo estado, de neutralizar as emissões líquidas até 2050, não será alcançada se aplicadas apenas as ações prioritárias apontadas no estudo, sem considerar as restantes e mudanças conjunturais significativas (rupturas tecnológicas ou de hábitos). Até 2030, as reduções de emissões de GEE das ações prioritárias são estimadas em aproximadamente dois terços das reduções necessárias para atingir a meta de 2030 (44 TgCO₂e de 70 TgCO₂e necessário). Da mesma forma, até o ano de 2050, estima-se que as reduções de emissões de GEE das ações prioritárias serão de aproximadamente a metade das reduções necessárias para atingir a meta de 2050 (108 TgCO₂e dos 219 TgCO₂e necessários). Para o cumprimento desta meta 2050 é necessário que o estado alcance níveis de emissão de GEE em torno de 3,6 TgCO₂e/ano para cada ano até 2050.

Emissões de GEE remanescentes após a implementação completa de ações prioritárias: Ao olhar para as reduções cumulativas de emissões de GEE para ações prioritárias (ou seja, reduções que ocorrem entre agora e 2050), em 2050 São Paulo ainda estará emitindo mais de 100 TgCO₂e, taxa que precisará ser reduzida para atingir a meta de neutralização das emissões líquidas.

Por meio desse projeto, São Paulo estabeleceu uma meta de descarbonização bastante ambiciosa e transformadora, e as ações prioritárias representam um esforço inicial significativo do estado para alcançá-la. Para cumprir a meta, será necessário reduzir as emissões em 25 TgCO₂e adicionais até 2030 e outros 107 TgCO₂e até 2050.

A Figura 11 resume a linha de base de GEE para toda a economia; os objetivos (e a trajetória de descarbonização associada); e as reduções de emissões de GEE atribuídas a cada uma das ações prioritárias. A Tabela 4 indica para cada ação prioritária em cada setor: (i) reduções de emissões de GEE não ajustadas para evitar sobreposições entre ações; (ii) reduções de emissões de GEE ajustadas para evitar sobreposições entre ações; (iii) redução percentual em relação ao BAU; (iv) redução percentual em relação à meta; e (v) emissões de GEE remanescentes após a implementação das ações prioritárias.

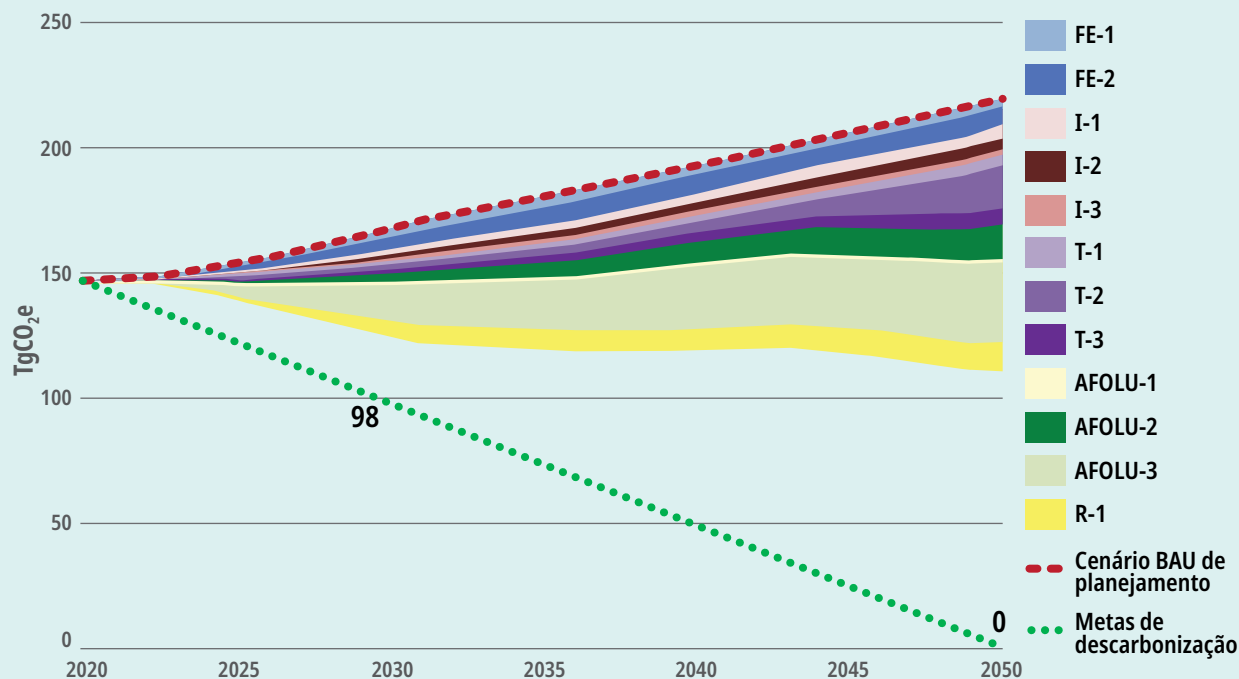


FIGURA 11: IMPACTO DAS EMISSÕES DE GEE DE AÇÕES PRIORITÁRIAS

TABELA 4: IMPACTO DAS EMISSÕES DE GEE DE AÇÕES PRIORITÁRIAS EM TODA A ECONOMIA

TÍTULO DE AÇÃO		Reduções não ajustadas de sobreposição (TgCO ₂ e)		Reduções ajustadas de sobreposição (TgCO ₂ e)		Redução de linha de base (%)	
		2030	2050	2030	2050	2030	2050
FE-1	Energia solar	2,7	6,0	2,7	2,6	1,6%	1,2%
FE-2	Energia de biomassa	5,3	14	5,3	7	3,1%	3,3%
Setor de fornecimento total de energia		8,0	20	8,0	10	4,7%	4,5%
I-1	Eficiência de combustível da indústria leve	2,1	5,2	2,1	5,2	1,3%	2,4%
I-2	Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço	1,8	4,7	1,8	4,7	1,1%	2,1%
I-3	Redução de emissões de processo da produção de cimento	0,9	1,8	0,9	1,8	0,9%	0,8%
Total do setor industrial		4,8	12	4,8	12	2,8%	5,3%
T-1	Planejamento urbano inteligente	1,9	4,4	1,9	4,4	1,1%	2,0%
T-2	Electrificação de veículos	2,0	25	2,0	17	1,2%	8,0%
T-3	Alteração do modo de passageiro	2,3	7,3	2,1	6,3	1,3%	2,9%
Total del setor transporte		6,2	37	6,0	28	3,6%	13%
AFOLU-1	Restauração vegetação nativa	3,0	14	3,0	14	1,8%	6,2%
AFOLU-2	Conservação vegetação nativa	0,4	1,1	0,4	1,1	0,2%	0,5%
AFOLU-3	Agropecuária climaticamente inteligente	16	32	16	32	9%	14%
Total do setor de agropecuário, silvicultura e uso da terra		19	46	19	46	11%	21%
R-1	Energia de gás de aterro sanitário	6,5	13	6,5	12	3,9%	5,7%
Total do setor de resíduos		6,5	13	6,5	12	3,9%	5,7%
Reduções de GEE em toda a economia		44	128	44	108	26%	50%
Linha de base				168	219		
Metas de descarbonização em comparação com a linha de base				70	219	42%	100%
Emissões remanescentes após a implementação das ações prioritárias				124	111		
Emissões remanescentes após o cumprimento das metas de descarbonização				98	-		

As reduções de emissões GEE indicadas para cada ação incluem reduções de emissões diretas (por exemplo, reduções no uso de combustível; mudanças no uso da terra) e reduções de emissões indiretas (por exemplo, reduções no uso de eletricidade; a produção de energia renovável).

As reduções de emissão mostradas no gráfico são ajustadas para sobrepor as ações, enquanto a tabela indica reduções independentes e reduções ajustadas para sobreposição.



SOBREPOSIÇÕES CONSIDERADAS NA ANÁLISE DE IMPACTO DE GEE

Sobreposições intra-setoriais nos setores de fornecimento de energia e transporte:

- A ação T-1 que trata do planejamento urbano interage tanto com a ação T-2 (eletrificação do veículo) quanto com a ação T-3 (mudança de modo do carro para o transporte de massa), pois reduz os quilômetros percorridos pelo veículo (VKT).
- A ação T-3 também se sobrepõe a ação T-2, porque reduz ainda mais o VKT (e o consumo de combustível associado) do deslocamento de veículos eletrificados.
- As reduções de GEE são primeiro reduzidas para as ações T-2 e T-3 para refletir as reduções de VKT consideradas para a ação T-1. Então, as reduções de GEE são ainda mais reduzidas para a ação T-2 para refletir a atividade reduzida do veículo alcançada por a ação T-3.

Sobreposições intersetoriais entre os setores de fornecimento de energia e transporte:

- As ações relacionadas com o fornecimento de eletricidade (FE-1, FE-2 e Res-1) e as ações de transporte com impacto no consumo de eletricidade interagem para alterar a intensidade de carbono do grid.
- Sem T-2 (eletrificação do veículo), as ações de fornecimento de eletricidade (FE-1, FE-2 e Res-1) compensariam toda a geração de combustível fóssil na linha de base (levando a intensidade de carbono a zero). No entanto, com o T-2, o novo consumo de eletricidade é tão grande que não apenas é suportada a geração contínua de combustível fóssil, mas também é necessária alguma geração adicional. Para esta análise, esta geração adicional foi assumida como proveniente de importações adicionais de eletricidade de fonte renovável.
- A ação da biomassa (FE-2) fornece eletricidade que tem uma intensidade de carbono menor do que a geração de combustível fóssil de linha de base, porém não é carbono zero, como a fornecida pela ação solar (FE-1). Isso ocorre porque grande parte do recurso de biomassa vem de resíduos sólidos urbanos que têm algum conteúdo de carbono fóssil (por exemplo, de plásticos, etc).

Sobreposições intersetoriais entre os setores de fornecimento de energia e gestão de resíduos:

- As ações de energia solar e de energia de recursos de biomassa (FE-1 e FE-2), juntamente com a parte de compensação de eletricidade da ação de gás de aterro (Res-1), se sobrepõem porque implementadas juntas compensam mais eletricidade do que para a geração de base de combustível fóssil. Uma suposição fundamental para essa análise de sobreposições e interações, é que a geração de base de combustível fóssil é o suposto recurso de fornecimento de eletricidade a ser substituído por novas energias renováveis no estado. As reduções para essas ações devem ser ajustadas para baixo de modo a não exceder as emissões da geração com base em combustíveis fósseis em o cenário BAU.

Essas ações conjuntamente têm o impacto de reduzir a intensidade geral de carbono do grid, mas o consumo geral é alto o suficiente para que as emissões resultantes do setor de eletricidade em 2050 sejam maiores do que a linha de base. O aumento dramático na demanda de eletricidade do grid é impulsionado principalmente pela ação T-2 (eletrificação de veículos). Isso é compensado pela redução de emissões no setor de transportes. Ou seja, o benefício da ação de eletrificação veicular supera o aumento das emissões que ela provoca no setor de fornecimento de energia elétrica. Todos os benefícios das ações de eletrificação de veículos poderiam ser alcançados adicionando energia renovável suficiente para cobrir todos os novos consumos

Conforme mostrado na figura e tabela acima, as ações prioritárias devem alcançar:

Uma redução total de 44 TgCO₂e até 2030 (ou seja, 26% em comparação com os níveis BAU)

Uma redução total de 108 TgCO₂e até 2050 (ou seja, 50% em comparação com os níveis BAU)

No setor de energia, uma redução de 8,0 TgCO₂e até 2030 (ou seja, 4,7% em comparação com os níveis BAU) e 10 TgCO₂e até 2050 (ou seja, 4,5% em comparação com os níveis BAU)

No setor de industrial, uma redução de 4,8 TgCO₂e até 2030 (ou seja, 2,8% em comparação com os níveis BAU) e 12 TgCO₂e até 2050 (ou seja, 5,3% em comparação com os níveis BAU)

No setor de transporte, uma redução de 6 TgCO₂e até 2030 (ou seja, 3,6% em comparação com os níveis BAU) e 28 TgCO₂e até 2050 (ou seja, 13% em comparação com os níveis BAU)

No setor agricultura, florestas e outros usos da terra, uma redução de 19 TgCO₂e em 2030 (ou seja, 12% em comparação com os níveis BAU) e 46 TgCO₂e em 2050 (ou seja, 21% em comparação com os níveis BAU)

No setor de resíduos, uma redução de 6,5 TgCO₂e até 2030 (ou seja, 3,9% em comparação com os níveis BAU) e 12 TgCO₂e até 2050 (ou seja, 5,7% em comparação com os níveis BAU) s

Após a implementação completa das ações prioritárias, espera-se que 111 TgCO₂e de emissões de GEE permaneçam em 2050. O cumprimento da meta de 2050 (100% abaixo dos níveis de emissão do cenário BAU) resultaria em cerca de 0 TgCO₂e restantes em 2050.

A tabela 5 resume a contribuição de cada ação prioritária e de cada setor para a redução das emissões de GEE alcançada em toda a economia. Por exemplo, em 2050, as ações prioritárias no setor de energia contribuirão com 9% das reduções de emissões de GEE em toda a economia, enquanto as ações prioritárias no setor AFOLU contribuirão com 43% das reduções de emissões de GEE em toda a economia.

TABELA 5: CONTRIBUIÇÃO DE CADA AÇÃO PRIORITÁRIA E DE CADA SETOR PARA O TOTAL DE REDUÇÕES DE EMISSÕES DE GEE ALCANÇADAS.

TÍTULO DE AÇÃO		Contribuição para reduções totais (%)	
		2030	2050
FE-1	Energia solar	6,1%	2,4%
FE-2	Energia de biomassa	12%	7%
Setor de fornecimento total de energia		18%	9%
I-1	Eficiência de combustível da indústria leve	4,8%	4,8%
I-2	Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço	4,1%	4,3%
I-3	Redução de emissões de processo da produção de cimento	1,9%	1,7%
Total do setor industrial		11%	11%
T-1	Planejamento urbano inteligente	4,2%	4,1%
T-2	Electrificação de veículos	4,6%	16%
T-3	Alteração do modo de passageiro	4,8%	5,8%
Total del setor transporte		14%	26%
AFOLU-1	Restauração vegetação nativa	6,8%	13%
AFOLU-2	Conservação vegetação nativa	0,80%	1,0%
AFOLU-3	Agropecuária climaticamente inteligente	35%	29%
Total do setor de agropecuário, silvicultura e uso da terra		43%	43%
R-1	Energia de gás de aterro sanitário	15%	12%
Total do setor de resíduos		15%	12%

A figura 12 fornece um resumo das emissões diretas de GEE remanescentes a nível setorial após a implementação das ações prioritárias. O gráfico indica as emissões diretas de GEE no cenário BAU para cada setor e as emissões diretas de GEE remanescentes em 2050 após a implementação das ações prioritárias (para o abastecimento de energia, incluem as emissões da importação de eletricidade).

Algumas ações prioritárias afetarão as emissões diretas de GEE fora do seu setor. Por exemplo, a ação de eletrificação de veículos reduzirá as emissões diretas de GEE no setor de transportes; no entanto, também aumentará as emissões de GEE no setor de fornecimento de energia devido à demanda por mais eletricidade do grid para fornecer energia aos veículos.

Nesta figura, as ações que reduzem as emissões indiretas do consumo de eletricidade, incluindo as dos setores de RCI e Indústria, não levarão a reduções de emissões diretas no seu setor; em vez disso, essas reduções de emissões serão refletidas no setor de fornecimento de energia.

Após a implementação total das ações prioritárias, remanescerão:

- 15,7 TgCO₂e de emissões diretas de GEE de no setor de **Fornecimento de Energia**. Embora as reduções sejam alcançadas com a adição de novas energias renováveis, isso é

compensado pelo novo consumo de eletricidade do setor de transporte. Além disso, a eletricidade de biomassa de FE-2 tem baixo teor de carbono, mas não carbono zero.

- 61 TgCO₂e de emissões diretas de GEE no setor de **Transportes**. Enquanto há uma redução nas emissões diretas de combustível, o aumento na eletrificação de veículos e no transporte público resulta em um aumento nas emissões indiretas. Este aumento das emissões pelo consumo eletricidade está refletido no setor de Fornecimento de Energia, conforme descrito acima.
- 4,7 TgCO₂e de emissões diretas de GEE no setor de **RCI** uma vez que não há ações prioritárias neste setor.
- 26 TgCO₂e das emissões diretas de GEE no setor da **Indústria**.
- 16 TgCO₂e das emissões de GEE no setor de **Gestão de Resíduos** refletindo a redução das emissões do aterro pela ação do gás de aterro (Res-1), e o uso de RSU para a ação da energia da biomassa (FE-2).
- 1,1 TgCO₂e das emissões de GEE no setor **agropecuário**

E serão removidas:

- 14 TgCO₂e no setor **Florestas e Outros Usos da Terra (FOLU)** provenientes das ações que armazenarão carbono nos solos e biomassa.

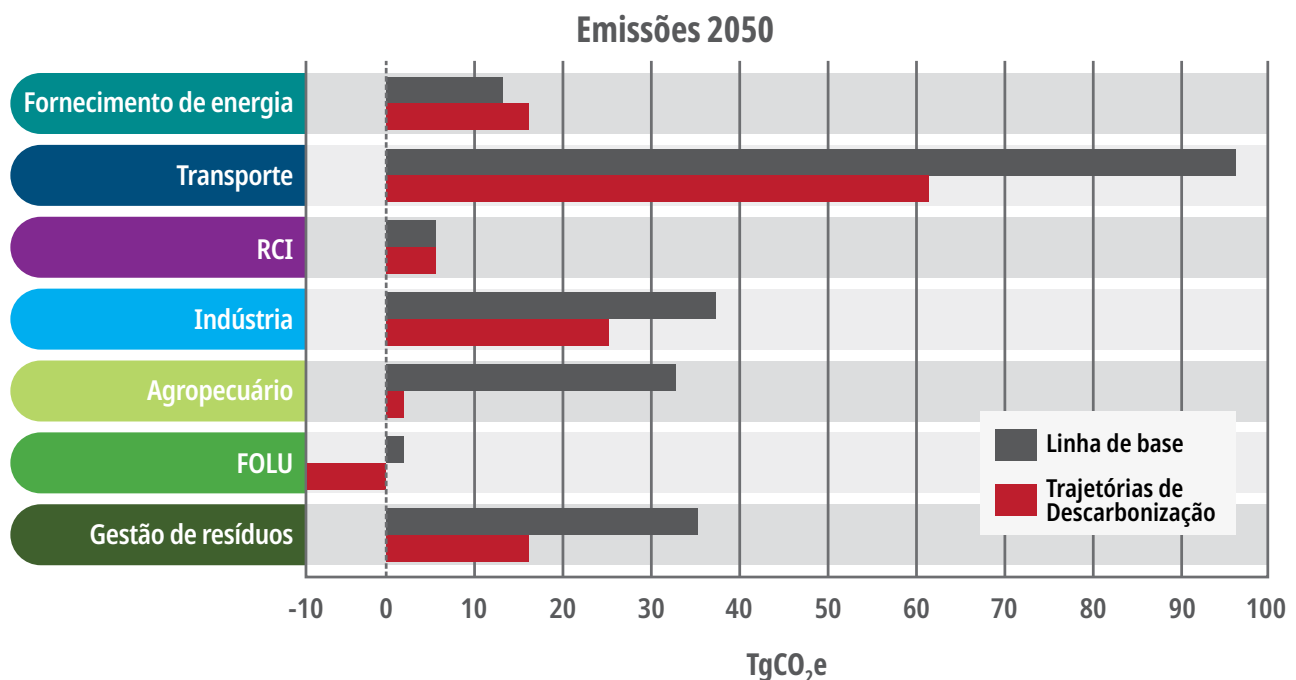


FIGURA 12 EMISSÕES DIRETAS DE GEE REMANESCENTES EM 2050 A NÍVEL SETORIAL APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES PRIORITÁRIAS.

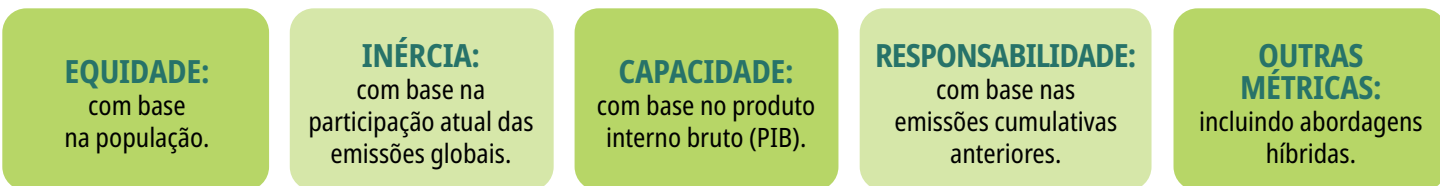
REDUÇÃO CUMULATIVA ESPERADA NAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM TODA A ECONOMIA

Embora o cumprimento da meta seja uma forma de gerenciar as emissões de GEE, reduzir as emissões cumulativas que ocorrem entre o presente e qualquer momento futuro é o que realmente importa para mitigar os impactos deletérios das mudanças climáticas. As jurisdições não devem esperar até o último minuto para reduzir as emissões de GEE a níveis transformadores e devem começar agora com um progresso constante em sua jornada.

As emissões totais de GEE restantes que podem ser emitidas enquanto permanecem abaixo de 2 graus Celsius do aquecimento global às vezes são chamadas de “orçamento global de carbono”. A alocação do orçamento global de carbono entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento foi uma questão chave durante a formulação do Acordo de Paris. Uma responsabilidade comum para a mitigação de GEE foi reconhecida para todos os países; no entanto, também foi entendido que existem diferentes responsabilidades e capacidades entre os países. A responsabilidade diferenciada pode ser entendida em relação às emissões históricas de GEE, enquanto a capacidade diferenciada pode ser vista em relação ao atual nível de desenvolvimento socioeconômico de um país. Os países desenvolvidos (também chamados de países industrializados ou do Anexo I) concordaram com metas absolutas de redução de emissões. Os países não incluídos no Anexo I não têm essa obrigação.

Vários esquemas foram propostos para alocar o orçamento global de GEE entre as nações. Nenhum desses esquemas foi formalizado como método que os países podem usar para indicar sua conformidade com o Acordo de Paris. No entanto, todos os esquemas fundamentalmente reconhecem que as jurisdições não devem esperar até o último minuto para reduzir as emissões de GEE a níveis transformadores.

Mais especificamente, a maioria desses esquemas é baseada em um ou mais dos seguintes fatores:



O esquema baseado em equidade aloca o orçamento de carbono somente com base na população. O esquema baseado na inércia, também conhecido como “grandfathering” ou apadrinhamento, aloca o orçamento de carbono com base na contribuição atual para as emissões globais. Para estimar o orçamento de carbono de São Paulo com base neste esquema, a relação entre as emissões de São Paulo e as emissões mundiais em 2015 foi aplicada ao orçamento global de emissões de carbono.

Enquanto os esquemas baseados na equidade e inércia alocam o futuro orçamento global de carbono, os esquemas baseados na capacidade e responsabilidade estimam o orçamento alocando as reduções globais necessárias. As reduções necessárias para São Paulo com base na capacidade são determinadas pelo PIB do Brasil em comparação com o PIB global. A relação entre o PIB do Brasil o PIB global foi ajustada à proporção da população do Brasil em São Paulo e multiplicada pelas necessidades de redução global total para cada ano.

Para o esquema baseado em responsabilidade, as emissões acumuladas de 2000-2015 para São Paulo e o mundo foram adicionadas. A relação entre as emissões cumulativas de São Paulo e as emissões cumulativas globais fornece o índice de responsabilidade. Esse índice foi então multiplicado pelo total das necessidades globais de redução em cada ano.

A Figura 13 fornece uma comparação das emissões cumulativas de GEE para as ações prioritárias com (i) as emissões cumulativas que ocorreriam se São Paulo cumprisse sua meta de 2050 (assumindo uma redução linear dos níveis atuais para a meta de 2050); e (ii) possíveis “orçamentos de carbono” ou metas para São Paulo com base nos esquemas de alocação anteriores. O gráfico a seguir mostra:

- As emissões cumulativas para ações prioritárias continuam a ser aproximadamente o dobro do nível de emissões exigido para São Paulo atingir sua meta de 2050 (assumindo uma redução em linha reta dos níveis atuais para a meta de 2050).
- O nível de emissões cumulativas das ações prioritárias atende a apenas 1 dos 4 indicadores baseados em esquemas de alocação global: equidade.

Em 2050, as emissões cumulativas para ações prioritárias serão aproximadamente 2.000 Tg menores do que as emissões do cenário BAU. No entanto, as emissões cumulativas ainda estão bem acima das esperadas para a meta 2050 do Estado de São Paulo (níveis de emissão cumulativa de cerca de 3.600 TgCO₂e).

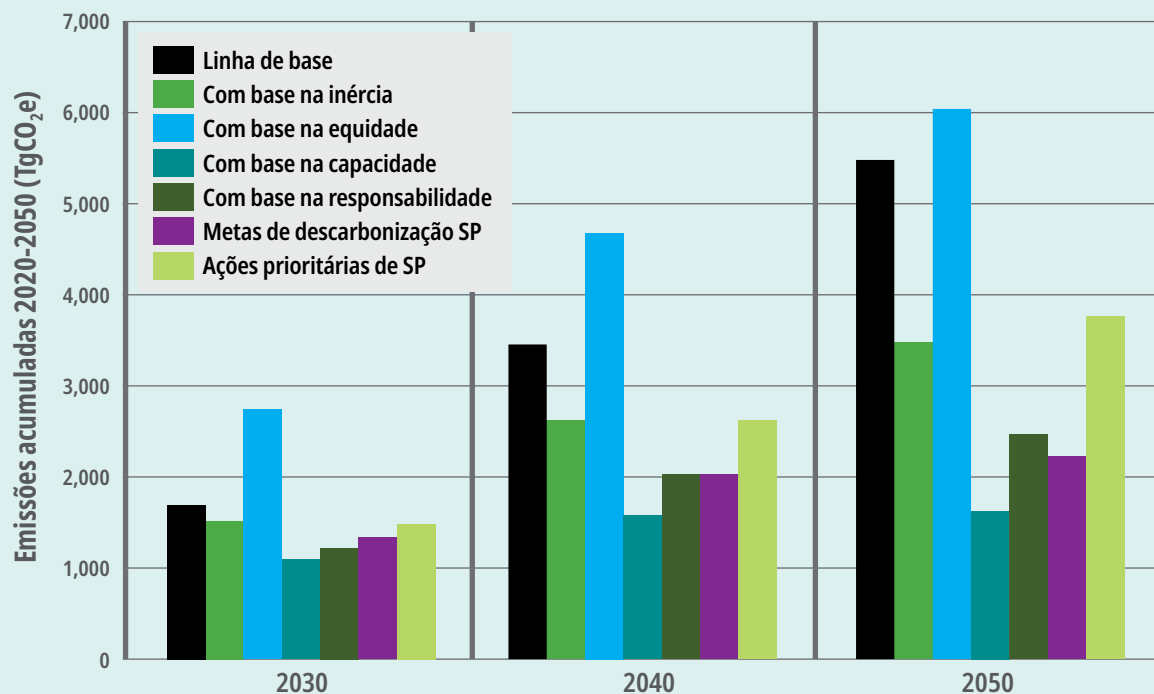


FIGURA 13: EMISSÕES CUMULADAS DE GEE DE AÇÕES PRIORITÁRIAS EM COMPARAÇÃO COM DIFERENTES METAS ATRIBUÍDAS GLOBALMENTE

B. Magnitude potencial de custos diretos ou economia

Os custos diretos referem-se aos investimentos iniciais necessários para implementar uma ação (como os custos de aquisição de equipamentos ou terrenos) e quaisquer custos para a sua implementação em curso (como energia, materiais, operações e manutenção). Tal como acontece com os impactos das emissões de GEE discutidos na seção anterior, a avaliação dos custos potenciais foi realizada em comparação com as condições BAU. Obviamente, a implementação de uma ação também pode resultar em custos reduzidos ao longo do tempo devido à economia de energia, materiais, mão de obra e outros custos. Em alguns casos, com o tempo, a economia se acumulará em níveis que compensam os custos iniciais, levando a uma economia geral para implementar a ação.

Para a maioria das ações prioritárias, ainda não há detalhes de projeto suficientes para realizar uma análise convencional de custo / benefício para a sociedade. Para apoiar a concepção e implementação subsequentes, uma avaliação de cada Ação Prioritária foi conduzida para entender se a ação provavelmente geraria custos ou economias líquidas (direção provável) e a magnitude potencial de tais custos ou economias (pequeno, moderado ou grande). A abordagem envolveu a realização de uma pesquisa bibliográfica para revisar as estimativas diretas de custo / economia para ações ou programas em outras jurisdições semelhantes às ações prioritárias. Em particular, na maioria dos casos, as estimativas de custo-eficácia (CE) foram consideradas. Um valor de CE indica o custo direto ou economia para a sociedade para cada tonelada de GEE reduzida. Para este projeto, os valores de CE identificados na literatura foram convertidos para dólares americanos por tonelada de CO₂ equivalente reduzida (USD / tCO₂e).

Para a maioria das ações, um valor representativo de CE da pesquisa bibliográfica foi selecionado. Esse valor de CE foi usado em conjunto com as reduções de emissões de GEE calculadas para a mesma ação para entender a direção potencial (custos líquidos ou economia) e a magnitude (pequena, moderada ou grande) dos custos diretos ou economia. É importante enfatizar que esses valores não devem ser tomados como estimativas quantificadas de custos diretos totais ou economia. Em seguida, a magnitude do custo ou economia foi comparada com o tamanho do setor relevante da economia local.

É importante ressaltar que essa análise de custos e economias não levou em consideração o custo social do carbono, ou seja, os danos evitados que cada tonelada de GEE causa à sociedade devido aos impactos negativos das mudanças climáticas. Também não incluiu os impactos dos serviços que os novos ecossistemas florestais forneceriam (além das remoções de dióxido de carbono).

Os Anexos XII a XXIII fornecem documentação detalhada para cada ação, incluindo avaliação direta de custo / economia

A Figura 14 abaixo mostra os resultados da avaliação da magnitude dos custos e das economias potenciais de cada Ação Prioritária. Cada gráfico fornece uma indicação da direção potencial dos custos líquidos de implementação (custos ou economias) e a magnitude potencial desses custos ou economias em comparação com o nível de atividade no setor de referência.

Espera-se que a implementação da metade das ações prioritárias (6 das 12) gere economias líquidas ao longo do tempo. Prevê-se que esta economia líquida seja de pequena magnitude para a maioria destas ações (4 de 6) em comparação com os níveis de despesa dos setores de referência. Apenas para as ações T-2 (Eletrificação de veículos) e AFOLU-3 (Agropecuária climaticamente inteligente) é estimada uma economia moderada. Geralmente, isso ocorre porque as economias acumuladas ao longo do tempo são maiores do que os custos necessários para implementar uma ação.

De mesma forma, para a outra metade das ações prioritárias que gerem custos líquidos, espera-se que tais custos sejam para todas, de pequena magnitude em comparação com os níveis de despesa dos setores de referência. Ações que devem gerar custos diretos (para todas as ações, de pequena magnitude) não devem ser consideradas um resultado negativo. Além de suas reduções de GEE, essas ações também podem promover benefícios indiretos/macroeconômicos para o estado, pois incluem o potencial de aumento da atividade econômica geral do estado e/ou aumento de empregos. A Ação Fe-2, por exemplo, estabelecerá a produção de energia de biomassa no estado para reduzir as importações de combustível e promover oportunidades de emprego no estado. Esses benefícios indiretos são discutidos em mais detalhes na próxima seção.



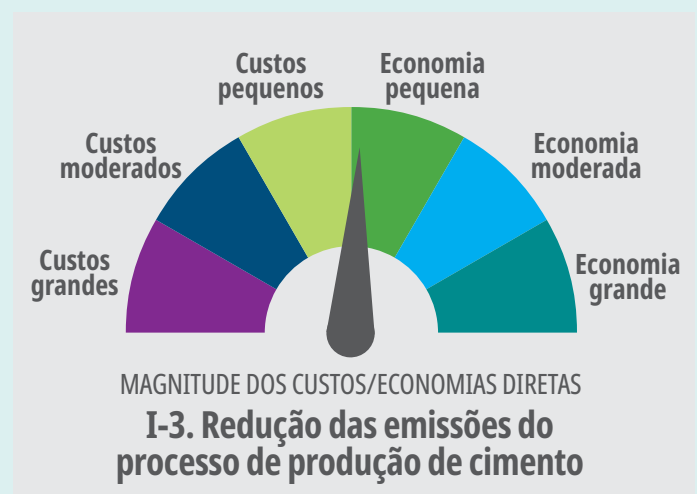
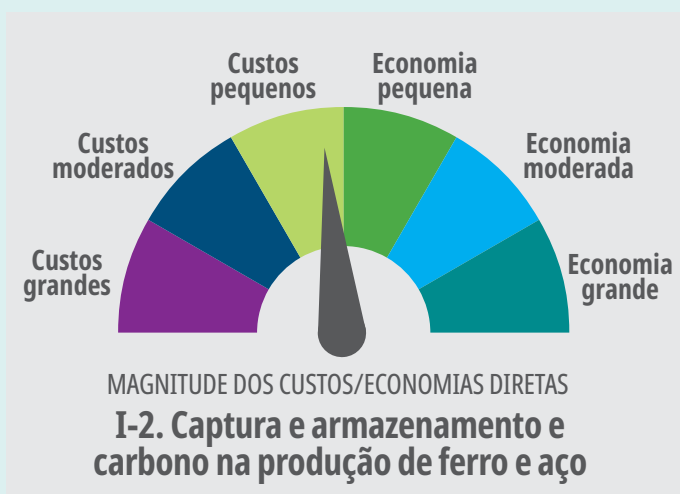
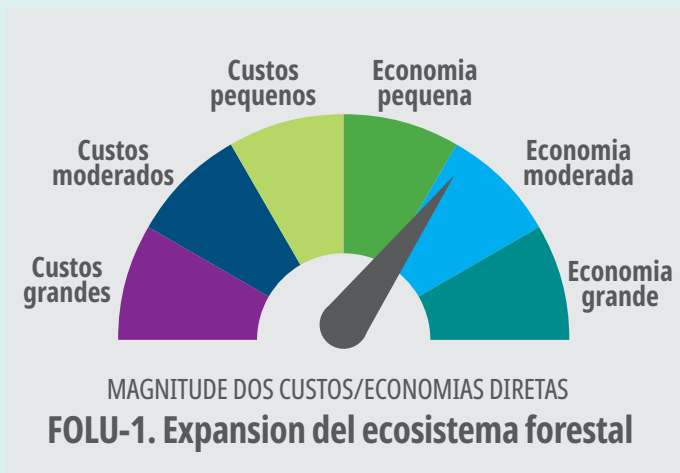
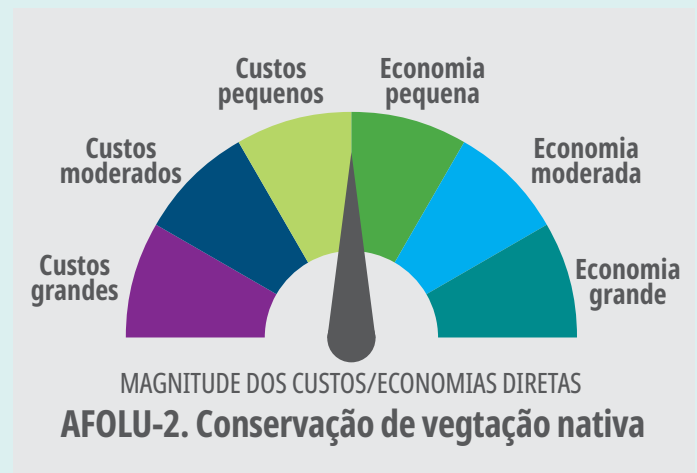


FIGURA 14: RESUMO DA AVALIAÇÃO DE CUSTO E ECONOMIA DAS AÇÕES PRIORITÁRIAS

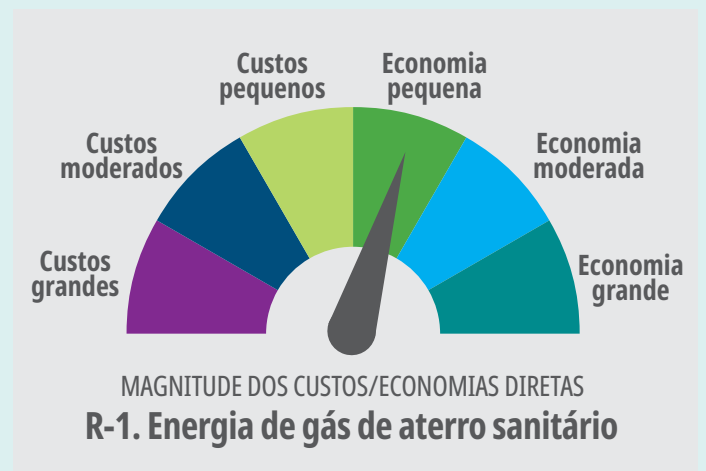
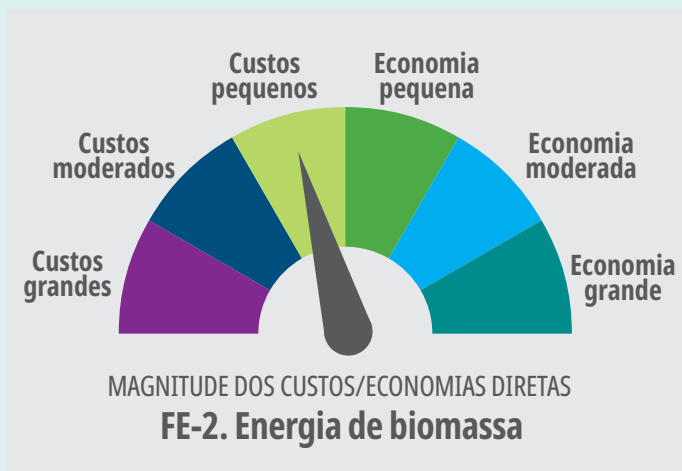
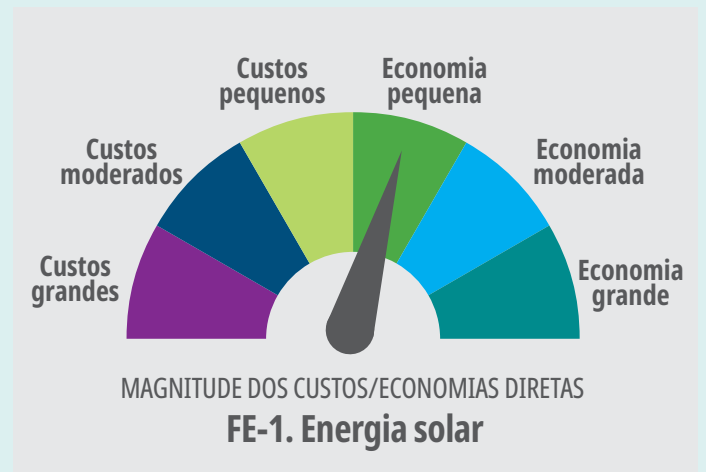
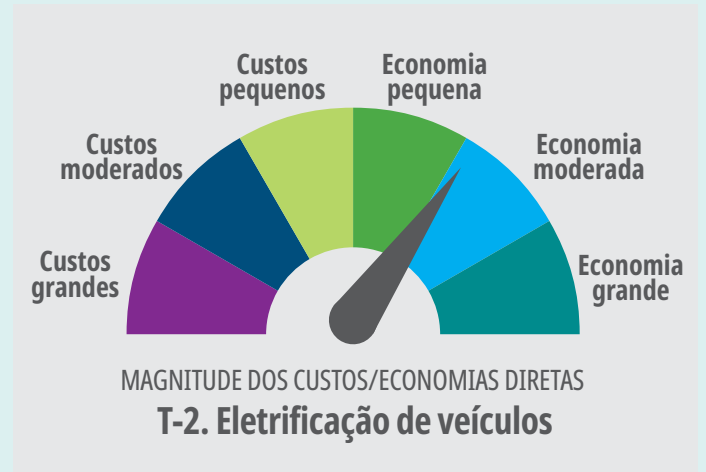


FIGURA 14: RESUMO DA AVALIAÇÃO DE CUSTO E ECONOMIA DAS AÇÕES PRIORITÁRIAS

C. Avaliação de potenciais impactos macroeconômicos

A avaliação macroeconômica visa identificar e avaliar os efeitos indiretos das mudanças induzidas por ações na economia como um todo, bem como os impactos em diferentes setores econômicos, grupos de pessoas e tipos e tamanhos de empresas

O desenvolvimento e aplicação de um modelo analítico macroeconômico totalmente empírico para a economia de São Paulo, baseado na análise de dados primários, está fora do âmbito deste projeto devido ao nível de detalhamento do desenho das ações e dos dados disponíveis. Nesse sentido, foi realizada uma avaliação com base em indicadores e modelos empíricos anteriores para determinar a potencial direção e magnitude dos impactos no emprego, na renda e no crescimento econômico impulsionados pelas ações da Trajetória. Essa metodologia com indicadores macroeconômicos é baseada em uma análise de regressão de estudos preexistentes de mitigação das mudanças climáticas⁴. Tais estudos mostram que seis indicadores (ou fatores) são importantes para entender como as ações podem alterar o crescimento econômico e o emprego em uma determinada jurisdição. Cada um desses indicadores (descritos abaixo) é influenciado pelo formato da implementação, pelos impactos financeiros (despesas e receitas) de uma ação e pelos efeitos multiplicadores econômicos resultantes. Isso inclui efeitos positivos e negativos associados a cada indicador para produzir um resultado líquido. Os seis indicadores são:

1. **Mudança pró tecnologias e práticas com custos líquidos de implementação mais baixos do que no cenário BAU:** a soma dos custos de implementação e economias da ação é menor do que o custo líquido esperado no cenário BAU. Nesse caso, a ação não usa fundos que podem ser gastos em outro lugar para estimular o crescimento econômico.
2. **Mudanças nos gastos com energia e recursos naturais:** mudanças na eficiência líquida, ou em favor de maior economia de energia ou recursos por meio de tecnologias ou práticas recentemente adotadas, podem criar fundos disponíveis que podem ser gastos em outro lugar para estimular o crescimento econômico.
3. **Mudança em favor do fornecimento de energia local e outros recursos locais:** mudar de fontes ou recursos de energia importados para os locais pode criar fundos disponíveis que podem ser gastos em outro lugar para estimular o crescimento econômico.
4. **Mudança em favor de cadeias de abastecimento locais:** a mudança de atividades em favor de produtos de outros setores locais ou cadeias de abastecimento locais pode estimular o crescimento econômico.
5. **Mudança a favor de atividades intensivas em mão de obra:** mudanças em favor de atividades mais intensivas em mão de obra local em relação ao cenário BAU podem estimular o crescimento econômico.
6. **Mudança em favor de fontes externas de investimento e renda:** mudanças em favor de fontes de investimento nacionais ou internacionais criam fundos disponíveis que poderiam ser gastos em outros setores locais para estimular o crescimento econômico

A presença de algum destes indicadores em consequência da implementação de uma ação está positivamente associada ao crescimento do PIB, com exceção do quinto indicador, que está estatisticamente associado ao crescimento do emprego em toda a economia e não ao PIB.

Os Anexos XII a XXIII fornecem documentação detalhada para cada ação prioritária, incluindo a avaliação macroeconômica. A Figura 15 abaixo fornecem os gráficos dos indicadores macroeconômicos para cada ação prioritária em São Paulo que ilustram o desempenho de cada ação prioritária em relação a cada um dos indicadores. Em resumo, a grande maioria das ações prioritárias tem indicadores positivos, o que significa que provavelmente gerarão um impacto macroeconômico positivo para a economia de São Paulo se implementadas para capitalizar os principais motores de ganho macroeconômico. No entanto, é importante ter em mente que as ações prioritárias não representam desvios significativos dos padrões de crescimento econômico nem mostram o potencial de uma influência disruptiva se for considerado - conforme evidenciado na seção anterior - que os custos diretos potenciais ou a economia é geralmente uma pequena porcentagem do nível de despesas dos setores associados.

As abordagens de implementação que podem ter um impacto macroeconômico positivo são descritas em mais detalhes em cada documento de ações prioritárias e são resumidas a seguir.

4 A avaliação macroeconômica baseada em indicadores é baseada no estudo intitulado "Resumo dos principais fatores que contribuem para os impactos macroeconômicos das opções de mitigação de GEE", por Dan Wei, Adam Rose e Noah Dormady da Escola de Políticas Públicas Sol Price. www.climatestrategies.us/library/library/download/905

	Custos líquidos mais baixos	Mudança no consumo de energia e recursos	Mudança nas fontes de energia e recursos locais	Mudança nas cadeias de suprimentos locais	Criação de emprego	Mudanças nas fontes de investimento e renda
AFOLU-1. Restauração da vegetação nativa	-	0	0	+	+	+
AFOLU-2. Conservação da vegetação nativa	-	+	0	+	+	+
AFOLU-3. Agropecuária climaticamente inteligente	+	+	+	+	+	+
I-1. Eficiência de combustível da indústria leve	-	0	0	-	+	+
I-2. Captura e armazenamento de carbono na produção de ferro e aço	-	-	0	+	+	+
I-1. Eficiência de combustível da indústria leve	+	+	+	+	+	+
T-1. Planejamento urbano inteligente	+	+	0	+	+	+
T-2. Eletrificação de veículos	+	+	0	-	0	+
T-3. Alteração dos modos de passageiro	-	+	0	+	+	+
FE-1. Energia solar	+	0	+	-	+	+
FE-2. Energia de biomassa	-	0	+	+	+	+
R-1. Energia de gás de aterro sanitário	+	0	+	-	+	+

+ Positivo

0 Neutral

-Negativo

FIGURA 15: RESUMO DA AVALIAÇÃO MACROECONÔMICA DAS AÇÕES PRIORITÁRIAS.

A avaliação dos seis indicadores para cada uma das Ações Prioritárias mostra que a grande maioria dos indicadores são positivos. Indicadores positivos estão presentes em 49 de 72 indicadores totais (68%), indicadores neutros em 12 de 72 (17%) e indicadores negativos em 8 de 72 (11%). Os indicadores negativos não dominam nenhuma ação e desempenham um papel menor no desempenho geral. Nenhuma ação tem mais do que dois indicadores negativos dos seis possíveis. Três das ações não apresentam indicadores negativos. Sete apresentam apenas um indicador negativo, enquanto duas ações apresentam dois indicadores negativos.

Esta avaliação não fornece uma estimativa da magnitude dos efeitos potenciais de cada um dos indicadores e das influências macroeconômicas. Uma vez que os parâmetros de implantação são definidos em mais detalhes, esta é uma área a ser considerada para uma avaliação futura. No entanto, conforme indicado acima, não se espera que as Ações Prioritárias representem desvios significativos dos padrões de crescimento econômico nem tenham uma influência irruptiva em consideração à magnitude dos custos diretos potenciais ou economias em comparação com o valor agregado (ou seja, o nível de despesas) dos setores.

Em geral, a forte presença de indicadores positivos reflete influências positivas das novas ações na macroeconomia de São Paulo. Esses incluem:

1. Para o **indicador 1** (*custos líquidos*), espera-se que a metade das ações prioritárias (6 de 12) reduzam os custos gerais do sistema ou da atividade que podem ser alcançados mudando para abordagens de baixo carbono. A redução de custos significa que novos fundos estão disponíveis para serem gastos em outras atividades econômicas. Nos casos em que são esperados custos mais elevados, estes devem-se a despesas iniciais e à necessidade de amortização acelerada, incluindo mecanismos de geração de receitas. Custos mais altos também podem refletir a necessidade de maior ação para atingir o nível necessário de implementação de transformação e a necessidade de novos investimentos contínuos antes que o nível de recuperação seja alcançado.

2. Para o **indicador 2** (*economia de energia e recursos*), espera-se que a maioria das ações prioritárias (7 em 12) reduzam a carga de energia e recursos para a economia de São Paulo através de abordagens mais eficientes. A redução no uso de energia e recursos e, portanto, nos gastos associados, significa que os recursos serão liberados para serem gastos em outras atividades econômicas. Em alguns casos, esses efeitos são neutros (3 de 12 ações prioritárias), onde a ação se concentra apenas nas mudanças na combinação de energia ou recursos e não nos níveis de demanda. Os efeitos negativos estão presentes em duas ações e podem refletir a necessidade de importações que podem ser revertidas ao longo do tempo com a expansão da produção local.

3. Para o **indicador 3** (*mudanças na produção local de energia e recursos*), a metade das ações prioritárias (5 de 12) são positivas. Nenhuma das ações deve mostrar efeitos negativos e sete (7 de 12) são neutras. Mudanças em favor de energia e recursos locais significam que gastos e investimentos são deslocados dentro do estado. Esta avaliação reflete abordagens de ação que são predominantemente projetadas para mudar a produção de energia e recursos para alternativas locais de baixo carbono. Isso é particularmente verdadeiro para mudanças em direção à geração de energia renovável local e à recuperação de florestas e terras agrícolas para restaurar a produtividade perdida.

4. Para o **indicador 4** (*mudanças nas cadeias de suprimentos locais*), indicadores positivos estão presentes na maioria das ações prioritárias (8 de 12), refletindo abordagens para ações que mudam em favor das cadeias de suprimentos locais. Mudanças em favor de cadeias de abastecimento locais de baixo carbono significam que os investimentos e despesas são deslocados dentro do estado. Nos casos em que existam indicadores negativos (4 de 12 ações prioritárias), estes poderão sofrer alterações caso sejam previstos investimentos adicionais para o desenvolvimento da capacidade produtiva local e aceleração para compensar as necessidades de importação.

5. Para o **indicador 5** (*mudanças para atividades mais intensivas em emprego*), todas as ações prioritárias, exceto uma (11 em 12), mostram este indicador como positivo e para a restante este indicador é neutro (1 em 12). Mudanças para atividades mais intensivas em empregos significam a criação de novos empregos. Isso reflete abordagens de ação que tiram proveito de tecnologias e práticas emergentes encontradas nos estágios iniciais da industrialização, caracterizadas por uma intensidade de trabalho por unidade de produção superior à média. Essas abordagens de maior intensidade de emprego podem vir às custas de custos de sistema mais altos em alguns casos, especialmente no curto prazo, mas refletem um potencial significativo de ROI na criação de empregos por meio de ações de rota.

6. Para o **indicador 6** (*mudanças nas fontes de receita e financiamento externo*), todas as ações prioritárias (12 em 12) apresentam resultados positivos. Mudanças para o financiamento externo significam que os estoques podem atrair investimento externo (ou capital) e, portanto, podem expandir os fundos e investimentos disponíveis dentro do estado. Isso reflete abordagens de ação que oferecem benefícios globais que provavelmente são do interesse de investidores orientados para o impacto dentro e fora da jurisdição, incluindo doadores internacionais, bem como investidores comerciais em nível nacional e global que estão interessados em uma replicação mais ampla das ações.



7. Conclusão

Através do desenvolvimento desta trajetória de descarbonização, o Estado de São Paulo avança com um passo importante em seus objetivos de eliminação da poluição climática causada pelos GEE de sua economia, ao mesmo tempo que contribui para o cumprimento da meta global de manter o aquecimento global abaixo de 2°C. São Paulo estabeleceu uma meta de descarbonização ambiciosa e transformadora, visando neutralizar suas emissões líquidas até o ano de 2050, e as doze ações prioritárias elencadas com este trabalho, e atualmente inseridas em sua trajetória, representam um esforço significativo do estado para alcançá-las.

De acordo com a análise do cenário BAU de planejamento desenvolvida pelo projeto, São Paulo apresenta no ano base de 2015 emissões totais GEE equivalentes a 153 TgCO₂e, e foi projetado que essas emissões até 2030 crescerão e atingirão 168 TgCO₂e, continuando a crescer até 2050, atingindo 219 TgCO₂e. As análises indicam que os vetores de emissão mais importantes no estado são a demanda de energia para transporte rodoviário e processos industriais, atividades de tratamento de resíduos sólidos e águas residuais e produção agropecuária.

Com a implementação das doze ações prioritárias, São Paulo alcançará reduções de emissões de GEE de 44 TgCO₂e até 2030, ou seja, 26% em relação aos níveis do BAU. Em 2050, são esperadas reduções de 108 TgCO₂e, ou seja, 50% em comparação com os níveis de BAU. A maior parte das reduções de emissões de GEE virá de ações prioritárias nos setores de Transporte (13% em 2050) e AFOLU (22% em 2050).

Após a implementação total das ações prioritárias, algumas emissões remanesçam no estado, as principais sendo: 15,7 TgCO₂e de emissões diretas de GEE de no setor de Fornecimento de Energia; 61 TgCO₂e de emissões diretas de GEE no setor de Transportes; 26 TgCO₂e das emissões diretas de GEE no setor da Indústria; e por fim, 16 TgCO₂e das emissões de GEE no setor de Gestão de Resíduos.

De acordo com a avaliação desenvolvida pelo projeto, a implementação de metade das ações prioritárias gera economias líquidas ao longo do tempo. As ações que geram custos diretos (em todos os casos de pequena magnitude) não devem ser consideradas um resultado negativo. Além de suas reduções de GEE, essas ações também podem promo-

ver benefícios macroeconômicos para o estado, pois incluem o potencial de aumento da atividade econômica geral do estado e/ou aumento de empregos. Neste sentido a grande maioria das ações prioritárias gerarão um impacto macroeconômico positivo para a economia de São Paulo se implementadas para capitalizar os principais motores de ganho macroeconômico.

Como próximos passos, o estado deverá identificar os mecanismos específicos de implementação além de quantificar em detalhes os custos e benefícios para mapear e assegurar fontes de financiamento possíveis para cada uma das ações, permitindo assim maximizar seu potencial de mitigação e geração de benefícios socioeconômicos. Da mesma forma, o estado deverá estabelecer sistemas de monitoramento, reporte e verificação que possibilitem acompanhar a efetividade da implementação das ações, e medir os reais impactos das mesmas. Isto porque a trajetória precisa ser flexível para adaptar-se, tanto aos avanços tecnológicos que impactam diretamente o potencial de mitigação climática e o custo/benefício de implementação das ações, quanto na conjuntura político-econômica que influencia os elementos macroeconômicos afetados pela implementação das ações.

É importante destacar que, conforme apresentado neste relatório, as doze ações prioritárias incluídas na trajetória contribuem apenas parcialmente para o cumprimento das metas ambiciosas de redução de emissões de GEE selecionadas pelo estado. Sendo assim, São Paulo precisa identificar ações adicionais às elencadas neste trabalho e/ou aumentar o nível de esforço das ações já elencadas para atingir suas metas. Abaixo seguem algumas sugestões que poderiam ser consideradas baseadas em os setores onde emissões remanescem em 2050, após a implementação total das ações prioritárias:

A. SETORES ENERGÉTICOS

i. Fornecimento de eletricidade

- Aumento da produção de energia renovável (eólica e/ou hidrelétrica)

ii. Residencial/Comercial/Institucional

- Eficiência no uso da energia elétrica para iluminação, aquecimento, ventilação e ar condicionado (principalmente os subsetores comercial e residencial), por meio de:
 - Novos edifícios: desenho mais eficiente de edifícios e padrões de construção/eletrodomésticos
 - Edifícios existentes: retrofits de edifícios e padrões de eficiência mais elevados para eletrodomésticos
- Eficiência energética do uso de combustível comercial e/ou eletrificação
- Energia solar distribuída

iii. Transporte

- Transporte Rodoviário
 - Eficiência energética (melhorias tecnológicas para combustão interna)
 - Uso de misturas de biocombustíveis superiores, especialmente para veículos a diesel
- Transporte Não Rodoviário
 - Combustíveis de aeronaves de baixo carbono (longo prazo).

iv. Indústria

- Todos os subsetores: produção e uso de energia solar distribuída
- Culturas e gado
 - Curto prazo: misturas de alto biodiesel
 - Prazo mais longo: eletrificação

- **Mineração e pedreiras**
 - Curto prazo: misturas de alto biodiesel
 - Prazo mais longo: eletrificação
- **Cimento**
 - Curto prazo: co-queima de biomassa
 - Prazo mais longo: hidrogênio renovável
- **Alimentos e bebidas**
 - Eletrificação
 - Combustíveis renováveis para substituir o uso de gás natural
 - Outras indústrias pesadas e leves:
 - Eletrificação
 - Combustíveis renováveis, principalmente para deslocar o gás natural.

B. SETOR AFOLU:

- Expansão da área de restauração de ecossistemas nativos
- Fomento de sistemas agroflorestais para agricultores familiares/de pequena escala
- Renovação do rebanho bovino com raças que permitem a reprodução e abate mais precoces (p.e. Gado Senepol)
- Tratamento de resíduos agropecuários fomentado a produção de energia descentralizada no campo
- Expansão das florestas comerciais produtivas do estado (eucalipto e pinus)
- Eliminar por completo o desmatamento no estado

C. SETOR DE RESÍDUOS

- Reciclagem e compostagem de resíduos sólidos
- Redução de resíduos de fonte industrial e municipal
- Uso de RSU na produção de energia (considere a tecnologia avançada, por ex. para geração de hidrogênio e/ou eletricidade)
- Geração de gás natural renovável em estações de tratamento de águas residuais (para uso no local ou injeção no sistema de distribuição de gás natural)
- Redução do consumo municipal e industrial de água e da geração de águas residuais

No entanto, São Paulo se posiciona muito bem com o exercício executado no âmbito deste projeto para avançar em passos firmes no alcance de seus objetivos climáticos, bem como em outras metas de desenvolvimento socioeconômico fomentado pelas ações prioritárias.

Neutralizar as emissões líquidas do estado até 2050 requer continuar aumentando a ambição das ações prioritárias, e buscar definir ações adicionais que possam abater as emissões que remanescem após a implementação das ações prioritárias.

8. Glossário

Ação da trajetória: Atividades planejadas pelo governo e / ou setor privado dentro das jurisdições que irão alterar o cenário tendencial das emissões de GEE (linhas de base ou cenário de “business-as-usual”) por meio da aplicação de novas tecnologias e práticas e aprimoradas de manejo e gestão de recursos naturais. Essas novas atividades de baixo carbono podem contribuir para reduzir as emissões de GEE, reduzindo o conteúdo de carbono da energia (por exemplo, mudando para energia renovável), reduzindo o uso de energia intensiva em carbono (por exemplo, mudando para maior eficiência energética), aumentando o armazenamento de carbono a longo prazo (por exemplo, através do fixação de carbono na biomassa florestal), entre outras abordagens.

Custo-Efetividade (CE): Um valor de custo-efetividade indica o custo direto ou economia para a sociedade para cada tonelada de GEE reduzida e/ou removida. Um valor positivo de CE indica um custo, enquanto um valor negativo indica uma economia.

Intensidade de carbono: A quantidade de emissões de GEE por uma unidade específica. Por exemplo, a intensidade de carbono per capita é a quantidade de GEE emitida por cada pessoa.

Linha de base: Uma série de dados históricos e de previsão sobre produção e consumo de energia, produção, consumo e gestão de recursos naturais, mudanças no uso da terra para estimar as emissões de GEE. Neste projeto, é sinônimo do cenário usual business-as-usual (BAU) (ou seja, o cenário em que as medidas de mitigação não são aplicadas).

Orçamento Global de Carbono: O total de emissões restantes de gases de efeito estufa que podem ser emitidas enquanto permanecem abaixo de 2 ° C do aquecimento global.

Teragrama (Tg): Unidade métrica de massa. Equivale a um milhão de toneladas métricas.

Trajetória de descarbonização (ou simplesmente “trajetória”): Uma combinação de ações para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou aumentar a remoção de gases de efeito estufa da atmosfera que uma jurisdição decidiu aplicar para reduzir sua pegada de carbono global..



SECRETARIAT THE °CLIMATE GROUP



FINANCIADO POR



Norway's International Climate and Forest Initiative

SOCIO PRINCIPAL



BENEFICIÁRIO



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

PARCEIROS

