


Plano de Ação
Climática e
desenvolvimento
sustentável para
São Paulo




PAC2050



Dezembro / 2022



| Secretaria de
Infraestrutura e Meio Ambiente



CRÉDITOS

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo

Fernando Chucre

Secretário de Infraestrutura e Meio Ambiente

José Amaral Wagner Neto

Secretário Executivo de Infraestrutura e Meio Ambiente

Coordenação Geral

Eduardo Trani – Subsecretário de Meio Ambiente

Oswaldo Lucon – Assessoria Mudanças Climáticas

Jussara Carvalho – Assessoria Internacional

Gil Scatena – Coordenador de Planejamento Ambiental

Rafaela Di Fonzo Oliveira – Assessoria Subsecretaria de Meio Ambiente

Secretaria Executiva

Gil Scatena – Coordenador de Planejamento Ambiental

Cristina Azevedo – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

Danielle Truzi – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

André Simas – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

Denize Cavalcanti -- Coordenadoria de Planejamento Ambiental

Grupos de Trabalho – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Transportes

Carlos Ibsen Vianna Lacava

Carlos Roberto dos Santos

Eduardo Luis Serpa

Marcelo Pereira Bales

Oswaldo Lucon

Agropecuária, Florestas e Usos do Solo - AFOLU

Antonio Luiz Queiroz

Helena Carrascosa

Isabel Fonseca Barcellos

Juliana Baldin Caporalin

Juliana Ortega

Lucia Sousa e Silva

Marco Aurélio Nalon

Marisa Domingos

Neide Araujo

Rafael Barreiro Chaves

Rodrigo Victor

Sergio Marçon

Viviane Coelho Buchianeri

Energia

Carlos Ibsen Vianna Lacava

Eduardo Luis Serpa

Maria Fernanda Pelizzon Garcia

Oswaldo Lucon

Ricardo Cantarani

Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos

Alfredo Rocca

Alisson Moraes

André Simas

José Ronal Santa Inez

José Valverde

Ricardo Cantarani

Indústria e Uso de Produtos

Celia Poeta

Cristina Poli

Joaquim Pereira das Neves

José Carlos Garcia Ferreira

Maria Fernanda Pelizzon Garcia

Finanças Verdes e Inovação

Alexandre de Gerard Braga

Denize Cavalcanti

Emerson Alves da Silva

Joana Fava Cardoso

Neide Araujo

Oswaldo Lucon

Educação Ambiental

Gabriela Fernandes Camacho

Maria de Lourdes Freire

Rita Zanetti

Coordenação Técnica

Gilberto De Martino Jannuzzi – Professor Titular, Faculdade Engenharia Mecânica e
Pesquisador Senior, Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, UNICAMP

David Shiling Tsai – Gerente de Projetos, IEMA

Paulo Artaxo – Professor titular e chefe do Departamento de Física Aplicada do Instituto de
Física da USP.

Ademir Abdala Prata Junior – Professor Visitante, Centro de Tecnologia, Universidade
Federal de Alagoas

Cristiane Peres Bergamini – Jornalista Científica, Programa Mudanças Climáticas FAPESP

Consultoria Técnica de Financiamento – NINT – Natural Intelligence

Felipe de Paula Netrovsky – Sócio, diretor de consultoria ESG

Tatiana Credidio Assali – Sócia, diretora de consultoria ESG

Beatriz de Miranda Ferrari – Gerente de consultoria ESG

Omar Guillermo Avila Reyna – Coordenador de consultoria ESG

Laura Martins Colenci – Consultora ESG

Larissa Maia Vicente de Lima – Analista Sênior de consultoria ESG

Camila Ballini Luiz – Analista de consultoria ESG

Consultoria técnica de Emissões e Projeções – Equipe SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI)

Iris Coluna – Assessora de Baixo Carbono e Resiliência Regional

Kaccny Carvalho – Analista de Baixo Carbono e Resiliência Regional

Leta Vieira – Gerente Técnica

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

André Luis Ferreira – Diretor-Presidente

David Shiling Tsai – Gerente de Projetos

Felipe Barcellos e Silva – Analista de Projetos

Ingrid Graces – Estagiária

Marcelo dos Santos Cremer – Analista de Projetos

Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA)

Andressa Depetruz Marcelino – Consultora em Clima e Emissões

Gabriel Quintana – Analista em Clima e Emissões

Isabel Garcia Drigo – Gerente de Clima e Emissões

Renata Potenza – Especialista em Clima e Emissões

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)

Ane Alencar – Diretora de Pesquisa

Bárbara Zimbres – Pesquisadora

Edriano Souza – Analista de Pesquisa

Júlia Shimbo – Pesquisadora

Observatório do Clima (OC)

Tasso Azevedo – Coordenador Técnico

Equipe GIZ - POMUC – Programa Política sobre Mudança do Clima

Anja Wucke – Diretora PoMuC

Thaís Kasecker – Assessora Técnica PoMuC

Ariadne Souza – Assessora Técnica PoMuC

Raquel Souza – Assessora Técnica PoMuC

Leandro Lamas Valarelli – facilitador de processos

Sumário

APRESENTAÇÃO	7
SUMÁRIO EXECUTIVO.....	9
1. VISÃO DE FUTURO	14
2. O PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA - PAC 2050.....	17
3. PANORAMA ATUAL DAS EMISSÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO	19
4. CENÁRIOS DE DESCARBONIZAÇÃO	26
5. ORIENTAÇÕES PARA A POLÍTICA ESTADUAL DE CLIMA	35
5.1. SETOR DE TRANSPORTES (TRA)	42
5.2. SETOR AGROPECUÁRIA, FLORESTAS E USOS DO SOLO – AFOLU.....	52
5.3. SETOR ENERGIA (ENE).....	63
5.4. RESÍDUOS (RES).....	68
5.5. PRODUÇÃO INDUSTRIAL E USO DE PRODUTOS (IND)	76
6. FINANCIAMENTO CLIMÁTICO PRIVADO E PÚBLICO DO PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA (PAC 2050) DO ESTADO DE SÃO PAULO	79
6.1. CAMINHOS DE FINANCIAMENTO CLIMÁTICO PRIVADO EXISTENTES	81
6.2. FINANCIAMENTO PÚBLICO EXISTENTE	85
6.3. POTENCIAIS CAMINHOS PARA O FINANCIAMENTO CLIMÁTICO	91
7. A GOVERNANÇA CLIMÁTICA DO PAC2050	95

Apresentação

O Plano de Ação Climática Net Zero 2050, nesta versão revisada após consulta pública, sintetiza a proposta do Estado de São Paulo, sob responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, que contou com a oitiva dos demais órgãos e secretarias estaduais, grupos representativos do setor econômico, associações de municípios e entidades da sociedade civil, em especial, da pesquisa científica e da academia.

Sua função é dar concretude, com um roteiro factível de ações, à Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC (Lei 13.798 de 09.11.2009), e cumprir as determinações do Dec. 65.881/2021 que refere-se à adesão do Estado à campanha *Race to Zero* da ONU.

O Plano realça alguns principais marcos temporais, a saber: 2005 (ano-base da meta da PEMC), 2020 (ano da meta da PEMC), 2021 (ano de referência, base do *Race to Zero*), 2025 (ciclo de revisão dos compromissos nacionais no Acordo de Paris e base para tomadas de decisão), 2030 (ano de referência do *Race to Zero*, por suas diretrizes) e 2050 (ano da neutralidade climática prescrita nos principais relatórios científicos).

O Plano também justifica a opção pela utilização do inventário do SEEG (Sistema Estadual de Emissões de Gases de Efeito Estufa, do Observatório do Clima), com benefícios da periodicidade anual, atualização e sistema abrangente (*topdown*) de monitoramento, reporte e verificação (MRV) e recorte em escala municipal. Um ponto que deve ser considerado positivo, nessa opção metodológica, é a potencialidade de superação das limitações atualmente identificadas, permitindo a inclusão de outros inventários existentes, sejam públicos ou privados.

Ressalte-se a necessidade premente de um Plano Adaptação Climática para todas as regiões do estado e de um Plano de Finanças com aspectos fiscais e tributários elaborados por equipes especializadas. Ressalte-se ainda a convergência obrigatória com as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) do Brasil e de suas revisões. São Paulo pode ter um papel central nessa articulação, com certeza em termos metodológicos mas, igualmente, pelo avançado marco regulatório e pela maturidade dos programas e ações já em andamento.

Aspecto essencial para a gestão do Plano é a definição de uma Governança que envolva os tomadores de decisão do governo do estado, regiões metropolitanas e gestores municipais,

com a participação ativa e abrangente da sociedade civil. Há que se empreender um grande projeto de capacitação, comunicação e educação ambiental para as questões climáticas.

Por fim, é necessário reconhecer o empenho das nossas equipes técnicas envolvidas ao longo desses dois últimos anos, as relações com os governos subnacionais por meio da ABEMA, o avanço de propostas comuns nos encontros regionais (Nova York e Londres) e internacionais das últimas COPs do Clima – Glasgow e Sharm-el-Sheikh –, além das parcerias com entidades internacionais: co-chair da América Latina pela *Under2 Coalition, Regions4, ICLEI, UK Embassy* e o imprescindível apoio do governo alemão/ GIZ que reforçou o time de consultores dessa proposta.

O estado de São Paulo apresenta à sociedade um Plano com um caminho seguro, robusto, cuja missão será orientar a economia paulista rumo à descarbonização e neutralidade climática, preservando sua liderança no cenário nacional, com responsabilidade ambiental e socioeconômica, por parte de todos agentes públicos e privados para as próximas três décadas.

Sumário Executivo

De acordo com os últimos relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), para limitarmos o aumento de temperatura em 2 graus Celsius em relação aos níveis pré-industriais, serão necessárias reduções de emissões globais de gases de efeito estufa da ordem de 5% ao ano até atingirmos emissões líquidas zero (*net zero*) em 2050, e sequestrar 10 a 20 bilhões de toneladas de CO₂ por ano até 2100. Esta é uma tarefa que vai exigir um esforço enorme de todos os setores da economia e de todos os países. O Brasil é o sexto maior emissor de gases de efeito estufa do planeta e deve fazer a sua parte neste esforço. No Acordo de Paris, dentro de sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), o Brasil se compromete com a meta de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e em 43% até 2030, ambas em comparação às emissões de 2005. A NDC brasileira tem o compromisso de chegar à neutralidade de carbono em 2050. Entretanto, ainda falta a definição de metas setoriais completas de como o país vai cumprir seus compromissos.

Em resposta a esta necessidade premente, em vista da emergência climática em que nos encontramos, governos subnacionais passaram a ter um papel importante, tais como planos de descarbonização de estados e municípios brasileiros. O estado de São Paulo (ESP) tem um forte papel de liderança econômica em nosso país, e está alinhado com a modernização de nossa sociedade, na direção da implementação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), e na redução de emissões de gases de efeito estufa. Neste sentido, o ESP tem responsabilidades significativas nas emissões do setor de transporte, energia, mudança de uso do solo, resíduos sólidos e líquidos, entre outros. O Decreto Estadual nº 65.881/2021 formalizou a adesão do ESP à campanha “*Race to Zero*” das Nações Unidas e previu a elaboração do Plano de Ação Climática 2050 (PAC2050) que desenha uma trajetória de desenvolvimento econômico sustentável e de redução de emissões, colaborando com os compromissos nacionais do Acordo de Paris. O PAC2050 é um plano de investimentos em transformações importantes na infraestrutura de produção e de serviços do estado, e contribui para reduzir desigualdades sociais e regionais, aproveitando as oportunidades com melhor custo-benefício para as ações propostas de mitigação. Sua implementação também aumentará a resiliência da sociedade paulista às mudanças climáticas e seus impactos.

O estado de São Paulo e o Brasil têm diferenças importantes no perfil de emissões de gases de efeito estufa, como pode ser observado na figura 1 abaixo para as emissões em 2020.

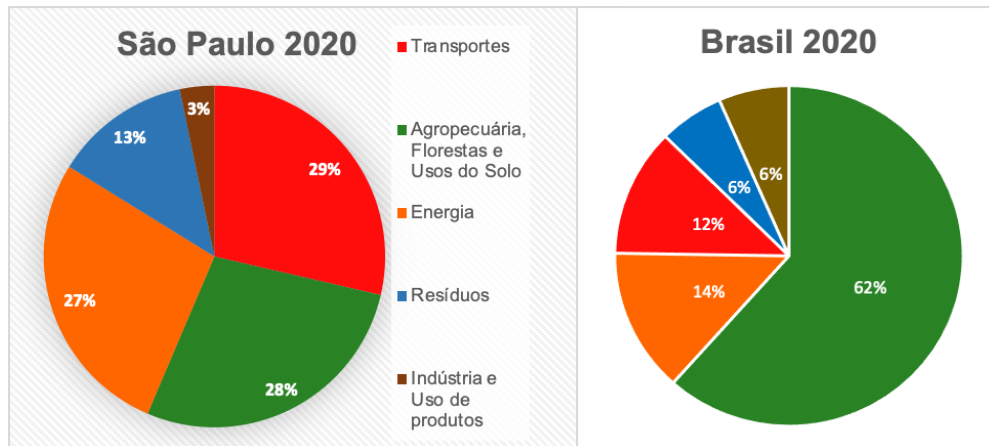


Figura 1 – Perfis de emissões de GEE: Estado de São Paulo e Brasil

Fonte: SEEG 2022

O PAC2050 lida com estratégias de mitigação de emissões em seis setores chaves de nossa economia: Transportes; Energia; Agropecuária, Florestas e Usos do Solo (Afolu); Resíduos; Indústria e Uso de Produtos; Finanças Verdes e Inovação. O Plano contém metas para 2030 e 2050 em relação ao ano de 2021, quando a atividade econômica se reestabeleceu no pós-pandemia. Tais metas serão dinâmicas, revisadas de acordo com sua implementação, permitindo rastreabilidade para um grande conjunto de ações propostas com diversas atividades e instrumentos. As ações de implementação do PAC2050 devem ser financiadas pelo setor público e privado, dentro de um modelo de governança inovador, visando desenvolvimento econômico sustentável, em um quadro de aumento de competitividade global na economia de baixo carbono. Os custos de implementação do PAC2050 serão menores quanto mais rápida seja sua implementação e não serão necessariamente adicionais – bastando para tal redirecionar prioridades atuais. De qualquer modo, os valores serão menores que os custos dos impactos socioeconômicos e ambientais que a mudança climática terá em nossa sociedade.

O conjunto de ações propostas visa a reduzir em 79% as emissões projetadas para o ano 2050 de 213 megatoneladas de dióxido de carbono equivalentes (MtCO₂e) no cenário de referência para 45 MtCO₂e, no cenário de mitigação. Em termos absolutos, significa uma redução de

68% em relação aos níveis emitidos no ano de 2021 (142 Mt CO₂e) e 64% em relação ao ano de 2020, este considerado atípico em razão da pandemia de COVID-19. Assim, o PAC 2050 projeta uma redução de 17% das emissões entre 2021 e 2030. A meta proposta para 2030 é requisito para o reporte do Estado de São Paulo na campanha *Race to Zero* da ONU na CoP27.

A figura 2 abaixo apresenta a evolução das emissões de 2020 a 2050, no cenário de referência e no cenário de mitigação. Observamos forte redução nas emissões, como resultado da implementação das ações propostas.

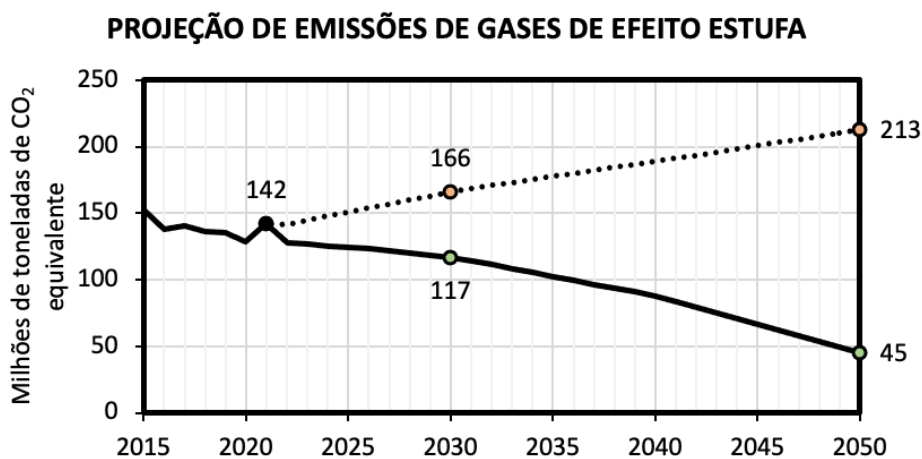


Figura 2: Estado de São Paulo - Evolução das emissões de CO₂eq 2015-2050

Fonte: SEEG 2022

As ações propostas em cada setor têm eficácias diferenciadas, dependendo das políticas a serem implementadas. No setor de transportes, a eletrificação da frota automotiva pode levar a uma redução de emissões em 2050 de 70% em relação ao cenário de referência. Na geração de energia, a redução de emissões é de cerca de 54%. O setor de mudança de uso do solo deverá ter emissões negativas, ou seja, sequestrando cerca de 20 Mt CO₂e por ano em 2050. Isso ocorre pela recuperação florestal no ESP, que remove CO₂ da atmosfera através da fotossíntese.

Entre as ações a serem implementadas e seus potenciais de redução de emissões em cada setor econômico analisado, salientamos:

Energia – As ações principais focam no aumento da eficiência energética, tanto no uso de eletricidade quanto no de combustíveis, implementação de geração solar e eólica, e a introdução de combustíveis avançados a partir de biomassa e do uso de hidrogênio.

Transportes – As ações principais envolvem a redução das emissões do transporte de carga, do transporte coletivo de passageiros e na frota veicular leve e motocicletas. Envolve também mudanças no planejamento urbano, e a inserção de novos combustíveis, além da eletrificação da frota veicular.

Agropecuária, Florestas e Usos do Solo – Este importante setor envolve a implementação da agricultura de baixo carbono, com potencialização de remoção de carbono através de recomposição florestal, restauração ecológica e da melhoria de manejo do solo, com plantio direto e adoção de insumos menos intensivos. Também envolve a recuperação de pastagens degradadas, a modificação de dieta de bovinos e melhoramento genético visando a redução de emissões de metano.

Indústria e Uso de Produtos – Neste setor, a substituição de insumos e produtos é chave, com a mudança de processos e monitoramento e controle de processos, efluentes e emissões fugitivas.

Resíduos Sólidos e Efluentes – O foco neste setor é a redução de emissões em aterros sanitários e captura e aproveitamento energético de resíduos sólidos e de biogás em estações de tratamento de efluentes.

Um aspecto importante é questão dos investimentos financeiros necessários para a implementação do PAC2050. A modelagem parte da premissa de um crescimento do PIB estadual de 2% ao ano em média, até 2050, e abarca um grande conjunto de ações na maioria dos setores da economia paulista. Os investimentos necessários para a implantação destas ações em média correspondem a 0,25% do PIB estadual ao ano e até 2030. Isso é equivalente a 2% do PIB em 8 anos, ou seja, um ano de crescimento estimado do PIB. Importante salientar que estes investimentos irão alinhar a economia paulista com as maiores economias do planeta, e ajudar o estado a implementar os 17 ODS.

O PAC2050 é um plano essencialmente de mitigação de emissões, articulado com outros Planos estaduais, como o de Energia (em elaboração), o de Resíduos (em implementação), o de Saneamento (em elaboração) e o de Agricultura de Baixo Carbono - ABC+ (em elaboração). Também está em elaboração o Plano de Adaptação e Resiliência, que conta com a experiência do Programa “Municípios Paulistas Resilientes”. Estamos observando alterações na taxa de

precipitação no estado, o aumento de eventos climáticos extremos que causam inundações em áreas urbanas, deslizamentos nas encostas, e insegurança hídrica como a observada na região metropolitana de São Paulo em 2020-2021. Além disso, o aumento do nível do mar vai afetar a infraestrutura portuária do estado, além das áreas urbanas costeiras e ecossistemas naturais em nossa costa.

O caráter estratégico do PAC, e sua correlação com setores que já possuem políticas específicas, definem seu papel articulador, que fortalece e orienta Planos, Políticas e Projetos (PPPs) existentes para a economia de baixo carbono. Tais PPPs deverão detalhar suas estratégias de implementação e, nos casos de novas ações, designar responsáveis, firmar metas e conferir resultados. Para cumprir essa missão, desenhou-se uma nova governança para a Política de Mudanças Climáticas de São Paulo, com estrutura tripartite (Estado, Municípios e Sociedade Civil), ancorada numa rotina de monitoramento, baseada em mensuração, verificação e reporte de seus resultados, permitindo ajustes e revisões ao longo do período de implementação e viabilizando ajustes de rotas rumo à descarbonização.

Importante salientar que o PAC2050 para o Estado de São Paulo objetiva estar alinhado à NDC brasileira e com os planos de mitigação que vários municípios do estado estão implantando. Algumas importantes indústrias – e em geral o setor privado – também estão implementando medidas de redução de emissões em suas áreas de atuação. Estas ações em várias áreas implicam que teremos que desenvolver um sistema de governança que possa aumentar a eficiência de implementação das medidas e reduzir o investimento necessário. Esta governança também espera incluir o governo federal, além dos principais municípios, setor privado e organizações civis. Muitas indústrias paulistas competem com indústrias estrangeiras, que já estão se alinhando na direção de produção com menores emissões, e isso será um fator de competitividade no futuro.

A implementação do PAC2050 será fundamental para alinhar o desenvolvimento econômico paulista com uma trajetória de economia mais limpa, mais eficiente e moderna. A implementação dos 17 ODS também vão nesta direção, e este conjunto de medidas levará o Estado de São Paulo a ser um exemplo de eficiência energética com desenvolvimento econômico e com baixas emissões de gases de efeito estufa. O envolvimento de setores-chaves da sociedade paulista é fundamental e levará o estado de São Paulo em posição de

liderança na construção de uma sociedade sustentável, com desenvolvimento econômico e com maior bem-estar para sua população.

1. Visão de Futuro

O PAC2050 é um plano de desenvolvimento de baixo carbono orientado por uma transformação na infraestrutura, associada a mudanças de tecnologias e de comportamentos da população (de organizações/corporações, sociedade civil e do próprio setor público), com crescimento econômico competitivo. Ele é acompanhado por métricas de emissões de gases de efeito estufa (GEE), requisito crescente dos mercados e das políticas em todo o mundo. Além disso, o PAC2050 responde aos compromissos assumidos pelo Estado de São Paulo relacionados à campanha das nações Unidas “*Race to Zero*”, conforme é detalhado na seção seguinte. Por questões de escopo, os aspectos de resiliência e adaptação são considerados indiretamente neste trabalho.

O PAC2050, portanto, está baseado no entendimento de que as reduções almejadas somente serão alcançadas com transformações no plano de desenvolvimento socioeconômico e ambiental do estado. Embora apresente uma abordagem de ações setoriais, o plano inclui aspectos de natureza transversal, fundamentais para se atingir as ambições de neutralidade de emissões de carbono em 2050. Esses aspectos são transformações na infraestrutura urbana e de serviços do estado, reformas institucionais e regulatórias, mudanças no uso e ocupação do solo, mudanças de comportamentos e hábitos de consumo, novos modelos de negócios, de financiamento, disseminação de novas tecnologias e inovação.

Para a sua elaboração, o PAC2050 considerou diversos estudos e relatórios recentes produzidos pelo Governo do Estado. Grande parte das ações propostas deriva de orientações contidas nesses documentos¹. Destacamos os documentos "Plano de Desenvolvimento

¹ Estudos e relatórios de referência disponíveis em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pemc/> nos seguintes trechos:

- O Plano Participativo de Adaptação aos Efeitos das Mudanças Climáticas, versão para consulta pública.
- Plano de Transportes e sua revisão, elaborados pelo Grupo de Trabalho do Comitê Gestor da PEMC como subsídio para ações de governo. Também no tema, Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo – PCPV da CETESB, relatório Mitigação de emissões e estratégias de mobilidade via atividades remotas (assunto regulamentado pelo Decreto 62.648, de 27.06.2017), estudo sobre Ligações Ferroviárias Regionais
- Plano Setorial de Saúde, elaborado pela Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria Estadual da Saúde.
- Plano Paulista de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC-SP), coordenado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento e com participação da SIMA.

Econômico do Estado de São Paulo 2022-2040" da Secretaria de Desenvolvimento Econômico (PDE 2022-2040)², Projeto "Municípios resilientes"³, "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas" da SIMA (PAC Diretrizes)⁴, o documento "PEMC 10 anos – Política Estadual de Mudanças Climáticas" (Lucon et al., 2022)⁵, Plano de Adaptação 2010⁶, assim como as informações contidas nos planos setoriais de transportes, resíduos, energia, agropecuária, entre outros⁷.

O PDE 2022-2040, por exemplo, orienta a formulação das Leis de Diretrizes Orçamentárias (LDOs) e dos Planos Plurianuais (PPAs) em torno de três segmentos: 1) crescimento econômico sustentável, 2) combate às desigualdades e 3) promoção de tecnologia e inovação. Contudo, reconhece-se que esses segmentos não estão suficientemente associados a questões de mitigação e adaptação climática e o PAC2050 busca, num processo contínuo, essa convergência.

O PAC2050 está em consonância, conforme mencionado, com os planos setoriais⁸ (energia⁹, indústria, transporte, agropecuária, florestas e usos do solo - AFOLU, saneamento e resíduos) e reflete a ambição do Estado em testar e experimentar inovações, tanto no plano de tecnologias, como em instrumentos de financiamento, gestão, regulação e modelos de negócios. O desempenho e eficácia dessas iniciativas deverá ser acompanhado pelo componente de MRV¹⁰ do PAC2050 e subsidiar suas sucessivas revisões.

- Plano Estadual de Recursos Hídricos – 2016-2019

- Projeto Trajetórias de Descarbonização, Fase I (2019- abril 2021), coordenado pela SIMA e promovido pelo Climate Group/Under 2 Coalition, o projeto identificou o potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa a partir de 12 ações prioritárias selecionadas nessa fase inicial. Com elas, o relatório final e base de dados indicam rota para o abatimento de 30% das emissões do Estado. Para atingir a neutralidade de emissões (net zero 2050) a Fase II do projeto elaborou uma ferramenta calculadora que permite avaliar o alcance de ações de descarbonização

² Governo do Estado de São Paulo. 2021. "Plano de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo 2022-2040". São Paulo.

³ <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/municipiosresilientes/>

⁴ SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

⁵ Lucon, O., S.B. C. Morello, e V.C. Buchianei. 2022. "PEMC 10 anos. Política Estadual de Mudanças Climáticas". São Paulo: SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

⁶ https://smastr16.blob.core.windows.net/portalnovomedia/2013/01/PlanoAdaptacao_versaoconsulta.pdf.

⁷ Os vários planos setoriais realizados pelo Governo do Estado trazem algumas expectativas e considerações sobre os impactos de mudanças climáticas sobretudo nos aspectos de adaptação e resiliência climática. É possível observar, no entanto, que os aspectos de mitigação de emissões começam a ser incorporados nos planos, como por exemplo o Plano de Energia recém iniciado. O Biota Síntese e o ZEE já demonstram preocupações explícitas com impactos e estratégias de mitigação e adaptação climática. https://www.biota.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Biota-Si%CC%81ntese_contribuicao-ao-PAC_baixa.pdf

⁸ Alguns planos setoriais, como o de Energia, ainda estavam em elaboração durante a confecção do PAC2050.

⁹ <http://www.arsesp.sp.gov.br/ConsultasPublicasBiblioteca/7b.%20PPE%202030.pdf>

¹⁰ MRV é a sigla para Mensuração, Reporte/Relato e Verificação. Trata-se de uma metodologia estabelecida pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que auxilia no planejamento e estratégias de ações para a execução de um plano climático. Histórico e evolução do MRV em <https://climat.be/doc/mrv-manual-pt-final.pdf>

O PAC2050 não detalha aspectos importantes da implementação de ações, e sim aponta o direcionamento estratégico e metas de redução de emissões. Esse detalhamento deverá estar contemplado nos planos setoriais do estado.

O PAC2050 também busca o apoio do sistema de inovação e fomento à pesquisa e desenvolvimento do Estado, em particular dos programas específicos da FAPESP, o Bioen, que apoia atividades científicas na área bioenergia, o Programa de Mudanças Climáticas, o Biota e o Programa de Políticas Públicas¹¹.

Alguns pontos relevantes já aparecem nos documentos do Biota-Síntese¹² e nas projeções climáticas considerados no Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) que impactarão, por exemplo, no aumento de demanda de energia térmica para condicionamento ambiental em praticamente todo o território estadual, e também maiores necessidades de refrigeração para as cadeias de produção e transporte de produtos perecíveis, exigindo, portanto, maior atenção a tecnologias e processos energeticamente mais eficientes nesses campos da energia térmica. A população do estado deverá se estabilizar até 2050 com um perfil de idade muito diferente do atual, com maior proporção da população mais idosa. Esse fato terá implicações também para um plano de clima, pois períodos longos de estiagem e altas temperaturas demandarão maior consumo energético para a população crescentemente mais idosa até 2050. Dessa forma, tanto as medidas de mitigação como as de adaptação climática não devem divergir muito daquelas de regiões e países mais industrializados. No entanto, exigirão maior atenção às relevantes desigualdades socioeconômicas e ambientais regionais existentes no estado e que o PAC2050 deve contribuir para equacioná-las.

Desse modo, as diferentes ações de mitigação de GEE propostas deverão ser analisadas considerando também as diferentes características regionais do estado e as emissões associadas. A integração com o ZEE e com planos de desenvolvimento locais, municipais e metropolitanos, tem grande potencial para acelerar e facilitar a implementação do PAC. Esses elementos são muito importantes e deverão estar considerados no âmbito da governança do próprio PAC2050.

¹¹ <https://fapesp.br/programas>

¹² <https://www.biota.org.br/biotasintese/>

2. O Plano de Ação Climática - PAC 2050

No âmbito federal tem-se compromissos importantes como as Contribuições Nacionalmente Determinadas - NDC ¹³, o Programa Metano Zero (com meta de reduzir em 30% as emissões até 2030)¹⁴ e, mais recentemente, a intenção de criar um mercado de carbono (Decreto nº 11.075 de 19/05/2022)¹⁵, com a possibilidade de apresentação das proposições das curvas de redução de emissões de gases de efeito estufa até junho de 2023. O Estado de São Paulo, por meio do Decreto Estadual nº 65.881/2021, aderiu à duas campanhas das Nações Unidas (*Race to Zero* e *Race to Resilience*)¹⁶.

A adesão de São Paulo ao *Race to Zero*¹⁷, que implica zerar emissões líquidas do estado até 2050¹⁸, além da Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC¹⁹ e os compromissos nacionais mencionados são os princípios que orientaram a elaboração do Plano de Ação Climática - PAC2050.

Como ação decorrente da adesão ao *Race to Zero*, o Estado de São Paulo iniciou o processo de diálogo com a sociedade, por meio da elaboração das diretrizes que norteariam o Plano de Ação Climática. Esse processo culminou no "PAC-2050 Diretrizes", que foi apresentado na CoP 26 de Glasgow, como a primeira materialização do compromisso do Estado de São Paulo com a economia do carbono líquido zero.

Partindo do documento de Diretrizes mencionado, o Estado de São Paulo iniciou a elaboração do Plano de Ação Climática 2050, apresentando novas ações setoriais com metas de redução de emissões. Como primeira etapa, o Estado, por meio de consultas, reuniu iniciativas que já

¹³ "[Brazilian NDC](#)". 31/10/2021 Acedido a 20 de maio de 2022.

¹⁴ MMA. 2022.. '[PROGRAMA NACIONAL METANO ZERO](#)'. Brasília, DF: República do Brasil.

¹⁵ [DECRETO No 11.075 de 19/05/2022](#) que estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa

¹⁶ '[SP adere às campanhas da ONU para zerar emissão de poluentes até 2050](#)'. 2021. Governo do Estado de São Paulo. 20 July 2021.

¹⁷ [DECRETO No 65.881, de 20/07/2021](#) que dispõe sobre a adesão do Estado de São Paulo às campanhas "Race to Zero" e "Race to Resilience", no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

¹⁸ Isso significa que em 2050 as emissões antropogênicas de CO₂e serão compensadas por remoções equivalentes (IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on impacts of global warming of 1.5°C above pré-industrial levels in context of strengthening response to climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. 1o ed. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.

¹⁹ [Lei Estadual nº 13.798 de 09/11/2009](#): institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas.

estão em andamento e/ou em processo de implantação²⁰, bem como a avaliação de estudos anteriores^{21,22,23} desenvolvidos pelo Governo do Estado de São Paulo.

Esse conjunto de informações apresenta ações concisas e robustas que apontam para o alcance de metas de descarbonização para 2030 e 2050, compromissos públicos assumidos pelo Governo do Estado de São Paulo em sintonia com os esforços e acordos em nível nacional e global de redução de emissões de GEE.

O PAC2050 está organizado a partir de seis setores²⁴ para apresentar as ações de orientação para as políticas estaduais. São eles:

1. Transportes;
2. Energia;
3. Resíduos;
4. Agropecuária, Florestas e Usos do Solo²⁵;
5. Indústria e Uso de Produtos;
6. Finanças Verdes e Inovação (tratado de maneira transversal nesse documento).

As ações que estão sendo propostas no PAC passaram por um processo de avaliação de seus potenciais impactos e, portanto, de sua relevância, não apenas para a descarbonização *stricto sensu*, mas principalmente na direção de um modelo de desenvolvimento econômico sustentável com redução de desigualdades sociais e promotor de tecnologia e inovação. Essa avaliação de impacto (neste momento, portanto, uma avaliação *ex-ante*) foi feita

²⁰ FIESP, ONGs e secretarias de governo.

²¹ Lucon, O., S.B. C. Morello, e V.C. Buchianeri. 2022. "PEMC 10 anos. Política Estadual de Mudanças Climáticas". São Paulo: SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

²² SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

²³ SIMA. 2021b. "Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo - Relatório Final". SIMA.

²⁴ Não confundir com os eixos apresentados no documento (SIMA 2021a). Como estamos considerando o eixo "Finanças Verdes e Inovação como um componente transversal para os demais eixos, passamos a chamar esses componentes do PAC2050 de setores.

²⁵ Sabemos que muitas iniciativas propostas pelo PAC também possuem impactos nos usos do subsolo do estado, por exemplo: a exploração de minerais; a exploração e produção de gases não convencionais; a proteção dos recursos hídricos e dos aquíferos; a utilização do subsolo para diferentes tecnologias de captura geológica de carbono (CCS); a construção de estocagens energéticas em formações geológicas como cavernas salinas ou bacias sedimentares, tanto para líquidos ou gases combustíveis como gás natural ou hidrogênio. Esses detalhes deverão ser abordados dentro do Plano de Energia e Plano de Recursos Hídricos (p.ex.: Planos de Bacias e na revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos) e demais planos setoriais que tratam dos temas levantados aqui.

considerando importantes aspectos transversais de transformações necessárias para o PAC 2050 do ponto de vista:

- a) das tecnologias necessárias (existentes e emergentes);
- b) da modificação e resiliência da infraestrutura necessária;
- c) das reformas institucionais, incluindo as regulatórias;
- d) de mudanças de comportamentos da população e de consumidores corporativos;
- e) de mudanças de uso e ocupação do solo (urbano e rural) e
- f) de inovações em modelos de negócio e financiamento.

Esses aspectos, estão reunidos em quatro eixos: Tecnologias, Ambiental, Socioeconômico, Político Institucional e Estratégico. Essa avaliação auxiliou o estabelecimento de metas temporais (2030, 2040 e 2050) reconhecendo os limites e eventuais barreiras existentes para a implementação de ações por um ente subnacional brasileiro.

Por fim, mas não menos importante, é preciso compreender que as áreas que necessitam de mudança para alcançar o baixo carbono também possuem políticas específicas. Desta forma, o PAC está enquadrado no seguinte contexto: quando há política setorial tratando do tema, o PAC fortalece essa política em suas abordagens para o baixo carbono, promovendo melhorias e aceleração no alcance das metas. Este é o caso dos Programas ReflorestaSP, Agro Legal e do Plano ABC+ no eixo de Agropecuária, Florestas e Usos do Solo; do Plano de Energia no eixo de Energia e assim por diante. Nesses casos, cabe às políticas específicas trazer o detalhamento das ações e subações. Nos casos em que o PAC orienta uma ação nova, ainda não prevista em políticas setoriais existentes, como é o caso das inovações em “Finanças Verdes”, o PAC deverá indicar, por ocasião de sua implementação, os principais responsáveis e detalhar as atividades para sua efetivação. Sendo assim, o PAC assume o seu papel de Plano de desenvolvimento multissetorial para o baixo carbono, articulando políticas e responsáveis, o monitoramento e publicização de seus resultados, por meio de uma governança que permita sua realização, revisão e participação social.

3. PANORAMA ATUAL DAS EMISSÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Para que São Paulo consiga alcançar a meta de carbono líquido zero em 2050²⁶, é necessário ter um panorama das emissões atuais (2020), por setores e subsetores.

Segundo os dados do SEEG²⁷, as emissões diretas do estado de São Paulo em 2020 representaram 6,6% do total das emissões brasileiras, sendo o quarto maior estado emissor. Para um estado que, no mesmo ano, abrigou 22% da população brasileira e gerou próximo de 30% do produto interno bruto (PIB) do país, o posicionamento relativo de emissões de São Paulo se destaca favoravelmente no plano nacional. No entanto, ao se considerar as emissões setoriais, São Paulo é o principal emissor nacional dos setores de energia, transportes e resíduos correspondendo a, respectivamente, 17,7%, 20,8% e 18,9% do total das emissões nacionais. Essas lideranças decorrem entre outros da maior densidade populacional e econômica do estado. É o quarto colocado nas emissões do setor de processos industriais, indicando que a indústria paulista, cujo PIB representa 29% do PIB industrial brasileiro, tem ajustado seu modelo de desenvolvimento econômico e de descarbonização. São Paulo é o sétimo estado emissor ao se considerar o setor Agropecuário e o décimo-sexto nas emissões relativas a Florestas e Mudanças de Uso do Solo²⁸.

Considerando os setores do PAC2050, para o ano de 2020 as emissões líquidas estaduais do setor de Transportes representam 29% do total estadual, seguido da Agropecuária, Florestas e Usos do Solo com 28%, Energia com 27%, Resíduos Urbanos 13% e Processos Industriais 3% (Figura 3).

²⁶ Em um cenário de carbono líquido zero as emissões de gases de efeito estufa (convertidas em CO₂e) que porventura ocorram são integralmente compensadas por processos de que removem CO₂ da atmosfera.

²⁷ Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), iniciativa organizada pela rede de organizações não-governamentais Observatório do Clima.

²⁸ Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), iniciativa organizada pela rede de organizações não-governamentais Observatório do Clima.

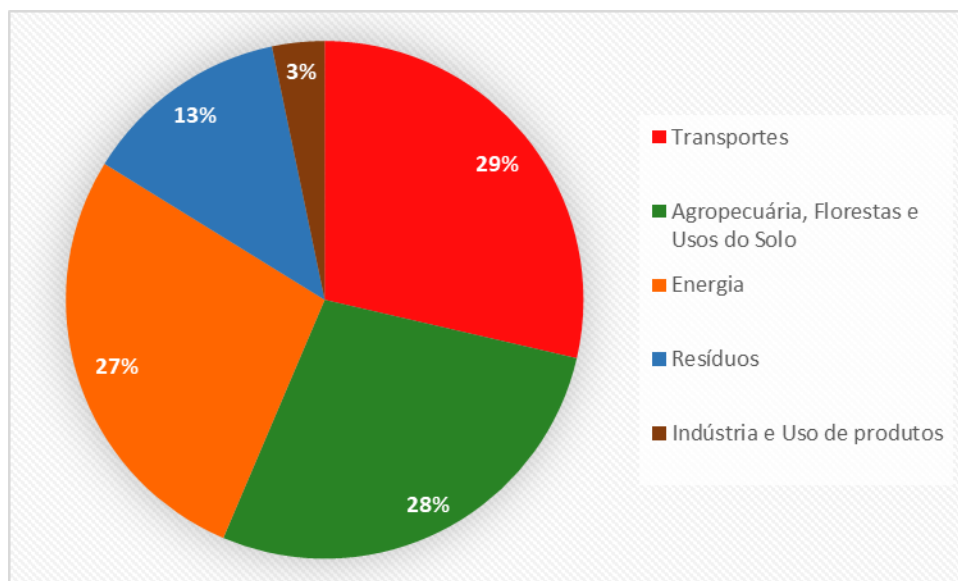


Figura 3: Emissões de CO₂e do Estado de São Paulo 2020.

Fonte: SEEG, 2022.

O perfil de emissões do estado é distinto do quadro nacional, onde mais de 60% das emissões têm origem no setor Agropecuária, Florestas e Usos do Solo (62%), seguido da Energia (14%), Transportes (12%), e Resíduos Urbanos e Processos Industriais, ambos com 6% de emissões cada um (Figura 4).

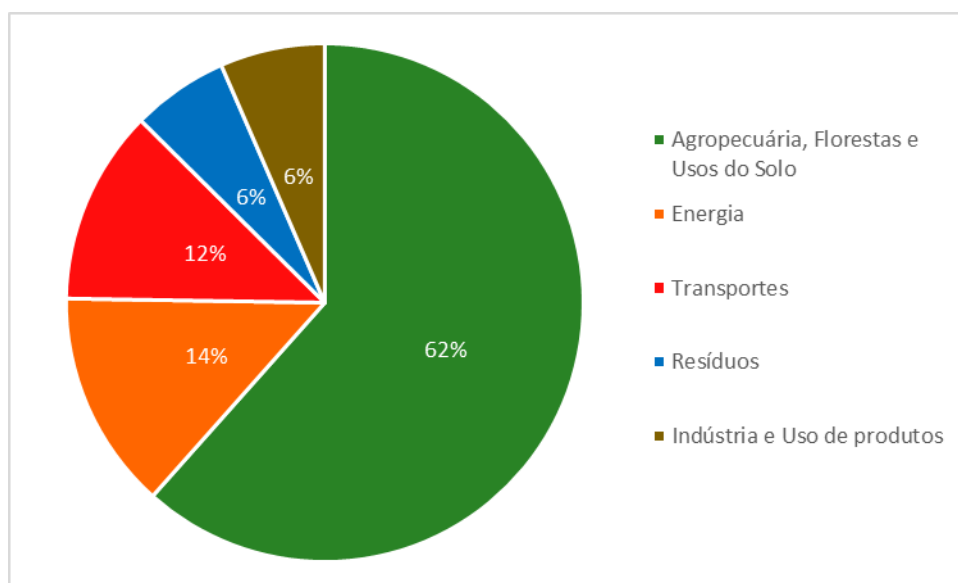


Figura 4: Emissões de CO₂e do Brasil 2020.

Fonte: SEEG, 2022.

As emissões estaduais de metano, em particular, estão concentradas no setor agropecuário (especialmente pecuária bovina) e nos resíduos urbanos (tanto resíduos sólidos como emissões provenientes de efluentes líquidos) (Figura 5). As emissões de metano representam

26.2% do total das emissões do estado, são gases de curta duração na atmosfera, com alto poder de aquecimento. Suas fontes podem ser controladas com soluções economicamente viáveis (em alguns casos) e além disso, com consideráveis co-benefícios ambientais locais (como é o caso de Resíduos).

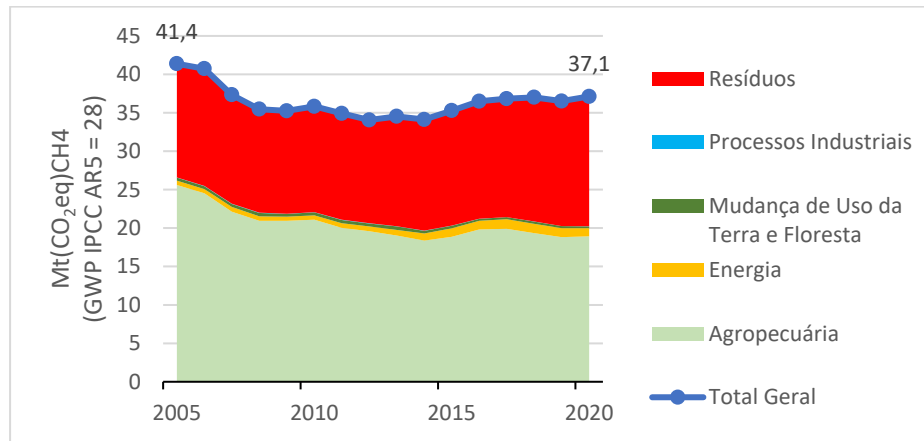


Figura 5: Emissões de metano do Estado de São Paulo entre 2005 e 2020

Fonte: SEEG

Para a implementação do PAC2050, é especialmente importante considerar as desigualdades do padrão de emissões de CO₂e nas diferentes regiões do estado. Muito dessas desigualdades está associado a desigualdades regionais no plano da riqueza, do acesso a recursos humanos/naturais e a inexistência de tecnologias produtivas que gerem maior eficiência de uso de recursos e valor agregado gerado. Como um plano de desenvolvimento, o PAC2050 propõe ações climáticas que tenham efetivo impacto na redução de desigualdades de renda, reconhecendo a diversidade de gênero e raça.

Para se construir um plano de mitigação de emissões com o grau de impactos necessário é importante que sejam analisados os subsetores responsáveis por grandes parcelas da emissão total do estado. A Figura 6 mostra as emissões acumuladas considerando 24 atividades (ou subsetores) que totalizaram 75% das emissões totais do Estado de São Paulo em 2020. No caso de se considerar um total de 54 subsetores, são 90% das emissões estaduais. Os 10% restantes são originados por 317 atividades. Apenas 8 subsetores são responsáveis por 50% das emissões brutas, dos quais 5 pertencem ao setor de Energia e Transportes, 2 de Resíduos e 1 de Agropecuária. Nos setores de Energia e Transportes, o subsetor que tem maior impacto nas emissões é proveniente de diesel em caminhões, seguido da gasolina em automóveis,

diesel de uso agropecuário, diesel em ônibus e o uso de GLP²⁹, gás de botijão residencial (Tabela 1). Já em Resíduos, as maiores emissões provêm do metano em aterros sanitários e metano pelos efluentes líquidos domésticos. Em Agropecuária, o maior acúmulo está no gado de corte, metano pela fermentação entérica de gado de corte e na utilização de fertilizantes sintéticos (N₂O). Isso indica, do ponto de vista de mitigação, as principais áreas de atuação do PAC2050.

Desse modo, para a elaboração do PAC2050, foram consideradas as diferentes participações de emissões estimadas por subsetores, conforme é apresentado na Figura 6 e Tabela 1. As ações do PAC2050 privilegiaram esses subsetores e possíveis sinergias das ações para mitigar emissões em mais de um subsetor.

²⁹ Gás liquefeito de petróleo.

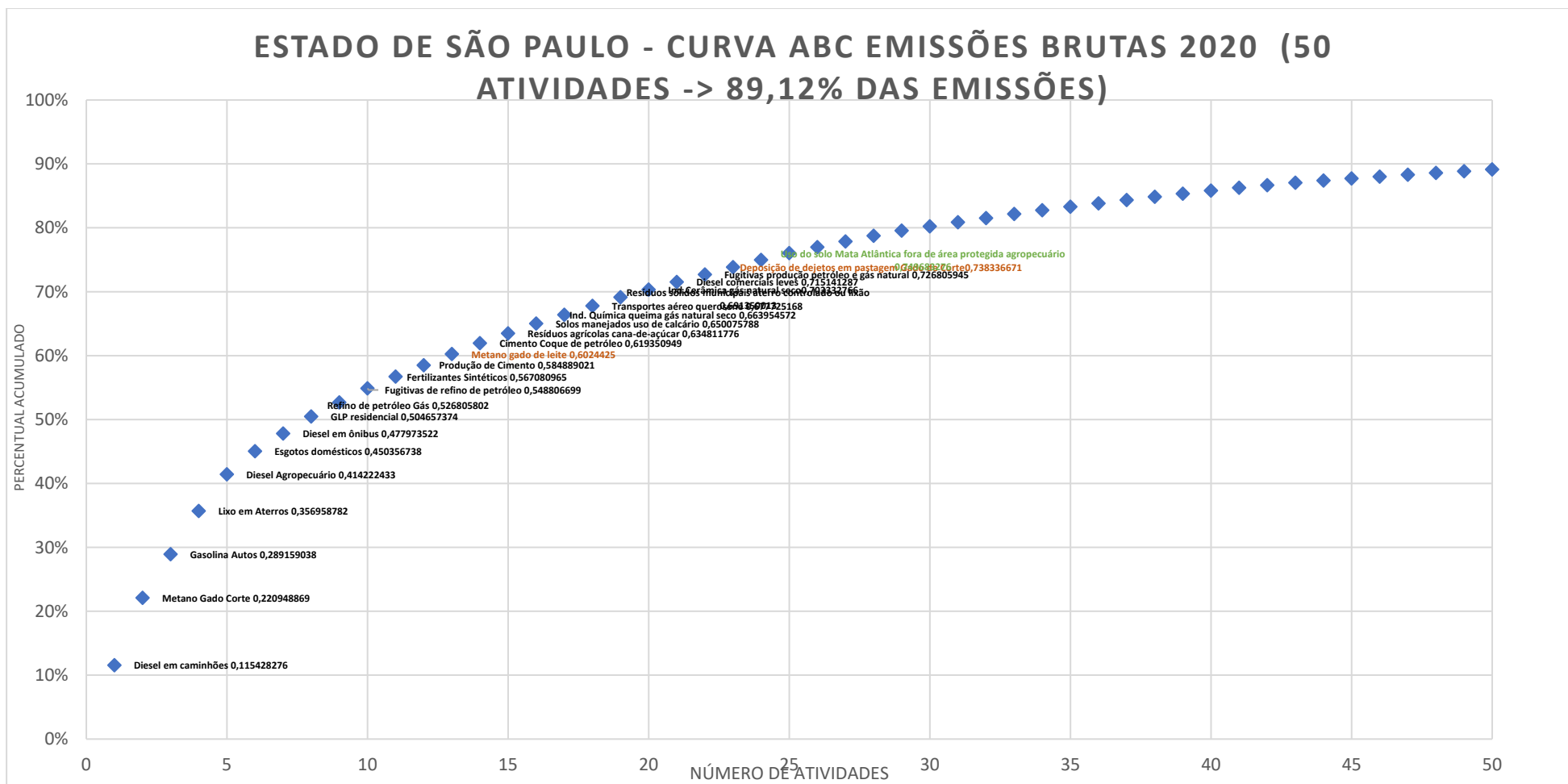


Figura 6: Os principais subsetores de emissões 2020

Fonte: Lucon et al. (2022), a partir de dados do SEEG (2022).

Tabela 1: Subsetores em ordem decrescente de emissões no ano de 2020, comparadas com as do ano 2005 (base da PEMC).

n	Setor	Subsetor	(tCO2eq)	(tCO2eq)	(tCO2eq)	Variação %	% relativo	% acumulado
			2005	2020	Dif. 2020-2005	2020 / 2005	em 2020	em 2020
1	EN	Diesel em caminhões	13.949.356	16.361.945	2.412.589	17,30%	11,54%	11,54%
2	AG	Gado de corte, metano pela fermentação entérica	19.273.886	14.957.532	-4.316.354	-22,39%	10,55%	22,09%
3	EN	Gasolina em automóveis	9.617.596	9.668.784	51.188	0,53%	6,82%	28,92%
4	RS	Metano em aterros sanitários	5.259.307	9.610.606	4.351.299	82,74%	6,78%	35,70%
5	EN	Diesel de uso agropecuário	5.057.654	8.117.116	3.059.463	60,49%	5,73%	41,42%
6	RS	Metano pelos efluentes líquidos domésticos	4.467.574	5.122.034	654.460	14,65%	3,61%	45,04%
7	EN	Diesel nos ônibus	4.295.801	3.914.676	-381.125	-8,87%	2,76%	47,80%
8	EN	GLP, gás de botijão residencial	3.670.968	3.782.433	111.466	3,04%	2,67%	50,47%
9	EN	Gás de refinaria	3.800.245	3.139.537	-660.708	-17,39%	2,21%	52,68%
10	EN	Fugitivas, emissões no refino de petróleo	2.984.820	3.118.625	133.805	4,48%	2,20%	54,88%
11	AG	Fertilizantes sintéticos, emissões pela aplicação	1.629.883	2.590.375	960.492	58,93%	1,83%	56,71%
12	PI	Cimento, processos industriais de produção	2.163.935	2.524.290	360.355	16,65%	1,78%	58,49%
13	AG	Gado de leite, metano pela fermentação entérica	4.094.558	2.488.204	-1.606.354	-39,23%	1,76%	60,24%
14	EN	Coque de petróleo, queima na indústria de cimento	-	2.396.771	2.396.771	-	1,69%	61,94%
15	AG	Resíduos da cana, metano	564.704	2.191.571	1.626.867	288,09%	1,55%	63,48%
16	AG	Uso de calcário agrícola	1.599.810	2.163.672	563.862	35,25%	1,53%	65,01%
17	EN	Gás natural, queima na indústria química	-	1.967.316	1.967.316	-	1,39%	66,40%
18	EN	Querosene de aviação	2.667.020	1.951.980	-715.039	-26,81%	1,38%	67,77%
19	RS	Aterro controlado ou lixão, metano emitido	4.728.017	1.931.320	-2.796.697	-59,15%	1,36%	69,14%
20	EN	Gás natural, queima na indústria cerâmica	-	1.698.554	1.698.554	-	1,20%	70,33%
21	EN	Diesel em veículos comerciais leves	1.103.731	1.673.857	570.125	51,65%	1,18%	71,51%
22	EN	Fugitivas, emissões na exploração de óleo e gás	43.934	1.653.464	1.609.529	3663,48%	1,17%	72,68%
23	AG	Dejetos em pastagens por gado de corte	2.080.980	1.634.479	-446.501	-21,46%	1,15%	73,83%
24	MU	Uso da terra na Mata Atlântica fora de área protegida, mudanças entre usos agropecuários	1.343.988	1.608.380	264.392	19,67%	1,13%	74,97%

*EN =Energia, AG=Agropecuária, RS =Resíduos; PI = Processos industriais e Uso de Produtos, MU = Mudança de Uso da Terra e Florestas

Fonte: Lucon et al. (2022), a partir de dados do SEEG. PEMC 10 Anos – Política Estadual de Mudanças Climáticas – Análise das Emissões Paulistas

4. Cenários de descarbonização

O processo de tomada de decisão sobre as melhores estratégias de descarbonização, passa não só pela etapa de conhecimento das emissões atuais (Panorama), mas também pelos cenários de emissões projetadas para o período de atuação do Plano (2020 - 2050). As cenarizações nos permitem quantificar as reduções de emissões decorrentes da implementação das ações e subações de mitigação de emissões deste Plano.

Para tanto, foram produzidos dois cenários de emissões: o Cenário de Referência e o Cenário de Mitigação. O primeiro busca refletir a continuidade do panorama tecnológico e comportamental atual, bem como a implementação de ações de nível nacional já almejadas para ocorrer no futuro, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e o Marco Legal do Saneamento. O segundo é construído sobre o primeiro, adicionando-se a implementação de todas as ações e subações de mitigação de emissões deste Plano.

Ambos os cenários de emissões propostos são indicativos, mas certamente não traduzirão a realidade ao longo do horizonte temporal do PAC2050. A implementação do PAC e, em especial, a mensuração, o reporte e a verificação (MRV) das suas ações, incluindo dinâmica de disseminação de novas tecnologias e processos, deverão oferecer subsídios para correções e ajustes periódicos de rotas do PAC2050.

A construção dos cenários de emissões tomou como base as emissões históricas estimadas no período 1990-2020 obtidas do Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). A exceção se faz ao eixo de Energia³⁰, para o qual as emissões foram estimadas com base nos dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo 2022 (SIMA-SP)³¹ para a construção dos cenários.

Vale destacar que muitos dos dados SEEG não são coletados de maneira desagregada por unidade da federação. As estimativas de emissões por unidade da federação são realizadas a partir da alocação das emissões nacionais baseadas em variáveis substitutas (*proxy*)³². Por exemplo, no setor de Agropecuária, boa parte das estimativas se baseia em dados do IBGE

³⁰ O eixo de Energia aqui referido é baseado no recorte proposto por este Plano, e não pelas diretrizes do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Ou seja, aqui o (sub)setor de Transporte não está incluído no eixo de Energia.

³¹ <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>

³² Para maiores detalhes, consultar Notas Metodológicas <http://seeg.eco.br/notas-metodologicas>.

desagregados por unidades da federação e, portanto, as emissões por unidade da federação são estimadas a partir processo de estimativa das emissões nacionais.

Já no setor de Energia, os dados de atividade são em grande parte oriundos do Balanço Energético Nacional e não são desagregados pelas unidades da federação. Para distribuir as emissões estaduais do setor de Energia, recorre-se, dentre outros artifícios, à participação das unidades da federação nas vendas de combustíveis conforme informado pela ANP. Considerando que no SEEG há lacunas de alocação das emissões a nível estadual, algumas fontes de emissão, ainda que menores, como o uso de gases refrigerantes, escapam a esse primeiro exercício de projeção de emissões do PAC-SP, constituindo um aspecto a ser aprimorado oportunamente.³³

Para estimar as emissões nos cenários, foram primeiro projetadas as taxas de atividade das fontes emissoras e então aplicados fatores de emissão. No caso de fontes de emissão já existentes, os fatores de emissão utilizados foram aqueles já utilizados nas estimativas de emissões históricas do SEEG. No caso das novas fontes de emissão (ou fontes de emissão modificadas) associadas às ações e subações de mitigação deste Plano, foram utilizados fatores oriundos de literatura considerados aplicáveis ao contexto do estado de São Paulo ou assumidas certas premissas simplificadoras³⁴. De modo geral, para projetar as taxas de atividade das fontes emissores, recorreu-se a correlações históricas dessas taxas com o Produto Interno Bruto (PIB), a população ou tendências temporais.

Para o PIB, foi adotado o Cenário Moderado do Plano Estadual de Energia - Horizonte 2050 (*Race to Zero / Race to Resilience*)³⁵. Para a população, foi adotada a projeção do IBGE³⁶.

Na elaboração dos cenários, as ações e subações de mitigação de emissões foram desagregadas em iniciativas individualizadas para as quais foram apontadas metas para os anos de 2030, 2040 e 2050. Nos intervalos entre esses anos, essas metas foram, de modo simplificado, interpoladas linearmente.

³³ Para maiores detalhamentos sobre as estimativas de emissões por unidades da federação do SEEG, ver notas metodológicas disponíveis em: <<http://seeg.eco.br/notas-metodologicas>>.

³⁴ Uma publicação específica sobre os dados, indicadores utilizados e metodologia de projeção de emissões do PAC2050 será disponibilizada em fevereiro/2023. Estará acessível no site da SIMA, página referente ao PAC.

³⁵ Em elaboração.

³⁶ Pesquisa Projeção da População obtida no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7358>>.

Os cenários setoriais serão apresentados na próxima seção. Entendemos que as medidas apresentadas podem ter efeitos sinérgicos ou antagônicos (positivos ou negativos) entre si, principalmente quando têm alcances que transbordam os setores. Tais aspectos não estão totalmente mapeados nesta versão do PAC2050 e deverão ser aprimorados nas atualizações do Plano.

As estimativas de emissões são aqui apresentadas na unidade dióxido de carbono equivalente (CO₂e) segundo o Potencial de Aquecimento Global (GWP) do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR-5)³⁷, a fim de permitir uma direta comparabilidade com a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira³⁸, que adota essa métrica.

O conjunto de ações propostas visa a reduzir em 79% as emissões projetadas para o ano 2050, de 213 megatoneladas de dióxido de carbono equivalentes (Mt CO₂e) no cenário de referência para 45 MtCO₂e no cenário de mitigação (Figura 7). Em termos absolutos, significa uma redução de 67% em relação aos níveis emitidos no ano de 2021 (142 Mt CO₂e) e 64% em relação ao ano de 2020, este considerado atípico em razão da pandemia de COVID-19. Assim, o PAC 2050 projeta uma redução de 12% das emissões entre 2021 e 2030. A meta proposta para 2030 é requisito para o reporte do Estado de São Paulo na campanha Race to Zero da ONU na COP27³⁹.

A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 2,4 bilhões de toneladas de CO₂e entre 2020 e 2050, representando 45% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência (Tabela 5).

³⁷ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

³⁸ As contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) incorporam esforços de cada país para reduzir as emissões nacionais e adaptar aos impactos das mudanças climáticas. O Acordo de Paris (Artigo 4, parágrafo 2) exige que cada Parte prepare, comunique e mantenha sucessivas contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) que pretende alcançar. As partes devem perseguir medidas de mitigação domésticas, procurando alcançar os objetivos dessas contribuições. Fonte: <<https://unfccc.int/ndc-information/nationally-determined-contributions-ndcs>>.

³⁹ <https://unfccc.int/climate-action/race-to-zero-campaign>

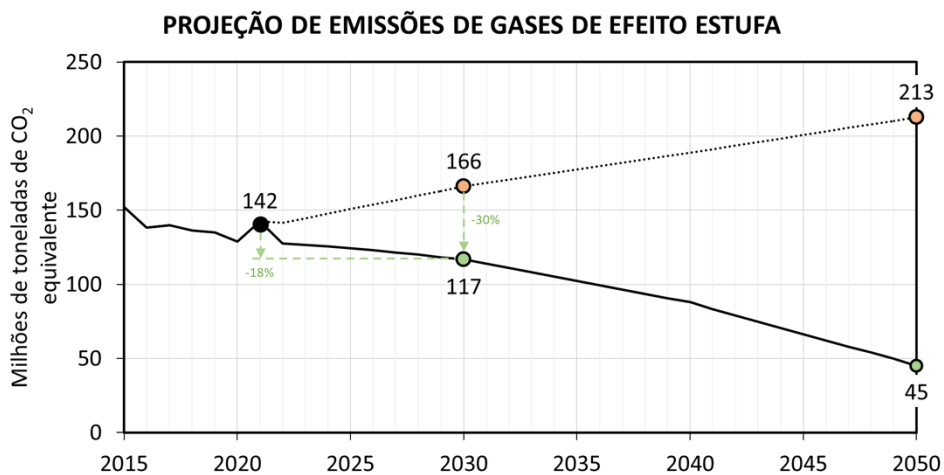


Figura 7: Projeções de emissões estaduais 2030, 40 e 50

Fonte: SEEG 2022

Em 2050, no cenário de referência prevalecem as emissões associadas a Transporte e Energia, com 77 MtCO₂eq e 72 MtCO₂eq, respectivamente, seguidas das emissões de AFOLU, com 42 MtCO₂eq, Resíduos, com 15 MtCO₂e e Indústria (PIUP), com 7 MtCO₂eq. No cenário de mitigação, com exceção da Indústria (PIUP), todos os eixos têm suas emissões reduzidas, com destaque para AFOLU que passa a ter emissões negativas (remoções de CO₂ da atmosfera via fotossíntese), no total de 35 MtCO₂e. Enquanto isso, os setores de Energia, Transporte, Resíduos e Indústria permanecem emitindo, respectivamente, 27, 40, 6 e 6 MtCO₂e (Figura 8).

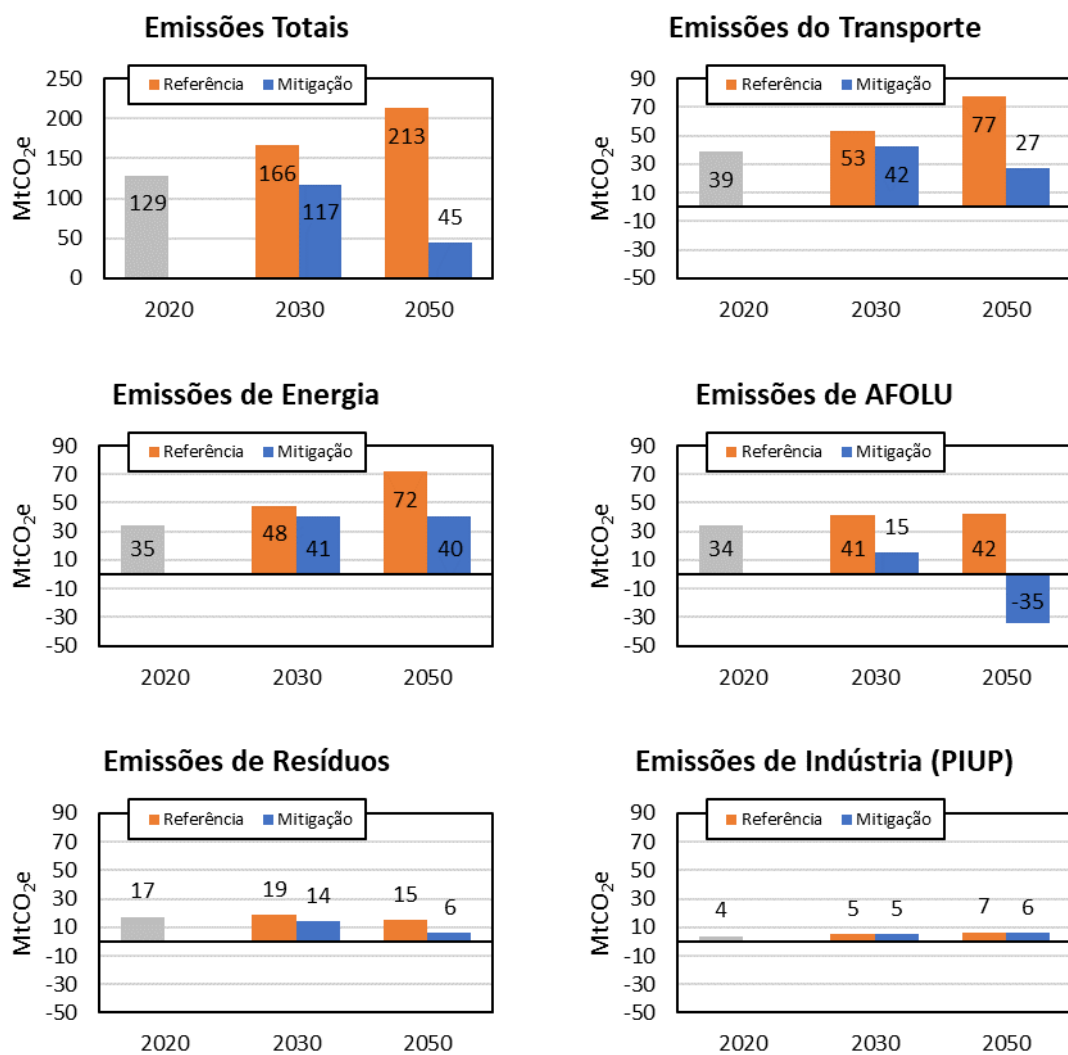


Figura 8: Emissões setoriais de GEE projetadas em 2020, 2030 e 2050

Fonte: SEEG 2022

A Tabela 2 e a Tabela 3 a seguir apresentam as trajetórias de emissões totais e por setor, estimadas nos cenários. A Tabela 4 e a Tabela 5 apresentam as emissões mitigadas totais e por setor, em quantidades absolutas e relativas ao cenário de referência.

Tabela 2: Emissões de GEE no cenário de mitigação, em Mt CO₂e (GWP AR-5). Fonte: SEEG 2022

Ano	Cenário de Mitigação							
	Total	Trans- porte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agrope- cuária		
2020	128.8	38.6	34.6	34.2	-0.8	35.1	17.4	3.9
2021	142.4	41.3	43.1	35.1	-0.3	35.4	18.7	4.2
2022	127.8	41.3	36.9	27.4	-2.4	29.8	18.0	4.3
2023	126.8	41.6	37.5	25.7	-3.5	29.2	17.6	4.4
2024	125.6	41.7	38.0	24.3	-4.6	28.9	17.1	4.5
2025	124.4	41.9	38.6	22.6	-5.7	28.3	16.7	4.6
2026	123.1	42.0	39.1	21.2	-6.7	27.9	16.2	4.6
2027	121.5	42.1	39.5	19.5	-7.8	27.3	15.7	4.7
2028	120.0	42.1	39.9	18.1	-8.9	27.0	15.1	4.8
2029	118.3	42.2	40.3	16.4	-10.0	26.4	14.5	4.9
2030	116.8	42.2	40.7	15.0	-11.0	26.0	13.9	5.0
2031	114.0	41.6	41.1	12.7	-11.6	24.4	13.5	5.0
2032	111.2	41.0	41.4	10.5	-12.2	22.8	13.1	5.1
2033	108.2	40.3	41.7	8.4	-12.8	21.2	12.7	5.2
2034	105.3	39.6	42.0	6.2	-13.4	19.6	12.2	5.2
2035	102.5	39.1	42.4	4.1	-14.0	18.1	11.8	5.3
2036	99.5	38.4	42.6	1.9	-14.6	16.6	11.3	5.3
2037	96.6	37.7	42.9	-0.2	-15.2	15.0	10.8	5.4
2038	93.7	37.1	43.2	-2.3	-15.8	13.5	10.4	5.4
2039	90.8	36.5	43.4	-4.4	-16.4	12.0	9.9	5.4
2040	88.0	35.9	43.7	-6.5	-17.0	10.5	9.4	5.5
2041	83.3	35.0	43.2	-9.4	-17.7	8.4	9.0	5.5
2042	79.1	34.1	43.0	-12.2	-18.4	6.2	8.7	5.6
2043	74.8	33.2	42.8	-15.0	-19.1	4.1	8.3	5.6
2044	70.6	32.3	42.6	-17.8	-19.8	2.0	7.9	5.6
2045	66.4	31.4	42.3	-20.6	-20.5	0.0	7.6	5.7
2046	62.3	30.6	42.0	-23.3	-21.2	-2.1	7.2	5.7
2047	58.1	29.7	41.7	-26.0	-21.9	-4.1	6.9	5.7
2048	53.9	28.9	41.3	-28.7	-22.6	-6.1	6.6	5.8
2049	49.8	28.1	40.9	-31.3	-23.3	-8.0	6.2	5.8
2050	45.0	27.4	40.5	-34.6	-24.6	-9.9	5.9	5.8
Média 2020-2050	97.7	37.3	41.1	2.3	-13.4	15.7	11.9	5.1
Total 2020-2050	3029	1155	1273	71	-414	485	370	159

Tabela 3: Emissões de GEE no cenário de referência, em Mt CO₂e (GWP AR-5). Fonte: SEEG 2022

Ano	Cenário de Referência							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	128.8	38.6	34.6	34.2	-0.8	35.1	17.4	3.9
2021	142.4	41.3	43.1	35.1	-0.3	35.4	18.7	4.2
2022	141.6	42.3	37.5	38.9	-0.3	39.2	18.8	4.3
2023	144.6	43.6	38.8	39.1	-0.3	39.3	18.8	4.4
2024	147.8	44.9	40.1	39.4	-0.3	39.7	18.8	4.5
2025	150.8	46.4	41.4	39.6	-0.3	39.9	18.8	4.6
2026	154.0	47.7	42.7	40.0	-0.3	40.2	18.8	4.7
2027	156.9	49.1	44.0	40.1	-0.3	40.4	18.8	4.8
2028	160.0	50.5	45.3	40.5	-0.3	40.8	18.7	4.9
2029	162.9	52.0	46.6	40.7	-0.3	40.9	18.7	5.0
2030	166.1	53.4	48.0	41.1	-0.3	41.3	18.6	5.1
2031	168.4	54.6	49.2	41.1	-0.3	41.3	18.5	5.2
2032	170.8	55.8	50.3	41.1	-0.3	41.4	18.3	5.3
2033	173.1	56.9	51.5	41.2	-0.3	41.5	18.2	5.3
2034	175.4	58.0	52.6	41.3	-0.3	41.5	18.0	5.4
2035	177.6	59.2	53.8	41.3	-0.3	41.6	17.8	5.5
2036	179.9	60.4	55.0	41.4	-0.3	41.6	17.6	5.6
2037	182.1	61.5	56.1	41.5	-0.3	41.7	17.4	5.6
2038	184.4	62.7	57.3	41.5	-0.3	41.8	17.2	5.7
2039	186.6	63.9	58.5	41.6	-0.3	41.9	17.0	5.8
2040	189.0	65.1	59.7	41.7	-0.3	41.9	16.7	5.9
2041	191.3	66.3	60.9	41.7	-0.3	42.0	16.4	5.9
2042	193.6	67.5	62.1	41.8	-0.3	42.1	16.2	6.0
2043	196.0	68.7	63.3	41.9	-0.3	42.1	16.0	6.1
2044	198.3	70.0	64.5	42.0	-0.3	42.2	15.8	6.1
2045	200.7	71.2	65.7	42.0	-0.3	42.3	15.6	6.2
2046	203.1	72.4	66.9	42.1	-0.3	42.4	15.5	6.3
2047	205.6	73.6	68.1	42.2	-0.3	42.5	15.3	6.3
2048	208.0	74.8	69.3	42.3	-0.3	42.5	15.2	6.4
2049	210.4	76.0	70.5	42.4	-0.3	42.6	15.1	6.5
2050	212.8	77.2	71.7	42.4	-0.3	42.7	15.0	6.5
Média 2020-2050	176.2	58.9	53.8	40.7	-0.3	41.0	17.3	5.4
Total 2020-2050	5463	1825	1669	1263	-9	1272	538	168

Tabela 4: Emissões de GEE mitigadas. Fonte: SEEG 2022

Ano	Emissões mitigadas, em MtCO ₂ e (GWP AR-5)							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022	13.9	0.9	0.6	11.5	2.2	9.4	0.8	0.0
2023	17.8	1.9	1.3	13.3	3.2	10.1	1.2	0.0
2024	22.2	3.3	2.0	15.2	4.3	10.8	1.7	0.0
2025	26.5	4.5	2.8	17.0	5.4	11.6	2.1	0.0
2026	30.9	5.7	3.6	18.8	6.5	12.3	2.6	0.1
2027	35.3	7.0	4.5	20.6	7.5	13.1	3.1	0.1
2028	39.9	8.4	5.4	22.4	8.6	13.8	3.6	0.1
2029	44.6	9.8	6.3	24.3	9.7	14.6	4.1	0.1
2030	49.3	11.2	7.3	26.1	10.8	15.3	4.6	0.1
2031	54.5	13.0	8.1	28.3	11.4	17.0	4.9	0.1
2032	59.6	14.8	8.9	30.6	12.0	18.6	5.2	0.1
2033	64.9	16.6	9.7	32.8	12.6	20.2	5.5	0.2
2034	70.1	18.4	10.6	35.0	13.2	21.9	5.8	0.2
2035	75.1	20.1	11.4	37.3	13.8	23.5	6.1	0.2
2036	80.4	22.0	12.3	39.5	14.4	25.1	6.3	0.3
2037	85.5	23.8	13.2	41.7	15.0	26.7	6.6	0.3
2038	90.7	25.6	14.1	43.8	15.6	28.3	6.8	0.3
2039	95.9	27.4	15.0	46.0	16.2	29.8	7.1	0.3
2040	101.0	29.2	16.0	48.2	16.8	31.4	7.3	0.4
2041	108.0	31.3	17.7	51.1	17.5	33.6	7.4	0.4
2042	114.5	33.5	19.1	54.0	18.2	35.9	7.5	0.4
2043	121.1	35.6	20.5	56.9	18.9	38.0	7.7	0.5
2044	127.7	37.7	21.9	59.8	19.6	40.2	7.8	0.5
2045	134.3	39.8	23.4	62.6	20.3	42.3	8.0	0.5
2046	140.9	41.8	24.9	65.4	21.0	44.4	8.2	0.6
2047	147.5	43.8	26.4	68.2	21.7	46.5	8.4	0.6
2048	154.1	45.9	28.0	70.9	22.4	48.6	8.6	0.6
2049	160.6	47.8	29.6	73.7	23.1	50.6	8.8	0.7
2050	167.8	49.8	31.2	77.0	24.3	52.6	9.1	0.7
Média 2020-2050	78.5	21.6	12.8	38.5	13.1	25.4	5.4	0.3
Total 2020-2050	2434.4	670.5	396.1	1192.0	405.6	786.4	167.3	8.4

Tabela 5: Percentual de emissões mitigadas em relação ao cenário de referência. Fonte: SEEG 2022

Ano	Emissões mitigadas em relação ao Cenário de Referência							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2021	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2022	10%	2%	2%	30%	-777%	24%	4%	0%
2023	12%	4%	3%	34%	-1174%	26%	7%	1%
2024	15%	7%	5%	38%	-1577%	27%	9%	1%
2025	18%	10%	7%	43%	-1985%	29%	11%	1%
2026	20%	12%	9%	47%	-2400%	31%	14%	1%
2027	23%	14%	10%	51%	-2820%	32%	17%	1%
2028	25%	17%	12%	55%	-3247%	34%	19%	2%
2029	27%	19%	14%	60%	-3680%	36%	22%	2%
2030	30%	21%	15%	63%	-4120%	37%	25%	2%
2031	32%	24%	16%	69%	-4349%	41%	27%	2%
2032	35%	26%	18%	74%	-4577%	45%	28%	3%
2033	37%	29%	19%	80%	-4806%	49%	30%	3%
2034	40%	32%	20%	85%	-5035%	53%	32%	4%
2035	42%	34%	21%	90%	-5264%	56%	34%	4%
2036	45%	36%	22%	95%	-5492%	60%	36%	5%
2037	47%	39%	24%	101%	-5721%	64%	38%	5%
2038	49%	41%	25%	106%	-5950%	68%	40%	5%
2039	51%	43%	26%	111%	-6179%	71%	42%	6%
2040	53%	45%	27%	116%	-6407%	75%	44%	6%
2041	56%	47%	29%	122%	-6674%	80%	45%	7%
2042	59%	50%	31%	129%	-6941%	85%	47%	7%
2043	62%	52%	32%	136%	-7208%	90%	48%	8%
2044	64%	54%	34%	142%	-7475%	95%	50%	8%
2045	67%	56%	36%	149%	-7742%	100%	51%	9%
2046	69%	58%	37%	155%	-8009%	105%	53%	9%
2047	72%	60%	39%	162%	-8275%	110%	55%	9%
2048	74%	61%	40%	168%	-8542%	114%	57%	10%
2049	76%	63%	42%	174%	-8809%	119%	59%	10%
2050	79%	65%	44%	181%	-9305%	123%	61%	11%
Média 2020-2050	42%	33%	21%	92%	-4985%	61%	32%	5%
Total 2020-2050	45%	37%	24%	94%	-4625%	62%	31%	5%

Uma nota metodológica descrevendo a elaboração dos cenários está sendo redigida. Nela, além de maiores detalhamentos das premissas e procedimentos, serão apresentadas as estimativas de redução de emissão para cada ação e subação isoladamente.

5. Orientações para a Política Estadual de Clima

O caminho de descarbonização da economia paulista está proposto em um conjunto de ações, subações e com metas considerando inicialmente os setores de maior contribuição para as emissões do estado, como observado na seção anterior e nos estudos já desenvolvidos e mencionados anteriormente.

O PAC2050 reconhece o relevante papel do Estado seja como agente e ator responsável pela implementação de ações de mitigação, seja como indutor e facilitador dos investimentos e ações propostas. Por meio da formulação de políticas públicas o Estado pode introduzir mecanismos de apoio, informação e capacitação de recursos humanos para as ações de mitigação. Pode também aprimorar a infraestrutura institucional, incluindo instrumentos regulatórios que incentivem e induzam maiores investimentos privados nas direções desejadas (Figura 9). Por meio de investimentos próprios e compras públicas pode promover importantes transformações de mercado, facilitando e acelerando a disseminação de práticas e tecnologias importantes para as estratégias de mitigação de GEEs. Pode ainda fomentar a criação de fundos e incentivos econômicos para apoiar as ações de mitigação, oferecer suporte a iniciativas de capacitação técnica para as transformações necessárias para a implementação e acompanhamento (MRV) do PAC. Uma abordagem sobre os aspectos de financiamento necessários para a implementação do PAC2050 está apresentada neste documento em uma seção específica mais adiante.



Figura 9: Exemplos de instrumentos de Políticas Públicas

As ações aqui propostas geram resultados de redução das emissões que foram utilizados para elaborar os cenários de mitigação para o estado através das simulações (Cenários de Descarbonização).

A elaboração do PAC2050 seguiu os seguintes passos:

a) **proposição de medidas ou ações:** são as estratégias para orientação das políticas públicas estaduais nas áreas de maior impacto de contribuição com a meta de neutralidade de carbono em 2050⁴⁰. As ações apresentadas no PAC2050 foram concebidas a partir dos relatórios da SIMA^{41,42}, do perfil setorial de emissões do estado em 2020 (Figura 33 e Tabela 1), além de consultas realizadas com os GTs da SIMA e secretarias de governo. Foram também consideradas as diversas contribuições advindas da consulta pública realizada⁴³.

b) **estabelecimento da intensidade das ações:** representa o nível de esforço, mobilização de recursos e investimentos para a implementação das ações e são expressas através de metas ao longo do período considerado pelo PAC2050. São considerados nesse fator, além do potencial de mitigação, outros elementos importantes para o desenvolvimento estadual, assim como barreiras e gargalos que afetam ou interferem na velocidade de implementação das ações. Essa etapa avaliou qualitativamente o potencial de cada ação e subação. A Figura 10 ilustra as dimensões consideradas.

c) **estabelecimento de metas temporais:** resulta das avaliações acima que consideraram impactos das ações, necessidades de transformações importantes na infraestrutura física e regulatória (que muitas vezes depende de instâncias federais) e também de mudanças de comportamento dos consumidores. Essa etapa atribuiu, portanto, metas de redução para os anos 2030, 40 e 50, representando a “velocidade” de implementação da ação. Os resultados dessas estimativas realizadas são apresentados na seguinte seção.

Assim, por exemplo, a ação de redução de emissões advinda de uso do diesel em transportes de passageiros pode ser feita pela disseminação de ônibus elétricos - ou utilizando biometano e outros combustíveis (ação). A meta de redução pode ser expressa a partir de indicadores como percentual da frota substituída a cada intervalo de tempo estimado. Vários fatores

⁴⁰ Por se tratar de um plano de política pública, busca-se agregar benefícios e objetivos de desenvolvimento socioeconômico do Estado de São Paulo.

⁴¹ SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

⁴² SIMA. 2021b. "Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo - Relatório Final". SIMA.

⁴³ <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/11/consulta-publica-plano-de-acao-climatica-2050/>

interferem na velocidade de alteração da composição da frota de ônibus e, conseqüentemente, na intensidade de implementação da ação e na meta proposta para a ação. Por exemplo, podemos considerar os custos de renovação da frota, custos e tempo para a criação de infraestrutura de serviços e operação para esses veículos, entre outros.

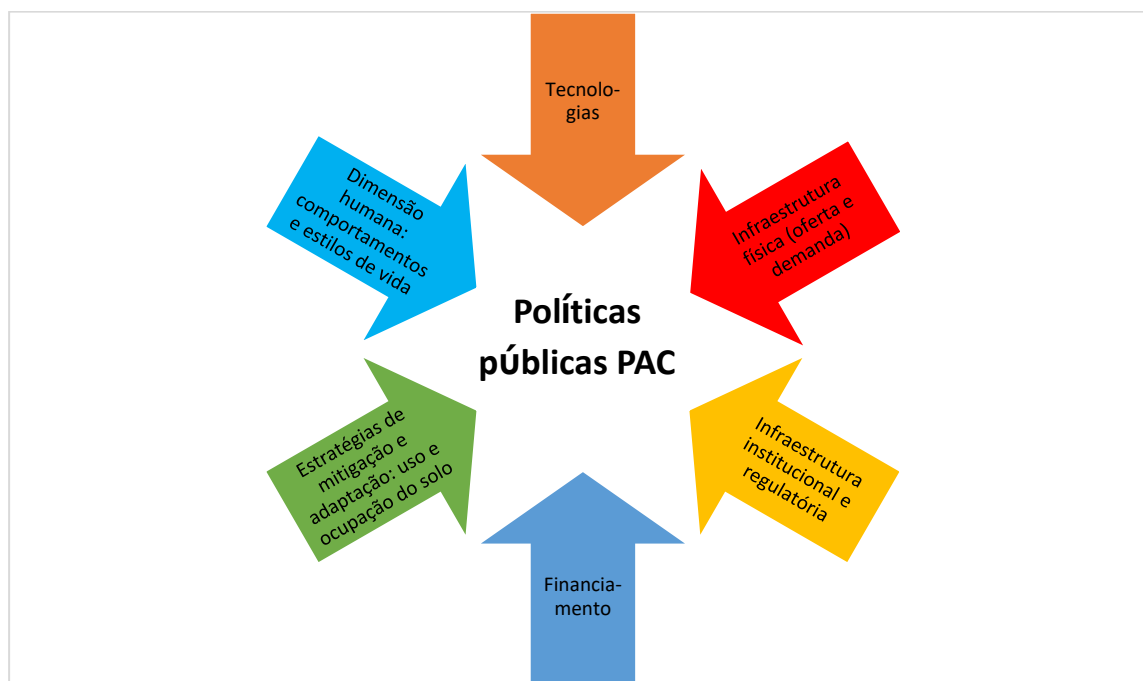


Figura 10: Fatores que afetam a velocidade e intensidade das Ações para o estabelecimento de metas temporais

O PAC2050 está organizado, conforme já mencionado, a partir de cinco setores⁴⁴ caracterizando ações para: a) Transportes, b) Energia, c) Resíduos, d) Agropecuária, Florestas e Usos do Solo, e) Indústria e Uso de Produtos. Para cada um desses setores são apresentadas ações, e metas para orientar a política pública estadual do clima e seu financiamento.

Vale destacar que, certas ações embora inseridas em um dado setor, podem auxiliar na mitigação das emissões de outros setores⁴⁵. Isso foi considerado como um fator favorável e refletido tanto na intensidade e, conseqüentemente, nas metas temporais das ações. Ao longo do processo de elaboração do PAC foi considerada uma avaliação de possíveis sinergias e antagonismo entre as ações do PAC2050 e os principais subsetores de emissões de GEEs. Os vários Planos setoriais já mencionados deverão detalhar e avaliar os impactos das ações

⁴⁴ “Finanças Verdes e Inovação” que foi apresentado como um eixo no documento Diretrizes e Ações Estratégicas PAC NET ZERO 2050, out 2021, é considerado aqui como um capítulo a parte.

⁴⁵ Por exemplo: o aproveitamento energético de resíduos orgânicos pode auxiliar na substituição de combustíveis fósseis, portanto, reduzindo emissões do setor de Energia e, ao mesmo tempo, evitando emissões de metano que resultariam da destinação desses resíduos em aterros, ou seja, emissões do setor de Resíduos.

propostas e desse modo contribuir para novas revisões do PAC. O importante é ressaltar o objetivo de reduções de emissões que deve ser comum aos planos estaduais setoriais.

Um dos critérios utilizados para a seleção das ações e subações foi a existência de indicadores que permitam acompanhá-las ao longo do tempo. Um componente de Mensuração, Reporte e Verificação é fundamental para garantir que as metas e compromissos estabelecidos sejam acompanhados e, quando necessário, ajustes sejam feitos nas ações relacionadas. Esse componente deve estar estreitamente vinculado à estrutura de governança para maior agilidade e transparência de comunicação com os diferentes agentes envolvidos, e efetividade de tomadas de decisão para as eventuais correções de rota.

Desse modo, esse componente MRV deverá evoluir, melhorando as bases de dados existentes, e trazer inovações em metodologias de monitoramento, utilizando inclusive as informações reunidas e disponibilizadas na Rede ZEE, além de tecnologias de análise de dados e imagens. Esse monitoramento deve também incluir um acompanhamento orçamentário e de custos das ações do PAC ao longo de sua implementação, incluindo tanto os recursos de origem pública ou privada. É importante destacar que além das reduções de emissões pretendidas pelo PAC, outros impactos no desenvolvimento econômico e social deverão ser monitorados, inclusive o desempenho dos mecanismos utilizados de políticas públicas e de financiamento.

Box. Mensuração, Reporte e Verificação (MRV)

Dentro da Convenção do Clima, o termo “Mensuração, Reporte e Verificação (MRV)” foi cunhado no Plano de Ação de Bali da COP13, em 2007, referindo-se a ações e compromissos e introduzindo o princípio para países desenvolvidos e em desenvolvimento no sentido de favorecer ações de mitigação de mudanças climáticas nos níveis nacional e internacional.

Para o PAC 2050, adotou-se o seguinte critério:

1 Mensuração. Deve-se monitorar, quantificar e acompanhar a evolução das emissões utilizando a melhor plataforma disponível em termos de abrangência (todo o território, todos os setores da economia, todos os gases), atualização (dados mais recentes possíveis), consistência (ao longo do tempo, critérios suficientemente estáveis e sob metodologias consagradas) e custo-efetividade;

2. Reporte. Deve-se registrar e relatar o progresso publicamente para informar e dar transparência ao processo;

3. Verificação. Deve-se possibilitar confirmar a evolução e checar os dados, com imparcialidade e comparabilidade.

Desta forma, até que surja outra plataforma, o Estado de São Paulo adota, por termo de cooperação, desde maio de 2022, o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG (<https://seeg.eco.br/>). Espera-se que este seja substituído pelo Sistema Nacional de Registro de Emissões – SIRENE (<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene>), desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), cujo objetivo principal é disponibilizar os resultados do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, assim como disponibilizar as informações relacionadas a outras iniciativas de contabilização de emissões, tais como as Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa e o inventário do Relatório de Atualização Bienal. O SIRENE ainda não está suficientemente atualizado para refletir datas mais recentes, nem para cobrir todos os setores da economia paulista.

Além disso, o SEEG permite levantamentos em nível municipal e dessa forma a comparabilidade com outros estados e seus municípios, harmonizando os dados nacionalmente e possibilitando sinergias em políticas de mitigação e adaptação em governos locais.

Uma síntese das ações e subações é apresentada na Tabela 6: As Ações e Subações do PAC2050 a seguir:

Tabela 6: As Ações e Subações do PAC2050

Setor	Ações	Subações
Transporte	TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
		TRA1.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA1.4: Mudança de modal rodoviário para ferrovias e hidrovias/ cabotagem
	TRA2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do Diesel por alternativas
		TRA2.2: Eletrificação dos ônibus
		TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica
		TRA2.4: Mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário
	TRA3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	TRA 3.1: Disseminação de veículos híbridos, elétricos e híbridos plug-in
		TRA3.2: Substituição da gasolina por etanol
		TRA3.3: Aumento de eficiência e controle de emissões
	TRA4: Planejamento urbano inteligente	TRA4.1: Incentivo ao desenvolvimento de infraestrutura para mobilidade ativa
		TRA4.2: Incentivo à mudanças de comportamento (maior utilização de transporte público e combinação de transporte público e mobilidade ativa)
	TRA5: Novas tecnologias	TRA5.1: Incentivo ao desenvolvimento de novos combustíveis/energéticos de baixa emissão de GEE: biocombustíveis avançados, hidrogênio e células de combustível
	Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	AFU1: Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)
AFU1.2: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas de Integração biodiversos		
AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono		AFU2.1: Manejo sustentável do solo – Adoção de Sistema Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo e adoção de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
		AFU2.3: Reflorestamento com silvicultura
AFU3: Pecuária - Redução de emissões	AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético. Terminação intensiva	
AFU4: Preservação e recomposição da vegetação nativa	AFU4.1.: Preservação de ambientes naturais	
	AFU4.2.: Recomposição de vegetação nativa	
Energia	ENE1: Eficiência energética	ENE1.1: Eficiência na demanda (uso final) por combustíveis
		ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade
	ENE2: Geração solar e eólica	ENE2.1: Sistemas centralizados
		ENE2.2: Sistemas distribuídos
		ENE2.3: Sistemas offshore
ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H ₂		
ENE 4: Monitoramento e controle de emissões fugitivas da indústria de energia (Petróleo e Gás)		
Resíduos	RES 1: Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos	RES1.1: Destinação ambientalmente adequada da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/ biodigestão)
		RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)
		RES1.3: Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos
	RES2: Redução de emissões em ETE	RES2.1: Design e controle de processos em ETE
RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás		
Indústria e uso de produtos	IND1: Modificações de processos industriais	IND1.1: Redução na intensidade de emissões da produção de cimento
		IND1.2: Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais
		IND1.3: Modificações de processos
	IND2: CCS/CCUS e compensação de emissões	IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gás
		IND2.2: CCS e CCUS Cal
		IND2.3: CCS e CCUS Cimento

Nas próximas seções são apresentadas as ações, subações e metas selecionadas para compor o Plano de Ação Climática contendo as projeções dos cenários elaborados, uma descrição do seu escopo geral, sua atuação e componentes principais. As ações estão organizadas pelos setores do PAC2050 apresentados anteriormente e numeradas de acordo com os subsetores e as subações sugeridas.

5.1. Setor de Transportes (TRA)

As emissões do setor de Transportes representam 29% das emissões totais de GEE no Estado de São Paulo em 2020. A maioria das ações e subações propostas para esse setor visa a, por um lado, substituir combustíveis fósseis por alternativas que apresentam balanços líquidos neutros (ou mesmo negativos) de emissões (como biocombustíveis, com ou sem BECCS – *bioenergy with carbon capture and storage*, e a eletricidade, produzida de fontes descarbonizadas) ou, alternativamente e temporariamente ao longo do horizonte de 2050, por combustíveis menos emissores em comparação com o diesel, como é o caso do gás natural veicular (GNV – gás natural veicular) em soluções dedicadas ou híbridas.

O PAC2050 também busca reduzir a demanda por uso de veículos rodoviários, de carga e de passageiros, com a migração para outros modos de transporte, incluindo a migração de usuários de veículos individuais para sistemas coletivos; a diminuição das distâncias percorridas e a melhoria da eficiência sistêmica dos sistemas de transporte, incluindo melhorias de logística e deslocamentos que podem ser evitados com soluções virtuais. Em todas essas dimensões, há de se considerar as dificuldades de transformação das demandas em função de tantos fatores como a motorização crescente da população, sempre que a renda per capita eleva-se; a insuficiência, o baixo alcance e qualidade precária dos sistemas coletivos e multimodais de transporte; bem como as distribuições geográficas das populações do estado.

Foram identificadas 5 ações, 14 subações e 23 medidas de mitigação do eixo de Transporte para esse plano. Nas seções seguintes apresentamos as medidas consideradas e, para cada uma delas, mostramos as respectivas variáveis utilizadas para representar as transformações sugeridas pelo Plano. Para cada uma das variáveis, também são apresentadas as metas quantitativas almejadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

Tabela 7: Ações e Subações para o Setor Transporte

TRANSPORTE – TRA	
Ações	Subações
TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do Diesel por alternativas
	TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
	TRA1.3: Aumento da eficiência sistêmica
	TRA1.4: Mudança de modal rodoviário para ferroviase hidrovias/ cabotagem
TRA2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do Diesel por alternativas
	TRA2.2: Eletrificação dos ônibus
	TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica
	TRA2.4: Mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário
TRA3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	TRA 3.1: Disseminação de veículos híbridos, elétricos e híbridos plug-in
	TRA3.2: Substituição da gasolina por etanol
	TRA3.3: Aumento de eficiência e controle de emissões
TRA4: Planejamento urbano inteligente	TRA4.1: Incentivo ao desenvolvimento de infraestrutura para mobilidade ativa
	TRA4.2: Incentivo a mudanças de comportamento (maior utilização de transporte público e combinação de transporte público e mobilidade ativa)
TRA5: Novas tecnologias	TRA5.1: Incentivo ao desenvolvimento de novos combustíveis/energéticos de baixa emissão de GEE: biocombustíveis avançados, hidrogênio e células de combustível

Cabe destacar que nas medidas TRA1.1 e TRA 2.1 não se inclui o biodiesel na denominação de diesel verde a fim de substituir o diesel de petróleo. O aumento do teor de biodiesel na mistura do diesel comercial foi descartado por especialistas consultados durante o processo de estabelecimento das metas, e assim ambos os cenários consideraram a manutenção do teor de 10% de biodiesel na mistura até 2050.

No Cenário de Referência, todas as metas foram consideradas como “0%”, exceto para a medida TRA3.2, referente à substituição do uso de gasolina por etanol em veículos leves. Para essa medida, a variável de controle é a fração dos veículos que rodam com etanol, que, em 2020, foi estimada em cerca de 56% no Estado de SP⁴⁶; na projeção do Cenário de Referência foi adotado o valor constante de 50% para essa fração. Cabe lembrar que a parte da frota constituída por veículos importados frequentemente roda apenas com gasolina, enquanto alguns veículos flex podem rodar com gasolina quando as condições de preços relativos se mostram mais favoráveis à gasolina. Devido sua pequena representatividade, em 2020, descarta-se do Cenário de Referência e das projeções a participação dos veículos convertidos ao GNV. Contudo, eventuais avanços tecnológicos nos KITS de Conversão, podem aumentar substancialmente a eficiência dos veículos a gás, inclusive em sistemas híbridos, aumentando a atratividade do GNV e eventualmente alterando a representatividade dessa tecnologia até 2050, inclusive devido a adoção crescente do biometano, o que deve ser acompanhada pelo

⁴⁶ Para estimar a fração flex, assumiu-se que as participações dos veículos flex nas emissões totais de cada combustível (gasolina C ou etanol hidratado) no estado de São Paulo foram as mesmas do Brasil, estas últimas estimadas segundo a metodologia do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano Base 2012 (Ministério do Meio Ambiente, 2014).

PAC2050. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 39 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 12 (Figura 12). Enquanto o Cenário de Referência projeta 77 Mt em 2050 (Figura 11), um aumento de 97% nas emissões anuais, no Cenário de Mitigação, as emissões decrescem para 27 Mt em 2050 (Figura 12), uma redução de 31% em relação a 2020 e de 65% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência (Figura 13).

A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 671 MtCO₂e entre 2020 e 2050, representando 37% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 4 e Tabela 5 (Capítulo 4 – Cenários de Descarbonização).

Figura 11: Emissões totais de GEE no setor de Transporte no cenário de referência

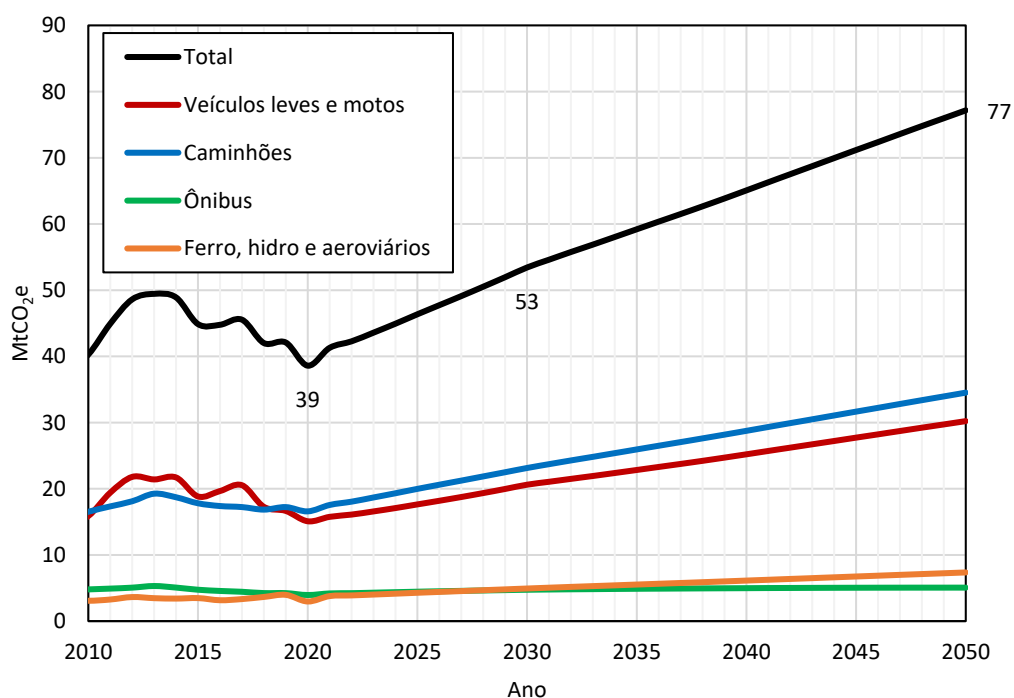


Figura 12: Emissões totais de GEE no setor de Transporte no cenário de mitigação

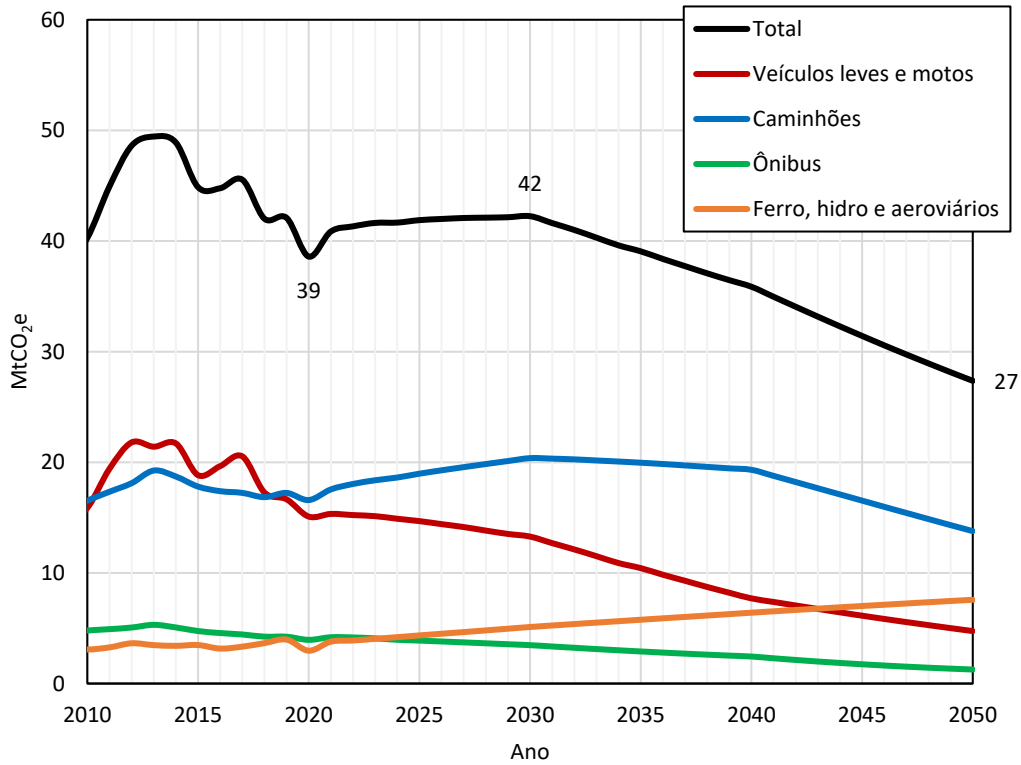
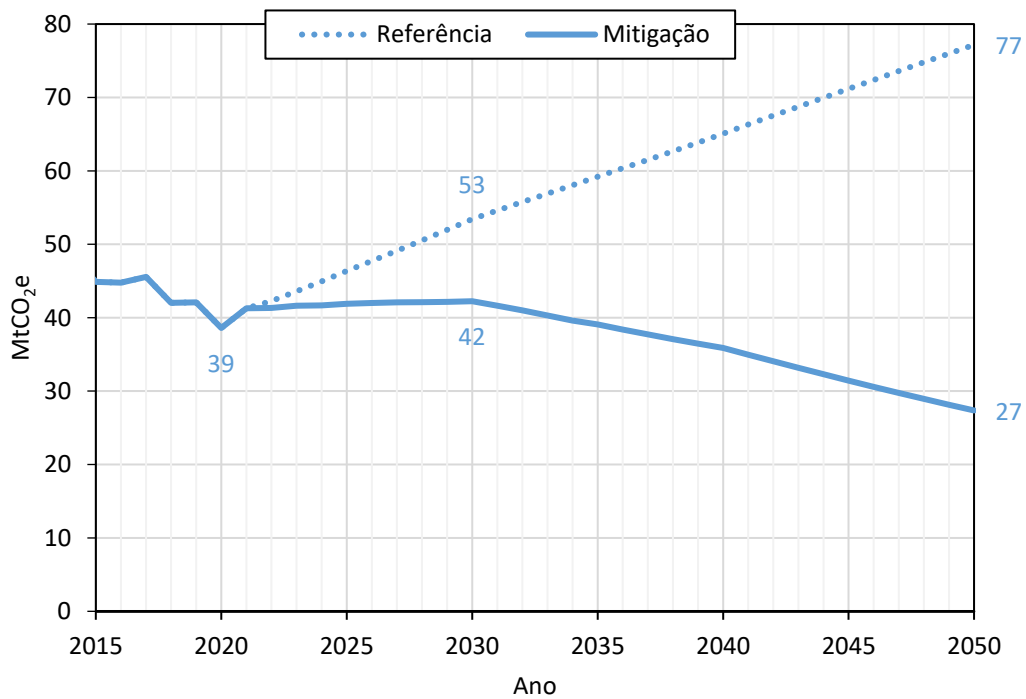


Figura 13: Emissões totais de GEE no setor de Transporte



TRANSPORTE – TRA 1: Redução das emissões do transporte de carga

Esta ação tem como objetivo incluir ações que reduzam emissões decorrentes do uso do diesel para transportes de cargas e passageiros no estado, através de uso crescente de alternativas de baixo carbono, especialmente biocombustíveis (biodiesel, biometano e HVO⁴⁷), com uma fase transitória de uso de GNV⁴⁸. Aqui também se inserem as ações relacionadas à eletrificação de veículos caminhões de uso urbano/média distância (e a requerida infraestrutura associada de abastecimento), melhoria da eficiência sistêmica (eficiência energética dos veículos novos e exigência de desempenho através de correta manutenção e operação). Um contínuo deslocamento da carga do transporte rodoviário para ferrovias e hidrovias também é considerado, incluindo-se o potencial para diminuição, ao longo do tempo, da intensidade de carbono desses modais alternativos.

A ação TRA1.1.1 não inclui o biodiesel convencional, para o qual assumiu-se uma participação constante de 10% na mistura com o diesel ao longo de todo o período projetado e em ambos os cenários.

Tabela 8: Setor de transportes – TRA1 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
TRA1.1: Substituição do Diesel por alternativas	TRA1.1.1	Substituição do uso de diesel de petróleo por diesel verde (100% renovável) em caminhões	Participação de diesel verde (100% renovável) no mix diesel	5%	20%	40%
	TRA1.1.2	Introdução de caminhões a gás veicular	Participação de caminhões a gás (gás natural ou biometano) na frota	5%	15%	25%
	TRA1.1.3	Introdução de biometano no gás veicular	Participação de biometano no gás veicular	5%	25%	50%
TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância	TRA1.2.1	Substituição de caminhões semileves, leves e médios a diesel por caminhões elétricos	Participação de caminhões elétricos na frota de caminhões semileves, leves e médios	5%	20%	50%
TRA 1.3: Aumento de eficiência sistêmica	TRA1.3.1	Aumento da eficiência energética dos caminhões em circulação	Percentual da frota de caminhões c/ boa manutenção	30%	35%	50%
TRA 1.4: Mudança de modal rodoviário para ferrovias e hidrovias/cabotagem	TRA1.4.1	Transferência modal de caminhões pesados para ferrovias	% da quilometragem de caminhões pesados que deixa de ser percorrida	10%	20%	30%

⁴⁷ Hydrogenated Vegetable Oil, sigla em inglês. Também chamado de "Diesel verde"

⁴⁸ Com relação à sinergia entre o GNV e o biometano, há de se considerar que a tecnologia dos motores será a mesma. Assim, a crescente frota de caminhões estimada inicialmente para rodar com GNV fóssil será a mesma que posteriormente poderá rodar com biogás. Existem diversos caminhos logísticos que podem ser explorados que não envolvem dutos. Deste modo, as metas definidas para aumento do suprimento de biometano para os veículos a GNV não estão restringidas à expansão da rede. Porém reconhece-se que a distribuição por dutos é a forma mais eficiente de fazê-lo, especialmente para facilitar a adoção do modelo de Corredores Azuis.

TRANSPORTE – TRA 2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros

Esta ação segue a mesma linha de TRA1, mas com foco no transporte coletivo de passageiros (intra e intermunicipal). Parte da redução das emissões será através do uso de alternativas de biocombustíveis (biodiesel, biometano e HVO) com potencial fase transitória de uso de GNV. Da mesma forma que para os caminhões, as metas definidas para aumento do suprimento de biometano para os veículos a GNV não estão restringidas à expansão da rede. Porém, reconhece-se que a distribuição por dutos é a forma mais eficiente de fazê-lo, especialmente nos grandes centros urbanos, como da capital, onde a rede é bastante difundida e já se encontra próxima à garagens das companhias de ônibus. Em locais com rede de gás canalizado pequena ou ausente, é possível utilizar soluções logísticas como o transporte de gás natural comprimido (GNC), para levar o biometano do local de captação às garagens ou pontos de abastecimento. A eletrificação dos ônibus também é contemplada nessa ação, assim como a melhoria da eficiência sistêmica (eficiência energética dos veículos e exigência de desempenho através de correta manutenção e operação) e a mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário.

Tabela 9: Setor de transportes – TRA2 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação	Variável para estimativa de emissões	Metas			
			Cenário de Mitigação			
			2030	2040	2050	
TRA2.1: Substituição do Diesel por alternativas	TRA2.1.1	Substituição do uso de diesel por diesel verde (100% renovável) em ônibus	Participação de diesel verde (100% renovável) no mix diesel	5%	20%	40%
	TRA2.1.2	Introdução de ônibus a gás veicular	Participação de ônibus a gás (gás natural ou biometano) na frota	2%	12%	20%
	TRA2.1.3	Introdução de biometano no gás veicular	Participação de biometano no gás veicular	2%	12%	50%
TRA2.2: Eletrificação dos ônibus	TRA2.2.1	Substituição de ônibus urbanos a diesel por elétricos	Participação de ônibus urbanos elétricos na frota	15%	30%	60%
TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica	TRA2.3.1	Redução do consumo específico de diesel por km por ônibus	Fator de redução do consumo de diesel por km	10%	20%	30%
TRA2.4: Mudança de modal para transporte metroviário e ferroviário	TRA2.4.1	Redução da quilometragem percorrida por ônibus	% da quilometragem de ônibus que deixa de ser percorrida	5%	10%	20%

TRANSPORTE – TRA 3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas

Esta ação tem como objetivo reduzir as emissões decorrentes do uso de veículos leves e motocicletas, em especial transporte particular. A eletrificação é um dos principais componentes dessa ação e, em consonância com o PNE 2050⁴⁹, sugere-se que a rota para a eletrificação contemple, na fase inicial, a tecnologia de veículos híbridos e plug-in em modalidade flex⁵⁰. Desse modo, ficam possibilitados, simultaneamente, o aumento da eficiência energética dos veículos, a utilização de energia elétrica (plug-in) sempre que disponível, e o intercâmbio para etanol (biocombustível com baixa emissão líquida de carbono) enquanto a cobertura de eletropostos estiver em fase preliminar de implantação. Nesse sentido, esta ação também prevê, por um lado, incentivos à substituição da gasolina por etanol e, por outro, o desenvolvimento da infraestrutura de geração, integração e abastecimento de eletricidade (preferencialmente renovável) necessária para viabilizar a eletrificação da frota. Somam-se também o estímulo a um menor uso de veículos leves e o aumento de eficiência energética e controle de emissões em veículos e motocicletas. Como mencionado acima, os cenários propostos pelo PAC não levam em consideração a baixa participação de veículos leves a GNV. Contudo, para eventuais revisões do PAC, essa tecnologia deverá ser monitorada bem como seus eventuais impactos nas subações da ação TRA3. Da mesma forma, o PAC nessa versão inicial não considera os eventuais efeitos de adoção da captura de carbono via BECCS⁵¹ nas plantas de produção de etanol e biometano do Estado de São Paulo. Essa captura faz com que esses biocombustíveis venham a apresentar emissões negativas e possam se tornar mais atrativos em relação à eletrificação, conduzindo a diferentes taxas de penetração de cada uma das tecnologias

⁴⁹ <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>

⁵⁰ Veículos híbridos são os que possuem um motor de combustão interna, mas que também contam com bateria para armazenamento de carga elétrica a qual pode ser utilizada para auxiliar a propulsão do veículo. Em veículos híbridos convencionais, a bateria é recarregada pelo aproveitamento da energia que seria dissipada, por exemplo, na frenagem do veículo. Veículos híbridos plug-in seguem o mesmo princípio dos veículos híbridos convencionais, mas suas baterias também podem ser recarregadas através da conexão com a rede elétrica (em tomadas convencionais ou estações de recarga), o que permite rodarem por maiores distâncias utilizando apenas propulsão elétrica.

⁵¹ BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) - Bioenergia com captura e armazenamento de carbono

Tabela 10: Setor de transportes – TRA3 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
TRA 3.1: Disseminação de veículos híbridos, elétricos e híbridos plug-in	TRA3.1.1	Introdução de veículos leves flex eficientes	Participação de veículos leves flex eficientes nas vendas de veículos leves novos	85%	30%	10%
	TRA3.1.2	Introdução de veículos leves híbridos flex plug-in	Participação de veículos leves híbridos flex plug-in nas vendas de veículos leves novos	10%	20%	30%
	TRA3.1.3	Introdução de veículos leves elétricos completos	Participação de veículos leves elétricos nas vendas de veículos leves novos	5%	20%	50%
TRA3.2: Substituição da gasolina por etanol	TRA3.2.1	Substituição do uso de gasolina por etanol em veículos leves	Fração flex (% etanol)	60%	80%	90%
TRA3.3: Aumento de eficiência e controle de emissões	TRA3.3.1	Aumento da eficiência energética dos veículos leves em circulação	Percentual da frota de veículos leves c/ boa manutenção	20%	40%	50%

TRANSPORTE – TRA 4: Planejamento urbano inteligente

Esta ação considera o fato de que o planejamento urbano inteligente tem grande potencial de influenciar o modo de transporte dos cidadãos incentivando opções de baixo carbono. Dentro desta ação, destaca-se o incentivo à mobilidade ativa (por exemplo, uso de bicicletas, bicicleta elétrica ou deslocamento a pé), principalmente através do desenvolvimento da infraestrutura requerida para viabilizar esse modo de transporte. Adicionalmente, esta ação engloba uma variedade de possíveis iniciativas (inclusive incentivos fiscais e tarifários) para favorecer a mudança de comportamento dos passageiros (como maior utilização de transporte público e combinação de transporte público e mobilidade ativa) com o objetivo de diminuir a intensidade de carbono por passageiro-quilômetro.

Cidades em fase emergente podem se beneficiar da implementação desta ação desde o início do processo de urbanização de novas áreas. Cidades em um estágio mais amadurecido também podem adaptar e reorganizar a infraestrutura existente para alinhar seu planejamento urbano de forma a incentivar o transporte de baixo carbono.

Tabela 11: Setor de transportes – TRA4 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
TRA4.1: Incentivo ao desenvolvimento de infraestrutura para mobilidade ativa	TRA4.1.1	Redução do uso de veículos leves e motocicletas	% da quilometragem de veículos leves e motocicletas que deixa de ser percorrida	5%	10%	20%
TRA4.2: Incentivo à mudanças de comportamento (maior utilização de transporte público e combinação de transporte público e mobilidade ativa)	TRA4.2.1	Redução do uso de veículos leves e motocicletas	% da quilometragem de veículos leves e motocicletas que deixa de ser percorrida	10%	20%	30%

TRANSPORTE – TRA 5: Novas tecnologias

Esta ação tem por objetivo fomentar o desenvolvimento de rotas de produção e uso de combustíveis, fazendo uso do considerável potencial do ESP para aproveitamento energético de biomassa. Inclui-se aqui a expansão do uso de combustíveis convencionais derivados da biomassa, em especial etanol, e a utilização de biomassa de resíduos, tanto diretamente como combustível (a exemplo do uso energético do bagaço de cana, já praticado no Estado), quanto como matéria prima para combustíveis avançados. Nesse sentido, os combustíveis avançados não competem diretamente por área agrícola produtiva e muitos deles (como biometano, etanol e HVO) podem ser utilizados diretamente em sistemas energéticos já existentes, sem modificações consideráveis.

Foi considerada a tendência mundial e os esforços nacionais atuais⁵² de crescente incorporação do hidrogênio (H₂) como componente em variados sistemas energéticos, esta ação inclui a introdução do H₂ na matriz de transportes de SP, tanto com sua queima direta como em células a combustível (CaC)⁵³. O H₂ tem o potencial (atualmente, com diferentes estágios de maturidade tecnológica dependendo de diferentes rotas de produção) de ser utilizado em uma variedade de meios de transporte, incluindo veículos leves, ônibus, caminhões e embarcações. Para certos modos de transporte, como caminhões e embarcações de maior porte, o uso de H₂/CaC pode ser mais viável tecnicamente do que a eletrificação plug-in. Nesse contexto, essa ação requer o fomento à infraestrutura da cadeia de produção

⁵² <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1>; <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-lanca-nota-tecnica-bases-para-a-consolidacao-da-estrategia-brasileira-do-hidrogenio->

⁵³ Células a combustível de hidrogênio geram corrente elétrica a partir da reação de oxirredução entre H₂ e oxigênio, em que vapor de água é o único produto.

e fornecimento de H₂, considerando tanto o potencial de produção interno quanto a conexão com outros estados brasileiros. Por não ser uma solução no curto prazo, é necessário iniciar sua cadeia produtiva e infraestrutura para sua utilização (mercado). Além disso, existem inovações importantes na área de armazenagem de energia e novos materiais que poderão acelerar a introdução do H₂. Os programas da FAPESP, os diversos centros de pesquisa do estado de São Paulo, e os programas de fomento à inovação (DesenvolveSP) deverão contribuir de modo relevante para a disseminação em escala dessas soluções e devem ser incluídos na sua implementação.

Tabela 12: Setor de transportes – TRA5 - Subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
TRA5.1: Incentivo ao desenvolvimento de novos combustíveis/energéticos de baixa emissão de GEE: biocombustíveis avançados, hidrogênio e células de combustível	TRA5.1.1	Introdução de caminhões a H ₂ em caminhões substituindo caminhões a diesel	Percentual de caminhões a H ₂ na frota	0%	2%	10%
	TRA5.1.2	Introdução de ônibus urbanos a H ₂ substituindo ônibus urbanos a diesel	Participação de ônibus a H ₂ na frota	0%	2%	5%
	TRA5.1.3	Introdução de veículos leves a H ₂ substituindo veículos leves flex simples	Participação de veículos leves a H ₂ nas vendas de veículos leves novos	0%	2%	10%
	TRA5.1.4	Introdução de embarcações a H ₂ substituindo embarcações a óleo combustível	Participação de embarcações a H ₂ na atividade hidroviária	2%	30%	60%
	TRA5.1.5	Substituição do uso de QAv por bioQAv em aviões	Percentual de combustível de aviação substituído por bioQAv	0%	1%	2%

5.2. Setor Agropecuária, Florestas e Usos do Solo – AFOLU

O setor de Agropecuária, Florestas e Usos do Solo – AFOLU respondeu por 28% das emissões de GEE no Estado em 2020, especialmente devido às emissões de metano advindo da fermentação entérica em bovinos e ao uso de fertilizantes sintéticos. Em contrapartida, esse setor apresenta grandes oportunidades para iniciativas de remoção e fixação de carbono (na vegetação e no solo). Nesse sentido, as ações e subações propostas têm foco na mitigação das emissões do setor de AFOLU e na potencialização da remoção de carbono de modo geral.

Foram identificadas 4 ações, 8 subações e 9 medidas de mitigação do eixo de Agropecuária, Florestas e Usos do Solo - AFOLU para esse plano. Para cada uma das medidas, indicadas nas tabelas que compõem os próximos itens, são identificadas as respectivas variáveis utilizadas para representar as transformações sugeridas pelo Plano. Para cada uma das variáveis, também são apresentadas as metas quantitativas almejadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

Tabela 13: Ações e Subações de AFOLU

Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	Ações	Subações
	AFU1: Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)	AFU1.1: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas Integrados convencionais (ILPF convencional)
		AFU1.2: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas de Integração biodiversos
	AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	AFU2.1: Manejo sustentável do solo – Adoção de Sistema Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo e adoção de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
		AFU2.3: Reflorestamento com silvicultura
	AFU3: Pecuária - Redução de emissões	AFU3.1.: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético. Terminação intensiva
	AFU4: Preservação e recomposição da vegetação nativa	AFU4.1.: Preservação de ambientes naturais
		AFU4.2.: Recomposição de vegetação nativa

Os cenários, de mitigação e de referência, para o setor de Agropecuária, Florestas e Usos do Solo (AFOLU) são aqui apresentados em dois subsetores: (i) Agropecuária e (ii) Mudanças de Uso do Solo e Florestas (MUT), a ser detalhado nas subseções abaixo. Esses subsetores correspondem àqueles definidos pelo IPCC para fins de reporte de emissões.

Ambos os cenários, de mitigação e de referência, para todo o Setor de AFOLU partem de emissões estimadas em 34 MtCO₂e emitidas em 2020 – Figura 14. Enquanto o Cenário de Referência projeta 42 MtCO₂e em 2050, um aumento de 24% nas emissões anuais, no Cenário

de Mitigação, as emissões líquidas alcançam 35 MtCO₂e negativas em 2050, representando uma redução de 183% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência.

A diferença acumulada das trajetórias totaliza uma mitigação de 1192 MtCO₂e entre 2020 e 2050, representando 92% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 4 e Tabela 5. (Capítulo 4 – Cenários de Descarbonização).

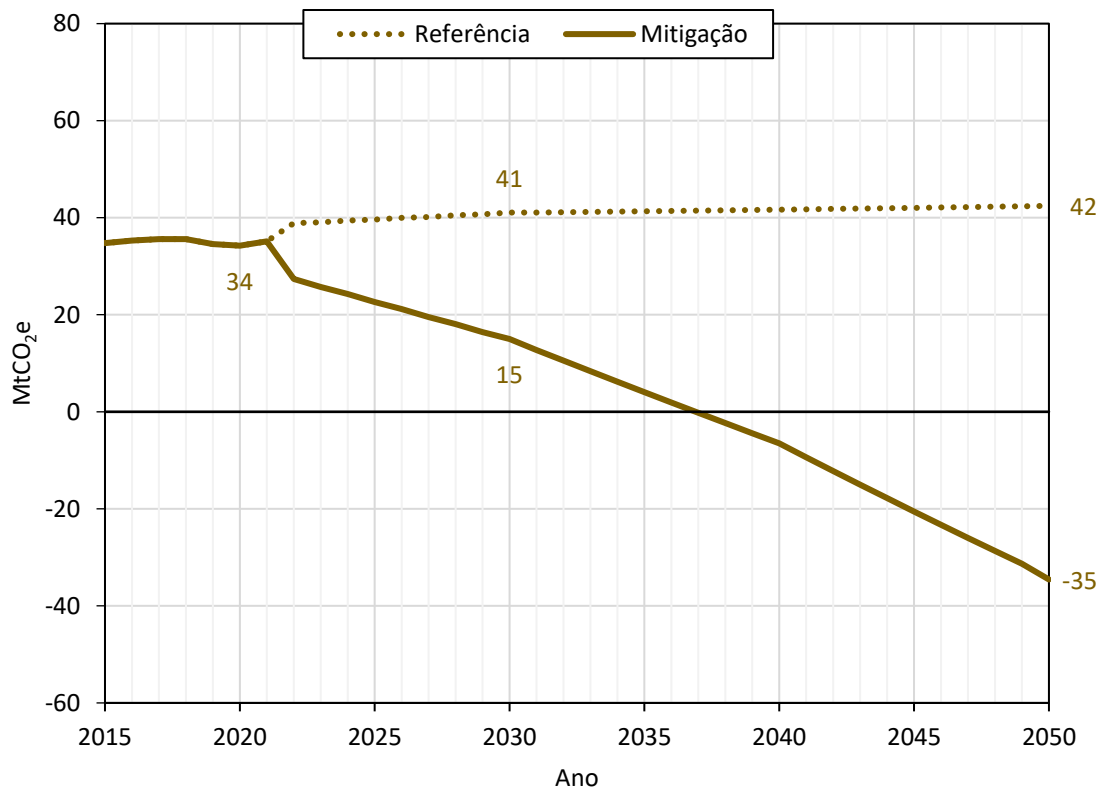


Figura 14: Emissões totais de GEE no setor de AFOLU

Fonte: SEEG 2022

Subsetor Agropecuária

As medidas de mitigação propostas para o subsetor de agropecuária estão relacionadas com ações que visam a redução de emissões de gases de efeito estufa das atividades agropecuárias e a remoção de carbono (C) pelo solo dos sistemas agropecuários – Ações AFU1, AFU2 e AFU3, detalhadas abaixo.

A ação AFU1 é voltada para o aumento da área com a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF). A subação AFU1.1 abrange

os sistemas de integração convencionais, enquanto a subação AFU1.2, os Sistemas de Integração biodiversos, que incluem florestas multifuncionais e ILPFs biodiversos, dentre outras modalidades previstas no Programa Refloresta SP, instituído pelo Decreto nº 66.550/2022. Destaca-se aqui a sinergia que esta subação possui com a restauração ecológica e recuperação da biodiversidade, além do uso sustentável dos recursos florestais, destacando-se, portanto, a relevância do apoio à agricultura familiar e às práticas agroecológicas. Ambas subações contribuem para a remoção de dióxido de carbono atmosférico e incremento do estoque de carbono no solo. O cálculo das projeções de áreas para AFU1.1 foi realizado com base nos dados indicados pela Rede ILPF e Censo Agropecuário de 2017, respectivamente, assim como pela literatura referente à expansão desse tipo de sistemas integrados. Para AFU1.2, o cálculo foi realizado a partir de uma modelagem geoespacial realizada em parceria com o GeoLab da Universidade de São Paulo, considerando as pastagens de baixa aptidão agrícola e a faixa de Área de Preservação Permanente (APP) de uso agrícola consolidado, sem obrigação de restauração. Foi assumida a premissa de que nas pastagens de baixa aptidão agrícola atualmente há o desenvolvimento de uma atividade com pouca rentabilidade e alto impacto ambiental, devido ao manejo inapropriado. Dessa forma, a substituição de uso do solo com a implantação de sistemas integrados, como ILPF e SAF, assim como a de florestas multifuncionais, juntamente com a recuperação das pastagens já em uso, mostra-se como uma alternativa mais adequada em termos ambientais e sociais sem impactar a capacidade de produção agropecuária do estado. Já nas faixas complementares à APP obrigatória, tem-se a oportunidade de estimular o produtor a ampliar a faixa de vegetação nativa em conjunto com a geração de renda.

A ação AFU2 visa a mitigar emissões e potencializar a remoção de carbono por meio de 3 subações. A subação AFU2.1 contribui com a redução de emissões relacionadas ao manejo sustentável do solo, abrangendo a diminuição do uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos pela expansão da área com utilização de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), principalmente para as culturas da soja, milho e cana-de-açúcar. Esta subação também promove a remoção de carbono (C) com a expansão da prática de sistema de plantio direto (PD) no cultivo dos principais grãos e cereais produzidos, bem como o cultivo mínimo de cana-de-açúcar, partindo de uma linha de base que considera dados da FEBRAPDP (Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto) e o Censo Agropecuária de 2017.

A subação AFU2.2 é uma das principais para a atividade pecuária, na medida em que se promove a recuperação de pastagens em algum estágio de degradação, para pastagens sem nenhum nível de degradação observado, de acordo com dado disponibilizado pelo MapBiomias de qualidade da pastagem e área total. Esta possui grande sinergia com as demais soluções que estão relacionadas com a mitigação através da redução de emissões pela pecuária.

A subação AFU2.3 é o plantio de silvicultura em substituição a outros usos antrópicos. Relativamente a 2020, foi adotada uma meta de 50 mil hectares adicionais em 2030, 100 mil hectares adicionais em 2040 e 200 mil hectares adicionais em 2050.

A Ação AFU3 é voltada para a mitigação das emissões advindas da atividade de pecuária, principalmente da fermentação entérica em bovinos, que produz metano, uma das maiores fontes de GEE do ESP. As medidas de mitigação envolvem o melhoramento e manipulação da dieta e a seleção genética de animais mais produtivos dos rebanhos de bovinos de corte e leite, respectivamente. Essas estratégias implicam na redução das emissões de metano (CH₄) relacionadas à fermentação entérica desses animais. Além disso, para a pecuária de corte, deve-se expandir a adoção da Terminação Intensiva (TI), meio de mitigação abordado pelo novo ciclo do Plano ABC+.

Para o subsetor de agropecuária, de 2020 até 2050 há uma tendência de aumento das emissões de GEE no estado de SP, chegando em 2050 a uma emissão de 43 milhões de toneladas de CO₂e, apresentando um aumento de 22% em relação a 2020 – Figura 15. Esse aumento é decorrente, principalmente, do aumento do rebanho de bovinos e da produção agrícola no estado, principalmente pelo aumento do consumo de insumos.

Considerando a remoção líquida proveniente da soma das emissões de GEE e remoções de carbono das medidas de mitigação propostas, nota-se o aumento da remoção de carbono e redução das emissões promovidas pelo setor, alcançando em 2050 uma mitigação líquida de 53 milhões de toneladas de CO₂e, sendo capaz de compensar totalmente e com excesso as emissões totais do setor agropecuário em 2050 para o estado de São Paulo, alcançando uma emissão líquida negativa de 10 milhões de toneladas de CO₂e, conforme Figura 15.

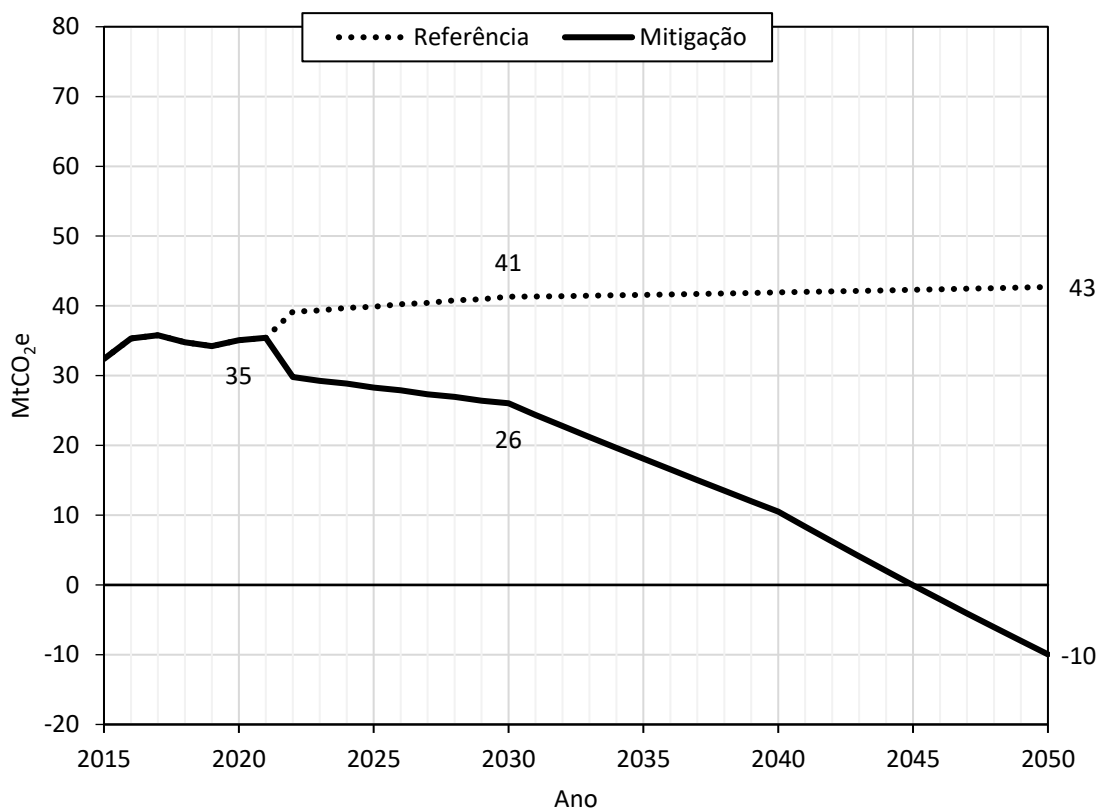


Figura 15. Emissões totais de GEE no Subsetor de Agropecuária

Fonte: SEEG 2022

Subsetor Mudança de Uso do Solo e Florestas (MUT)

Foi endereçado ao subsetor Mudança de Uso do Solo e Florestas (MUT) a Ação “Preservação e recomposição da vegetação nativa” (AFU4), que está relacionada com fatores de mudanças de uso do solo e se concentra em dois processos: (1) a perda de vegetação nativa por desmatamento, AFU 4.1⁵⁴ e (2) a recomposição de vegetação nativa, AFU 4.2 – Figura 16. O primeiro processo gera emissões de gases de efeito estufa pela remoção de estoques de carbono na forma de biomassa na vegetação nativa e emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, estes últimos no caso de haver queima dos resíduos florestais após o desmatamento. O segundo processo gera remoções, ou sequestro, de CO₂ da atmosfera à medida em que a nova vegetação (nativa ou exótica) cresce. Este segundo processo também ocorre na promoção da subação AFU2.3, que é o plantio de silvicultura em substituição a outros usos antrópicos e para a qual, relativamente a 2020, foi adotada uma meta de 50 mil hectares adicionais em

⁵⁴ O desmatamento mencionado refere-se à supressão ilegal, visto que a legislação vigente prevê a autorização de supressão desde que observadas as regras de compensação estabelecidas.

2030, 100 mil hectares adicionais em 2040 e 200 mil hectares adicionais em 2050. Os efeitos de tal subação são assim contabilizados tanto no subsetor Agropecuária quanto neste subsetor de Mudança de Uso do Solo e Florestas (MUT).

A medida relacionada à subação AFU4.1, portanto, é a redução do desmatamento, medido em área de vegetação nativa convertida (hectares) por ano. Para o Cenário de Mitigação, foi proposta uma meta de desmatamento zero contra um Cenário de Referência que considera a taxa de desmatamento constante a partir dos níveis de 2020.

A medida relacionada à segunda subação, AFU4.2, refere-se à recomposição de vegetação nativa, contabilizada como área cumulativa de vegetação nativa secundária. Foi adotada uma meta de 200 mil hectares em recuperação no estado em 2030, que aumentaria para 500 mil hectares em 2040 e chegaria a 800 mil hectares em 2050, em decorrência de projeções feitas pelo governo do Estado e com amparo no Decreto nº 64.842/2020, que regulamenta o Programa de Regularização Ambiental do Estado de São Paulo, bem como no Programa Agro Legal, instituído pelo Decreto nº 65.182/2020. Da mesma forma que para o desmatamento, o Cenário de Referência considera a área em recuperação constante a partir de 2020. As remoções por recuperação da vegetação nativa deverão aumentar de forma aproximadamente linear até 2050, chegando a quase 10 milhões de toneladas de CO₂e. Considerando todas as categorias, o cenário consolidado de MUT apresenta um decaimento das emissões a partir de 2020 até ser atingida uma remoção líquida de 24,6 milhões de toneladas de CO₂e em 2050, contra uma remoção líquida de 0,3 milhões de toneladas de CO₂e segundo o cenário de referência.

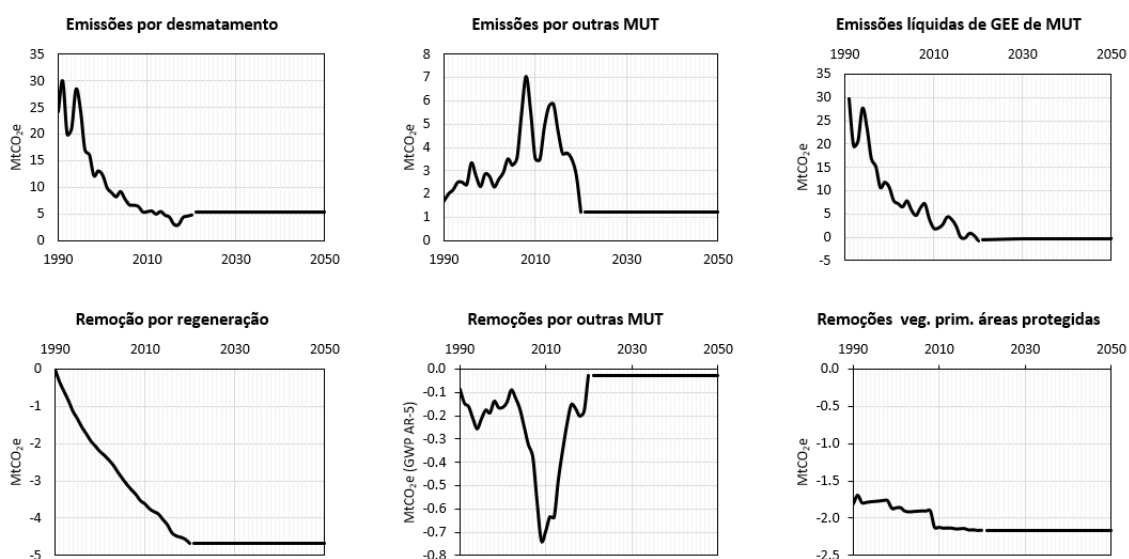


Figura 16. Emissões e remoções de GEE do Subsetor de MUT no cenário de referência

Fonte: SEEG 2022

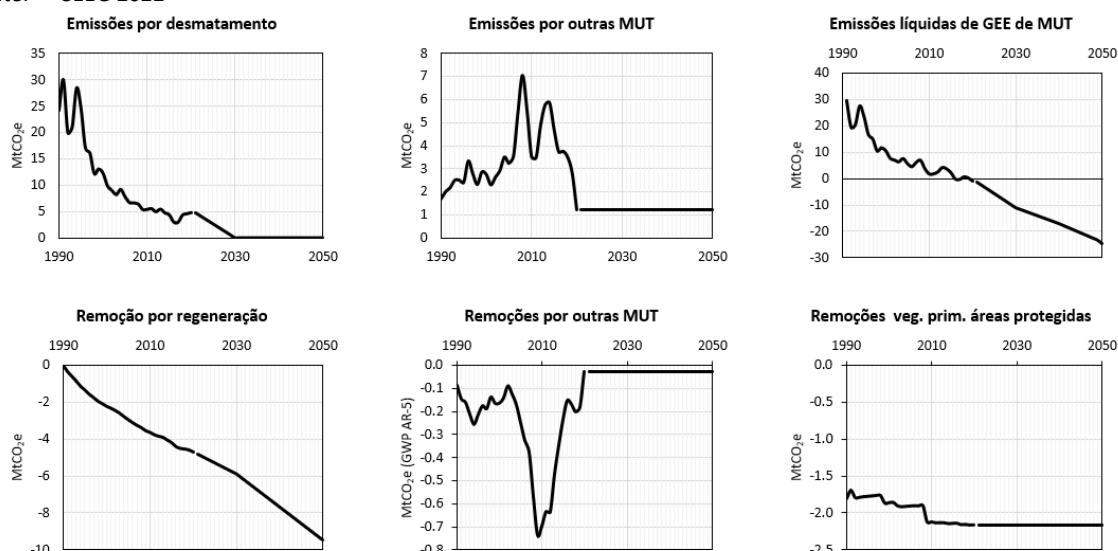


Figura 17. Emissões e remoções de GEE do Subsetor de MUT no cenário de mitigação

Fonte: SEEG 2022

AFOLU – AFU1: Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)

Sistemas de Integração preveem a coexistência de atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais na mesma área. A adoção desses sistemas possibilita a diversificação da produção, o controle de erosão e a recuperação de solos degradados, o aumento da produtividade (inclusive para a pecuária, devido ao maior conforto térmico animal), a exploração sustentável de madeira e de produtos florestais não madeireiros, a manutenção da cobertura dos solos, a geração de serviços ecossistêmicos, como sequestro e manutenção de carbono no componente arbóreo e no solo, e a redução das emissões de GEE. Os Sistemas de Integração se subdividem em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF), ambos podem ser implantados de modo convencional ou biodiverso, esse último também é relevante para a remoção de carbono, além da recuperação da biodiversidade e exploração sustentável de produtos florestais. Nesse contexto, destaca-se a importância de se dar suporte à agricultura familiar e estimular práticas agroecológicas. Para indicar com mais clareza as metas associadas ao Programa Refloresta SP, instituído pelo Decreto nº

66.550/2022, foi criada uma subação específica para os sistemas biodiversos que incluem florestas multifuncionais, por exemplo⁵⁵.

A tabela abaixo indica as subações com as respectivas medidas de mitigação e as variáveis utilizadas para estimar as emissões no cenário de mitigação e no cenário de referência.

Tabela 14: Setor AFOLU - AFU1 - Subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
AFU1.1: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas Integrados convencionais	AFU1.1.1	Expansão da área com adoção de Sistemas Integrados convencionais (ILPF convencional)	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	100	200	300	0	0	0
			Área total [mil ha]	1.000	1.100	1.200	900	900	900
AFU1.2: Remoção de carbono pela vegetação e pelo solo em áreas com adoção de Sistemas Integrados biodiversos	AFU1.2.1	Expansão da área com adoção de Sistemas Integrados biodiversos	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	200	400	700	0	0	0
			Área total [mil ha]	275	475	775	75	75	75

AFOLU – AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono

Esta ação prevê a promoção de práticas que melhorem o manejo de solos agrícolas e a recuperação de pastagens degradadas, de forma a mitigar emissões devido à deterioração desses ambientes, ao mesmo tempo em que se potencializa a remoção de carbono pela sua incorporação e manutenção no solo. Consideram-se também a adoção de Sistema de Plantio Direto para o cultivo de grãos solteiros, o cultivo mínimo para a cana-de-açúcar e a mitigação pela redução/substituição da utilização de fertilizantes sintéticos através da adoção de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), onde possível. Por fim, considera-se as remoções de carbono (C) pela parte aérea do crescimento de plantios de silvicultura onde antes havia outros usos antrópicos, juntamente com a remoção pelo solo. Nesse contexto, destaca-se a importância de se dar suporte à agricultura familiar e estimular práticas agroecológicas. Ressalta-se que

⁵⁵ O documento “Contribuições ao Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo – Biota Síntese, julho 2022” é um importante subsídio para a implementação das ações, subações e atividades indicadas. https://www.biota.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Biota-Si%CC%81ntese_contribuicao-ao-PAC_baixa.pdf

há potencial sinergia com iniciativas do Setor de Transporte à medida que a incorporação de sistemas de biodigestão no campo, com a finalidade de produzir biometano a partir da biomassa, também produz o biodigestato, que pode ser utilizado em substituição de fertilizantes químicos nitrogenados.

A tabela abaixo indica as subações com as respectivas medidas de mitigação e as variáveis utilizadas para estimar as emissões no Cenário de Mitigação e no Cenário de Referência.

Tabela 15: Setor AFOLU – AFU2 – Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
AFU2.1: Manejo sustentável do solos (plantio direto, cultivo mínimo e adoção de FBN)	AFU2.1.1	Adoção da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) no atendimento da demanda por N na agricultura	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	979	1.960	3.081	0	0	0
			Área total [mil ha]	2.112	3.093	4.214	1.133	1.133	1.133
	AFU2.1.2	Prática de sistema de plantio direto para o cultivo de grãos solteiros, e de cultivo mínimo para a cana-de-açúcar	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	183	3.007	6.918	0	0	0
			Área total [mil ha]	2.471	5.294	9.205	2.287	2.287	2.287
AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas	AFU2.2.1	Recuperação de pastagens degradadas para pastagens não-degradadas	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	566	708	832	0	0	0
			Área total de pasto não-degradado [mil ha]	2.203	2.344	2.468	1.636	1.636	1.636
AFU2.3: Reflorestamento com silvicultura	AFU2.3.1	Remoção pela biomassa aérea e carbono no solo pela atividade de silvicultura em áreas de uso antrópico	Área adicional de Silvicultura em relação a 2020 [mil ha]	50	100	200	0	0	0
			Área total de Silvicultura [mil ha]	999	1.049	1.149	949	949	949

AFOLU – AFU3: Pecuária - Redução de emissões

Esta ação objetiva a redução de emissões advindas principalmente da fermentação entérica em bovinos, que produz metano, uma das maiores fontes de GEE do ESP. A mitigação se dará por meio de: a) incentivo à implementação de tecnologias inovadoras relacionadas ao

melhoramento e modificação nas dietas dos animais ruminantes, de forma a alterar as rotas de fermentação entérica e, assim, reduzir a quantidade de metano produzida, com viabilidade econômica e de modo sustentável; b) desenvolvimento de programas de melhoramento genético do rebanho favorecendo linhagens de animais com digestão alimentar mais eficiente e ganho de massa em menos tempo; c) terminação intensiva (TI) para a redução do ciclo de abate dos bovinos na atividade de bovinocultura de corte. Destaca-se também nessa ação a importância de se dar suporte à agricultura familiar e estimular práticas agroecológicas.

A tabela abaixo indica as respectivas medidas de mitigação e a variável utilizada para estimar as emissões no Cenário de Mitigação e no Cenário de Referência.

Tabela 16: Setor AFOLU – AFU3 – Subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
AFU 3.1. Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético. Terminação intensiva	AFU3.1.1	Intensificação Sustentável da produção da Bovinocultura de Corte e Leite (Considerando manipulação da dieta, MGA e TI)	Redução da emissão de GEE pelo rebanho da bovinocultura de corte e de leite (emissões por cabeça)	6%	12%	19%	0%	0%	0%

AFOLU – AFU4: Preservação e recomposição da vegetação nativa

Esta ação tem seu foco na preservação de ambientes naturais (i.e., impedir seu desmatamento e degradação) e na recomposição florestal. Com isso, dois benefícios simultâneos podem ser alcançados: a mitigação de emissões de GEE resultantes do desmatamento; e a remoção de carbono que ocorre devido ao crescimento da vegetação e o sequestro de carbono nos solos dos ambientes preservados/recuperados, tanto no bioma Mata Atlântica quanto no Cerrado. Ressalta-se que a Subação AFU 4.1 é direcionada ao desmatamento ilegal, visto que a legislação vigente prevê supressão autorizada, mediante o atendimento das compensações previstas, resultando em desmatamento líquido zero. Destaca-se também a aderência da Subação 4.2 com o Programa Agro Legal, instituído pelo Decreto nº 65.182/2020. O suporte à agricultura familiar e o estímulo às práticas agroecológicas são fatores importantes para a implementação dessa ação.

A tabela abaixo indica as subações com as respectivas medidas de mitigação e a variável utilizada para estimar as emissões no cenário de mitigação e no cenário de referência. A fonte dos valores de referência nesta versão do Plano de Ação Climática é o MapBiomass. Por ocasião da implementação deste Plano de Ação Climática e de seu componente de Mensuração, Reporte e Verificação (MRV) será avaliada a possibilidade de utilizar os dados do estado de São Paulo, como a cobertura de vegetação nativa, reportada pelo Inventário Florestal.

Tabela 17: Setor AFOLU – AFU4 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Intensidade das medidas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
AFU4.1: Preservação de ambientes naturais	AFU4.1.1	Redução do desmatamento de vegetação nativa	Área desmatada anualmente	0	0	0	Igual a 2020	Igual a 2020	Igual a 2020
AFU4.2: Recomposição da vegetação nativa	AFU4.2.1	Recomposição da vegetação nativa	Área adicional em relação a 2020 [mil ha]	200	500	800	0 (Igual a 2020)	0 (Igual a 2020)	0 (Igual a 2020)

5.3. Setor Energia (ENE)

O setor de Energia foi responsável por 27% das emissões estaduais em 2020, englobando emissões originadas na geração de eletricidade, produção de combustíveis e uso de combustíveis em edificações, processos industriais entre outros. As ações e subações nesse setor podem ser agrupadas em três frentes: redução das demandas energéticas por meio de ganhos de eficiência; produção de eletricidade descarbonizada; e utilização de combustíveis não-fósseis (H₂ e combustíveis derivados da biomassa). O gás natural é considerado como um combustível de provisório e de transição para outros energéticos não-fósseis. Desse modo a expansão de sua infra-estrutura de transporte, distribuição e uso deverá incluir crescente utilização de biometano, hidrogênio.

Foram identificadas 4 ações, 5 subações e 9 medidas de mitigação do eixo de Energia para esse plano. Para cada uma das medidas, a tabela mostra as respectivas variáveis utilizadas para representar as transformações sugeridas pelo Plano. Para cada uma das variáveis, também são apresentadas as metas quantitativas almejadas para os anos 2030, 2040 e 2050. Muitas ações do setor de energia estão apresentadas em transportes e resíduos.

Tabela 18: Ações e Subações para o Setor Energia

ENERGIA (ENE)	
Ações	Subações
ENE1: Eficiência energética	ENE1.1: Eficiência na demanda (uso final) por combustíveis
	ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade
ENE2: Geração solar e eólica	ENE2.1: Sistemas centralizados
	ENE2.2: Sistemas distribuídos
	ENE2.3: Sistemas offshore
ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H ₂	
ENE4: Monitoramento e controle de emissões fugitivas da indústria de energia (Petróleo e Gás)	

Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 35 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020. Enquanto o Cenário de Referência projeta 72 Mt em 2050, um aumento de 106% nas emissões anuais, no Cenário de Mitigação, as emissões se estabilizam no patamar de 40 Mt em 2050, mas que representam uma redução de 49% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência (Figura 18).

A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 396 Mt entre 2020 e 2050, representando 24% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência – Tabela 4 e Tabela 5. (Capítulo 4 – Cenários de Descarbonização).

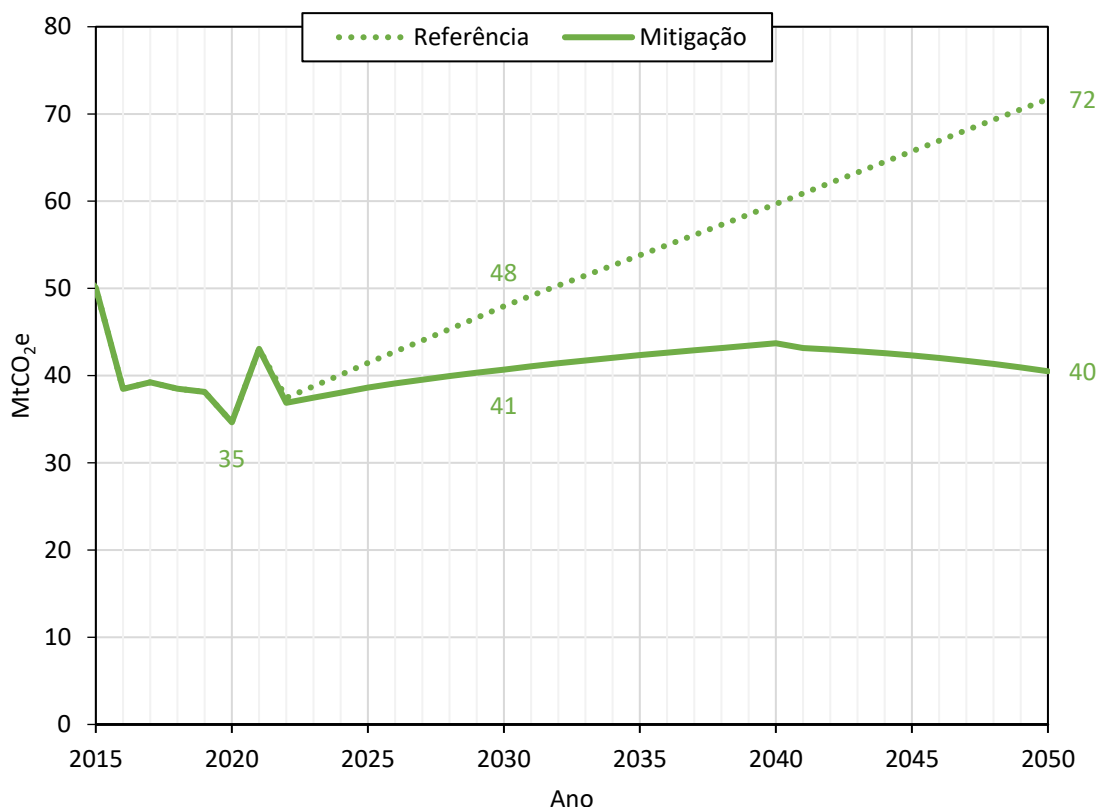


Figura 18. Emissões totais de GEE no setor de Energia

Fonte: SEEG 2022

ENERGIA – ENE1: Eficiência Energética⁵⁶

Esta ação corresponde à mitigação de emissões por meio de reduções na intensidade de consumo de energia da economia paulista. São ações de maior eficiência no uso final, considerando melhores tecnologias, processos, e melhores práticas de gestão e economia da energia. Também são consideradas substituições por fontes de energia renovável em usos finais, como por exemplo aquecimento solar para água deslocando energia fóssil e eletricidade. As ações cobrem os usos finais dos segmentos residencial, comercial e público, bem como industrial, incluindo os setores de transformação e produção de energia⁵⁷. A ampliação da prática da economia circular pode também contribuir para diminuir a intensidade de emissões do estado.

⁵⁶ Com o desenvolvimento o Plano de Energia e quando da implementação do PAC, novos indicadores mais precisos serão inseridos junto ao SEEG para mensurar os impactos de iniciativas para promover melhor uso de energia nos principais setores de consumo paulista. Neste momento optou-se por utilizar a relação tCO₂e/PIB.

⁵⁷ As iniciativas de melhoria de eficiência energética para o setor de transportes estão presentes em diversas ações daquele setor (TRA)

A diminuição da demanda leva a reduções diretas e imediatas das emissões de GEE relacionadas ao fornecimento de energia e seu uso (no caso de combustíveis). Além disso, tem o papel de facilitar o suprimento de energias renováveis e, portanto as ações de eficiência energética tem relevância para a transição energética.

São consideradas nessa ação as iniciativas do PROCEL⁵⁸ e metas progressivas dos índices de eficiência energética regulados pelo governo federal por meio do CGIEE (Comitê de Indicadores de Eficiência Energética), bem como o papel do Estado de São Paulo através de compras públicas de produtos e serviços mais eficientes, induzindo a criação de um mercado sustentável para esses produtos e serviços. Aqui também são incluídas as iniciativas de cogeração e crescente aumento da digitalização e controle na gestão de demanda.

Tabela 19: Setor Energia - ENE1 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE1.1: Eficiência na demanda (uso final) por combustíveis	ENE1.1.1	Redução do consumo de combustíveis nos segmentos industrial residencial, comercial e público.	Redução da relação tCO ₂ e / PIB, relativamente a 2020	10%	15%	25%
ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade	ENE1.2.1	Redução da demanda de energia elétrica nos segmentos industrial, residencial, comercial e público	Redução da relação consumo de eletricidade / PIB, relativamente a 2020	20%	30%	50%

ENERGIA – ENE2: Geração solar e eólica

Esta ação visa a fomentar a geração de eletricidade por fontes renováveis, especificamente, a energia solar e eólica, mas também sistemas de cogeração utilizando biomassa, gás natural (transitoriamente) e depois biogás⁵⁹. Será contemplada uma combinação de sistemas em diferentes escalas de acordo com as potencialidades locais, incluindo sistemas centralizados (usinas de médio e grande porte) *onshore*, sistemas distribuídos *onshore* e sistemas centralizados *offshore*. Serão consideradas nas metas propostas que uma porcentagem da

⁵⁸ O PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, instituído em 30 de dezembro de 1985, pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio do Brasil (Portaria 1.877), visa a promover o uso racional e eficiente de energia elétrica e evitar o seu desperdício.

⁵⁹ O aproveitamento energético do biogás para geração de energia térmica e eletricidade a partir de resíduos está sendo considerado apenas parcialmente no setor de resíduos. Esse componente deverá ser melhor detalhado em uma próxima versão do PAC2050, em consonância com o Plano Estadual de Energia.

demanda de eletricidade consumida pelos órgãos do governo paulista será suprida por novos sistemas de geração solar e eólica.

Tabela 20: Setor Energia – ENE2 – Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE2.1: Sistemas centralizados	ENE2.1	Redução da importação de eletricidade do SIN	Quantidade de energia elétrica gerada [TWh]	3.5	40.0	75.0
ENE2.2: Sistemas distribuídos	ENE2.2	Redução da importação de eletricidade do SIN	Quantidade de energia elétrica gerada [TWh]	15.0	35.0	70.0
ENE2.3: Sistemas offshore	ENE2.3	Redução da importação de eletricidade do SIN	Quantidade de energia elétrica gerada [TWh]	0.0	3.5	7.0

ENERGIA – ENE3: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia e H₂

Assim como no caso de Transportes, esta ação contempla a introdução do H₂ como combustível e vetor energético⁶⁰ para edifícios e indústrias (usos estacionários). O H₂ pode ser produzido através de uma variedade de rotas, incluindo a reforma do gás natural (pode ser aproveitado como rota de transição em alguns casos), gaseificação da biomassa e eletrólise da água utilizando eletricidade de baixo carbono. Além disso, esse vetor energético pode ser aproveitado em processos de produção de químicos, como amônia e fertilizantes. Essa ação contempla a adaptação da rede de gás canalizado existente (e a sua futura expansão) para comportar crescentes porcentagens de H₂.

Nesta versão do PAC estamos considerando somente a contribuição do H₂. Maiores detalhes sobre novos combustíveis e sistemas de armazenagem serão introduzidos de acordo com o Plano de Energia Estadual (em elaboração) e serão considerados nas próximas revisões do PAC. As tecnologias de captura de carbono (BECCS e CCS) também serão consideradas em novas revisões de modo mais detalhado. Essas tecnologias estão na ordem do dia das empresas energéticas e de vários países (ou regiões) que apresentam importantes atividades de exploração mineral e energética do subsolo, incluindo carvão, petróleo e gás natural. O mesmo acontece com empresas e setores econômicos com grande potencial de emissão e

⁶⁰ Vetor energético refere-se a substância ou dispositivo que pode ser utilizado para armazenamento e transporte da energia gerada por outra fonte para sua posterior utilização.

captura de GEE, como ocorre com o setor sucroalcooleiro. As Bacias Sedimentares paulistas, principalmente a Bacia do Paraná (*onshore*) e a Bacia de Santos (*offshore*) não devem ser descartadas como sumidouros geológicos importantes do carbono. Da mesma forma, nas regiões de exploração *offshore* do pré-sal paulista, há de se contemplar a solução de captura de GEE alternativa e com um potencial ainda maior em horizontes de médio e longo prazo, isto é, as cavernas salinas de grandes dimensões que podem ser concebidas nas camadas rochosas de sal do pré-sal. Todas essas temáticas serão acompanhadas pelo PAC2050 pois podem contribuir com a redução de emissões no horizonte de tempo proposto.

Tabela 21: Setor Energia – ENE3 – subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE3.1: Novos combustíveis, sistemas de armazenagem de energia incluindo H₂	ENE3.1.1	Substituição do uso do gás natural por H ₂ verde na indústria	Percentual do consumo industrial de combustíveis deslocado para H ₂	0.0%	2.0%	5.0%

ENE4: Monitoramento e controle de emissões fugitivas da indústria de Energia

Como parte do esforço para o cumprimento das metas de redução de emissões nacionais de metano, essa ações se refere a iniciativas no estado dentro do setor de petróleo e gás (P&G) .

Tabela 22: Setor Energia – ENE4 – Subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE4.1: Monitoramento e controle de emissões fugitivas	ENE4.1.1	Redução das emissões fugitivas de metano e outros gases (GEE) da indústria de P&G	Redução percentual das emissões fugitivas de metano da indústria de P&G	100%	100%	100%

5.4. Resíduos (RES)

As emissões do setor de Resíduos, compostas principalmente por metano em aterros sanitários e ETE, representaram 13% das emissões totais do Estado em 2020. As ações têm como foco as duas principais fontes de emissão de GEE neste setor, objetivando reduzir emissões em sistemas de destinação final de resíduos sólidos e no tratamento de esgotos domésticos. Com respeito às emissões originadas em sistemas de destinação de resíduos sólidos, as subações visam a reduzir a quantidade de resíduos orgânicos enviados para aterros sanitários e a promover a captura e queima do biogás em sistemas de destinação de resíduos, incorporando conceitos de economia circular e a gestão sustentável de resíduos. Em relação a emissões em ETE, as subações incluem o design e controle de processos em ETE de modo a favorecer escolhas tecnológicas e operacionais que minimizem emissões e, quando possível, implementar a captura e queima de biogás.

O setor de Resíduos abrange as emissões de gases de efeito estufa oriundas dos serviços de saneamento relacionadas exclusivamente com a destinação e o tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos. De acordo com as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as emissões do setor são desagregadas em: disposição final de resíduos sólidos, incineração e queima a céu aberto, tratamento biológico e o tratamento e afastamento de efluentes líquidos domésticos e industriais.

Foram identificadas 2 ações, 5 subações e 8 medidas de mitigação do eixo de Resíduos para esse plano. Para cada uma das medidas, as tabelas mostram as respectivas variáveis utilizadas para representar as transformações sugeridas pelo Plano. Para cada uma das variáveis, também são apresentadas as metas quantitativas almejadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

Tabela 23: Ações e Subações do Setor Resíduos

RESÍDUOS (RES)	
Ações	Subações
RES1: Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos	RES1.1: Destinação ambientalmente adequada da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/ biodigestão)
	RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)
	RES1.3: Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos
RES2: Redução de emissões em ETE	RES2.1: Design e controle de processos em ETE
	RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás

Box 2 - Metodologia, premissas e fontes de informação e dados

A construção dos cenários foi baseada na metodologia e nos resultados da coleção 9 do SEEG⁶¹ para o estado de São Paulo, que desagrega as emissões do setor de resíduos nos seguintes subsetores:

- Disposição final de resíduos sólidos;
- Incineração e queima a céu aberto;
- Tratamento biológico;
- Efluentes líquidos domésticos;
- Efluentes líquidos industriais.

Para cada um dos cenários foram replicados os métodos de cálculo reproduzidos no "Relatório de Referência - Setor Resíduos do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE"⁶². As premissas para as projeções de emissões tiveram como base diferentes instrumentos das políticas setoriais nacionais, literatura (e.g., Projeto Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil e infográficos da Associação Brasileira do Biogás - ABiogás) e conhecimento de especialistas consultados pela equipe de elaboração deste Plano. As premissas consolidadas para cada um dos cenários podem ser observadas na Tabela 24 e na Tabela 25.

Destaca-se que para ambos os cenários foi considerada como principal premissa a universalização do acesso aos serviços de saneamento, em especial no que se refere à cobertura dos sistemas de coleta de resíduos sólidos e de efluentes domésticos, bem como o encerramento da disposição final considerada ambientalmente inadequada. Esses são aspectos centrais que permeiam os principais instrumentos do setor, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares)⁶³, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)⁶⁴ e o Marco Legal de Saneamento Básico⁶⁵. Nesse contexto, as emissões associadas ao despejo de esgotos in natura em corpos hídricos estão incluídas no inventário, e a redução dessas emissões decorrente da universalização do tratamento de esgotos também é contabilizada no balanço total das emissões do setor de Resíduos, tanto no Cenário de Referência, como no de Mitigação.

Tabela 24: Principais premissas para o Cenário de Referência do setor de Resíduos(*)

Subsetor	Principais premissas para o Cenário de Referência
Disposição final	Crescimento linear da geração per capita de resíduos; cumprimento das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) para a região sudeste. Nele, definem-se: encerramento de lixões até 2024, 100% da cobertura de serviço de coleta até 2032, desvio de 18% da fração orgânica e 26% da fração de secos de aterros sanitários e recuperação de 60% de metano em aterros ou biodigestores.
Incineração de RSS	Crescimento da geração de resíduos sólidos de saúde (RSS) com base no crescimento populacional
Tratamento biológico	Fração da massa de resíduos desviada de aterros e encaminhada para o tratamento biológico, considerando que 100% dos resíduos orgânicos desviados serão tratados por meio de compostagem
Queima a céu aberto	Em 2032, com a universalização da coleta, essa prática deixa de ser adotada
Efluentes líquidos industriais	Crescimento da produção industrial com base no crescimento anual do PIB
Efluentes domésticos	Universalização do serviço de cobertura até 2033 (com 90% dos efluentes domésticos coletados e tratados). Além disso, são mantidas as rotas de tratamento observadas atualmente, bem como a taxa de recuperação de metano de 50% em reatores anaeróbios enclausurados (e.g., UASB), como já assumido no inventário do SEEG.

⁶¹ Os métodos de cálculo para o setor de Resíduos, detalhados para cada um dos subsectores de emissão, podem ser acessados na nota metodológica disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG_9%20%282022%29%20com%20Municipios/Nota_Metodologica_RESIDUOS_SEEG9_2022.06.09.pdf>

⁶² Relatório disponível em https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial/pdf/inventario4/rr_4cn_residuos_final_set2020.pdf

⁶³ Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf>

⁶⁴ Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf>

⁶⁵ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>

Enquanto o cenário de referência prevê o cumprimento das metas previstas nos planos setoriais, o cenário de mitigação buscou aumentar a ambição das medidas propostas em um contexto de maior incentivo para a implementação da agenda de baixo carbono.

Tabela 25: Principais premissas para o Cenário de Mitigação do setor de Resíduos(*)

Subsetor	Principais premissas para o Cenário de Mitigação
<i>Disposição final</i>	<i>Cumprimento das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) para a região sudeste. Nele, definem-se: encerramento de lixões até 2024, 100% da cobertura de serviço de coleta até 2032. Além disso, optou-se por ter metas mais ambiciosas em relação ao desvio da fração orgânica, assumindo a taxa de 35% em 2050 e ampliação da taxa de recuperação de metano em aterros sanitários, assumindo a taxa de 85% em 2050.</i>
<i>Incineração de RSS</i>	<i>Crescimento da geração de resíduos sólidos de saúde (RSS) com base no crescimento populacional</i>
<i>Tratamento biológico</i>	<i>Fração desviada de aterros encaminhada para o tratamento biológico, nesse cenário é considerado que 60% dos resíduos orgânicos desviados serão tratados por meio de compostagem e 40% por meio de digestão anaeróbica em 2050.</i>
<i>Queima a céu aberto</i>	<i>Em 2032, com a universalização da coleta, essa prática deixa de ser adotada</i>
<i>Efluentes líquidos industriais</i>	<i>Crescimento da produção industrial com base no crescimento anual do PIB</i>
<i>Efluentes domésticos ⁶⁶</i>	<i>Universalização do serviço de cobertura até 2033 (com 90% dos efluentes coletados e tratados). Considerado um contexto de melhoria de design e controle em ETE, visa-se promover melhorias em plantas de tratamento já consolidadas, com potencial de reduzir o fator de emissão. Além disso, considera-se também a reorganização das rotas de tratamento em desenvolvimentos de plantas futuras, priorizando-se um relativo crescimento da participação percentual do tratamento em processos com menor operação eficiente e menor fator de emissão e em reatores anaeróbios enclausurados com potencial de recuperação de biogás (metas crescentes de recuperação de biogás para esses reatores também foram consideradas).</i>

(*) Uma nota metodológica apresentando detalhadamente a construção das presentes estimativas está prevista para ser consolidada até o primeiro trimestre de 2023.

Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 17 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e em 2020 – Figura 21. Enquanto o Cenário de Referência projeta 15 Mt em 2050, já uma redução de 16% nas emissões anuais em relação a 2020 (principalmente devido a se ter considerado as metas do Planares no Cenário de Referência), no Cenário de Mitigação, as

⁶⁶ Importante notar que, em consonância com suas premissas, o PAC não intenciona prescrever rotas tecnológicas rígidas para a implementação das ações. Com essa ressalva, para estabelecimento do Cenário de Mitigação, foi simulada uma possível trajetória de evolução das rotas de tratamento do esgoto coletado, apenas com a finalidade de se demonstrar e exemplificar a aplicação das metas relativas à subação RES2.1, dentro das limitações intrínsecas à base de dados e à metodologia de estimativa de emissões adotada para o inventário. De modo resumido, as mudanças consideradas na construção do cenário em termos da participação percentual dos diferentes sistemas no total do esgoto tratado são as seguintes: lodo ativado – 2020, 2030, 2050: 65,8%; lagoa anaeróbia (sem cobertura) – 2020: 12,5%, 2030: 10,6%, 2050: 0%; reator anaeróbio enclausurado – 2020: 9,7%, 2030: 11,0%, 2050: 14,1%; lagoa aeróbia – 2020: 5,6%, 2030: 5,6%, 2050: 9,3%; lagoa facultativa – 2020: 2,3%, 2030: 3,0%, 2050: 6,7%; fossa séptica – 2020, 2030, 2050: 0,1%; vala de oxidação – 2020, 2030, 2050: 0,1%; outros – 2020, 2030, 2050: 3,8%. Além disso, no Cenário de Mitigação, de modo a refletir o aspecto de melhoria da eficiência da operação dos processos contida na subação, a projeção considerou uma gradativa redução dos fatores de emissão das tecnologias de lodo ativado e lagoas aeróbias, em direção ao limite inferior das faixas de valores de fatores de emissão apresentadas no guia para inventários de emissões de GEE do IPCC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories). No Cenário de Referência, a distribuição percentual das tecnologias de tratamento e os fatores de emissão foram mantidos iguais aos de 2020. Nesse contexto, as reduções percentuais e os valores de fatores de emissão constantes nas metas para a subação RES2.1 são condizentes com o Cenário de Mitigação simulado.

emissões decrescem para 6 Mt em 2050, representando uma redução de 65% em relação a 2020 e de 60% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência.

A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 167 Mt entre 2020 e 2050, representando 31% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 4 e Tabela 5 (Capítulo 4 – Cenários de Descarbonização).

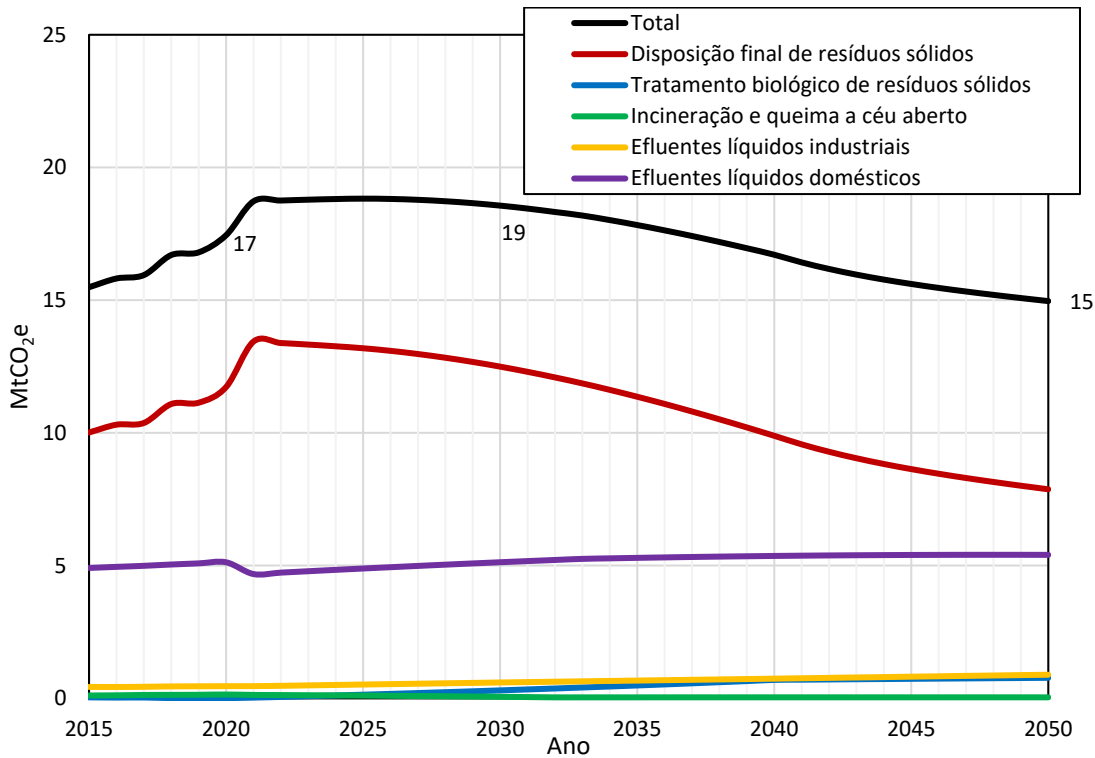


Figura 19: Emissões totais de GEE no setor de Resíduos no Cenário de Referência

Fonte: SEEG 2022

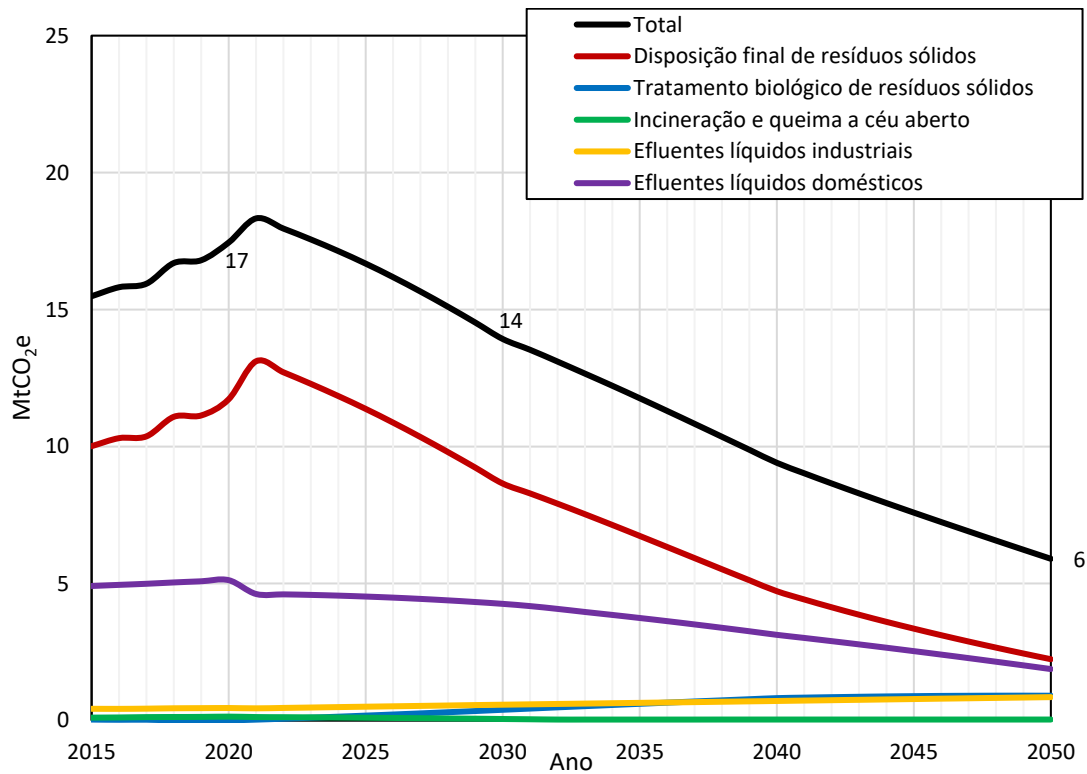


Figura 20: Emissões totais de GEE no setor de Resíduos no Cenário de Mitigação.

Fonte SEEG 2022

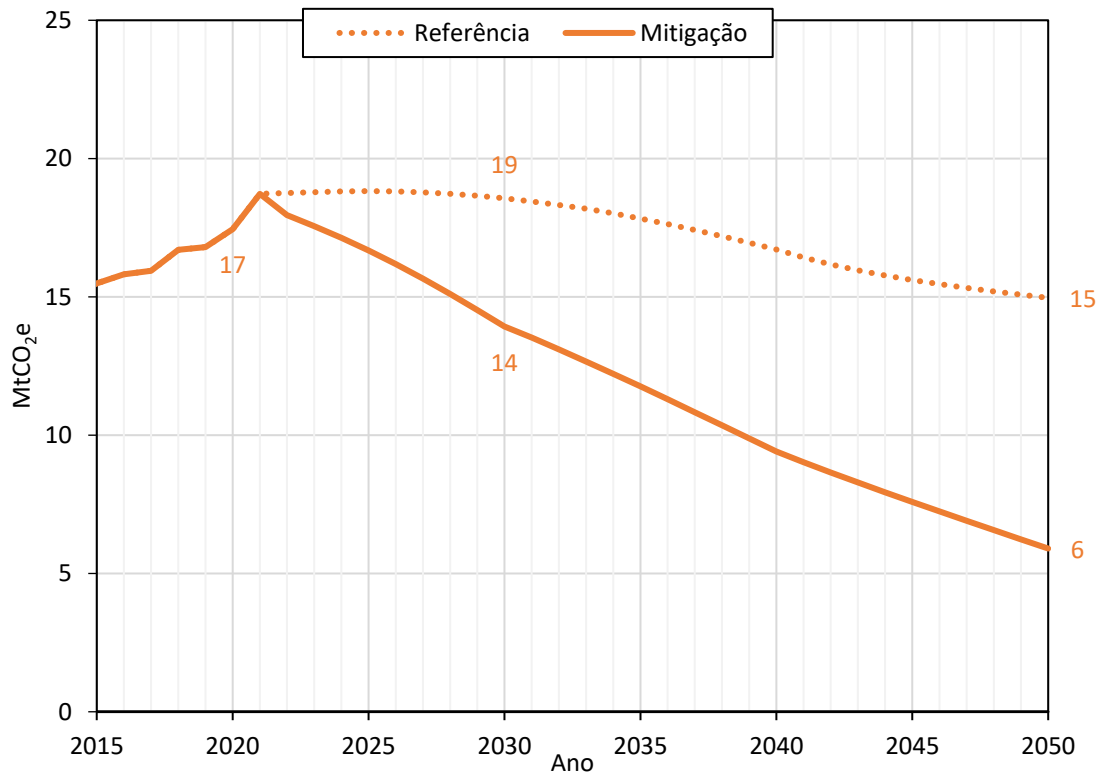


Figura 21: Emissões totais de GEE no setor de Resíduos

Fonte SEEG 2022

RESÍDUOS – RES1: Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos

Esta ação prevê a mitigação de emissões de metano (concentradas e difusas) em aterros sanitários através de abordagens complementares. Por um lado, serão implementadas medidas para reduzir a quantidade da fração orgânica dos resíduos sólidos destinada a aterros pela minimização da produção de resíduos orgânicos e implementação de alternativas de destinação de resíduos, como a compostagem e a biodigestão. Por outro lado, esta ação também prevê a implantação de sistemas para captura ativa e queima do biogás dos aterros e da biodigestão, preferencialmente com aproveitamento energético (produção de eletricidade e/ou biometano, dependendo das especificidades locais). A logística regionalizada dos resíduos também será fomentada, de modo a explorar as potencialidades regionais com a vantagem adicional de reduzirem-se as emissões associadas ao transporte de resíduos (contabilizadas no setor Transporte). Nesse sentido, cabe destacar que a participação do setor de Resíduos no total das emissões é relevante para todas as mesorregiões paulistas, embora o percentual das emissões representado por esse setor varia de acordo com as atividades econômicas e a população de cada região.

Tabela 26: Setor Resíduos - RES1 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Intensidade das medidas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
RES1.1: Destinação ambientalmente adequada da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/biodigestão)	RES1.1.1	Redução na geração de resíduos	Quantidade de resíduo que deixa de ser gerada	0%	1%	5%	0%	0%	0%
	RES1.1.2	Redução da quantidade de resíduos orgânicos enviados para aterros sanitários por conta do encaminhamento para o tratamento biológico	Fração orgânica desviada para o tratamento biológico (compostagem e digestão anaeróbia) e não enviados para o aterro sanitário - % em relação a massa total de resíduos	12%	25%	35%	9%	18%	18%
	RES1.1.3	Fração do resíduo orgânico encaminhado para a digestão anaeróbia	Percentual processado por digestão anaeróbia - % sobre quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para o tratamento biológico	1%	15%	40%	0%	0%	0%
	RES1.1.4	Recuperação de biogás em biodigestores	Percentual de recuperação de biogás em biodigestores - % do metano produzido em biodigestores que é capturado e queimado, com ou sem aproveitamento energético	60%	75%	85%	0%	0%	0%

RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)	RES1.2.1	Captura e aproveitamento energético de biogás proveniente de aterros sanitários	Quantidade de metano recuperada em aterros sanitários - % do metano produzido em aterros sanitários que é capturado e queimado, com ou sem aproveitamento energético	60%	75%	85%	43%	51%	60%
RES1.3**: Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos	RES1.3.1	Fomento a logística regionalizada dos resíduos sólidos	**						

** Subação incluída com a função de facilitar a execução das outras subações, e que não tem uma métrica individual para construção do cenário.

RESÍDUOS – RES2: Redução de emissões em ETE

Esta ação objetiva mitigar as emissões de metano e outros GEE (como óxido nitroso) em estações de tratamento de efluentes líquidos (ETE) do saneamento. Uma das abordagens para atingir esse objetivo será o incentivo a medidas de *design* e controle de processos em ETE incluindo: escolha de processos menos emissores, desenvolvimento de critérios/ diretrizes de projeto que minimizem emissões de GEE, medidas de acompanhamento e otimização da operação de ETE minimizando, assim, as emissões de GEE (e.g., limitar o acúmulo de lodo; garantir nível d'água apropriado; controle dinâmico de aeração). Além disso, nos casos que seja tecnologicamente e financeiramente viável, será fomentada a captura e queima do biogás das ETE que contenham reatores anaeróbios enclausurados, preferencialmente com aproveitamento energético (eletricidade, calor e biometano). Destaca-se aqui que a expansão da coleta e tratamento de esgotos, no contexto dos esforços para a universalização dos serviços, traz uma oportunidade valiosa para a incorporação da mitigação de emissões no próprio planejamento e design dos novos sistemas, considerando-se a adequabilidade das diferentes tecnologias e a necessidade de aportes adicionais de recursos para a viabilização dessa proposta.

Ademais, nota-se a importância da consolidação e do contínuo refinamento de uma base de dados detalhada sobre os sistemas de tratamento de esgotos e o despejo dos efluentes no estado, bem como o desenvolvimento de metodologias mais acuradas para a quantificação das emissões em ETE (incluindo emissões de óxido nitroso). Essas iniciativas devem ser incluídas nas atividades de implementação deste Plano e, sendo bem-sucedidas, permitirão a

aplicação de abordagens *bottom-up* (tier 2 e 3) para o monitoramento das emissões a partir de efluentes líquidos e para as projeções de cenários em futuras revisões do PAC.

Tabela 27: Setor Resíduos - RES2 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Intensidade das medidas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
RES2.1: Design e controle de processos em ETE	RES2.1.1	Meta de redução nas emissões de GEE por meio do aumento da eficiência do tratamento e implantação de rotas de baixo carbono	Redução do fator de emissão global do tratamento de esgotos domésticos (alteração do MCF e tipos de tratamento adotados)	16%	37%	60%	0%	0%	0%
			Fator de emissão para os sistemas de coleta e tratamento [kg de CH ₄ / kg de DBO] ⁶⁷	0,21	0,16	0,10	0,25	0,25	0,25
RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás	RES2.2.1	Eficiência na captura de biogás em reatores anaeróbios enclausurados (preferencialmente com aproveitamento energético)	Percentual médio do metano produzido em reatores anaeróbios enclausurados que é capturado e queimado, com ou sem aproveitamento energético (eletricidade, calor e biometano)	60%	70%	80%	50%	50%	50%

⁶⁷ O fator de emissão é estimado a partir da multiplicação da capacidade máxima da produção de CH₄ pelo fator de correção de metano (MCF) de cada sistema de tratamento/descarga e suas respectivas proporções de utilização. No relatório de referência do inventário nacional são definidos as seguintes hierarquias e MCF associados; 1. Reator anaeróbio = 0,8; 2. Lodo ativado = 0,3; 3. Filtro biológico = 0,3; 4. Vala de Oxidação = 0,3; 5. Lagoa Anaeróbia = 0,8; 6. Lagoa Aeróbia = 0,3; 7. Lagoa Facultativa = 0,3; 8. Fossa séptica de sistema condominial = 0,5; 9. Outro = 0,5. Destaca-se que ETE são sistemas complexos que podem ser configuradas com mais de um tipo de tratamento, no entanto, a nível de cálculo, considera-se que apenas umas das tecnologias é aplicada integralmente em determinado arranjo. Para definir o método de tratamento e conseqüentemente o MCF que deve ser adotado, utiliza-se como referência a hierarquização apresentada acima, priorizando os sistemas em que a remoção da carga orgânica é mais eficiente (essa mesma abordagem, definida pela limitação de detalhamento dos dados disponíveis, é adotada na elaboração do inventário nacional de emissões).

5.5. Produção Industrial e Uso de Produtos (IND)

Para finalidade de inventário, as emissões contadas no setor de Indústria e Uso de Produtos (3% das emissões estaduais em 2020) são aquelas que resultam dos processos industriais em si, não se incluindo a queima de combustíveis com finalidade energética na indústria (as quais são computadas no setor de Energia). No entanto, as ações e subações previstas para esse setor também consideram melhoria na eficiência energética nas atividades industriais, uma vez que essas estão intimamente conectadas a outras ações, como a modificação de processos e a captura de carbono. Além de eficiência energética, importantes ações de mitigação no setor de Indústria e Uso de Produtos incluem controle de emissões fugitivas, modificações de processos industriais para alternativas menos emissoras e adoção de captura e armazenamento de carbono.

Foram identificadas 2 ações, 5 subações e 5 medidas de mitigação do eixo de Indústria e Uso de Produtos para esse plano (Tabela 28).

Tabela 28: Ações e subações para a Produção Industrial e Uso de Produtos

INDÚSTRIA E USO DE PRODUTOS (IND)	
Ações	Subações
IND1: Modificações de processos industriais	IND1.1: Redução na intensidade de emissões da produção de cimento
	IND1.2: Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais
IND2: CCS/CCUS e compensação de emissões	IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gás
	IND2.2: CCS e CCUS Cal
	IND2.3: CCS e CCUS Cimento

Metodologia, premissas e fontes de informação e dados

Para este setor, tomou-se como base as emissões estimadas da coleção 9 do SEEG. A produção de cimento e as estimativas de produção de cal no estado até 2050 foram projetadas com base na variação do PIB.

Uma nota metodológica apresentando detalhadamente a construção das presentes estimativas está prevista para ser consolidada até o primeiro trimestre de 2023.

Dentre as emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos, predominam aquelas oriundas da produção de cimento e da produção de cal. As ações de mitigação surtem efeito nas emissões desses segmentos.

Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 4 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 22. Enquanto o cenário de referência projeta 7 Mt em 2050, um aumento de 109% nas emissões anuais, no cenário de mitigação, as emissões alcançam 6 Mt em 2050, um aumento de 50% em relação a 2020 mas uma redução de 14% em relação ao mesmo ano no cenário de referência.

A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 8 Mt entre 2020 e 2050, representando 5% das emissões totais acumuladas no período para o cenário de referência – Tabela 4 e Tabela 5. (Capítulo 4 – Cenários de Descarbonização).

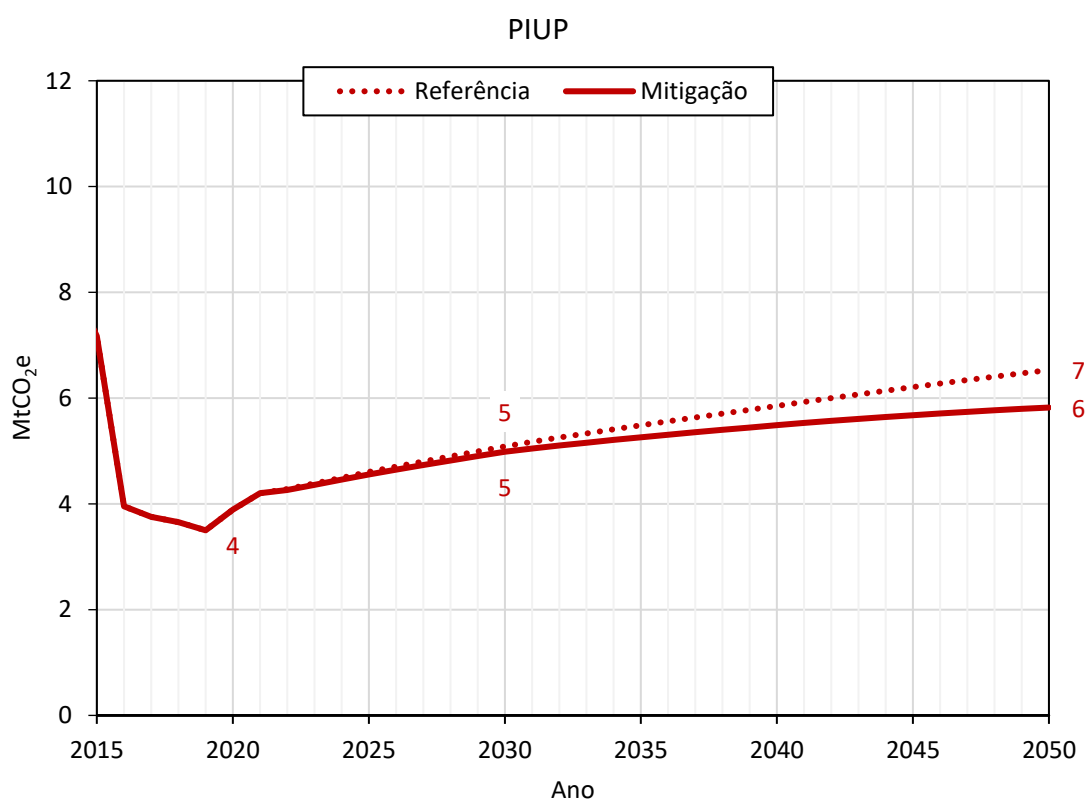


Figura 22: Emissões totais de GEE no setor de Indústria (PIUP)

Fonte: SEEG 2022

INDUSTRIA E USO DE PRODUTOS – IND1: Modificações de processos industriais

Esta ação prevê o fomento à melhoria de eficiência de processos industriais, em variadas frentes. Engloba medidas de aumento da eficiência energética de processos industriais, reduzindo a demanda por eletricidade e/ou combustíveis; o monitoramento e controle de emissões fugitivas (importante na mitigação das emissões da indústria de petróleo e gás e

refino, além de ser fundamental para a sustentabilidade da cadeia produtiva do biometano); e a modificação de processos industriais na redução direta das emissões de GEE desses processos (ex., aditivos para diminuir a intensidade de carbono na produção de cimento, troca de gases com alto potencial de aquecimento global).

Tabela 29: Indústria e Uso de Produtos - IND1 - Subações e Medidas

Subações	Medidas de mitigação	Variável para estimativa de emissões	Metas		
			Cenário de Mitigação		
			2030	2040	2050
IND1.1: Indústria de cimento	IND 1.1.1 Redução na intensidade de emissões da produção de cimento	Redução na intensidade de emissões da produção de cimento	2%	5%	8%
IND1.2: Outras indústrias	IND 1.2.1 Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais	Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais	2%	5%	8%

INDUSTRIA E USO DE PRODUTOS – IND2: CCS e CCUS ⁶⁸

Esta ação prevê o crescente uso de tecnologias de captura, armazenamento e utilização de carbono na medida em que se tornem comercialmente viáveis. Assume-se aqui também a possibilidade de compensação de emissões pelas indústrias através de créditos dentro ou fora do estado via mercado de carbono.

Tabela 30: Indústria e Uso Produtos - IND2 - Subações e Medidas

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
IND2.1: CCS e CCUS Petróleo e Gás	IND2.1.1	Captura de CO ₂ gerado na indústria de P&G	Percentual das emissões de CO ₂ capturadas na indústria de P&G	0%	2%	5%
IND2.2: CCS e CCUS Cal	IND2.2.1	Captura de CO ₂ gerado na indústria de cal	Percentual das emissões de CO ₂ capturadas na indústria de cal	10%	50%	100%
IND2.3: CCS e CCUS Cimento	IND2.3.1	Captura de CO ₂ gerado na indústria de cimento	Percentual das emissões de CO ₂ capturadas na indústria de cimento	0%	2%	5%

⁶⁸ Incluímos aqui as tecnologias BECCS (Bioenergy with carbon capture and storage) que podem ser interessantes para o setor de cana de açúcar e álcool no estado, conforme já apresentado anteriormente.

6. Financiamento Climático Privado e Público do Plano de Ação Climática (PAC 2050) do Estado de São Paulo

Um dos grandes desafios para a implementação de planos e projetos relacionados ao enfrentamento da mudança climática é a mobilização de capital para sua execução, sendo necessário a identificação de possíveis caminhos de captação de recursos privados e públicos que possam ser destinados ao financiamento das ações do PAC2050. Além disso, mais que a busca por oportunidades de financiamento, uma discussão importante nos planos climáticos tem sido a disponibilidade de recursos para financiar esse processo de transição para uma economia de baixo carbono.

Para isso, buscou-se estimar o montante de recursos necessários até 2030 e até 2050 para a implementação das ações do PAC2050, com o objetivo de dimensionar a viabilidade de captação de recursos e identificar oportunidades de financiamento. Esta estimativa foi feita a partir da análise da trajetória de mitigação dos cinco eixos do PAC2050. Realizar esse tipo de prognóstico é uma atividade complexa, principalmente devido à incerteza no dimensionamento do esforço e à disponibilidade de informações acerca dos montantes financeiros necessários para a implementação das ações do PAC2050. Para essa estimativa foram assumidos os custos médios de mitigação para cada linha de ação do PAC2050 com base em dados do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)⁶⁹ e uma taxa de crescimento da economia estadual de 2% ao ano em média, até 2050. É importante ressaltar que as alternativas de financiamento do PAC2050 deverão ser alteradas durante a implementação do plano, uma vez que estes caminhos serão extremamente sensíveis às decisões globais e nacionais, bem como às inovações e novos mercados para o baixo carbono que devem surgir ao longo do tempo. Como resultado, estima-se que até 2030 o PAC2050 necessite de aproximadamente R\$75,63 bilhões (US\$14,56 bilhões⁷⁰), que equivale em média ao longo dos 10 anos a 0,26% do PIB do estado de São Paulo ao ano, ou a 3,22% do PIB do estado em 2019. Até 2050, a necessidade de recursos sobe para R\$691,52 bilhões (US\$133,15 bilhões) acumulados. É importante destacar que esses valores são estimativas e relativos apenas aos investimentos em mitigação, além de não necessariamente serem adicionais ao

⁶⁹ Os dados utilizados foram retirados do relatório *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change - Summary for Policymakers*. Link de acesso: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SPM.pdf

⁷⁰ Para a conversão de real para dólar, utilizou-se a taxa de câmbio 5,1935 (10/10/2022).

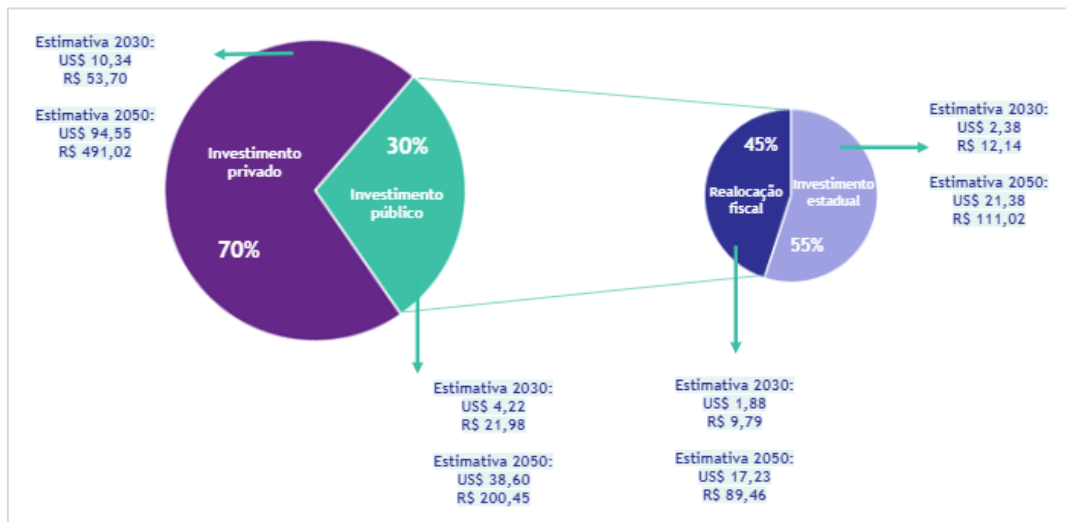
que já é existente, uma vez que os investimentos podem ser direcionados e incentivos carbono-intensivos (“perversos”) removidos.

Também foi estimada a composição desses recursos necessários, a fim de guiar os esforços de atração de recursos por parte dos setores público e privado. A partir da análise dos planos climáticos “Summary of the Energy Security and Climate Change Investments in the Inflation Reduction Act of 2022” dos Estados Unidos e do “The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution” do Reino Unido, foi feito um paralelo com o documento Plano de Ação Climática Versão Zero (fevereiro 2020), estudo realizado pela Assessoria de Mudanças Climáticas da SIMA para identificar estratégias semelhantes às do PAC2050 e qual o respectivo percentual de investimentos entre estatal e privado.

A partir dessa aproximação, estima-se que em média 70% sejam investidos pelo setor privado, enquanto os demais 30% devem ser provenientes de investimento público⁷¹, ainda que essa proporção deva variar ao longo do tempo e entre os diferentes setores. Além disso, o desembolso do setor público pode ocorrer via investimento, correspondendo a cerca de 55% de acordo com as análises realizadas, ou realocação fiscal, correspondendo aos demais 45%. É válido ressaltar que essa proporção é apenas uma estimativa com base nos planos climáticos de outros países.

⁷¹ Para realizar a estimativa do montante de recursos necessários públicos e privados até 2030 e 2050 para realização do PAC2050 e a separação entre os recursos públicos e privados, analisou-se o Summary of the Energy Security and Climate Change Investments in the Inflation Reduction Act of 2022 dos Estados Unidos, o The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution do Reino Unido e o Diretrizes PAC2050.

Figura 23: Estimativa do montante de recursos necessários públicos e privados até 2030 e 2050 para realização do PAC em bilhões de reais e dólares



Fonte: elaboração própria através da análise dos planos climáticos “Summary of the Energy Security and Climate Change Investments in the Inflation Reduction Act of 2022” dos Estados Unidos, “The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution” do Reino Unido e do documento Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo versão, zero, via Assessoria de Mudanças Climáticas da SIMA.

6.1. Caminhos de financiamento climático privado existentes

Considerando a relevância esperada da participação do setor privado no financiamento do PAC2050, foi realizado um levantamento de caminhos de financiamento climático privado existentes para facilitar a identificação de oportunidades de captação pelos atores privados.

Neste processo foram identificadas as principais instituições financeiras e linhas de financiamento através da revisão de bases de dados públicas, sites governamentais e institucionais e outras fontes de informação idônea. Como resultado, encontrou-se cerca de 30 linhas de financiamento que oferecem recursos de forma não-reembolsável ou reembolsável, com custo de capital reduzido para projetos que apresentem sinergia com as ações do PAC2050, evidenciando o posicionamento das instituições financeiras e agências de fomento nacionais e internacionais no apoio a projetos de mitigação às mudanças climáticas.

É importante ressaltar que foi mapeada ao menos uma linha de financiamento para cada ação do PAC2050. Conforme mencionado previamente, foram identificadas mais de 30 linhas de financiamento, sendo que estas apresentam diferentes critérios de elegibilidade, condições

financeiras e podem ser acessadas por diferentes tipos de beneficiários, como estados, municípios e setor privado, incluindo micro e pequenas empresas. Em relação às linhas acessíveis ao setor privado, bancos comerciais e de desenvolvimento brasileiros já possuem programas voltados para financiamento de produtos e atividades sustentáveis que estão alinhadas às ações do PAC2050.

Os montantes disponíveis para estas linhas de financiamento não foram encontrados de forma pública e, em conversas realizadas com instituições financeiras, foi indicado não haver um teto de financiamento, mas sim requisitos mínimos para que ele ocorra. Apesar da dificuldade de encontrar estes montantes, foi possível identificar valores desembolsados pelo BNDES e Desenvolve SP para atividades relacionadas à economia verde⁷². Em 2021, o BNDES desembolsou R\$ 7,8 bilhões para atividades relacionadas à economia verde, sendo cerca de 62,3% deste valor destinado para energias renováveis, 15,7% para melhorias agrícolas e 7,4% para florestas. Já o Desenvolve SP desembolsou em financiamento ao setor público e privado neste mesmo ano cerca de R\$ 36,2 milhões para atividades relacionadas à economia verde.

Foram realizadas entrevistas com instituições financeiras relevantes no âmbito de linhas de financiamento para projetos ou ativos alinhados aos objetivos do PAC2050, como a Desenvolve SP e o BNDES, com o objetivo de coletar informações relevantes sobre o alinhamento das linhas de financiamento disponíveis e como poderiam contribuir para a implementação das ações do PAC2050. Nestas conversas foi constatado que há grande potencial de financiamento para os eixos de energia, transporte e resíduos, tanto no financiamento público como privado.

O Box 3 a seguir mostra uma descrição qualitativa de financiamento identificada para cada eixo de ação do PAC2050.

⁷² Os valores desembolsados pelo BNDES foram retirados do Relatório Anual 2021 (https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22344/3/PR_REL.ANUAL_2021.pdf) e os do Desenvolve SP retirados do Relatório de Sustentabilidade 2021 (<https://www.desenvolvesp.com.br/wp-content/uploads/2022/10/2021-12-RELATORIO-SUSTENTABILIDADE-2021-SITE.pdf>).

Box 3. Linhas de financiamento existentes por eixo do PAC2050

Transportes

Para o eixo Transportes, o Fundo Clima, do BNDES, e seus subprogramas de mobilidade urbana e de projetos inovadores parece ser o instrumento mais alinhado. Também foram identificadas linhas de financiamento que contemplam exclusivamente os municípios como beneficiários (Desenvolve SP e Banco do Brasil) para as ações relacionadas a redução das emissões do transporte coletivo de passageiros e planejamento urbano inteligente. A tabela abaixo traz uma relação de quais linhas de financiamento foram identificadas por cada ação do eixo.

Ação	Resumo das linhas identificadas
Redução das emissões do transporte de carga	2 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento de itens de baixo-carbono, como ônibus e caminhões elétricos e híbridos ou outros modelos com tração elétrica, assim como ônibus e caminhões movidos exclusivamente a biocombustível
Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	5 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Investimentos em Transporte Urbano de Passageiros sobre Trilhos, investimento municipal destinado a projetos sustentáveis e financiamento de ônibus e caminhões elétricos e híbridos ou outros modelos com tração elétrica
Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	1 linha voltada para o apoio a projetos inovadores relacionados à mobilidade urbana, máquinas e equipamentos eficientes e cidades sustentáveis
Planejamento Urbano Inteligente	2 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : financiamento de investimentos em transporte urbano de passageiros sobre trilhos e aquisição de bens e serviços voltados para mobilidade urbana
Novas tecnologias	1 linha voltada para apoiar projetos inovadores relacionados aos empreendimentos apoiáveis dos Subprogramas Mobilidade Urbana, Máquinas e Equipamentos Eficientes, Energias Renováveis; Cidades Sustentáveis e Mudança do Clima

Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU)

Apesar de terem sido identificadas linhas de financiamento com critérios de elegibilidade compatíveis com todas as ações do eixo AFOLU, as ações relativas à preservação e recomposição florestal estão mais amplamente presentes nos programas de financiamento mapeados, enquanto as ações voltadas à pecuária e sistemas integrados se encaixam em critérios mais abrangentes das linhas voltadas para o setor, de modo que há linhas que englobam essas atividades, mas não são exclusivamente dedicadas a elas.

A tabela abaixo traz uma relação de quantas linhas de financiamento foram identificadas por cada ação do eixo.

Ação	Resumo das linhas identificadas
Sistemas Integrados (Lavoura+Pecuária+Floresta e Sistemas Agroflorestais)	1 linha voltada para apoiar os municípios na aquisição de bens e serviços ou financiamento de projetos nas áreas de agricultura e meio ambiente
Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	1 linha voltada para apoiar os municípios na aquisição de bens e serviços ou financiamento de projetos nas áreas de agricultura e meio ambiente
Pecuária - Redução de emissões	1 linha voltada para financiamento de projetos que contribuam para atingir um desenvolvimento sustentável através da redução de emissões e aumento da resiliência climática
Preservação e recomposição florestal	4 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento de recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas, plantio florestal com espécies nativas para fins de sistemas agroflorestais, manutenção e recuperação dos ecossistemas e biodiversidade, e conservação e recuperação de áreas degradadas ou convertidas

Energia

O eixo Energia é o mais avançado no que se refere a fontes de financiamento existentes, principalmente para geração de energia renovável (solar e eólica). Foram identificadas uma ou mais linhas de financiamento para todas as subações do PAC desse eixo, tendo como agentes de fomento o BNDES, Desenvolve SP e o Banco do Brasil.

A tabela abaixo traz uma relação de quantas linhas de financiamento foram identificadas por cada ação do eixo.

Ação	Resumo das linhas identificadas
Eficiência Energética	3 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento municipal para projetos de eficiência energética e para prédios públicos.
Geração solar e eólica	4 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Desenvolvimento tecnológico de energia limpa, aquisição, ampliação e comercialização de energia solar e eólica, assim como implantação de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos.
Novos combustíveis (incluindo H ₂)	1 linha voltada para o desenvolvimento tecnológico ou projetos que envolvam em energia ou produção ou utilização de hidrogênio verde
Combustíveis a partir da biomassa	1 linha voltada para o desenvolvimento tecnológico da energia de biomassa e projetos de geração de energia elétrica ou conversão energética a partir dos usos de biomassa

Resíduos

Para o eixo Resíduos foram identificadas linhas de financiamento com critérios de elegibilidade mais abrangentes, como o Fundo Clima do BNDES, além de duas linhas de financiamento voltadas para ações relacionadas a projetos em aterros, ETE, saneamento e recursos hídricos.

A tabela abaixo traz uma relação de quantas linhas de financiamento foram identificadas por cada ação do eixo.

Ação	Resumo das linhas identificadas
Redução de emissões em sistemas de destinação final dos resíduos sólidos	2 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento de investimento municipal destinado a projetos sustentáveis, incluindo saneamento e resíduos, assim como apoio a projetos inovadores relacionados aos empreendimentos apoiáveis dos Subprogramas Mobilidade Urbana, Máquinas e Equipamentos Eficientes, Energias Renováveis; Cidades Sustentáveis e Mudança do Clima
Redução de emissões em ETE	2 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento para projetos de investimentos públicos ou privados que visem à universalização do acesso aos serviços de saneamento básico e à recuperação de áreas ambientalmente degradadas e construção e revitalização de estações de tratamento de esgoto e água

Indústria e uso de produtos

A partir do mapeamento realizado, foi identificado que o eixo de Indústria e Uso de produtos ainda não aparece como tema central das linhas de financiamento voltadas para agentes públicos. Devido à relevância desse setor, é importante que haja cooperação entre os setores público e privado para endereçar o gap atual de financiamento para o desenvolvimento dessa frente do plano.

A tabela abaixo traz uma relação de quantas linhas de financiamento foram identificadas par cada ação do eixo.

Ação	Resumo das linhas identificadas
Eficiência de processos industriais	3 linhas apresentando o seguinte <i>mix</i> : Financiamento de investimentos em projetos que visem promover a eficiência energética nos segmentos de indústria, comércio, transporte, turismo e serviços, assim como empreendimentos para reduzir a intensidade do uso de recursos naturais e fabricação de produtos ou desenvolvimento processos que possuam um menor impacto socioambiental do que os existentes
CCS - Carbon capture and storage (Captura e Armazenamento de Carbono) e CCUS - Carbon Capture, Utilization and Storage (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono)	1 linha voltada para o financiamento para contratação de serviços tecnológicos associados à otimização da produção, à viabilização de projetos de manufatura avançada e à implantação de soluções de cidades inteligentes e outros similares

Observação: Uma mesma linha de financiamento pode estar presente em mais uma ação devido ao escopo amplo do instrumento.

Por fim, para fomentar investimentos direcionados ao Plano Climático, é importante que os financiadores estabeleçam critérios bem definidos para que o acesso às linhas de financiamento voltadas a projetos e atividades alinhados a uma economia de baixo carbono seja facilitado.

6.2. Financiamento público existente

Na expectativa de identificar recursos públicos disponíveis direcionados às ações potencialmente voltadas à mitigação climática, analisou-se a maneira com que os recursos públicos estão atualmente alocados nas secretarias e programas estaduais que se relacionam às ações do PAC2050 ou que vão na contramão dessas ações de mitigação – chamados ao longo do documento de investimentos/desembolsos perversos.

Os recursos alocados na Lei Orçamentária (LOA) para 2022 totalizam R\$ 29,5 bilhões, em 17 programas e seis Secretarias Estaduais.

Tabela 31 - Dotação Atual na LOA 2022 consolidada por Eixo do PAC⁷³

Tema	Dotação Atual (R\$)	%
Eixo 1 - Transporte	24.261.772.557	82%
Eixo 2 – Agricultura, Floresta e Uso do Solo	4.939.223.185 ⁷⁴	17%
Eixo 3 - Energia	215.463.958	1%
Eixo 4 - Resíduos	17.935.386	0%
Eixo 5- Indústria e Uso de Produtos	111.772.093	0%
Total	29.546.167.179	100%

Dentre os programas, foram identificados os que possuem relação direta com as ações do PAC2050 e de que forma os recursos destinados a cada eixo estão alinhados, em menor ou maior grau, aos objetivos do plano.

No eixo de Energia, por exemplo, são alocados R\$ 13 milhões em biocombustíveis (aproximadamente 6% da Dotação Atual do eixo e 0,04% da Dotação Atual Total). No eixo Transportes, os recursos alocados em transporte ferroviário e hidroviário somam R\$ 5,3 bilhões (cerca de 23% da Dotação Atual para o eixo e 18% da Dotação Atual Total). Já em

⁷³ Informações retiradas do site <https://www.fazenda.sp.gov.br/sigeolei131/paginas/flexconsdespesa.aspx>. Acesso em: 20 out. 2022.

⁷⁴ Destes R\$ 4.939.223.185, R\$ 1.540.955.565 estão alocados em Agricultura e Uso do Solo e R\$ 3.398.627.62 em Florestas. Deste último montante, 46% estão destinados a ações de adaptação através do programa “infraestrutura hídrica e combate a enchentes”, e não a mitigação, foco deste trabalho.

AFOLU, o programa Agro SP Sustentável é responsável por R\$ 1,3 bilhão (cerca de 86% da Dotação Atual para Agricultura por Programa e 4% da Dotação Atual Total), enquanto a recuperação de áreas degradadas soma R\$ 1,9 milhão (menos de 1% da Dotação Atual para Gestão Ambiental por subfunção e 0,006% da Dotação Atual Total). Por último, no eixo de Resíduos, a implementação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos soma R\$ 12 milhões (aproximadamente 67% da Dotação Atual para o eixo e 0,04% da Dotação Atual Total).

Para cada um dos eixos, foi avaliado o alinhamento dos investimentos já realizados pelo estado em relação aos objetivos do PAC2050, buscando recomendar novas alternativas para tornar a alocação de recursos do estado ainda mais direcionada à uma estratégia de mitigação de emissões. O Box 2 traz um resumo dos recursos públicos destinados a cada eixo do PAC2050, contemplando quais atividades financiadas estão alinhadas, em maior ou menor grau, a uma economia de baixo carbono⁷⁵.

Box 2 – Análise dos recursos públicos destinados por eixo do PAC2050

Transportes

Dentre os investimentos já realizados pelo estado encontram-se alguns programas alinhados em maior ou menor grau aos objetivos do PAC2050, como o 1602 - Gestão da Logística Hidroviária e 3708 - Expansão, Modernização e Operação do Transporte Metroviário - Pitu em Marcha, que estão alinhados a um desenvolvimento baixo em carbono. Cabe destacar que modais alternativos ao rodoviário tradicional como os transportes aquáticos, ferroviários, transportes coletivos ou não motorizados, são importantes para contribuir para reduzir as emissões no setor.

Apesar disso, há projetos que fomentam a dependência de combustíveis fósseis e o uso de opções de transporte individuais, como o programa 1606 – Melhorias da Malha Rodoviária. Considerando a relevância nos investimentos na malha rodoviária (que representa 34% da dotação atual), por exemplo, é fundamental que estes tenham como contrapartida fomento ao uso de veículos rodoviários eficientes, com melhorias em seu sistema de transmissão e diminuição de peso e melhorias aerodinâmicas, e fomento ao uso de combustíveis limpos em geral, como etanol de cana-de-açúcar.

Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU)

Agricultura e Uso do Solo

O setor agropecuário, em especial a pecuária, é um eixo chave na mitigação das mudanças climáticas, principalmente no que tange a emissão de metano proveniente de bovinos. Dessa forma, é importante que sejam implementados programas que impulsionem essas atividades em todas as vertentes da agropecuária.

Entre esses programas, destacam-se aqueles que contribuem, de maneira estratégica, para a redução das emissões de gases de efeito estufa, como os sistemas de plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio, a recuperação de pastagem degradada (RPD), os sistemas agroflorestais (SAF) e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Além disso, atividades mais focadas na pecuária, como a redução das emissões entéricas também são fundamentais para um desenvolvimento baixo em carbono, observando a consonância com o apresentado Decreto nº 65.182, de 16 de setembro de 2020, que instituiu o Programa Agro Legal com o objetivo de promover a regularização da reserva legal dos imóveis rurais no estado

⁷⁵ A publicação “Não Perca Esse Bond” traz uma relação das principais atividades setoriais que podem se encaixar nos critérios para emissão de títulos verdes no contexto brasileiro. Isso significa que as atividades relacionadas possuem adicionalidade climática, ou seja, que contribuem para a construção de uma economia de baixo carbono, atuando na mitigação ou adaptação das mudanças climáticas. (Não Perca Esse Bond! (nintgroup.com))

de São Paulo e com o Plano ABC+, que visa à consolidação de uma agropecuária nacional alicerçada sobre sistemas sustentáveis, resilientes e produtivos⁷⁶.

Florestas

32% da dotação atual da Lei Orçamentária 2022 para o eixo Florestas destina-se aos programas “Monitoramento da Qualidade e Redução da Pegada Ambiental”, “Unidades De Conservação, Pesquisa e Inovação em Meio Ambiente” e “Conservação da Biodiversidade e Proteção Ambiental”, apresentando sinergia com as atividades de mitigação alinhadas as ações do PAC2050 para o eixo de AFOLU.

Além disso, é importante mencionar o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)⁷⁷ como instrumento de incentivo à recomposição florestal no estado, sendo um caso de sucesso o projeto Conexão Mata Atlântica⁷⁸, que busca aumentar a proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos e enfrentar as mudanças climáticas. Nesse sentido, a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA), instituída por meio do Decreto nº 66.549 de 07 de março de 2022, é um importante instrumento legal para o amparo e desenvolvimento de novas iniciativas de PSA no estado, de modo que as ações de preservação e recomposição florestal, como as apresentadas no PAC2050, podem ser fortalecidas por meio desse mecanismo.

Outra estratégia relevante para o estado é o ICMS Ambiental, onde municípios que investem em ações voltadas ao desenvolvimento sustentável e proteção do meio ambiente recebem incremento de recursos do repasse do ICMS podem auxiliar no atingimento das metas deste setor. Além deste programa, iniciativas no setor podem se encaixar dentro das ações financiáveis do FEHIDRO⁷⁹, podendo este ser relevante fonte de financiamento, assim como valores repassados via Câmara de Compensação Ambiental (CCA) do estado de São Paulo podem ser fonte relevante de recurso para estas ações, já que cabe a ela indicar as Unidades de Conservação a serem beneficiadas com os recursos da compensação ambiental.

Energia

Dada a importância da transição energética para a descarbonização da economia, é essencial garantir que as fontes de geração de energia estejam sendo consideradas nas alocações de investimentos para que se tornem cada vez mais limpas e renováveis, com atenção especial a criação de programas que viabilizem outras fontes renováveis, programas para o desenvolvimento e produção de biocombustíveis e relacionados ao fortalecimento da infraestrutura de redes de transmissão e distribuição.

Em linhas gerais, 84% dos recursos públicos focados no setor estão destinados a ações de adaptação através do programa “infraestrutura hídrica e combate a enchentes” e 8% dos investimentos do eixo são destinados aos projetos hidroenergéticos.

O estado de São Paulo ampliou por meio do Decreto nº 67.286, de 21 de novembro de 2022, os benefícios fiscais de regulamento do ICMS para a bioenergia, incentivando o uso de combustíveis renováveis e o aumento da competitividade no estado.

Cabe mencionar, ainda, o Projeto de Lei nº 641, de 25 novembro de 2022, cujo objetivo é instituir o Fundo de Aval para Desenvolvimento da Eficiência Energética no estado de São Paulo (FAEE), bem como o Conselho Estadual de Orientação de Eficiência Energética, o que pode ser importante para o apoio à implementação de ações de eficiência energética do PAC2050, viabilizando, por exemplo, o acesso à recursos por micro, pequenas e médias empresas. Além disso, o Projeto de Lei ratifica o Protocolo de Intenções firmado entre o estado de São Paulo, e demais estados brasileiros para a constituição do Consórcio

⁷⁶ Plano Setorial Para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária com Vistas ao Desenvolvimento Sustentável (2020-2030) (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-portuques.pdf>) Acesso em 15 de dezembro de 2022.

⁷⁷ O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) objetiva remunerar produtores rurais, agricultores familiares, comunidades tradicionais, entre outros, pelos serviços ambientais prestados em suas propriedades que promovem a recuperação ou melhoram condições ambientais. O pagamento pode ser realizado pelo poder público, organizações da sociedade civil, agente privado e pessoas físicas ou jurídicas. Informações retiradas de Diário Oficial da União (<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>).

⁷⁸ <https://conexaomataatlantica.mctic.gov.br/cma/o-projeto/o-que-e>

⁷⁹ O Plano Estadual de Recursos Hídricos define os Programas de Duração Continuada (PDCs) nos quais devem ser enquadrados os pleitos para financiamento do FEHIDRO. O PERH vigente estabelece oito PDCs: Bases Técnicas em Recursos Hídricos – BRH; Gerenciamento dos Recursos Hídricos – GRH; Melhoria e Recuperação da Qualidade das Águas – MRQ; Proteção dos Corpos d’Água – PCA; Gestão da Demanda de Água – GDA; Aproveitamento dos Recursos Hídricos – ARH; Eventos Hidrológicos Extremos – EHE; e Capacitação e Comunicação Social – CCS.

Interestadual sobre o Clima, que busca fomentar a governança climática entre os estados e contribuir para a fusão de recursos para projetos comuns.

Por outro lado, é importante atentar-se ao investimento perverso em termelétricas a gás natural, uma vez que apesar de ser uma alternativa ao uso do óleo combustível ou do carvão, não é a opção menos intensiva em carbono, representando uma contribuição menor com o atingimento das metas climáticas.

Resíduos

O estado possui alguns programas voltados para o eixo Resíduos, como Plano Estadual de Resíduos Sólidos - 2040, alinhado aos objetivos do PAC2050 de mitigação de emissões, para o qual foi destinado 67% da dotação atual da Lei Orçamentária de 2022.

A partir das ações do PAC2050, busca-se reduzir as emissões de GEE do setor de Resíduos, tanto em aterros sanitários, quanto em ETEs, por meio do desvio da fração orgânica dos resíduos sólidos (redução/compostagem/biodigestão), a captura/aproveitamento energético do biogás (eletricidade e biometano), e o controle de processos em ETEs. Desse modo, observa-se que a compostagem, biodigestão e demais projetos que promovem a gestão sustentável dos resíduos sólidos, são fundamentais para a redução de emissões do setor. Já em relação ao tratamento de efluentes, tecnologias que reduzam o consumo de energia do processo podem ser incentivadas.

Indústria e uso de produtos

Quase a totalidade da dotação em 2022 para o eixo Indústria foi repassada para o Fundo de Aval, fundo garantidor operado pelo Desenvolve SP, enquanto as demais ações do Programa (Repasse de Recursos ao Fides e Repasse de Recursos ao Fidec) tem predominantemente caráter social.

Uma alternativa que será estudada na fase de implementação do plano é a criação de critérios ambientais para que os repasses do Fides e Fidec ocorram, como alternativas alinhadas a um desenvolvimento baixo em carbono, como armazenamento de carbono e melhoria de processos e equipamentos.

Ainda como parte da análise do orçamento público do estado, foi realizada uma avaliação da série histórica 2019 – 2021, identificando instrumentos orçamentários, gastos tributários e políticas públicas relacionadas a ações de mitigação e neutralização das emissões de gases de efeito estufa.

O orçamento público pode ser dividido em dois grandes grupos, Despesas Correntes e Despesas de Capital. Na primeira categoria encontram-se as despesas que não afetam a formação do ativo no balanço do estado. As Despesas de Capital são o oposto, aquelas que efetivamente geram bens ou serviços que integram o balanço público.

No contexto das Despesas de Capital, é importante mencionar o Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis - PECS, visa a inserção dos critérios socioambientais nos procedimentos de compras e contratações, baseando-se na orientação dos servidores envolvidos para que estes passem a dar preferência aos bens e serviços que tenham obtido o Selo socioambiental. A outorga do Selo é feita apenas pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, cabendo à Secretaria da Fazenda a disponibilização da indicação do Selo nos itens que compõem o Catálogo de Materiais. Além disso, pode-se avaliar a adoção de critérios

ambientais para aquisição de bens e serviços considerados estratégicos nas contratações públicas, tais como aquisição e locação prioritária de veículos classificados com melhor desempenho no Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular do INMETRO e com motor flex, a serem abastecidos exclusivamente com etanol, salvo situações excepcionais devidamente justificadas (em conformidade com o Decreto Estadual nº 59.038/2013 – Programa Paulista de Biocombustíveis); aquisição de equipamentos de refrigeração com melhor desempenho energético e que utilizem gases refrigerantes de menor GWP; substituição de produtos produzidos a partir de matérias-primas de origem fóssil por alternativas à base de matérias-primas de origem renovável; rastreabilidade da origem de produtos e subprodutos florestais, dentre outros.

De modo geral, as Despesas de Capital são consideradas mais flexíveis, no sentido que existe maior discricionariedade na escolha do gestor público sobre quais projetos serão objeto de investimento. Dessa forma, embora historicamente as Despesas Correntes representem mais de 90% da despesa pública do estado de São Paulo, dentro delas não estão necessariamente as melhores oportunidades para neutralização e mitigação de emissões.

O Box 4 a seguir aborda as possibilidades encontradas de mitigação das emissões do orçamento público no contexto das Despesas de Capital e Despesas Correntes.

Box 4 - Possibilidades de mitigação das emissões do orçamento público

Quadro Resumo: correlação das ações do PAC2050 e propostas de mitigação das emissões por meio do orçamento público

Ação PAC	Instrumentos orçamentários propostos
TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	<ul style="list-style-type: none"> Investimentos em projetos de parcerias público privada e concessões Carbono Neutro
TRA2: Redução das emissões do transporte de coletivo de passageiros	<ul style="list-style-type: none"> Operações estatais de ônibus
TRA3: Redução das emissões da frota de veículos leves e motocicletas	<ul style="list-style-type: none"> Investimentos em projetos de parcerias público privada e concessões Carbono Neutro Neutralização da operação veicular do Estado
TRA4: Planejamento urbano inteligente	<ul style="list-style-type: none"> Secretaria dos Transportes Metropolitanos: Investimento em Transporte sobre Trilhos Investimentos em projetos de parcerias público privada e concessões Carbono Neutro
TRA5: Novas tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> Secretaria de Logística e Transporte- Investimento no Modal Rodoviário

AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivo à adoção de alimentos de origem na agricultura familiar
ENE1: Eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria da Habitação e Educação- Eficiência Energética • Políticas de geração de energia solar distribuída • Redução de quadro presencial do Estado - Teletrabalho
ENE2: Geração solar e eólica	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de geração de energia solar distribuída • Operações de microcrédito via Banco do Povo
ENE3: Introdução do H ₂ como combustível	<ul style="list-style-type: none"> • Bônus para pesquisas relacionadas à mitigação da emissão de CO₂
ENE4: Combustíveis avançados a partir da biomassa	<ul style="list-style-type: none"> • Bônus para pesquisas relacionadas à mitigação da emissão de CO₂

Por fim, foram analisadas no contexto do financiamento público alternativas relacionadas ao Plano Plurianual (PPA), instrumento de planejamento de médio prazo que traz as diretrizes, objetivos e metas de um Governo para um período de 4 anos.

O PPA do estado de São Paulo conta com uma parte estratégica dividida em Objetivos Estratégicos, que estão associados aos ODS. Foi identificado que o objetivo Estratégico 8 está relacionado à questão ambiental: Desenvolvimento Sustentável Preservando o Meio Ambiente e Protegendo a População Frente aos Desastres Naturais. Para a elaboração do PPA 2024-27, sugere-se a incorporação de um Objetivo Estratégico adicional que incorpore as diretrizes do Plano de Ação Climática e as ações a serem desenvolvidas pelo governo do estado, demonstrando que essa é efetivamente uma prioridade governamental.

Dentre as alternativas de financiamento para o estado está a criação de um programa específico para o enfrentamento das mudanças climáticas que conte com um diagnóstico do problema, indicadores e metas, tornando mais fácil para a toda a sociedade acompanhar as ações desempenhadas pelo Governo paulista. Este programa poderia ser acompanhado pelo componente MRV80 do PAC2050, metodologia estabelecida pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que auxilia no planejamento e estratégias de ações para a execução de um plano climático.

⁸⁰ MRV é a sigla para Mensuração, Reporte/Relato e Verificação. Histórico e evolução do MRV podem ser acessados em <https://climat.be/doc/mrv-manual-pt-final.pdf>

6.3. Potenciais caminhos para o financiamento climático

Além de analisar caminhos de financiamento já existentes para o PAC2050, tanto privados como públicos, é importante que o estado reflita sobre seus próprios investimentos para tentar reduzir ao máximo possível incentivos perversos, ou seja, colocar dinheiro do estado em atividades carbono intensivas. Além disso, também é importante que o estado reflita sobre questões tributárias que desonerem investimentos alinhados à mitigação climática e/ou desincentivem investimentos desalinhados ao PAC, como por exemplo a implementação do ICMS verde e a ampliação do Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis

Vale ressaltar a possibilidade de explorar vias inovadoras de financiamento para expansão dos recursos direcionados à causa climática. Neste contexto, foram analisados instrumentos financeiros que podem ser explorados, como a emissão de dívidas e empréstimos temáticos⁸¹ e mecanismos e instrumentos financeiros de *blended finance* ⁸².

Foram realizadas entrevistas com atores de interesse na emissão de dívida e empréstimos temáticos, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Fundo LAGreen e a Desenvolve SP, que conta com um *framework*⁸³ para emissões rotuladas. Nessas conversas foi demonstrado interesse em participar ativamente da estruturação de uma operação rotulada *Sustainability Linked-Loan*⁸⁴ atrelada a metas de descarbonização do estado, tanto como financiador como provedor de capital concessional para assistência técnica.

Além disso, em conversas com o BID e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pontuou-se que mecanismos de *blended finance* possuem elevado potencial no Brasil, com algumas experiências de sucesso já implementadas e ganhando tração no mercado. Recentemente, o BNDES lançou uma seleção pública de estruturas em *blended finance* para apoiar através de seus recursos não-reembolsáveis projetos com foco na promoção de impacto socioambiental positivo.

⁸¹ Categoria ampla de operações financeiras que receberam algum rótulo temático em decorrência da adicionalidade ambiental, social ou sustentável do uso de recurso ou devido aos compromissos ASG definidos a partir de KPIs e metas. Exemplos de títulos rotulados: green, social, sustainable, transition e sustainability-linked bonds/loans.

⁸² Instrumentos de blended finance fazem uso do capital público ou filantrópico para estimular o investimento do setor privado. Estes instrumentos são utilizados para a viabilização de transações que tenham como objetivo a promoção do desenvolvimento sustentável em países emergentes.

⁸³ Framework de Títulos Temáticos na América Latina e Caribe: <https://www.desenvolvesp.com.br/wp-content/uploads/2022/10/Framework-DSP-PORT.pdf>

⁸⁴ Empréstimo baseado no alcance de baseados em KPIs e metas ASG. As características do empréstimo são vinculadas à melhora do desempenho ASG da organização, de forma que o atingimento das metas está atrelado a obtenção de melhores condições de financiamento.

Por meio da chamada, o banco de desenvolvimento selecionou projetos em três vertentes: bioeconomia florestal, desenvolvimento urbano e economia circular. Nesta modalidade de financiamento, o BNDES busca combinar uma parcela dos seus recursos não-reembolsáveis, limitado a R\$ 30 milhões por cliente, a recursos associados a outras fontes (como filantrópicos, públicos, privados, nacionais ou internacionais)⁸⁵ de modo a alavancar a atração de capital comercial ao ativo/projeto.

O Box 5 apresenta e exemplifica os caminhos de financiamento a serem fomentados.

Box 5 - Caminhos de financiamento a serem fomentados

Instrumentos financeiros temáticos
 O Brasil é o maior emissor de títulos rotulados no setor privado da América Latina e Caribe. Já foram realizadas emissões em todos os setores do PAC2050 para financiar projetos ou ativos que tragam benefícios ambientais. No entanto, no Brasil só é permitida a emissão de títulos públicos pela União, não sendo possível a emissão de título de dívida por entes subnacionais, como estados. Apesar disso, estudos e projetos-piloto vêm sendo desenvolvidos para analisar a viabilidade de uma estrutura para emissão no mercado de capitais em escala subnacional, como mostrado a seguir.

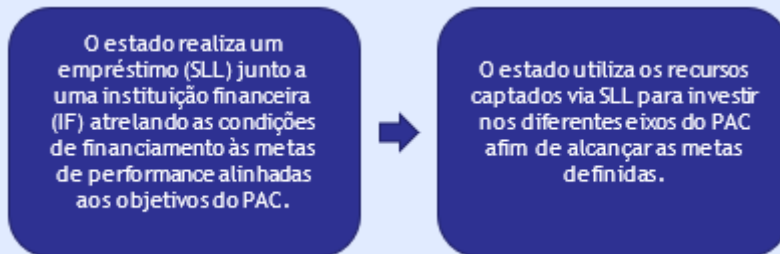
Instrumentos Financeiros Temáticos (financiam projetos, ativos ou organizações que apresentem adicionalidade ambiental)

Emissão temática	Empréstimo temático
<p>Uma instituição financeira (IF), no papel de emissora, emite um <i>Sustainability Linked-Bond</i> em que os recursos captados são alocados para apoiar o estado na implementação do PAC2050, de forma a viabilizar o atingimento de metas climáticas assumidas. Em seguida, a IF faz um empréstimo ao estado através de um <i>Sustainability Linked-Loan</i>, que terá metas de performance alinhadas aos objetivos do PAC2050 e aos termos da emissão do <i>Sustainability Linked-Bond</i>. Ao receber da entidade subnacional o pagamento das obrigações de acordo com o cronograma de financiamento do empréstimo, a emissora utilizará esses pagamentos para cumprir com as responsabilidades perante o investidor do <i>Sustainability Linked-Bond</i>.</p>	<p>Empréstimo diretamente junto à uma instituição financeira (comercial ou de desenvolvimento multilateral), que já tenha experiência em <i>Sustainability Linked-Loans</i> e <i>Development Policy Loan (DPL)</i>. O inovador dessa operação é a adoção de metas alinhadas ao PAC, ou seja, um empréstimo vinculado a performance (<i>Sustainability Linked-Loan - SLL</i>).</p>

Fonte: elaboração própria

⁸⁵ Mais informações podem ser encontradas na página do BNDES (<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/parcerias/blended-finance>)

Alguns estados brasileiros, como o Mato Grosso, Amazonas e Pará já realizaram empréstimos temáticos. Outra alternativa mais atrativa do ponto de vista burocrático e dos investidores é a estruturação de um empréstimo verde diretamente junto a uma instituição financeira, que se diferenciaria das operações comuns apenas na adoção de metas alinhadas ao PAC2050, ou seja, um empréstimo vinculado a performance (*Sustainability Linked-Loan - SLL*). Essa alternativa foi sistematizada a partir de um exemplo hipotético no qual haveria um empréstimo via SLL para financiamento do PAC do estado de São Paulo e a estrutura dessa operação ocorreria através de um empréstimo ao estado de São Paulo junto a uma instituição financeira, em que as condições de financiamento estariam atreladas ao cumprimento das metas estabelecidas no PAC.



Fonte: elaboração própria.

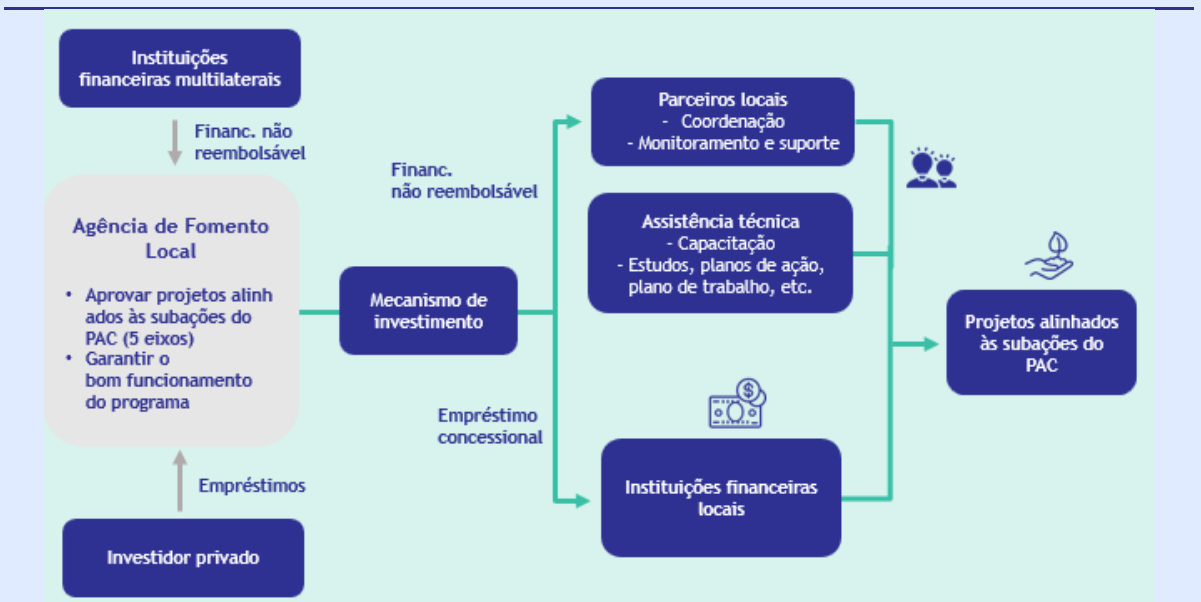
Blended Finance

O *blended finance* é caracterizado pela união do investimento privado à outras fontes de recurso, como o capital público ou filantrópico, para a viabilização de transações que tenham como objetivo a promoção do desenvolvimento sustentável em mercados emergentes.

A partir dos cases de sucesso levantados, observou-se que a maioria das atividades e escopos financiados na modalidade de *blended finance* possuem relação com os eixos de Agricultura, Florestas e Uso do Solo e Energia do PAC. Nestes eixos, identificou-se um maior número de instrumentos concretos de *blended finance*, espalhados por diversos países em desenvolvimento. De maneira geral, estes instrumentos buscaram fomentar atividades diversas dentro do escopo destes eixos, promovendo estratégias pautadas no desenvolvimento sustentável.

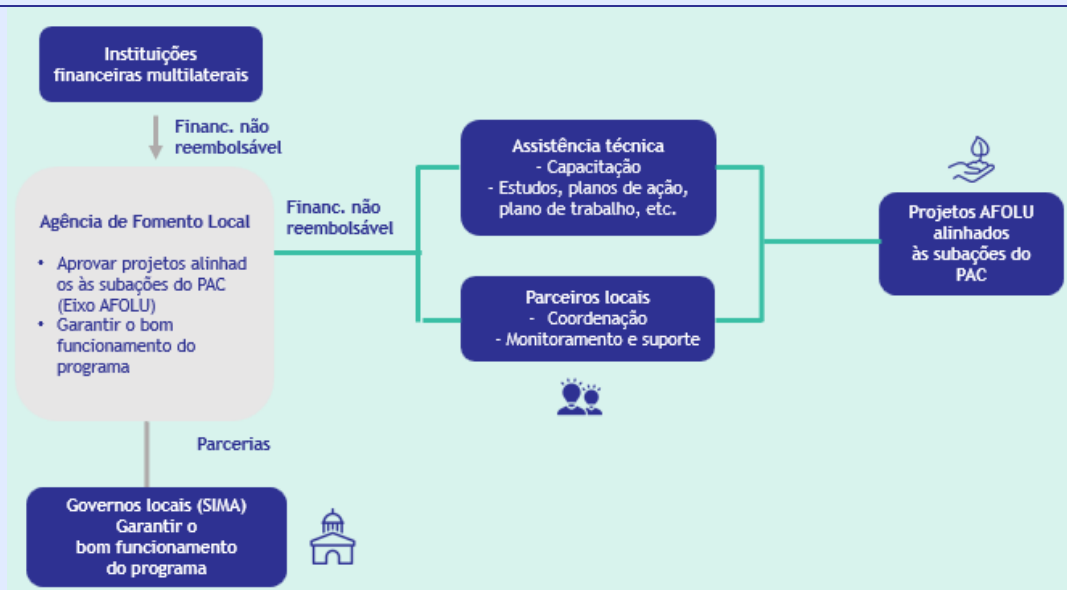
Os exemplos hipotéticos trazidos abaixo ilustram a aposta global nesse modelo de financiamento como uma alternativa eficaz para países emergentes avançarem na implementação e estruturação de seus planos e projetos focados na mitigação da mudança climática.

Exemplo 1 de mecanismo de *blended finance* voltado para financiamento de subações em algum dos 5 eixos do PAC 2050



Fonte: elaboração própria

Exemplo 2 de mecanismo de *blended finance* voltado para financiamento de subações do eixo AFOLU do PAC 2050, onde financiamentos não reembolsáveis tendem a ser mais críticos.



Fonte: elaboração própria

A disponibilidade de capital para a implementação de planos e projetos climáticos é um grande desafio. A análise realizada demonstrou que já há um alinhamento instituições de fomento com a agenda climática através da existência de linhas de financiamento voltadas para ações contempladas no PAC2050, de modo que não há empecilho significativo para o financiamento dessas atividades no curto prazo. Ainda assim, dado o volume necessário para o atingimento das metas climáticas, é necessário explorar novos caminhos escaláveis para a captação de recursos, como instrumentos de blended finance e as operações rotuladas, assim como alternativas para que o estado de São Paulo mitigue suas emissões e realoque recursos em atividades que contribuem para uma economia de baixo carbono através, por exemplo, da criação de incentivos fiscais e fortalecimento das políticas de fomento. Este esforço, além de futuras modificações em leis e regulamentos que devem incentivar maior alinhamento a atividades de baixo carbono, demonstram a viabilidade da mobilização de recursos para este objetivo.

7. A Governança Climática do PAC2050

O modelo de governança adotado para a gestão do Plano de Ação Climática – PAC-2050, é assentado na larga experiência do estado de São Paulo em diferentes estruturas de conselhos participativos, cujo modelo pioneiro foi a instituição do CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente em 1983 que, há quase 40 anos, exerce papel essencial nas decisões sobre a política ambiental paulista. Além desse formato exitoso, outras formas de participação direta da sociedade civil foram adotadas de maneira pioneira: a gestão integrada das águas por bacias hidrográficas pela Lei Est. 7.663/91, os conselhos gestores das unidades de conservação, com a Lei Fed. 9.985/2000, e os colegiados gestores do gerenciamento costeiro, pela Lei Est 10.019/1998, entre outros. Todos esses modelos vêm se aprimorando com o exercício regular e transparente de suas funções e com o rodízio da participação livre e democrática das entidades representadas.

A governança do tema das mudanças climáticas em São Paulo, já trilhou diversos caminhos. Resumidamente, começa com a criação do Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e Biodiversidade (instituído pelo Decreto Estadual nº 49.369/2005), que tinha por objetivo, conscientizar e mobilizar a sociedade paulista para a discussão e tomada de posição sobre o fenômeno das mudanças climáticas globais, a necessidade da conservação da diversidade biológica do planeta e a promoção da sinergia entre as duas temáticas. O Fórum foi proposto com caráter consultivo, composto por membros do governo e convidados e presidido pelo governador. Em 2009, São Paulo cria a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). A PEMC surge com a Lei nº 13.798/2009 e com ela nasce o Conselho Estadual de Mudanças Climáticas, sendo este, regulamentado pelo Decreto nº 55.947/2010. O Conselho também tem caráter consultivo, porém tripartite – já prevendo em sua formação a participação da sociedade civil e municípios - e presidido pelo governador. Em sua regulamentação, pelo referido Decreto, o Conselho passa a exercer o papel do Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e Biodiversidade (artigo 7º), assumindo as funções de acompanhar a implantação e fiscalizar a execução da PEMC.

Com base nessa longeva experiência normativa e, sem tanto êxito prático, o Governo do Estado de São Paulo, assim que aderiu à “*Race to Zero*” iniciou simultaneamente: a elaboração do PAC e uma nova proposta de Governança para o tema de Mudanças Climáticas.

Para a governança, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, elaborou uma proposta de revisão do Decreto nº 55.947/2010. A sua concepção foi debatida no âmbito do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) em 2021. Nesse momento, representantes da sociedade paulista puderam expor suas principais demandas sobre o que esperavam de uma nova governança para mudanças climáticas. Tendo em vista tratar-se de um tema que afeta a todos, foi recomendada a criação de um espaço de diálogo tripartite, que garantisse a representação da sociedade e dos setores que devem promover as principais mudanças para o baixo carbono e adaptação, bem como das prefeituras e regiões metropolitanas, uma vez que as mudanças necessárias, são de responsabilidade Inter federativa. A proposta de um novo Conselho Estadual de Mudanças Climáticas mantém seu caráter consultivo e contempla a seguinte formação (ilustrado pela figura abaixo):

Estrutura:

I – Presidência: Governador;

II – Secretaria Executiva: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

III - Plenário;

IV - Comissões temáticas

Composição: tripartite (Estado, Municípios e Sociedade Civil), com 27 assentos, sendo:

Pelo Governo do Estado: 9 (nove) representantes dos seguintes órgãos e entidades governamentais:

a) Governador do estado que o presidirá,

b) O Secretario de Infraestrutura e Meio Ambiente e um suplente da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente;

c) 1 (um) titular da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e o suplente da Secretaria da Fazenda e Planejamento;

d) 1 (um) titular da Secretaria de Desenvolvimento Regional e o suplente da Secretaria de Projetos, Orçamento e Gestão;

- e) 1 (um) titular da Secretária da Agricultura e Abastecimento e o suplente da Secretaria da Saúde;
- f) 1 (um) titular da Secretaria de Logística e Transportes e o suplente da Secretaria de Transportes Metropolitanos;
- g) 1 (um) titular da Casa Militar e o suplente da Secretaria de Habitação;
- h) 1 (um) titular da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o suplente do Instituto de Pesquisas Ambientais - SIMA;
- i) 1 (um) titular e suplente da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Pela representação dos poderes locais: 9 (nove) representantes:

- a) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana de São Paulo;
- b) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana de Campinas;
- c) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte;
- d) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana de Sorocaba;
- e) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana da Baixada Santista;
- f) 1 (um) titular e suplente da Região Metropolitana de Ribeirão Preto;
- g) 1 (um) titular e suplente da Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente – ANAMMA;
- h) 1 (um) titular e suplente da Associação Paulista dos Municípios – APM;
- i) 1 (um) titular e suplente representantes dos municípios integrantes do Conselho de Recursos Hídricos.

Pela Sociedade Civil: 9 (nove) representantes:

- a) 4 (quatro) titulares e suplentes de entidades ambientalistas com atuação na área de mudanças climáticas;
- b) 2 (dois) titulares e suplentes de universidades públicas paulistas;

- c) 1 (um) titular e suplente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP;
- d) 1 (um) titular e suplente da Federação da Agricultura do Estado de São Paulo – FAESP,
- e) 1 (um) titular e suplente da Federação do Comércio do Estado de São Paulo – FECOMERCIO;

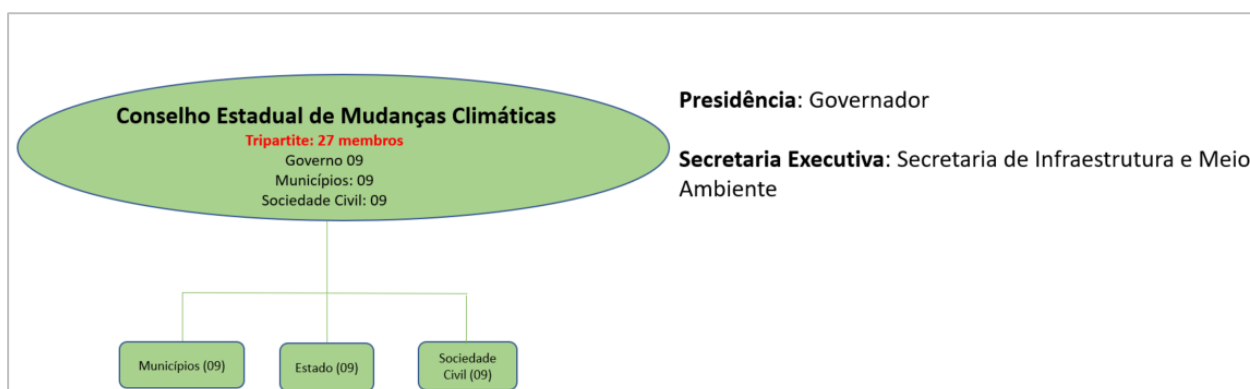


Figura 24: Composição do Conselho Estadual de Mudanças Climáticas, segundo proposta da SIMA, 2021.

A composição do Conselho espelha um espectro amplo da sociedade e promove uma conjunção de esforços para acompanhar suas ações. É focado no cumprimento das metas globais e intermediárias do PAC-2050, e mobiliza a sociedade para responder à emergência climática, a conservação da diversidade biológica e o atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS – Agenda 2030.

Este Conselho cumprirá a função de “Fórum Paulista de Mudanças Climáticas e Biodiversidade” encarregado de promover um amplo debate com todos os segmentos da sociedade civil interessada. Abrangerá ainda as funções do Comitê Gestor previsto no Dec. Est. 55.947/2010.

Acredita-se que, desta forma, um Conselho enxuto e representativo poderá ser mais eficiente nas tarefas de acompanhamento da PEMC e, em especial, na implementação do PAC-2050 e do Plano de Adaptação Climática do Estado de São Paulo.

A nova proposta, encontra-se em tramitação uma minuta de decreto para atualizar o ora vigente Dec. Est. 55.947/2010.

