


Plano de Ação
Climática e
desenvolvimento
sustentável para
São Paulo



PAC2050




EM CONSULTA PÚBLICA

Novembro / 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 portes

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

Alfredo Rocca
Alisson Moraes
André Simas
José Ronal Santa Inez
José Valverde
Ricardo Cantarani

Indústria e 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 Araújo
Oswaldo Lucon

Educação Ambiental

Gabriela Fernades Camacho
Maria de Lourdes Freire
Rita Zanetti

Coordenação técnica

Gilberto De Martino Jannuzzi - Professor Titular, Faculdade Engenharia Mecânica Unicamp
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
Leandro Valarelli - Especialista em facilitação de processos

Consultoria técnica de Financiamento - NINT – Natural Intelligence

Felipe de Paula Nestrovsky – 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
Kaccnny Carvalho - Analista de Baixo Carbono e Resiliência Regional
Leta Vieira - Gerenta 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

Sumário

1. SUMÁRIO EXECUTIVO.....	7
2. VISÃO DE FUTURO	12
3. O PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA- PAC2050	14
4. PANORAMA ATUAL DAS EMISSÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	17
5. CENÁRIOS DE DESCARBONIZAÇÃO.....	22
6. ORIENTAÇÕES PARA A POLÍTICA ESTADUAL DO CLIMA.....	30
a. Setor de Transportes (TRA).....	36
b. Setor Agropecuária, Florestas e Usos do Solo – AFOLU.....	43
b.1 Agropecuária	44
b.2. Mudança de Uso do Solo e Florestas (MUT).....	46
c. Setor Energia (ENE).....	50
d. Resíduos (RES).....	54
e. Indústria e uso de produtos (IND).....	59
7. CAMINHOS PARA FINANCIAMENTO DAS AÇÕES.....	63
8. A GOVERNANÇA	67

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

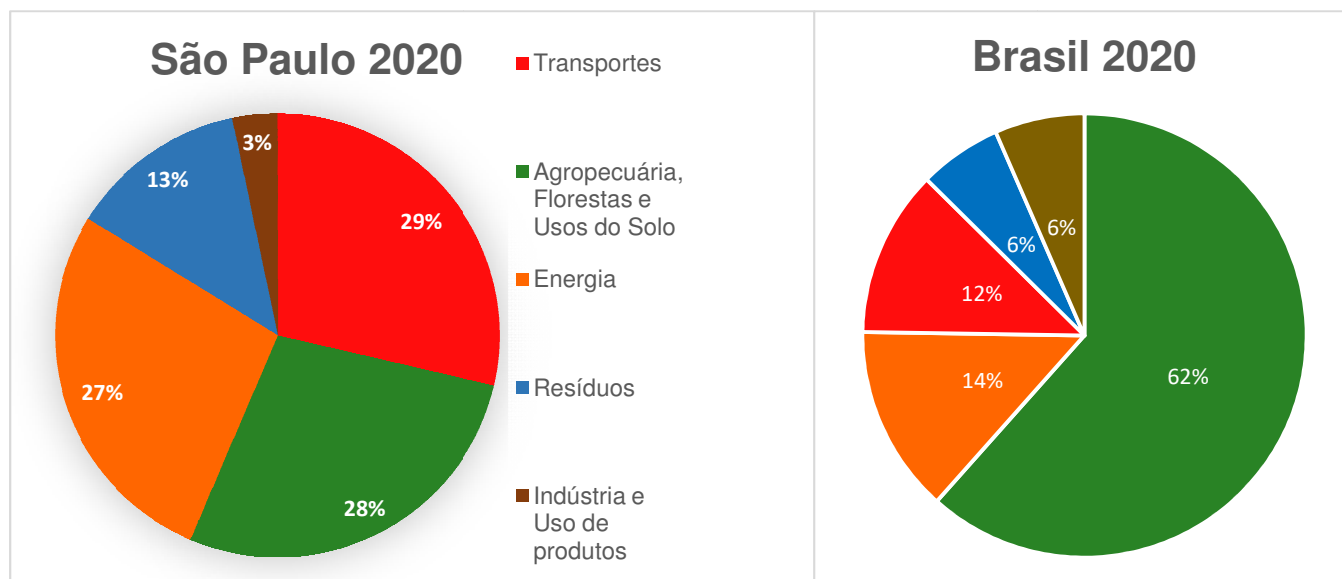
Observação

Por se tratar de um texto-síntese, este sumário executivo não será objeto de comentários. Ele será ajustado após o processamento das contribuições ao texto principal.

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), ou 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 abaixo para as emissões em 2020.



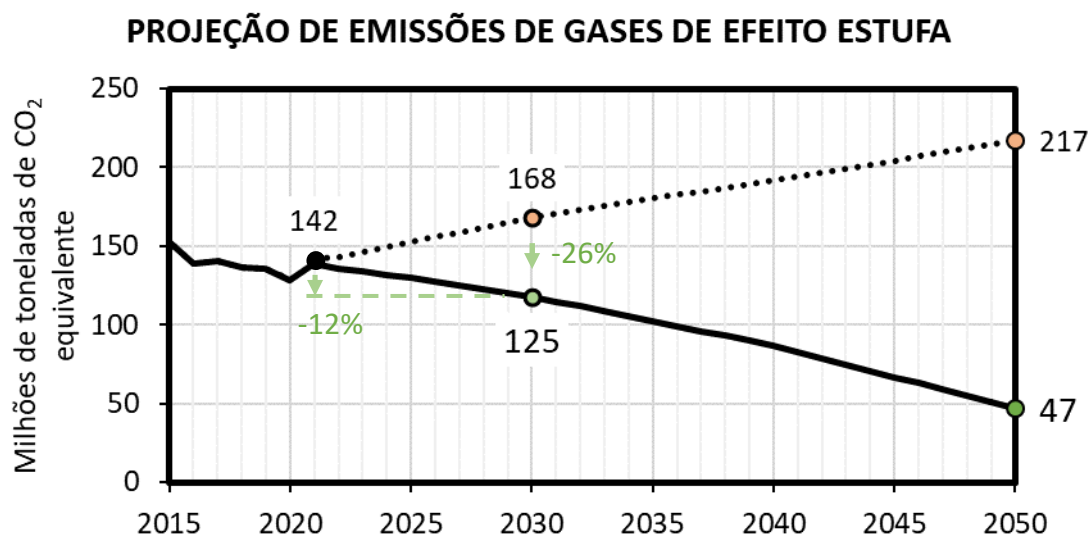
Fonte: SEEG 2022

O PAC2050 lida com estratégias de mitigação de emissões em seis setores chaves de nossa economia: Transportes; Energia; Agropecuária, Florestas e Usos do Solo; Resíduos; Indústria e Uso de Produtos; e Finanças Verdes e Inovação. O Plano contém metas para 2030 e 2050 em relação ao ano de 2021, onde 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 reduzir em 78% as emissões projetadas para o ano 2050, de 217 megatoneladas de dióxido de carbono equivalentes (Mt CO_{2e}) no cenário de referência para 47 Mt CO_{2e} no cenário de mitigação. Em termos absolutos, significa uma redução de 67% em relação aos níveis emitidos no ano de 2021 (142 Mt CO_{2e}) 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 CoP27.

A figura 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.



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 CO_{2e} 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 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, e 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 PAC 2050. 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 do 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 PAC 2050 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.

Importante salientar que o PAC2050 para o Estado de São Paulo visa estar alinhado à NDC brasileira, e com os planos de mitigação que vários municípios do estado estão implantando. Várias 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. 2. VISÃO DE FUTURO

2. 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 (incluindo organizações e o próprio estado), 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 seguinte seção. Por questões de escopo, os aspectos de resiliência e adaptação são considerados indiretamente neste trabalho.
3. O PAC 2050 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 contempla 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 (indivíduos, corporações e o governo), novos modelos de negócios, financiamento, disseminação de novas tecnologias e inovação.
4. Para a sua elaboração, o PAC2050 considerou diversos estudos e relatórios produzidos pelo Governo do Estado e grande parte das ações propostas deriva de orientações contidas nesses documentos¹. Destacamos os documentos "Plano de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo 2022-2040" da Secretaria de Desenvolvimento Econômico (PDE 2022-2040)², "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas" da SIMA (PAC Diretrizes)³, o documento "PEMC 10 anos - Política Estadual de Mudanças Climáticas" (Lucon et al., 2022)⁴, assim como as informações contidas nos planos setoriais de transportes, resíduos, energia, agropecuária, etc.⁵.

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

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

³ SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

⁴ 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.

⁵ 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

5. 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.
6. O PAC2050 está em consonância com os planos setoriais⁶ (energia, 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 acompanhada pelo componente de MRV⁷ do PAC2050 e subsidiar suas sucessivas revisões.
7. Alguns pontos relevantes já aparecem nas projeções climáticas considerados no Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) que impactarão aumento de demanda de eletricidade para condicionamento ambiental em praticamente todo o território estadual e, com isso, também maiores necessidades de refrigeração para a cadeia de produção e transporte de produtos perecíveis e, portanto, exigindo maior atenção a tecnologias e processos energeticamente mais eficientes. A população do estado deverá se estabilizar em torno de 46 milhões em 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 mais industrializadas, exigirão, porém, maior atenção às relevantes desigualdades socioeconômicas e ambientais regionais existentes no estado e que o PAC2050 deve contribuir para equacioná-las.
8. 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.

mitigação e adaptação climática. https://www.biota.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Biota-Si%CC%81ntese_contribuicao-ao-PAC_baixa.pdf

⁶ Alguns planos setoriais, como o de Energia, ainda estavam em elaboração durante a confecção do PAC2050.

⁷ MRV é a sigla para Monitoramento/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>

Esses elementos são muito importantes e deverão estar considerados dentro da governança do próprio PAC2050.

9. 3. O PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA- PAC2050

10. No âmbito federal tem-se compromissos importantes como as Contribuições Nacionalmente Determinadas - NDC (Acordo de Paris)⁸, o Programa Metano Zero (com meta de reduzir em 30% as emissões até 2030)⁹ e, mais recentemente, a intenção de criar um mercado de carbono (Decreto 11.075 de 19/05/2022)¹⁰, estabelecendo também metas setoriais até junho de 2023. O Estado de São Paulo, por meio do Decreto Estadual n° 65.881/2021, aderiu à duas campanhas das Nações Unidas (*Race to Zero* e *Race to Resilience*)¹¹.
11. A adesão de São Paulo ao *Race to Zero*¹², que implica emissões líquidas do estado até 2050¹³ além da Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC¹⁴ e os compromissos nacionais mencionados são os princípios que orientaram a elaboração do Plano de Ação Climática - PAC2050.
12. Como ação decorrente da adesão ao “*Race to Zero*”, o Estado de São Paulo iniciou o processo de diálogo com a sociedade, através 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.
13. Partindo das Diretrizes, o Estado de São Paulo iniciou a elaboração do Plano propriamente dito. Como primeira etapa, o Estado, por meio de consultas setoriais, reuniu iniciativas que já estão em andamento e/ou em processo de implantação¹⁵, bem como a avaliação de estudos anteriores^{16,17,18} desenvolvidos pelo Governo do Estado de São Paulo – GESP.

⁸ “[Brazilian NDC](#)”. 31/10/2021 Acedido a 20 de maio de 2022.

⁹ MMA. 2022. ‘[PROGRAMA NACIONAL METANO ZERO](#)’. Brasília, DF: República do Brasil.

¹⁰ [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

¹¹ ‘[SP adere às campanhas da ONU para zerar emissão de poluentes até 2050](#)’. 2021. Governo do Estado de São Paulo. 20 July 2021.

¹² [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

¹³ 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>.

¹⁴ [Lei Estadual nº 13.798 de 09/11/2009](#): institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas.

¹⁵ FIESP, ONGs e secretarias de governo.

¹⁶ 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.

14. 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.
15. O PAC2050 está organizado a partir de seis setores¹⁹ para apresentar as suas ações de orientação para as políticas estaduais. São eles:
16. 1. Transportes;
 17. 2. Energia;
 18. 3. Resíduos;
 19. 4. Agropecuária, Florestas e Usos do Solo;
 20. 5. Indústria e Uso de Produtos e
 21. 6. Finanças Verdes e Inovação (a ser tratado de maneira transversal nesse documento)
22. 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 considerando importantes aspectos transversais de transformações necessárias para o PAC 2050 do ponto de vista:
23. a) das tecnologias necessárias (existentes, emergentes);
 24. b) da modificação e resiliência da infraestrutura necessária;
 25. c) das reformas institucionais e regulatórias;
 26. d) de mudanças de comportamentos da população e de consumidores corporativos;
 27. e) de mudanças de uso e ocupação do solo (urbano e rural) e
 28. f) de inovações em modelos de negócio e financiamento.

¹⁷ SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

¹⁸ SIMA. 2021b. "Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo - Relatório Final". SIMA.

¹⁹ 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.

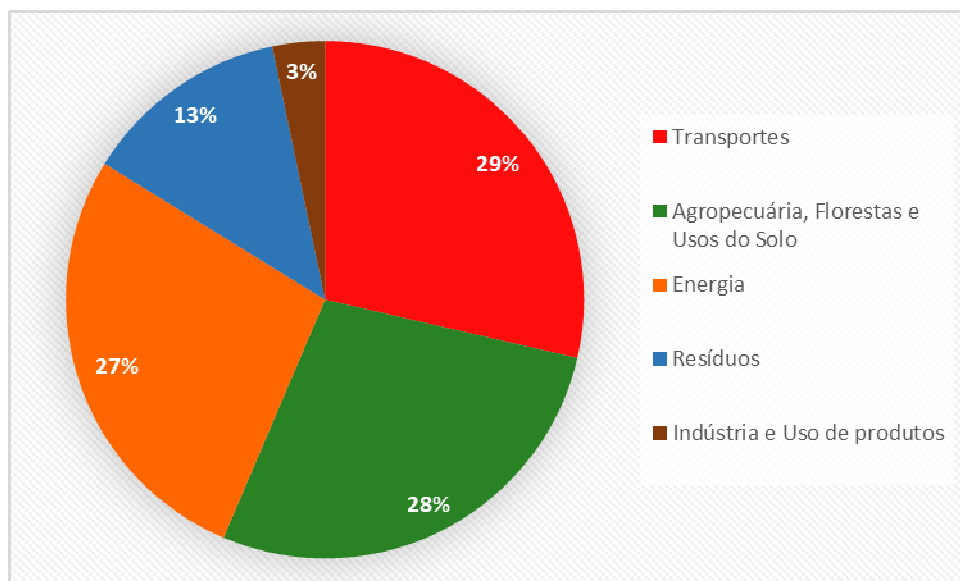
29. Esses aspectos, estão incluídos em quatro eixos: Tecnologias, Ambiental, Socioeconômico, Político Institucional e Estratégico. Essa avaliação auxilia na formulação de soluções para eventuais barreiras e reconhece as limitações existentes para a implementação de ações de mitigação por um ente subnacional brasileiro. Foi utilizada para auxiliar na definição de metas para o PAC2050, conforme será detalhado adiante.

30. 4. PANORAMA ATUAL DAS EMISSÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

31. Para que São Paulo consiga alcançar a meta de carbono líquido zero em 2050²⁰, é necessário ter um panorama das emissões atuais (2020), por setores e subsetores.
32. Segundo os dados do SEEG²¹, as emissões diretas do estado de São Paulo em 2020 representaram 6,6% do total das emissões brasileiras, sendo o 4º. maior estado emissor. No entanto, ao se considerar as emissões setoriais, 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). É o quarto colocado nas emissões do setor de processos industriais, sétimo no setor Agropecuário, e décimo-sexto nas emissões relativas a Florestas e Mudanças de Uso do Solo (4,4%, 6,1% e 0,9% do total das emissões nacionais, respectivamente).
33. O perfil de emissões do estado é bastante diferente do perfil nacional, conforme indica a Figura 1 e Figura 2. Esse comparativo mostra que as ações de mitigação mais relevantes para o estado, que contribuirão de maneira mais significativa para reduções de emissões setoriais nacionais, estão na Agropecuária, Florestas e Usos do Solo, Energia e Transportes.
34. Considerando os setores do PAC2050, para o ano de 2020 as emissões líquidas estaduais do setor de Transportes representam 29%, seguido da Agropecuária, Florestas e Usos do Solo com 28%, Energia com 27%, Resíduos Urbanos 13% e Processos Industriais 3% (Figura 1).

²⁰ 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.

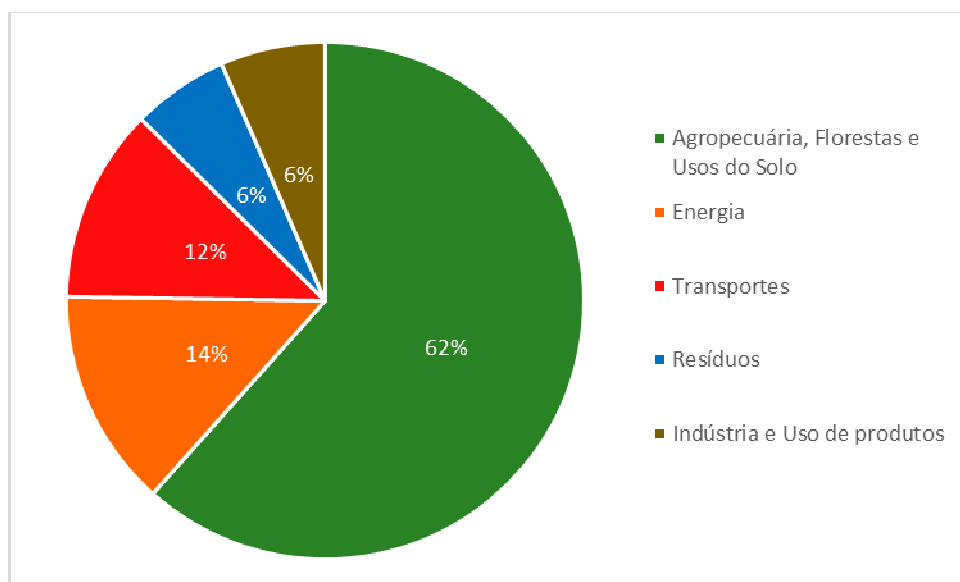
²¹ Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), iniciativa organizada pela rede de organizações não-governamentais Observatório do Clima.



35. **Figura 1: Emissões de CO₂e do Estado de São Paulo 2020.**

Fonte: SEEG.

36. 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, seguido da Energia com 14%, Transportes 12%, e Resíduos Urbanos e Processos Industriais, ambos com 6% de emissões cada um (Figura 2).

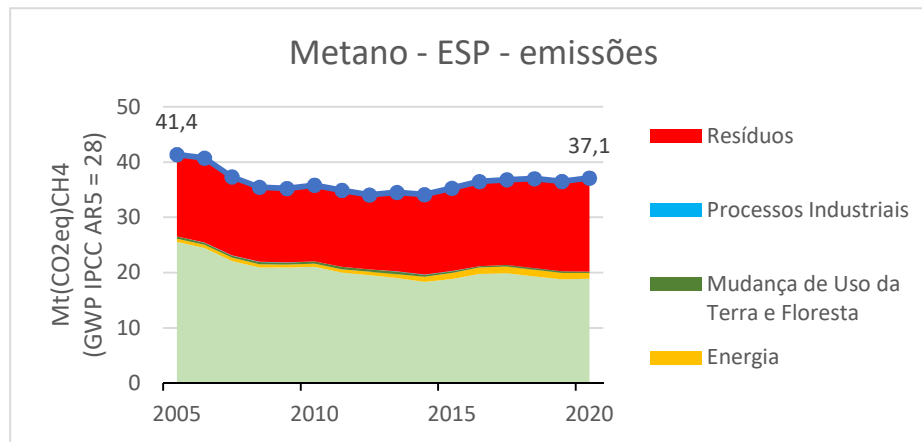


37. **Figura 2: Emissões de CO₂e do Brasil 2020.**

Fonte: SEEG, 2022.

38. As emissões 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 3). As emissões de metano

representam 26.2% do total das emissões do estado, são gases de curta duração na atmosfera, suas fontes podem ser controladas (em alguns casos), com consideráveis co-benefícios (resíduos).



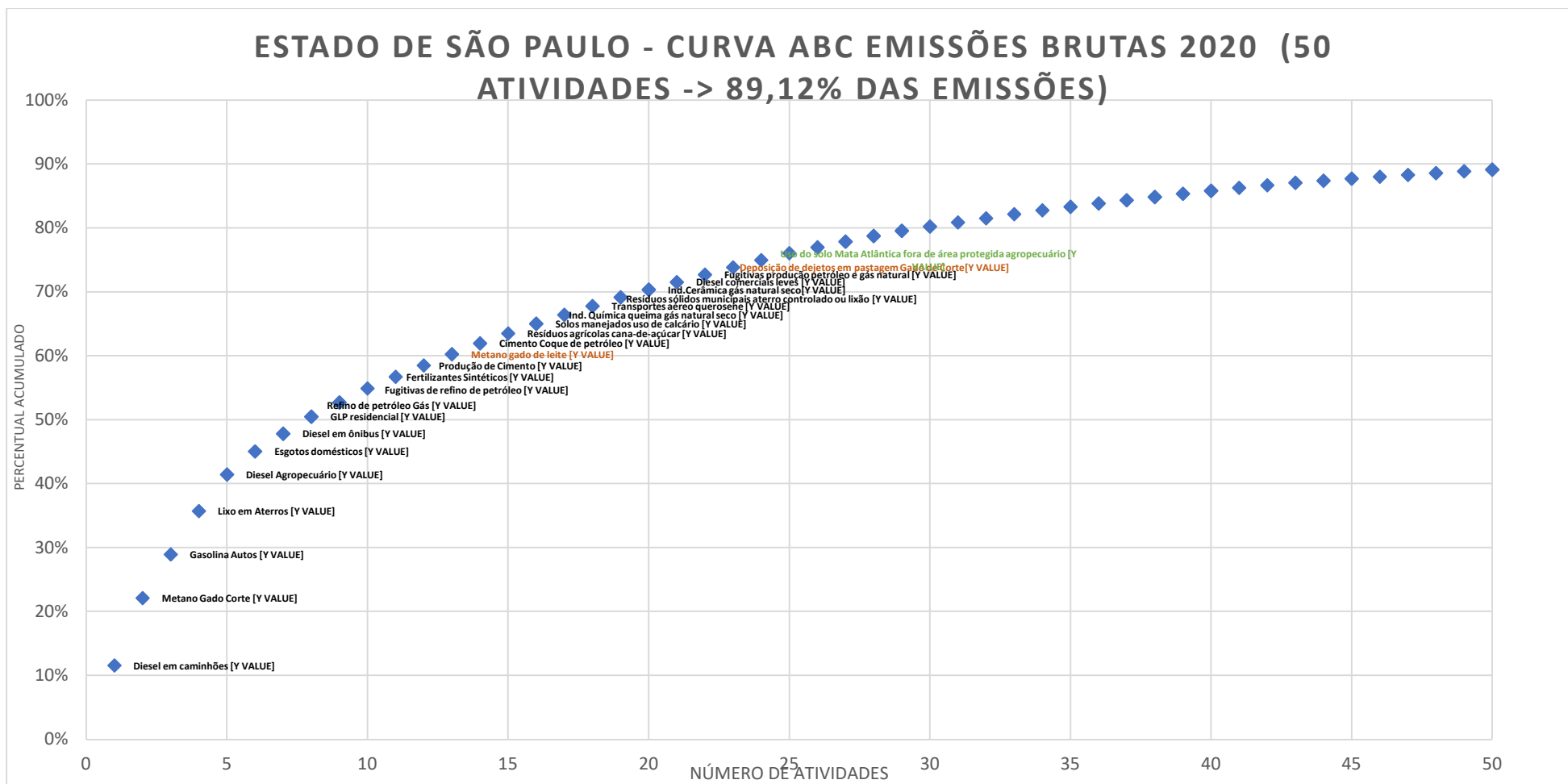
39. **Figura 3: Emissões de metano do Estado de São Paulo entre 2005 e 2020:**

Fonte: SEEG

40. Para a implementação do PAC2050, será especialmente importante considerar as desigualdades do padrão de emissões de CO₂e nas diferentes regiões do estado.

41. De modo a se construir um plano de mitigação de emissões com o grau de direcionamento necessário para sua efetiva execução, é importante que sejam analisados os subsetores responsáveis por grandes parcelas da emissão total do estado. A Figura 4 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, nos ônibus e GLP, 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 e na utilização de fertilizantes sintéticos (N₂O). Isso indica, do ponto de vista de mitigação, as principais áreas de atuação do PAC2050.

42. Desse modo, para a elaboração do PAC2050, foram consideradas as diferentes participações de emissões estimadas a um nível de subsetores, conforme é apresentado na Figura 4 e Tabela 1. As ações do PAC2050 privilegiaram esses subsetores e possíveis sinergias das ações para mitigar emissões em mais de um subsetor.



43. **Figura 4: Os principais subsectores de emissões 2020**

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

44. 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)	Varição %	% 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

45.

5. CENÁRIOS DE DESCARBONIZAÇÃO

46. O processo de tomada de decisão sobre as melhores estratégias de descarbonização da, 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.
47. 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 almeçadas para ocorrer no futuro, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e o Plano Nacional de Saneamento Básico. O segundo é construído sobre o primeiro, adicionando-se a implementação de todas as ações e subações de mitigação de emissões deste Plano.
48. 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 Energia²², para o qual as emissões foram estimadas com base nos dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo 2022 (SIMA-SP), conferindo uma base de maior acurácia para a construção dos cenários.
49. Vale destacar que, no SEEG, para as fontes de emissão cujas estimativas de emissões a nível nacional não são realizadas de maneira já desagregadas 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). Por exemplo, no setor de Agropecuária, boa parte das estimativas se baseia em dados do IBGE desagregados por unidades da federação e, portanto, as emissões por unidade da federação já são estimadas no processo de estimativa das emissões nacionais.
50. 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.

²² 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 incluso no eixo de Energia.

Para distribuir as emissões do setor de Energia, recorre-se, dentre outros artifícios, à participação das unidades da federação nas vendas de combustíveis conforme informado pela ANP. Dado 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.²³

51. Para projetar as emissões, foram aplicados fatores de emissão sobre projeções de taxas de atividade das fontes emissoras. No caso de fontes de emissão já existentes, os fatores de emissão utilizados foram aqueles já inclusos no 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 aplicáveis ao contexto do estado de São Paulo ou, mais simplificada, foram assumidas certas premissas. 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 premissas diversas.
52. Para o PIB, foi adotado o Cenário Moderado do Plano Estadual de Energia - Horizonte 2050 (Race to Zero / Race to Resilience)²⁴. Para a população, foi adotada a projeção do IBGE²⁵.
53. Na elaboração dos cenários, as ações e subações de mitigação de emissões foram desagregadas em 54 medidas 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.
54. Os cenários setoriais serão apresentados na próxima seção, dentro de cada setor.
55. 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), a fim de permitir uma direta comparabilidade com a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira²⁶, que adota essa métrica.

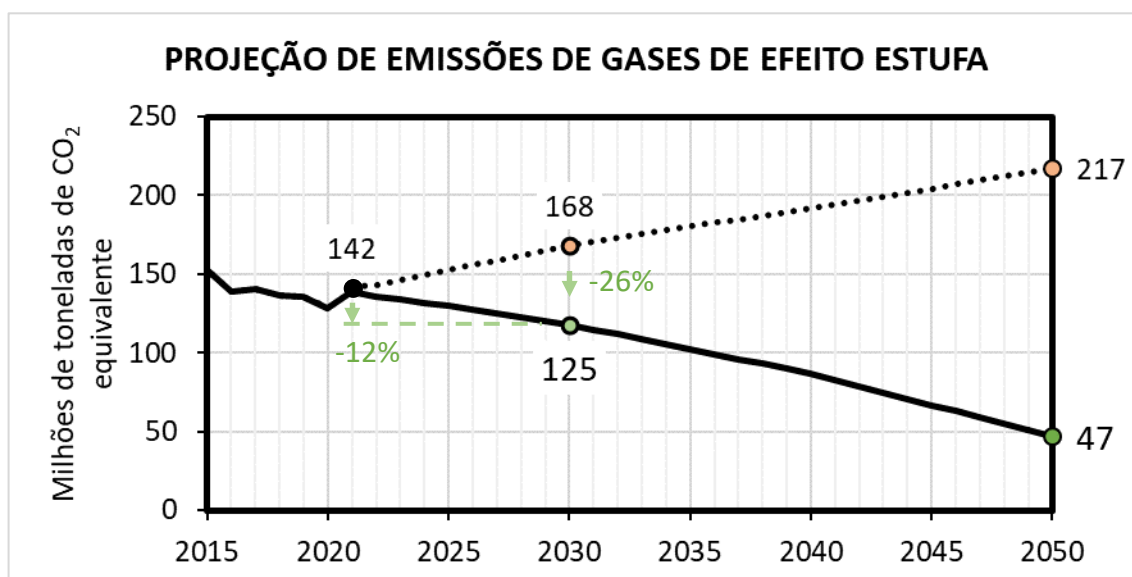
²³ Para maiores detalhamentos sobre as estimativas de emissões por unidades da federação do SEEG, ver notas metodológicas disponíveis em: <<http://seeg.eco.br/notas-metodologicas>>.

²⁴ Em elaboração.

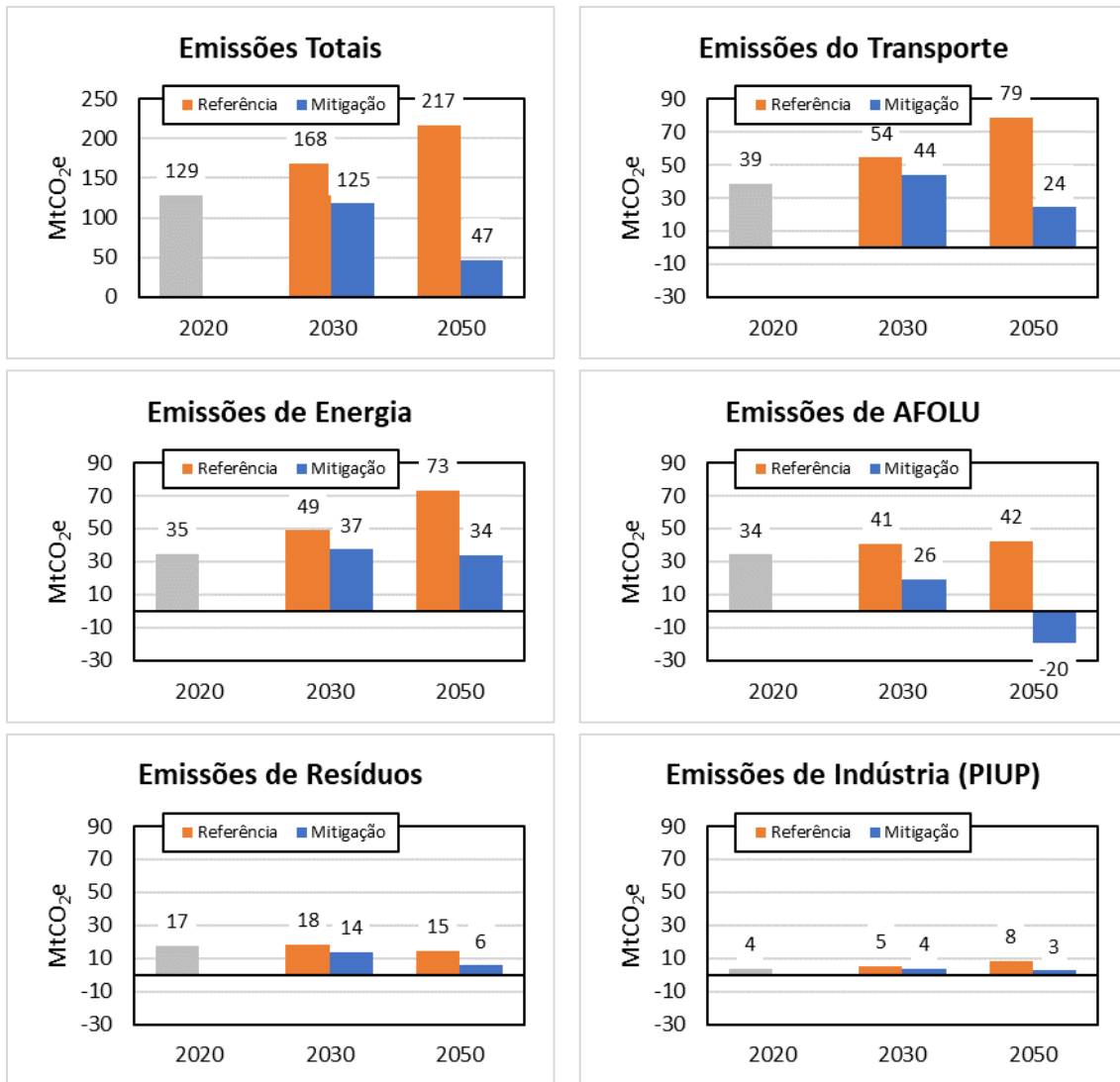
²⁵ Pesquisa Projeção da População obtida no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7358>>.

²⁶ 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>>.

56. O conjunto de ações propostas visa reduzir em 78% as emissões projetadas para o ano 2050, de 217 megatoneladas de dióxido de carbono equivalentes (Mt CO_{2e}) no cenário de referência para 47 Mt CO_{2e} no cenário de mitigação. Em termos absolutos, significa uma redução de 67% em relação aos níveis emitidos no ano de 2021 (142 Mt CO_{2e}) 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 CoP27.
57. A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 2,4 bilhões de toneladas de CO_{2e} entre 2020 e 2050, representando 43% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 2.d.



58. **Figura 5. Emissões totais de GEE projetadas (elaboração própria)**
59. Em 2050, no cenário de referência prevalecem as emissões associadas a Transporte e Energia, com 79 Mt e 73 Mt, respectivamente, seguidas das emissões de AFOLU, com 42 Mt, Resíduos, com 15 Mt e Indústria (PIUP), com 8 Mt – Figura 6. No cenário de mitigação, todos os eixos têm suas emissões reduzidas, com destaque para AFOLU que passa a ter emissões negativas (remoções de CO₂ da atmosfera), no total de 20 Mt. Enquanto isso, os setores de Energia, Transporte, Resíduos e Indústria permanecem emitindo, respectivamente, 24, 34, 6 e 3 Mt.



60. **Figura 6. Emissões de GEE projetadas em 2020, 2030 e 2050**

61. A Tabela 2.a. e a Tabela 2.b. a seguir apresentam as trajetórias de emissões totais e por setor, estimadas nos cenários. A Tabela 2.c e a Tabela 2.d apresentam as emissões mitigadas totais e por setor, em quantidades absolutas e relativas ao cenário de referência.

62. Tabela 2.a. Emissões de GEE no cenário de mitigação, em Mt CO₂e (GWP AR-5)

Ano	Cenário de Mitigação							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	128.8	38.6	34.6	34.3	-0.8	35.1	17.4	3.9
2021	135.9	40.9	43.1	29.6	-0.9	30.5	18.3	4.0
2022	133.4	42.0	37.2	32.2	-1.6	33.8	17.9	4.0
2023	132.8	42.5	37.5	31.3	-2.2	33.6	17.5	4.0
2024	132.0	42.6	37.7	30.7	-2.9	33.6	17.1	4.0
2025	131.1	43.0	37.8	29.8	-3.6	33.3	16.6	4.0
2026	130.2	43.2	37.9	29.1	-4.2	33.3	16.1	3.9
2027	128.9	43.4	37.8	28.2	-4.9	33.0	15.6	3.9
2028	127.6	43.6	37.8	27.4	-5.5	33.0	15.0	3.8
2029	126.1	43.8	37.6	26.5	-6.2	32.7	14.4	3.7
2030	124.7	44.0	37.4	25.8	-6.9	32.7	13.8	3.6
2031	121.4	43.1	37.6	23.7	-7.0	30.7	13.4	3.7
2032	118.0	42.1	37.8	21.6	-7.2	28.8	12.9	3.7
2033	114.5	41.1	37.9	19.5	-7.4	26.9	12.4	3.7
2034	111.0	40.0	38.0	17.4	-7.6	25.0	12.0	3.7
2035	107.7	39.1	38.1	15.3	-7.8	23.0	11.5	3.7
2036	104.1	38.0	38.1	13.2	-7.9	21.1	11.1	3.7
2037	100.5	37.0	38.1	11.1	-8.1	19.2	10.6	3.7
2038	96.9	35.9	38.1	9.1	-8.3	17.4	10.1	3.7
2039	93.4	34.9	38.2	7.0	-8.5	15.5	9.7	3.7
2040	89.8	33.9	38.2	4.9	-8.7	13.6	9.2	3.7
2041	85.3	32.9	37.5	2.4	-8.8	11.3	8.8	3.6
2042	81.1	32.0	37.2	0.0	-9.0	9.0	8.4	3.5
2043	76.9	31.0	36.9	-2.5	-9.2	6.7	8.1	3.4
2044	72.7	30.0	36.6	-4.9	-9.4	4.4	7.7	3.3
2045	68.4	29.1	36.2	-7.4	-9.6	2.2	7.4	3.2
2046	64.2	28.1	35.8	-9.8	-9.7	-0.1	7.0	3.1
2047	59.9	27.2	35.3	-12.3	-9.9	-2.4	6.7	3.0
2048	55.5	26.2	34.8	-14.7	-10.1	-4.6	6.3	2.9
2049	51.2	25.3	34.3	-17.2	-10.3	-6.9	6.0	2.8
2050	46.8	24.4	33.7	-19.6	-10.5	-9.2	5.7	2.6
Média 2020-2050	101.6	36.7	37.2	12.3	-6.9	19.2	11.8	3.6
Total 2020-2050	3151	1139	1155	381	-215	596	365	111

63. Tabela 2.b. Emissões de GEE no cenário de referência, em Mt CO₂e (GWP AR-5)

Ano	Cenário de Referência							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	128.8	38.6	34.6	34.3	-0.8	35.1	17.4	3.9
2021	142.4	41.3	43.1	35.2	-0.3	35.4	18.7	4.1
2022	143.1	43.1	38.2	38.9	-0.3	39.2	18.7	4.3
2023	146.1	44.4	39.5	39.1	-0.3	39.3	18.7	4.4
2024	149.4	45.8	40.8	39.4	-0.3	39.7	18.7	4.6
2025	152.6	47.2	42.2	39.6	-0.3	39.9	18.7	4.7
2026	155.8	48.6	43.5	40.0	-0.3	40.2	18.7	4.9
2027	158.7	50.0	44.9	40.1	-0.3	40.4	18.7	5.0
2028	161.9	51.5	46.2	40.5	-0.3	40.8	18.6	5.2
2029	165.0	53.0	47.5	40.7	-0.3	40.9	18.5	5.3
2030	168.2	54.4	48.9	41.1	-0.3	41.3	18.4	5.5
2031	170.6	55.6	50.1	41.1	-0.3	41.3	18.3	5.6
2032	173.1	56.8	51.3	41.1	-0.3	41.4	18.1	5.7
2033	175.4	58.0	52.4	41.2	-0.3	41.5	18.0	5.9
2034	177.8	59.2	53.6	41.3	-0.3	41.5	17.8	6.0
2035	180.2	60.3	54.8	41.3	-0.3	41.6	17.6	6.1
2036	182.5	61.5	56.0	41.4	-0.3	41.6	17.4	6.2
2037	184.9	62.7	57.2	41.5	-0.3	41.7	17.2	6.4
2038	187.2	63.9	58.4	41.5	-0.3	41.8	17.0	6.5
2039	189.6	65.1	59.6	41.6	-0.3	41.9	16.7	6.6
2040	192.0	66.3	60.8	41.7	-0.3	41.9	16.5	6.8
2041	194.5	67.6	62.0	41.7	-0.3	42.0	16.2	6.9
2042	196.9	68.8	63.3	41.8	-0.3	42.1	15.9	7.1
2043	199.3	70.1	64.5	41.9	-0.3	42.1	15.7	7.2
2044	201.8	71.3	65.7	42.0	-0.3	42.2	15.5	7.3
2045	204.4	72.5	67.0	42.0	-0.3	42.3	15.4	7.5
2046	206.9	73.8	68.2	42.1	-0.3	42.4	15.2	7.6
2047	209.4	75.0	69.4	42.2	-0.3	42.5	15.1	7.7
2048	212.0	76.2	70.6	42.3	-0.3	42.5	15.0	7.9
2049	214.5	77.4	71.8	42.4	-0.3	42.6	14.8	8.0
2050	217.0	78.6	73.1	42.4	-0.3	42.7	14.7	8.1
Média 2020-2050	178.8	60.0	54.8	40.7	-0.3	41.0	17.2	6.1
Total 2020-2050	5542	1859	1699	1263	-9	1272	532	189

64. Tabela 2.c. Emissões de GEE mitigadas

Ano	Emissões mitigadas, em MtCO ₂ e (GWP AR-5)							
	Total	Trans- porte	Energia	AFOLU			Resí- duos	Indús- tria (PIUP)
				Total	MUT	Agrope- cuária		
2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	6.5	0.5	0.0	5.5	0.7	4.9	0.4	0.1
2022	9.7	1.0	0.9	6.7	1.3	5.4	0.8	0.3
2023	13.3	1.9	2.0	7.7	2.0	5.7	1.2	0.4
2024	17.4	3.2	3.2	8.8	2.6	6.1	1.7	0.6
2025	21.4	4.3	4.4	9.9	3.3	6.6	2.1	0.8
2026	25.6	5.4	5.7	10.9	4.0	7.0	2.6	1.0
2027	29.9	6.6	7.0	12.0	4.6	7.4	3.1	1.2
2028	34.3	7.9	8.4	13.1	5.3	7.8	3.6	1.4
2029	38.9	9.2	9.9	14.1	5.9	8.2	4.1	1.6
2030	43.5	10.4	11.4	15.2	6.6	8.6	4.6	1.8
2031	49.3	12.6	12.5	17.4	6.8	10.6	4.9	1.9
2032	55.1	14.7	13.5	19.6	7.0	12.6	5.2	2.0
2033	60.9	16.9	14.6	21.7	7.1	14.6	5.5	2.2
2034	66.8	19.2	15.7	23.9	7.3	16.6	5.8	2.3
2035	72.5	21.2	16.8	26.0	7.5	18.5	6.1	2.4
2036	78.4	23.5	17.9	28.2	7.7	20.5	6.3	2.6
2037	84.4	25.7	19.0	30.3	7.9	22.5	6.6	2.7
2038	90.3	28.0	20.2	32.5	8.0	24.4	6.8	2.8
2039	96.2	30.2	21.4	34.6	8.2	26.4	7.1	3.0
2040	102.2	32.4	22.6	36.7	8.4	28.3	7.3	3.1
2041	109.2	34.6	24.5	39.3	8.6	30.7	7.4	3.3
2042	115.8	36.8	26.0	41.8	8.8	33.1	7.5	3.5
2043	122.4	39.1	27.6	44.4	8.9	35.4	7.7	3.8
2044	129.2	41.3	29.2	46.9	9.1	37.8	7.8	4.0
2045	135.9	43.5	30.8	49.4	9.3	40.1	8.0	4.2
2046	142.7	45.6	32.4	52.0	9.5	42.5	8.2	4.5
2047	149.6	47.8	34.1	54.5	9.7	44.8	8.4	4.7
2048	156.4	50.0	35.8	57.0	9.8	47.2	8.6	5.0
2049	163.3	52.1	37.6	59.5	10.0	49.5	8.9	5.2
2050	170.2	54.3	39.3	62.0	10.2	51.9	9.1	5.5
Média 2020-2050	79.8	23.2	17.6	31.1	6.6	24.5	5.4	2.5
Total 2020-2050	2391.4	719.8	544.4	881.7	206.0	675.7	167.5	78.0

65. Tabela 2.d. Percentual de emissões mitigadas em relação ao cenário de referência

Ano	Emissões mitigadas em relação ao Cenário de Referência							
	Total	Transporte	Energia	AFOLU			Resíduos	Indústria (PIUP)
				Total	MUT	Agropecuária		
2020	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%
2021	2%	1%	0%	7%	-252%	5%	2%	3%
2022	5%	2%	2%	12%	-504%	8%	4%	7%
2023	8%	4%	5%	17%	-756%	12%	6%	10%
2024	12%	7%	8%	23%	-1008%	16%	9%	13%
2025	15%	9%	10%	28%	-1260%	20%	11%	17%
2026	18%	11%	13%	33%	-1512%	23%	14%	20%
2027	21%	13%	16%	39%	-1764%	27%	17%	23%
2028	24%	15%	18%	44%	-2016%	30%	19%	27%
2029	27%	17%	21%	49%	-2268%	34%	22%	30%
2030	30%	19%	23%	54%	-2520%	37%	25%	33%
2031	33%	23%	25%	58%	-2589%	42%	27%	35%
2032	35%	26%	26%	63%	-2658%	45%	29%	36%
2033	38%	29%	28%	67%	-2727%	49%	31%	37%
2034	41%	32%	29%	71%	-2796%	53%	33%	38%
2035	43%	35%	31%	75%	-2864%	57%	34%	40%
2036	46%	38%	32%	80%	-2933%	61%	36%	41%
2037	48%	41%	33%	84%	-3002%	64%	38%	42%
2038	50%	44%	35%	88%	-3071%	68%	40%	43%
2039	53%	46%	36%	92%	-3140%	72%	42%	45%
2040	55%	49%	37%	96%	-3209%	75%	44%	46%
2041	58%	51%	40%	101%	-3277%	80%	46%	48%
2042	60%	54%	41%	106%	-3346%	85%	47%	50%
2043	63%	56%	43%	111%	-3415%	90%	49%	52%
2044	65%	58%	44%	117%	-3484%	94%	50%	55%
2045	67%	60%	46%	122%	-3553%	99%	52%	57%
2046	70%	62%	48%	127%	-3622%	103%	54%	59%
2047	72%	64%	49%	132%	-3690%	108%	56%	61%
2048	74%	66%	51%	136%	-3759%	112%	58%	63%
2049	76%	67%	52%	141%	-3828%	117%	60%	65%
2050	78%	69%	54%	146%	-3897%	121%	62%	67%
Média 2020-2050	42%	34%	29%	75%	-2539%	58%	33%	38%
Total 2020-2050	43%	39%	32%	70%	-2379%	53%	31%	41%

66. 6. ORIENTAÇÕES PARA A POLÍTICA ESTADUAL DO CLIMA

67. 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 anteriormente desenvolvidos (SIMA 2021a, b).
68. 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 de investimentos e ações propostas. Por meio da formulação de políticas estaduais o estado pode introduzir mecanismos de apoio e informação, capacitação de recursos humanos para as ações de mitigação. Pode também aprimorar a infraestrutura institucional e regulatória, instituindo instrumentos de comando e controle que induzam maiores investimentos privados nas direções desejadas. Através 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.

Os instrumentos de políticas públicas

Suporte

- Informação, Etiquetas, Feiras, Museus, Concursos, Prêmios
- Treinamento (incluindo [PMEs](#))

Comando e controle

- Leis e Regulação
- Normas técnicas

Transformação de Mercado

- Taxas, incentivos, leilões de eficiência energética/energia renovável, licitações/compras sustentáveis
- Certificados brancos, [Cbios](#), [Selos etc](#)

Fundos

- Fundos de aval para [Escos](#), Recursos para Inovação e fomento, [Green Finance](#)

69. As ações aqui propostas, geram resultados de redução das emissões que foram utilizados para desenhar os cenários de mitigação para o estado através das simulações realizadas (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).
70. A abordagem para orientação de políticas públicas do estado para um Plano de Ação Climática consistiu em:
71. 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 2050²⁷. As ações apresentadas no PAC2050 foram concebidas a partir dos relatórios da SIMA^{28,29}, do perfil setorial de emissões do estado em 2020 (Figura 1 e Tabela 1), além de consultas realizadas com os GTs da SIMA e secretarias de governo.
72. b) **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 ações³⁰.
73. c) **metas temporais.** O processo de estabelecimento de metas e intensidade das ações foram feitas a partir de avaliações de impactos das ações, cujos resultados são apresentados na seguinte seção. A Figura 6 ilustra algumas das dimensões consideradas.
74. Assim, por exemplo, a redução de emissões advinda de uso do diesel em transportes de passageiros pode ser feita pela disseminação de ônibus elétricos (ação). A intensidade pode ser expressa em % da frota substituída a cada intervalo de tempo estimado, sendo considerações de custos de renovação da frota, criação de infraestrutura para a opção desses veículos e outros fatores, por exemplo, que interferem na velocidade de alteração da composição da frota de ônibus e, conseqüentemente, na velocidade de implementação da ação e seus impactos de mitigação.

²⁷ Por se tratar de um plano de política pública, busca-se agregar benefícios e objetivos de desenvolvimento socioeconômico do Estado de São Paulo. Ver seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

²⁸ SIMA. 2021a. "Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo - NetZero 2050 - Diretrizes e Ações Estratégicas". SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

²⁹ SIMA. 2021b. "Desenvolvimento e Avaliação da Trajetória de Descarbonização de São Paulo - Relatório Final". SIMA.

³⁰ Chamamos aqui de "eixos transversais" do PAC (seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).



75. **Figura 6: Fatores que afetam as metas (velocidade e intensidade) das Ações**

76. O PAC2050 está organizado, conforme já mencionado, a partir de cinco setores³¹ 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.
77. Vale destacar que certas ações, embora inseridas em um dado setor, podem auxiliar na mitigação das emissões de outros setores³². Isso foi considerado como um fator favorável e refletido tanto na intensidade como nas metas temporais das ações. Ao longo do processo de elaboração do PAC foi considerada uma avaliação de possíveis sinergias entre as ações do PAC2050 e os principais subsetores de emissões de GEEs.
78. 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 Monitoramento, 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

³¹ “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.

³² 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.

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.

79. Desse modo, esse componente MRV deverá evoluir e trazer inovações em metodologias de monitoramento, utilizando as informações reunidas e disponibilizadas na Rede ZEE, além de tecnologias de dados e imagens, por exemplo. 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 como o privado. 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.

80. Box. Mensuração, Reporte e Verificação (MRV)

81. *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.*
82. *Para o PAC 2050, adotou-se o seguinte critério:*
83. *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;*
84. *2. Reporte. Deve-se registrar e relatar o progresso publicamente para informar e dar transparência ao processo;*
85. *3. Verificação. Deve-se possibilitar confirmar a evolução e checar os dados, com imparcialidade e comparabilidade.*
86. *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.*
87. *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.*

88. Uma síntese das ações e subações é apresentada na tabela a seguir:

Setor	Ações	Subações
Transportes	TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do DIESEL por combustíveis alternativos
		TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
		TRA 1.3: Aumento de eficiência sistêmica
		TRA 1.4: Mudança de modal rodoviário para ferrovias e hidrovias/cabotagem
	TRA2: Redução das emissões do transporte de coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do DIESEL por combustíveis alternativos
		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: hidrogênio e células de combustível
	Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	AFU1: Sistemas Integrados (Lavoura+Pecuária+Floresta e Sistemas Agroflorestais)
AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono		AFU2.1: Melhoria do manejo de solos (plantio direto e adoção de insumos menos intensivos)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
AFU3: Pecuária - Redução de emissões		AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético
		AFU3.2: Terminação intensiva
AFU4: Preservação e restauração ecológica	AFU4.1: Preservação de ambientes naturais	
	AFU4.2: Restauração ecológica	
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 incluindo H2	
ENE 4: Combustíveis a partir da biomassa		
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: Eficiência de processos industriais	IND1.1: Eficiência energética (combustíveis e eletricidade)
		IND1.2: Monitoramento e controle de emissões fugitivas
		IND1.3: Modificações de processos
	IND2: CCS - Carbon capture and storage (Captura e Armazenamento de Carbono) e CCUS - Carbon Capture, Utilization and Storage (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono)	

89. 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.

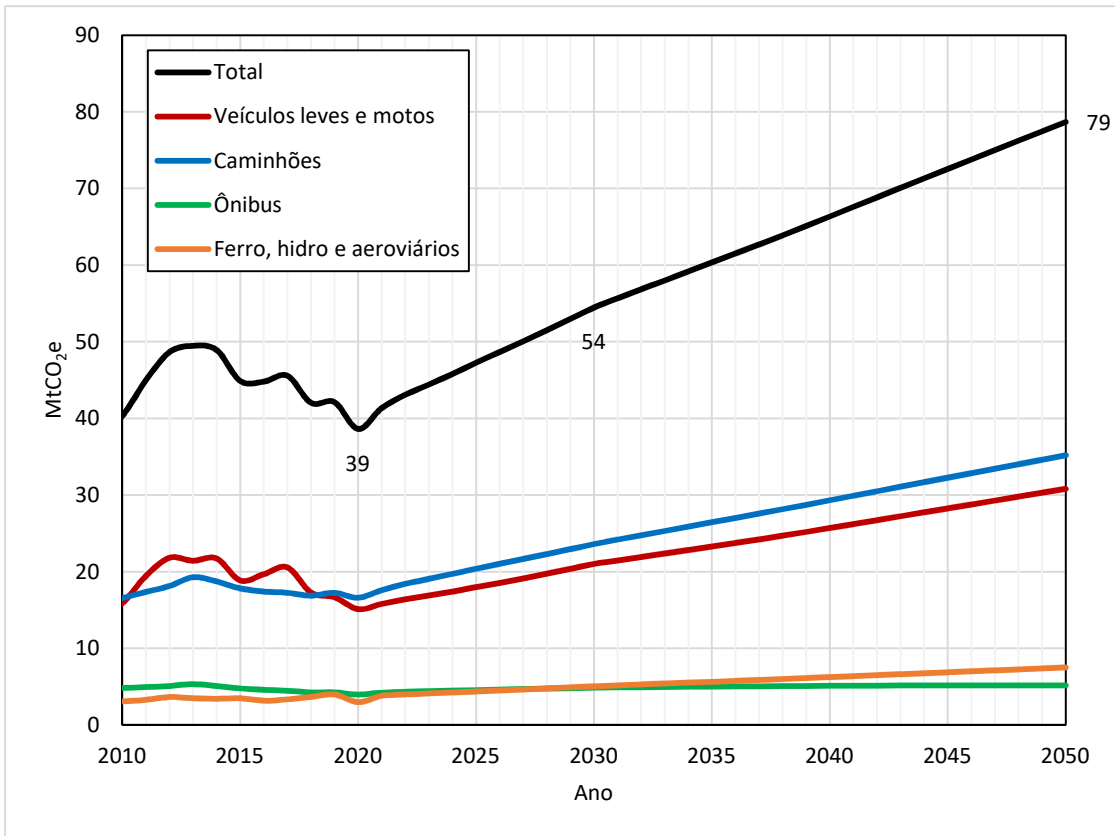
90. a. Setor de Transportes (TRA)

91. 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 visam a, por um lado, substituir combustíveis fósseis por alternativas não emissoras (como biocombustíveis e eletricidade) e, por outro, reduzir a demanda por uso de veículos de carga e passageiros, com a migração para outros modos de transporte, a diminuição da distância percorrida e a melhoria da eficiência sistêmica.
92. Foram identificadas 5 ações, 14 subações e 23 medidas de mitigação do eixo de Transporte 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 almeçadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

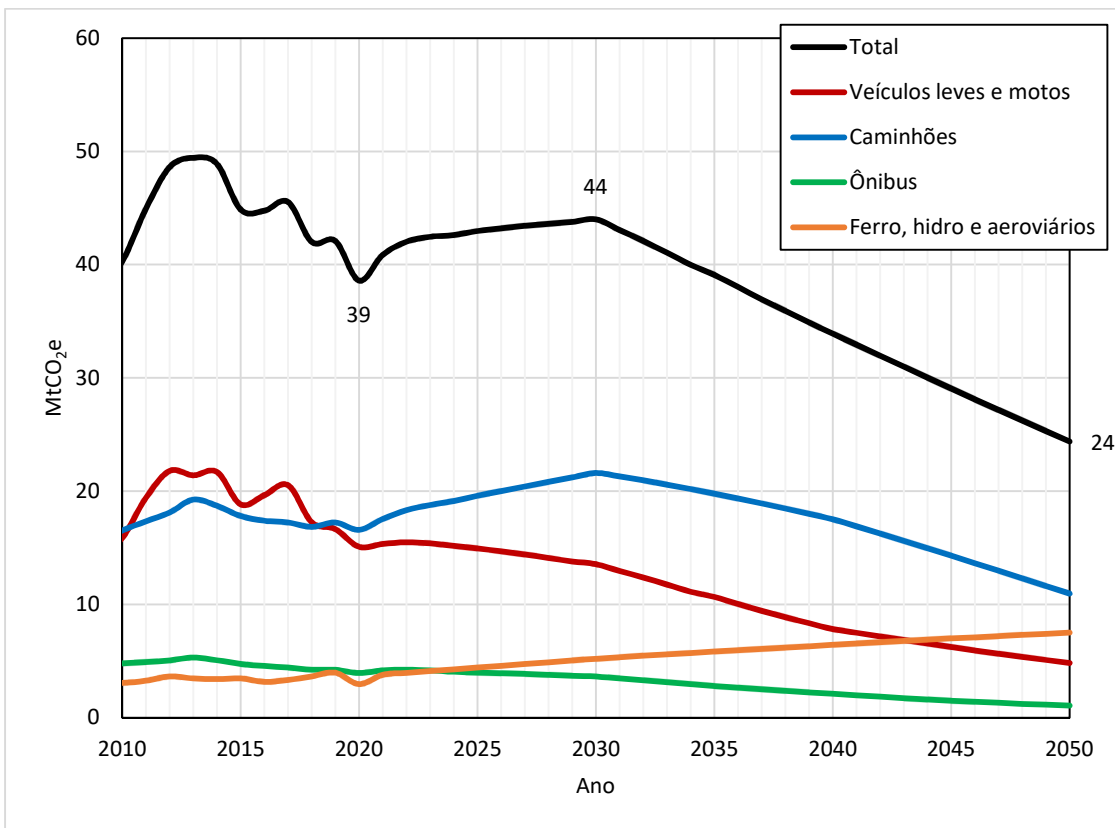
TRANSPORTE – TRA	
Ações	Subações
TRA1: Redução das emissões do transporte de carga	TRA1.1: Substituição do DIESEL por combustíveis alternativos
	TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância
	TRA1.3: Aumento da eficiência sistêmica
	TRA1.4: Mudança de modal rodoviário para rodovias e hidrovias/cabotagem
TRA2: Redução das emissões do transporte coletivo de passageiros	TRA2.1: Substituição do DIESEL por combustíveis alternativos
	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: hidrogênio e células de combustível

93. Cabe destacar que nas medidas TRA1.1.1 e TRA 2.1.1 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.

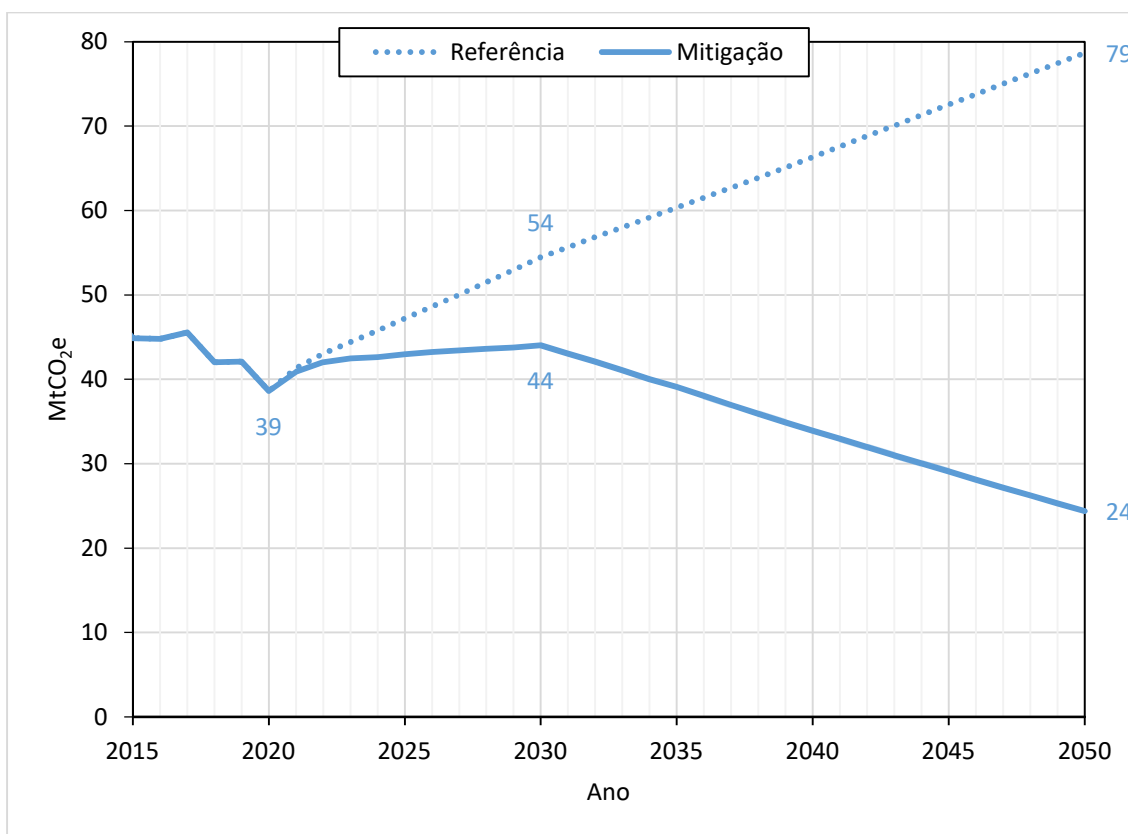
94. No Cenário de Referência, todas as metas foram consideradas como “0%”, exceto para a medida TRA3.2, referente à substituição do uso de gasolina por etanol em veículos leves. Para essa medida, a variável de controle é a fração dos veículos flex fuel que rodam com etanol, que em 2020 foi estimada em cerca de 56% no estado de SP. Na projeção do Cenário de Referência foi adotado o valor constante de 50% para a fração flex.
95. Ressalta-se que as subações ENE4.1 e ENE4.2 do eixo de Energia (ver seção 5.c) tiveram suas emissões contabilizadas neste eixo de Transporte, uma vez que refletem no consumo de energia da atividade de transporte.
96. Dentre as emissões do setor de Transporte, predominam aquelas Figura 7.a. As ações de mitigação surtem efeito nas emissões desse segmento - Figura.7.b.
97. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 39 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 7.c. Enquanto o Cenário de Referência projeta 79 Mt em 2050, um aumento de 104% nas emissões anuais, no Cenário de Mitigação, as emissões decrescem para 26 Mt em 2050, uma redução de 33% em relação a 2020 e de 67% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência.
98. A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 703 Mt entre 2020 e 2050, representando 38% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 2.c e Tabela 2.d. (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).



99. Figura 7.a. Emissões totais de GEE no setor de Transporte no cenário de referência



100. Figura 7.b. Emissões totais de GEE no setor de Transporte no cenário de mitigação



101. **Figura 7.c. Emissões totais de GEE no setor de Transporte**

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

103. 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 HVO³³), com uma fase transitória de uso de GNV. Aqui também se inserem as ações relacionadas à eletrificação de veículos caminhões de uso urbano/média distância, 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.

³³ Hydrogenated vegetable oil

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	104. Substituição do uso de diesel de petróleo por diesel verde em caminhões	Participação de diesel verde no mix diesel	0%	20%	40%
	TRA1.1.2	105. Introdução de caminhões a GNV/biometano e uso de GNV	Participação de caminhões a GNV na frota	5%	3%	0%
	TRA1.1.3	106. Introdução de caminhões a GNV/biometano e uso de biometano	Participação de caminhões a biometano na frota	2%	12%	20%
TRA1.2: Eletrificação de caminhões de uso urbano/média distância	TRA1.2	107. 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	108. 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	109. Transferência modal de caminhões pesados para ferrovias	% da quilometragem de caminhões pesados que deixa de ser percorrida	10%	20%	30%

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

111. 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. A eletrificação dos ônibus também é contemplada nessa ação, assim como 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.

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	112. Substituição do uso de diesel por diesel verde em ônibus	Participação de diesel verde no mix diesel	0%	20%	40%
	TRA2.1.2	113. Introdução de ônibus a GNV/biometano e uso de GNV	Participação de ônibus a GNV na frota	5%	3%	0%
	TRA2.1.3	114. Introdução de ônibus a GNV/biometano e uso de biometano	Participação de ônibus a biometano na frota	2%	12%	20%
TRA2.2: Eletrificação dos ônibus	TRA2.2	115. Substituição de ônibus urbanos a diesel por elétricos	Participação de ônibus urbanos elétricos na frota	15%	30%	50%
TRA2.3: Aumento da eficiência sistêmica	TRA2.3	116. 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	117. Redução da quilometragem percorrida por ônibus	% da quilometragem de ônibus que deixa de ser percorrida	5%	10%	20%

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

119. 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 2050, sugere-se que a rota para a eletrificação contemple, na fase inicial, a tecnologia de veículos híbridos e plug-in em modalidade flex³⁴. 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.

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	120. Introdução de veículos leves flex eficientes	Participação de veículos leves flex eficientes nas vendas de veículos leves novos	85%	30%	10%
	TRA3.1.2	121. 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	122. 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	123. 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	124. Aumento da eficiência energética dos veículos leves em circulação	Percentual da frota de veículos leves c/ boa manutenção	20%	40%	50%

125. TRANSPORTE – TRA 4: Planejamento urbano inteligente

126. 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

³⁴ 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.

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 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.

127. 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.

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	128. 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	129. Redução do uso de veículos leves e motocicletas	% da quilometragem de veículos leves e motocicletas que deixa de ser percorrida	10%	20%	30%

130. **TRANSPORTE – TRA 5: Novas tecnologias**

131. Considerando a tendência mundial de crescente incorporação do hidrogênio 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)³⁵. O H2 tem o potencial (atualmente, com diferentes estágios de maturidade tecnológica) 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 e fornecimento de H2, considerando tanto o potencial de produção interno quanto a conexão com outros estados brasileiros. Embora não seja uma solução no curto prazo, é necessário estabelecer sua cadeia produtiva e infraestrutura para sua utilização.

³⁵ 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.

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: hidrogênio e células de combustível	TRA5.1.1	132. 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	133. 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	134. 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	135. Introdução de embarcações a H ₂ substituindo embarcações a óleo combustível	Participação de embarcações a H ₂ na atividade hidroviária	2%	30%	60%

136. b. Setor Agropecuária, Florestas e Usos do Solo – AFOLU

137. 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.

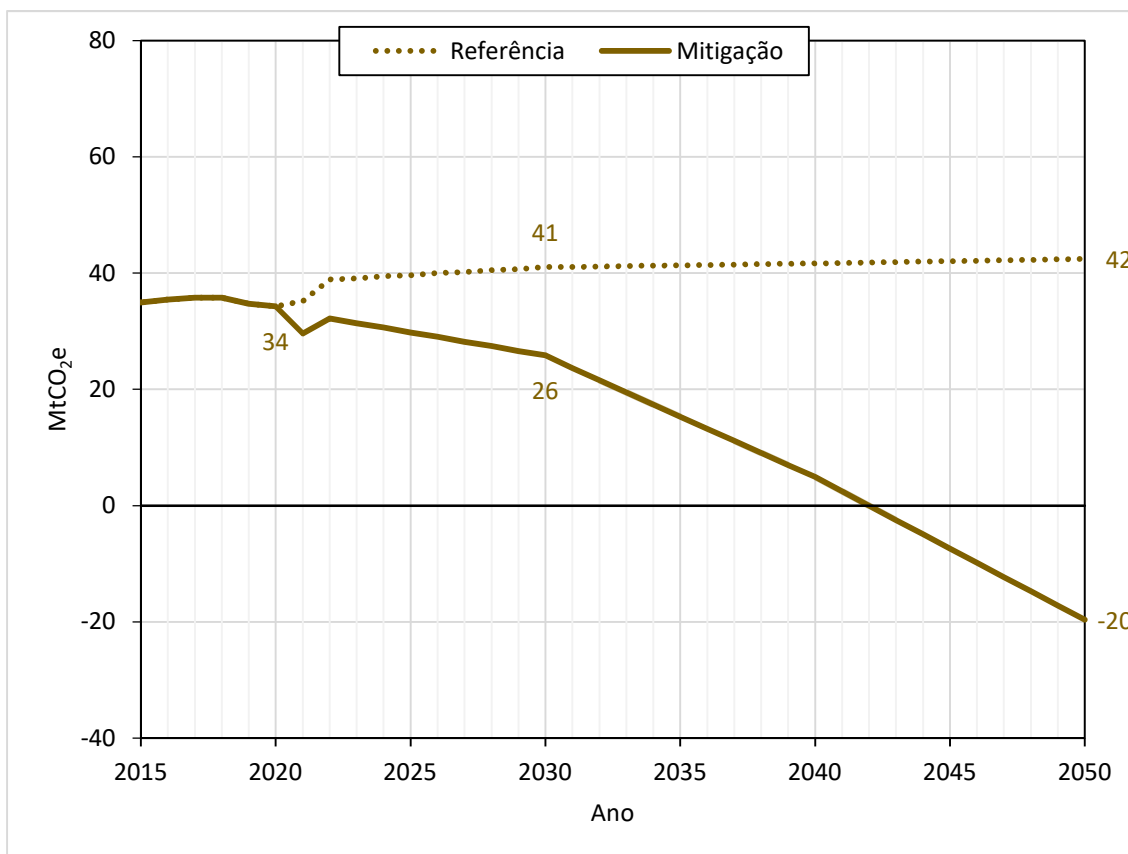
138. Foram identificadas 4 ações, 6 subações e 9 medidas de mitigação do eixo de Agropecuária, Florestas e Uso do Solo - AFOLU para esse plano. Para cada uma das medidas, a tabela mostra as respectivas variáveis utilizadas para representar as transformações sugeridas pelo Plano. Para cada uma das variáveis, também são apresentadas as metas quantitativas almejadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

Agropecuária, florestas e usos do solo (AFOLU) - AFU	AFU1: Sistemas Integrados (Lavoura+Pecuária+Floresta e Sistemas Agroflorestais)	
	AFU2: Agricultura - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono	AFU2.1: Melhoria do manejo de solos (plantio direto e adoção de insumos menos intensivos)
		AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas
	AFU3: Pecuária - Redução de emissões	AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético
		AFU3.2: Terminação intensiva
	AFU4: Preservação e restauração ecológica	AFU4.1: Preservação de ambientes naturais
		AFU4.2: Restauração ecológica

139. Os cenários do eixo de Agricultura, Florestas e Usos do Solo (AFOLU) são aqui apresentados em dois setores: (i) Agropecuária e (ii) Mudanças de Uso do Solo e

Florestas (MUT), a ser detalhado nas subseções abaixo. Esses setores correspondem àqueles definidos pelo IPCC para fins de reporte de emissões.

140. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 34 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 8.. Enquanto o cenário de referência projeta 42 Mt em 2050, um aumento de 24% nas emissões anuais, no cenário de mitigação, as emissões líquidas alcançam 20 Mt negativas em 2050, representando uma redução de 146% em relação ao mesmo ano no cenário de referência.
141. A diferença acumulada das trajetórias totaliza uma mitigação de 882 Mt entre 2020 e 2050, representando 70% das emissões totais acumuladas no período para o cenário de referência - Tabela 2.c e Tabela 2.d. (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).



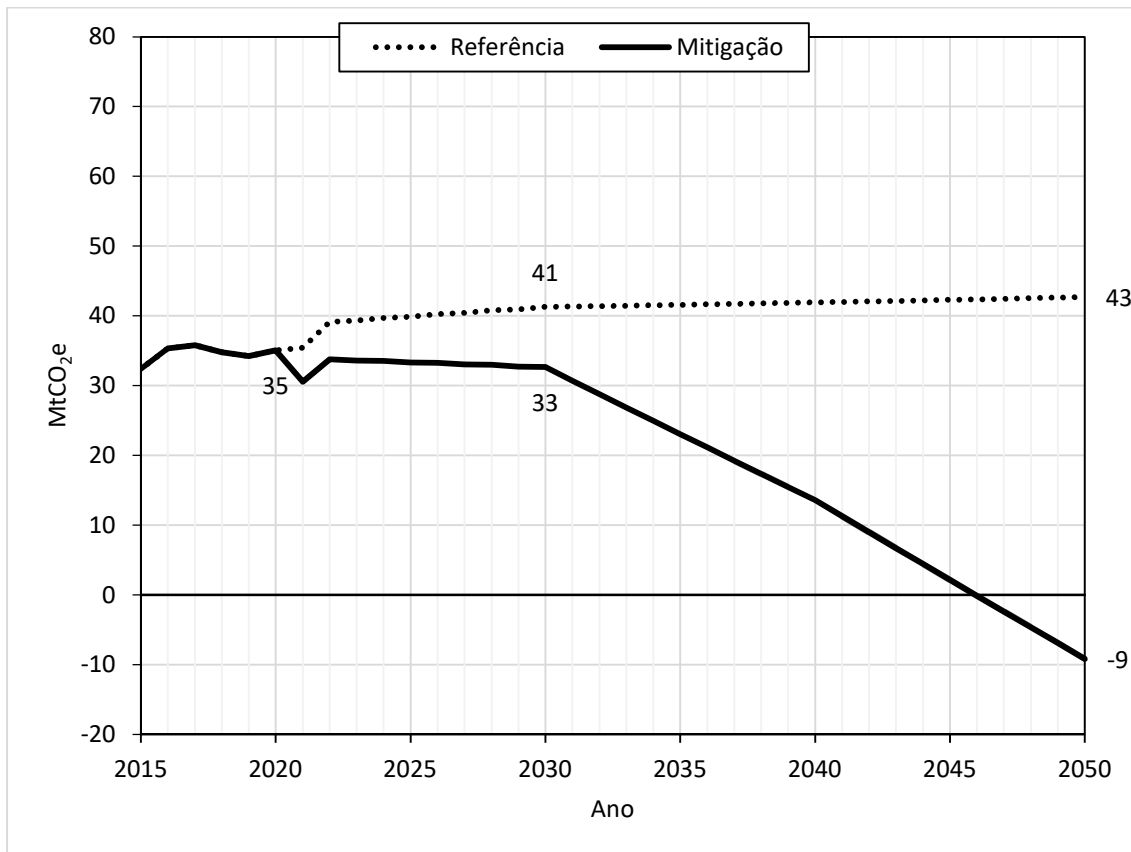
142. **Figura 8. Emissões totais de GEE no setor de AFOLU**

143. b.1 Agropecuária

144. As medidas de mitigação propostas para o setor 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.

145. A medida relacionada à ação AFU1 é voltada para o aumento da área com a adoção de sistemas com a integração entre lavoura-pecuária-floresta (ILPF), a partir de projeções de áreas de acordo com o indicado pela Rede ILPF e literatura referente a expansão de desse tipo de sistema integrado, contribuindo para a remoção de carbono pelo manejo e boas práticas agropecuárias resultantes da implementação desse sistema.
146. A subação AFU2.1.1 contribui com a redução de emissões pelo uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, na medida em que parte da demanda de nitrogênio (N) da produção agrícola por esse tipo de insumo é atendida pela expansão da área com utilização de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), principalmente para as culturas da soja, milho e cana-de-açúcar. Já as subações AFU2.1.2 e AFU2.2 promovem a remoção de carbono (C) pelo solo por meio práticas mais conservacionistas de plantio e da recuperação do solo para a pecuária, respectivamente.
147. A subação AFU2.1.2 promove mitigação de GEE através da prática de plantio direto (PD) no cultivo dos principais grãos e cereais produzidos, assim como pela cultura de cana-de-açúcar, partindo de uma linha de base que considera dados da FEBRAPDP e o Censo Agropecuária de 2017. Já a subação AFU2.2 é uma das principais para a atividade pecuária, na medida em 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 MapBiomass de qualidade da pastagem e área total. Essa possui grande sinergia com as demais soluções que estão relacionadas com a mitigação através da redução de emissões pela pecuária.
148. As subações AFU.3.1.1 e AFU 3.1.2 são voltadas para a promoção de uma pecuária de corte e de leite menos intensiva em emissões e mantendo a mesma produtividade, ao passo que buscam o melhoramento e manipulação da dieta e pela promoção da 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) devido à fermentação entérica desses animais. Além disso, para a pecuária de corte, a subação AFU 3.2 busca expandir a adoção da Terminação Intensiva (TI), meio de mitigação abordado pelo novo ciclo do Plano ABC+.
149. 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 9. Esse aumento é decorrente, principalmente, do aumento do rebanho de bovinos e da produção agrícola no estado, principalmente pelo aumento do consumo de insumos.

150. 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 (C) e redução das emissões promovida pelo setor, alcançando em 2050 uma mitigação líquida de 52 milhões de toneladas de CO₂e, sendo capaz de mais do que compensar as emissões totais do setor agropecuário em 2050 para o estado de São Paulo, alcançando uma emissão líquida negativa de 9 milhões de toneladas de CO₂e.



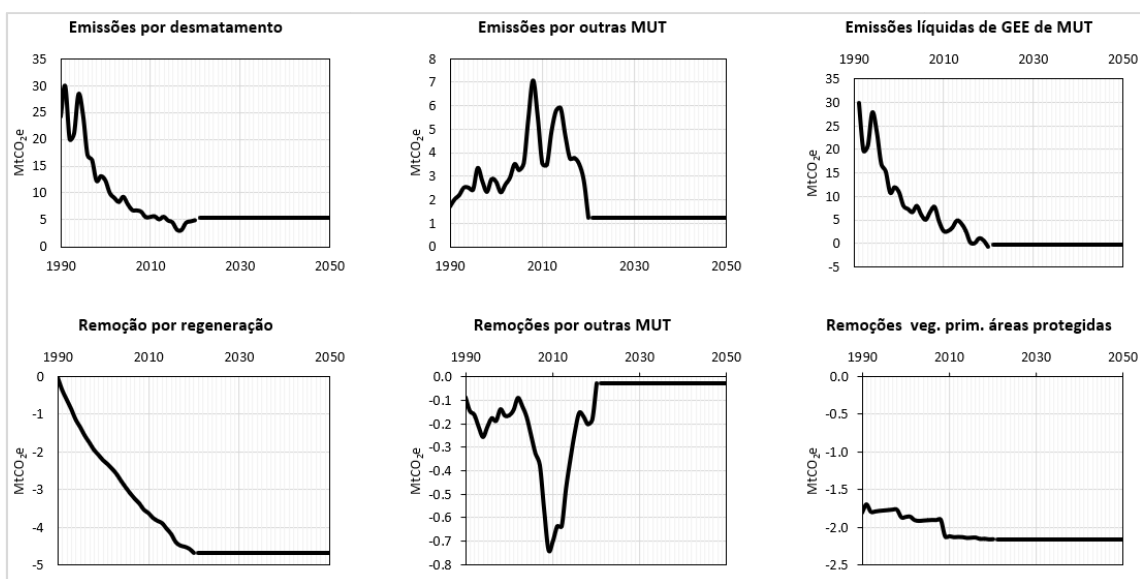
151. **Figura 9. Emissões totais de GEE no setor de Agropecuária**

152. **b.2. Mudança de Uso do Solo e Florestas (MUT)**

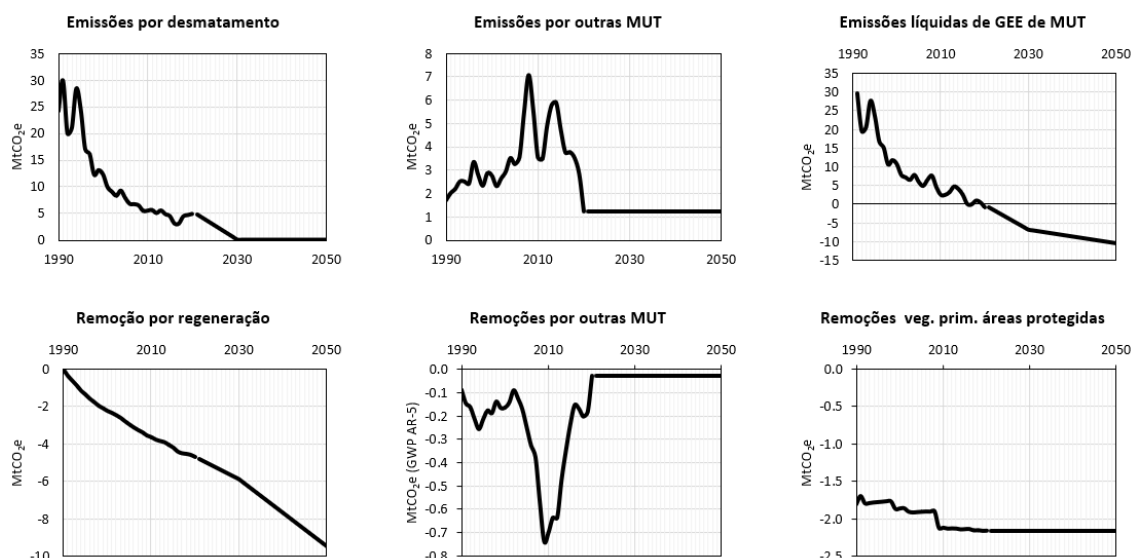
153. A quarta ação do eixo de AFOLU deste Plano (AFU4) está relacionada com fatores de mudanças de uso do solo e se concentra em dois processos: (1) a perda de vegetação nativa e (2) a recuperação de vegetação nativa – Figura 10.a. O primeiro processo gera emissões de gases de efeito estufa pela remoção de estoques de carbono na forma de biomassa na vegetação nativa e emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, estes últimos relacionados à queima dos resíduos florestais após o desmatamento. O segundo processo gera remoções, ou sequestro, de CO₂ da atmosfera à medida em

que a vegetação nativa é recuperada, seja por regeneração natural ou por restauração ativa.

154. 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.
155. A medida relacionada à segunda subação, AFU4.2, é a recuperação 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. Da mesma forma que para o desmatamento, o cenário de referência considera a área em recuperação constante a partir de 2020.
156. No cenário de mitigação, as emissões associadas ao desmatamento no estado de São Paulo deverão ser zero a partir de 2030. 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 10,5 milhões de toneladas de CO₂e em 2050, contra uma emissão líquida de 0,3 milhões de toneladas de CO₂e segundo o cenário de referência.



157. **Figura 10.a . Emissões e remoções de GEE de MUT no cenário de referência**



158. Figura 10.b. Emissões e remoções de GEE de MUT no cenário de mitigação

159. **AFOLU – AFU1: Sistemas Integrados (Lavoura+Pecuária+Floresta e Sistemas Agroflorestais)**

160. 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). No contexto das iniciativas relacionadas a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, destacam-se os sistemas silvo-pastoris com madeira/fruta nativa e com espécies que podem ser utilizadas na produção de óleo/diesel verde (por exemplo, a macaúba).

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas					
				Cenário de Mitigação			Cenário de Referência		
				2030	2040	2050	2030	2040	2050
-x-x-	AFU1	161. Expansão da área com adoção de Sistemas Integrados (ILPF)	Área adicional (relativamente a 2020) com adoção de sistema ILPF [Mha]	1.00	1.45	1.90	0.00	0.00	0.00

162. AFOLU – AFU2: Agropecuária - Redução de emissões e potencialização da remoção de carbono

163. 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 incorporação e manutenção nos solos. Consideram-se também a adoção do Sistema Plantio Direto, redução/substituição da utilização de fertilizantes sintéticos e a adoção de insumos menos intensivos em emissões de GEE (por exemplo, adubação verde e bionsumos), onde possível.

Subações	Medidas de mitigação	Variável para estimativa de emissões	Metas						
			Cenário de Mitigação			Cenário de Referência			
			2030	2040	2050	2030	2040	2050	
AFU2.1: Melhoria do manejo de solos (plantio direto e adoção de insumos menos intensivos)	AFU2.1.1	164. Adoção da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) no atendimento da demanda por N na agricultura	Área com utilização de FBN [Mha]	0.9	1.8	2.5	0.0	0.0	0.0
	AFU2.1.2	165. Prática de plantio direto para o cultivo grão solteiros, cereais e cana-de-açúcar	Percentual de lavouras com plantio direto	50%	75%	100%	0%	0%	0%
AFU2.2: Recuperação de pastagens degradadas	AFU2.2	166. Recuperação de pastagens degradadas para pastagens não-degradadas	Percentual de pastagens degradadas recuperadas	20%	60%	95%	0%	0%	0%

167. AFOLU – AFU3: Pecuária - Redução de emissões

168. 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 controle da composição e à incorporação de aditivos na dieta dos animais, de forma a alterar as rotas de fermentação entérica e, assim, reduzir a quantidade de metano produzida; b) desenvolvimento de programas de melhoramento genético do rebanho favorecendo linhagens de animais com digestão alimentar mais eficiente; c) terminação intensiva.

Subações	Medidas de mitigação	Variável para estimativa de emissões	Metas						
			Cenário de Mitigação			Cenário de Referência			
			2030	2040	2050	2030	2040	2050	
AFU3.1: Modificação da dieta de bovinos e melhoramento genético	AFU3.1	169. Intensificação Sustentável da produção da Bovinocultura de Corte e Leite (Considerando TI, MGA e Dieta)	Intensidade de emissões do rebanho de corte e leiteiro	6%	12%	19%	0%	0%	0%
AFU3.2: Terminação intensiva									

170. AFOLU – AFU4: Preservação e restauração ecológica

171. Esta ação tem seu foco na preservação de ambientes naturais (i.e., impedir seu desmatamento e degradação) e na restauração de ecossistemas degradados. 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/restaurados. Destaca-se aqui o potencial de contribuição, no sentido de restauração, da implementação de florestas multifuncionais e dos sistemas agroflorestais³⁶.

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	172. Redução do desmatamento de vegetação nativa	Área desmatada anualmente	0	0	0	Igual a 2020	Igual a 2020	Igual a 2020
AFU4.2: Restauração ecológica	AFU4.2	173. Regeneração de vegetação secundária	Área adicional em regeneração, relativamente a 2020 [kha]	200	500	800	0	0	0

174. c. Setor Energia (ENE)

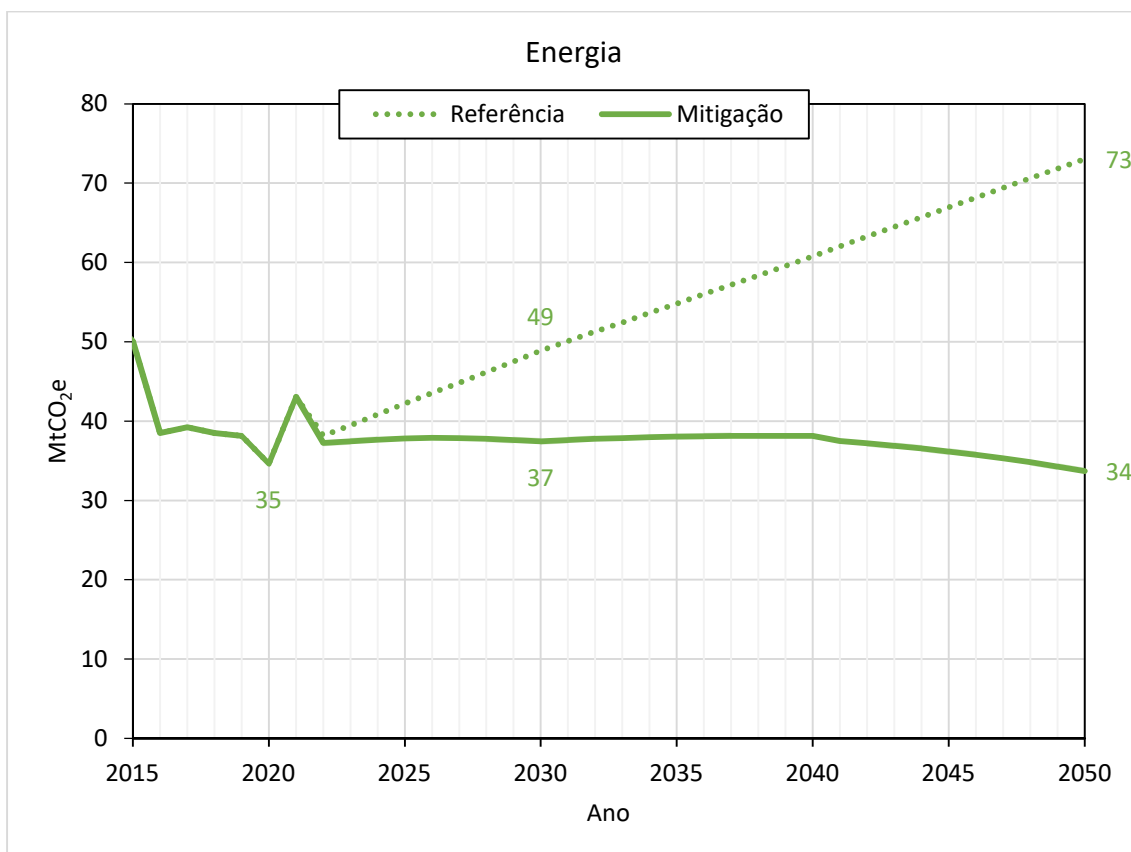
175. O setor de Energia foi responsável por 27% das emissões estaduais em 2020, englobando emissões originadas na geração de eletricidade, produção de combustíveis e uso de combustíveis em edificações, entre outras. As ações e subações nesse setor podem ser agrupadas em três frentes: redução da demanda energética em edificações; produção de eletricidade limpa; e utilização de combustíveis não-fósseis (H₂ e combustíveis a partir da biomassa).

176. 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.

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 incluindo H₂	
ENE4: Combustíveis a partir da biomassa	

³⁶ 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

177. Como as subações ENE4.1 e ENE4.2 refletem no consumo de energia da atividade de transporte, as emissões a elas associadas foram contabilizadas no eixo de Transporte (seção 5.a).
178. Por outro lado, ressalta-se que as subações IND1.1 e IND1.2 do eixo de Indústria (ver seção 5.e) tiveram suas emissões contabilizadas neste eixo de Energia, uma vez que refletem no consumo industrial de energia e na produção de combustíveis, respectivamente.
179. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 36 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 11. Enquanto o Cenário de Referência projeta 81 Mt em 2050, um aumento de 123% nas emissões anuais, no Cenário de Mitigação, as emissões se estabilizam no patamar de 41 Mt em 2050, mas que representam uma redução de 49% em relação ao mesmo ano no Cenário de Referência.
180. A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 592 Mt entre 2020 e 2050, representando 32% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 2.c e Tabela 2.d. (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).



181. **Figura 11. Emissões totais de GEE no setor de Energia**

182. ENERGIA – ENE1: Eficiência Energética

183. Esta ação corresponde ao incentivo à eficiência energética de sistemas com o objetivo de reduzir a demanda por energia (combustíveis e eletricidade) em residências, prédios públicos e comerciais e outras edificações. A diminuição da demanda leva a reduções diretas e imediatas das emissões de GEE relacionadas ao fornecimento de energia, além de facilitar o suprimento de energias renováveis quando da transição energética. São consideradas nessa ação as iniciativas do PROCEL³⁷ e PROCONVE³⁸ e suas metas, 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.

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	184. Redução do consumo de combustíveis nos segmentos residencial, comercial e público.	Redução da relação tCO ₂ e / PIB, relativamente a 2020	5.0%	7.5%	10.0%
	ENE1.2	185. Eletrificação nos segmentos residencial, comercial e público, substituindo o uso de combustíveis	Redução da relação tCO ₂ e / PIB, relativamente a 2020	5.0%	10.0%	15.0%
ENE1.2: Eficiência na demanda (uso final) por eletricidade	ENE1.2	186. Redução da demanda de energia elétrica nos segmentos residencial, comercial e público	Redução da relação consumo de eletricidade / PIB, relativamente a 2020	30.0%	40.0%	60.0%

187. ENERGIA – ENE2: Geração solar e eólica

188. Esta ação visa fomentar a geração de eletricidade por fontes renováveis, especificamente, a energia solar e eólica. 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 demanda de eletricidade consumida pelos órgãos do governo paulista será suprida por novos sistemas de geração solar e eólica.

189.

³⁷ 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 promover o uso racional e eficiente de energia elétrica e evitar o seu desperdício.

³⁸ O [PROCONVE - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores](#), instituído pela Resolução [CONAMA nº 18, de 6 de maio de 1986](#), tem, entre seus objetivos, reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, promover o desenvolvimento tecnológico nacional e criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso.

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE2.1: Sistemas centralizados	ENE2.1	190. 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	191. 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	192. Redução da importação de eletricidade do SIN	Quantidade de energia elétrica gerada [TWh]	0.0	3.5	7.0

193. ENERGIA – ENE3: Novos combustíveis incluindo H₂

194. Assim como no caso de Transportes, esta ação contempla a introdução do H₂ como combustível e vetor energético³⁹ para edifícios e indústrias. 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.

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
ENE3: Novos combustíveis incluindo H₂	ENE3	195. 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%

196. ENERGIA – ENE4: Combustíveis a partir da biomassa

197. 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

³⁹ 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.

HVO) podem ser utilizados diretamente em sistemas energéticos já existentes, sem modificações consideráveis. Nesta ação são incluídos os biocombustíveis que não foram considerados no setor de transportes, como bioquerosene para aviação, rotas de gaseificação de biomassa, sistemas de cogeração utilizando biomassa e substituindo combustíveis fósseis.

198. O uso desses combustíveis, nesta ação, está direcionado para os setores da aviação, industrial e, principalmente, na geração de eletricidade. Também se considera o grande potencial de aproveitamento de resíduos agropecuários para produção de biometano, o qual pode ser utilizado para abastecimento de maquinário agrícola e outros consumos de energia rurais.

Subação	Medidas de mitigação	Variável para estimativa de emissões	Metas			
			Cenário de Mitigação			
			2030	2040	2050	
ENE4: Combustíveis a partir da biomassa	ENE4.1	199. Substituição do uso de gasolina por etanol em veículos leves	Fração flex (% etanol)	60%	80%	90%
	ENE4.2	200. Substituição do uso de QAv por bioQAv em aviões	Percentual de combustível de aviação substituído por bioQAv	0.0%	1.0%	2.0%

201. **d. Resíduos (RES)**

202. As emissões do setor de Resíduos, compostas principalmente por metano em aterros sanitários e ETE, representaram 13% das emissões totais do Estado em 2020. 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. 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.

203. O setor de Resíduos abrange as emissões de gases de efeito estufa oriundas dos serviços de saneamento relacionadas exclusivamente com 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.

204. Foram identificadas 2 ações, 5 subações e 7 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 almeçadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

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

205. Metodologia, premissas e fontes de informação e dados

206. A construção dos cenários foi baseada na metodologia e nos resultados da coleção 9 do SEEG⁴⁰ para 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.

207. 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”. As premissas para as projeções de emissões tiverem 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. A premissas consolidadas para cada um dos cenários podem ser observadas na Tabela 3.a e na Tabela 3.b.

208. Destaca-se que para ambos os cenários foi considerado 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)⁴¹, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)⁴² e o Marco Legal de Saneamento Básico⁴³. As premissas consolidadas para cada um dos cenários podem ser observadas na Tabela 3.a e na Tabela 3.b.

⁴⁰ Os métodos de cálculo detalhados para cada um dos subsetores de emissão para o setor de Resíduos 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>

⁴¹ Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf>

⁴² Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf>

⁴³ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>

Tabela 3.a. Principais premissas para o cenário de referência do setor de Resíduos

Subsetor	Principais premissas para o cenário de referência
Disposição final	209. Crescimento linear da geração de resíduos; cumprimento das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) para a região sudeste. Nele, define-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	210. Crescimento da geração de resíduos sólidos de saúde (RSS) com base no crescimento populacional
Tratamento biológico	211. Fração da massa de resíduos desviada de aterros e encaminhada para o tratamento biológico, considerando que 100% do resíduos orgânico será tratado por meio de compostagem
Queima a céu aberto	212. Em 2032, com a universalização da coleta, essa prática deixa de ser adotada
Efluentes líquidos industriais	213. Crescimento da produção industrial com base no crescimento anual do PIB
Efluentes domésticos	214. Universalização do serviço de cobertura até 2033 (com 94% de tratamento nos efluentes coletados e manutenção da taxa atual de uso de fossas sépticas). Além disso, são mantidas as rotas de tratamento observadas atualmente, bem como a taxa de recuperação de metano de 50% em reatores anaeróbicos

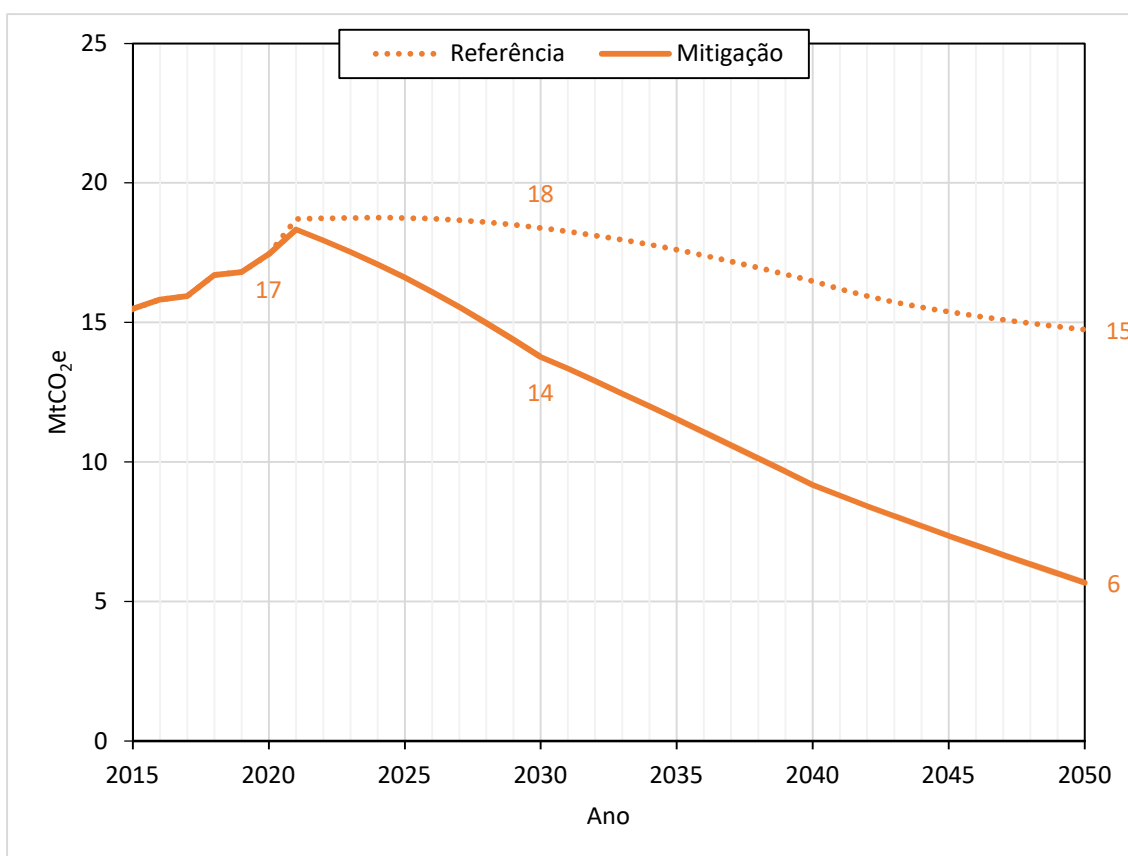
- 215.** Enquanto o cenário de referência prevê o cumprimento das metas previstas nos planos setoriais, o cenário de mitigação buscou aumentar a ambição das medidas propostas em um contexto de maior incentivo para a implementação da agenda de baixo carbono.

Tabela 3.b. Principais premissas para o cenário de mitigação do setor de Resíduos

Subsetor	Principais premissas para o cenário de mitigação
Disposição final	216. Cumprimento das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) para a região sudeste. Nele, define-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.
Incineração de RSS	217. Crescimento da geração de resíduos sólidos de saúde (RSS) com base no crescimento populacional
Tratamento biológico	218. Fração desviada de aterros encaminhada para o tratamento biológico, nesse cenário é considerado que 60% do resíduos orgânico será tratado por meio de compostagem e 40% por meio de digestão anaeróbica em 2050.
Queima a céu aberto	219. Em 2032, com a universalização da coleta, essa prática deixa de ser adotada
Efluentes líquidos industriais	220. Crescimento da produção industrial com base no crescimento anual do PIB
Efluentes domésticos	221. Universalização do serviço de cobertura até 2033 (com 94% de tratamento nos efluentes coletados e manutenção da taxa atual de uso de fossas sépticas). Considerado um contexto de melhoria de design e controle em ETEs com plantas de tratamento aeróbio, com potencial de reduzir o fator de emissão. Além disso, considera-se também a alteração nas rotas de tratamento priorizando a adoção de reatores anaeróbicos com potencial de recuperação de biogás e lagoas aeróbicas.

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

223. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 17 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 12. Enquanto o Cenário de Referência projeta 15 Mt em 2050, já uma redução de 16% nas emissões anuais, no Cenário de Mitigação, as 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.
224. A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 168 Mt entre 2020 e 2050, representando 31% das emissões totais acumuladas no período para o Cenário de Referência - Tabela 2.c e Tabela 2.d. (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).



225. **Figura 12. Emissões totais de GEE no setor de Resíduos**

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

227. 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 orgânico 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 Transportes). 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 vária de acordo com as atividades econômicas e a população de cada região.

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	228. Redução na geração de resíduos	Quantidade de resíduo que deixa de ser gerada	0%	1%	5%	0%	0%	0%
	RES1.1.2	229. 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 anaeróbica) e não enviados para o aterro sanitário - % em relação a massa total de resíduos	12%	25%	35%	9%	18%	18%
	RES1.1.3	230. Fração do resíduo orgânico encaminhado para a digestão anaeróbica	Percentual processado por digestão anaeróbica - % sobre quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para o tratamento biológico	1%	15%	40%	0%	0%	0%
	RES1.1.4	231. Recuperação de biogás em biodigestores	Percentual de recuperação de biogás em biodigestores	60%	75%	85%	0%	0%	0%
RES1.2: Captura e aproveitamento energético de resíduos (eletricidade e biometano)	RES1.2	232. Captura e aproveitamento energético de biogás proveniente de aterros sanitários	Quantidade de metano recuperada em aterros sanitários (fração de recuperação ou massa recuperada)	60%	75%	85%	43%	51%	60%

233. RESÍDUOS – RES2: Redução de emissões em ETE

234. Esta ação objetiva mitigar as emissões de metano e outros GEE (como óxido nitroso) em estações de tratamento de efluentes líquidos (ETE). 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 (ex., limitar o acúmulo de lodo; garantir nível d'água apropriado; controle dinâmico de aeração). Além disso, nos casos em que sejam tecnologicamente viáveis,

será fomentada a captura e queima do biogás das ETE, preferencialmente com aproveitamento energético (eletricidade e calor).

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	235. Meta de redução nas emissões de GEE por meio do aumento da eficiência do tratamento (lodo ativado e lagoa aeróbia) 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%
RES2.2: Captura e aproveitamento energético do biogás	RES2.2	236. Eficiência na captura e aproveitamento energético de biogás de ETEs	Quantidade de metano recuperada (fração de recuperação ou massa recuperada em reatores anaeróbicos)	60%	70%	80%	50%	50%	50%

237. e. Indústria e uso de produtos (IND)

238. 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.

239. Foram identificadas 2 ações, 3 subações e 9 medidas de mitigação do eixo de Indústria e Uso de Produtos 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.

INDÚSTRIA E USO DE PRODUTOS (IND)	
Ações	Subações
IND1: Eficiência de processos industriais	IND1.1: Eficiência energética (combustíveis e eletricidade)
	IND1.2: Monitoramento e controle de emissões fugitivas
	IND1.3: Modificações de processos
IND2: CCS - Carbon capture and storage (Captura e Armazenamento de Carbono) e CCUS - Carbon Capture, Utilization and Storage (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono)	

240. Como as subações IND1.1 e IND1.2 refletem no consumo industrial de energia e na produção de combustíveis, respectivamente, as emissões a elas associadas foram contabilizadas no eixo de Energia (seção 5.c). Nesta seção, contemplam-se apenas as emissões do setor de Processos Industriais e Uso de Produto, conforme definidas pelo IPCC.

241. **Metodologia, premissas e fontes de informação e dados**

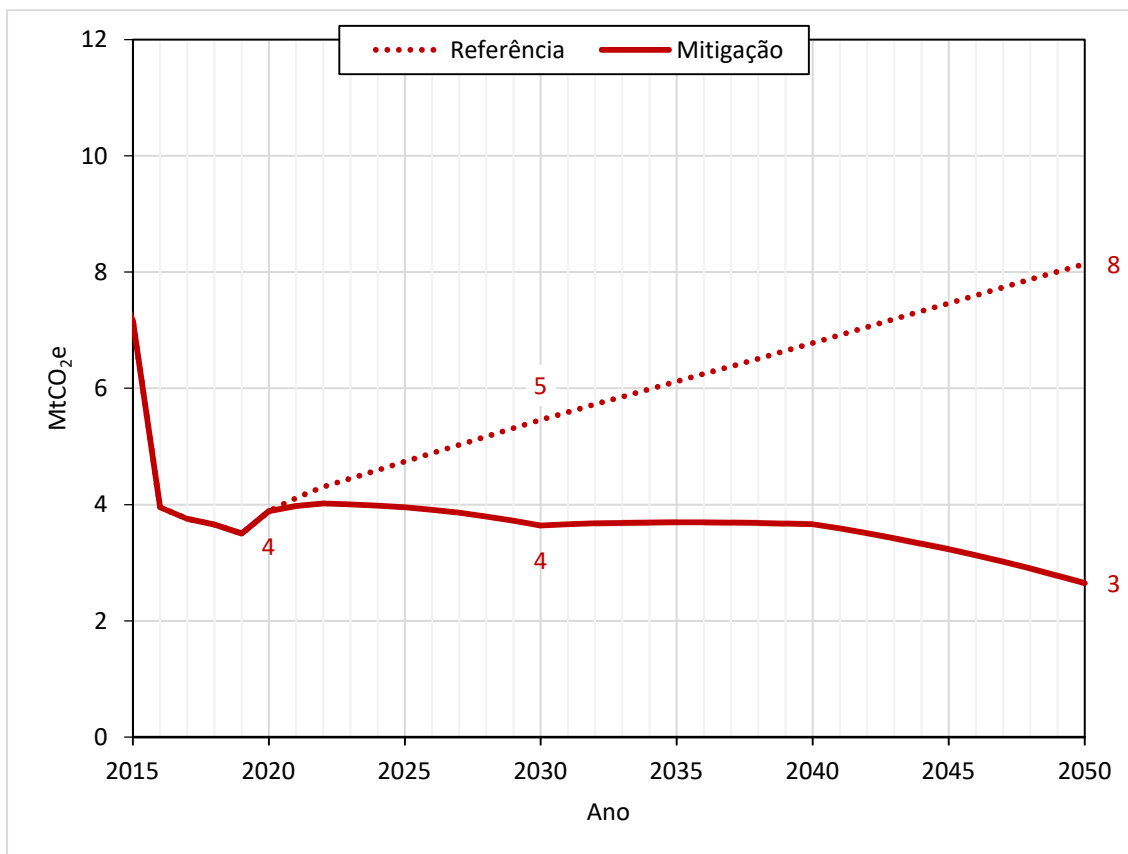
242. *Para este setor, tomou-se como base as emissões estimadas da coleção 9 do SEEG. A produção de cimento e as estimativas de produção de cal no estado até 2050 foram projetadas com base na variação do PIB.*

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

244. 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.

245. Ambos os cenários partem de emissões estimadas em 4 milhões de toneladas (Mt) de CO₂e emitidas em 2020 – Figura 13. Enquanto o cenário de referência projeta 8 Mt em 2050, um aumento de 109% nas emissões anuais, no cenário de mitigação, as emissões decrescem para 3 Mt em 2050, uma redução de 32% em relação a 2020 e de 67% em relação ao mesmo ano no cenário de referência.

246. A diferença acumulada de trajetórias totaliza uma mitigação de 78 Mt entre 2020 e 2050, representando 41% das emissões totais acumuladas no período para o cenário de referência - Tabela 2.c e Tabela 2.d. (Capítulo 5 – Cenários de Descarbonização).



247. **Figura 13. Emissões totais de GEE no setor de Indústria (PIUP)**

248. **INDUSTRIA E USO DE PRODUTOS – IND1: Eficiência de processos industriais**

249. 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).

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
IND1.1: Eficiência energética (combustíveis e eletricidade)	IND1.1.1	250. Redução no consumo projetado de combustíveis na indústria	Intensidade econômica do consumo de combustíveis (energia / PIB)	30%	40%	50%
	IND1.1.2	251. Eletrificação na indústria em substituição à queima de combustíveis	Parcela do consumo de combustíveis deslocada para eletricidade	5%	10%	15%

Subações	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
	IND1.1.3	252. Redução da importação de eletricidade do SIN por conta da redução do consumo de energia elétrica na indústria	Intensidade econômica do consumo de energia elétrica (energia / PIB)	10%	15%	30%
IND1.2: Monitoramento e controle de emissões fugitivas	IND1.2	253. Redução das emissões fugitivas de metano da indústria de P&G	Redução percentual das emissões fugitivas de metano da indústria de P&G	100%	100%	100%
IND1.3: Modificações de processos	IND1.3.1	254. Redução na intensidade de emissões da produção de cimento	Redução na intensidade de emissões da produção de cimento	30%	33%	35%
	IND1.3.2	255. Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais	Redução na intensidade de emissões dos outros segmentos industriais	30%	33%	35%

256. INDÚSTRIA E USO DE PRODUTOS – IND2: CCS e CCUS 44

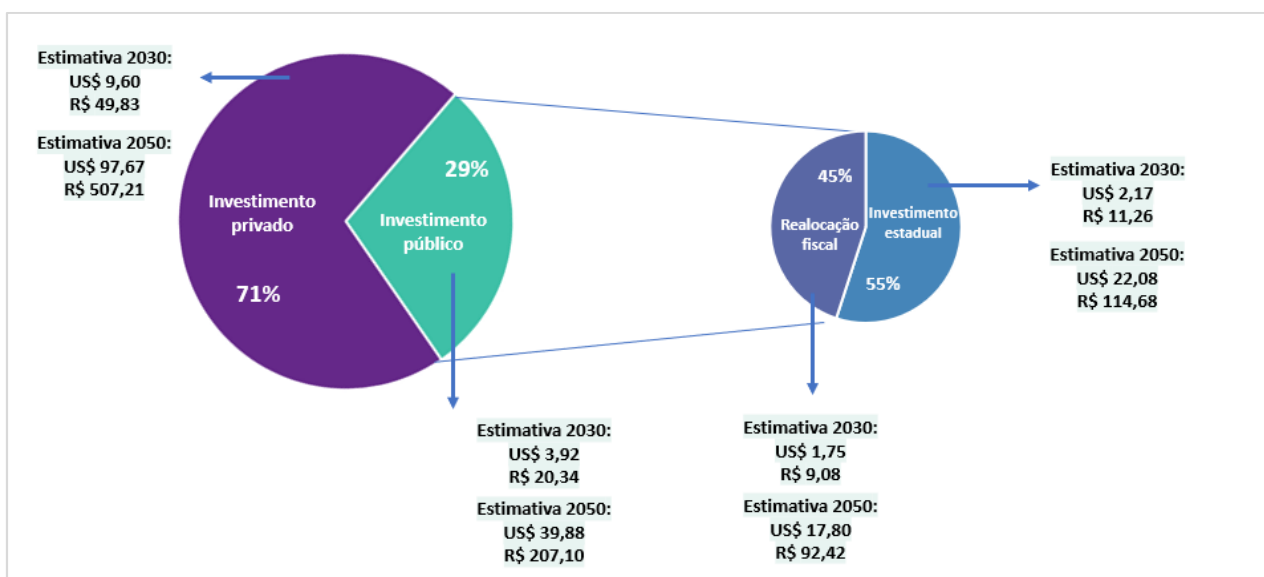
257. Esta ação prevê o fomento à melhoria de eficiência de processos industriais, em variadas frentes. Engloba medidas de aumento da eficiência energética de processos industriais, reduzindo a demanda por eletricidade e/ou combustíveis; o monitoramento e controle de emissões fugitivas (importante na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

Subação	Medidas de mitigação		Variável para estimativa de emissões	Metas		
				Cenário de Mitigação		
				2030	2040	2050
IND2: CCS e CCUS	IND2.1	258. 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	259. 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	260. Captura de CO ₂ gerado na indústria de cimento	Percentual das emissões de CO ₂ capturadas na indústria de cimento	5%	20%	50%

⁴⁴ 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.

261. 7. CAMINHOS PARA FINANCIAMENTO DAS AÇÕES

262. Mais que oportunidades de financiamento, uma discussão importante nos planos de climáticos tem sido a existência de recursos para financiar esse processo de transição. Nesse sentido, ainda que de forma inicial, buscou-se investigar o montante de recursos necessários até 2030 e até 2050 para implementação do PAC.
263. Cabe ressaltar que para essa estimativa foram assumidos os custos médios de mitigação com base em dados do IPCC para cada linha de ação do PAC. Adicionalmente, assim como para estimativa do *business as usual* do PAC, assumiu-se uma taxa de crescimento da economia estadual de 2% ao ano. Como resultado, estima-se que até 2030 o PAC necessite de aproximadamente R\$70,17 bilhões (US\$13,51 bilhões⁴⁵), que equivale em média ao longo dos 10 anos a 0,25% do PIB do estado de São Paulo ao ano, adicionais ao já investido, ou a 2,99% do PIB do Estado em 2019. Até 2050, estima-se a necessidade de R\$714,31 bilhões (US\$137,54 bilhões).



264. **Figura 14 : 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 Diretrizes PAC2050.**

265. Para realizar esta estimativa da 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

⁴⁵ Utilizou-se a taxa de câmbio 5,1935 (10/10/2022)

Green Industrial Revolution” do Reino Unido e o Diretrizes PAC2050. A análise destes planos possibilita a assunção da proporção próxima a 70% desses valores sendo investidos pelo setor privado e os demais 30% pelo setor público. Outro ponto importante de se destacar é que o desembolso do setor público pode ocorrer via investimento, correspondendo a cerca de 55% de acordo com as análises realizadas ou realocação fiscal, os demais 45%. Desse modo, faz-se necessário identificar possíveis caminhos para a captação de recursos direcionados ao financiamento das ações, provenientes tanto do setor público como do privado.

266. Na expectativa de identificar recursos públicos disponíveis direcionados às ações voltadas à mitigação das mudanças climáticas, analisou-se a maneira com que os recursos públicos estão atualmente alocados nas secretarias e programas que se relacionam às ações do PAC. Os recursos alocados na Lei Orçamentária para 2022 totalizam R\$ 30,3 bilhões, em 17 programas e seis Secretarias Estaduais. Foram identificados alguns programas que possuem relação direta com as ações do PAC. No eixo de Transporte, por exemplo, recursos alocados em transporte ferroviário e hidroviário somam R\$ 5,3 bilhões. Em AFOLU, o programa Agro SP Sustentável é responsável por R\$ 1,3 bilhão, enquanto a recuperação de áreas degradadas soma R\$ 1,9 milhão.
267. Já em Energia são alocados R\$ 13 milhões em biocombustíveis. Por último, no eixo de Resíduos, a implementação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos soma R\$ 12 milhões. Os programas existentes nas diferentes secretarias indicam que o tema de meio ambiente é transversal e está sendo incorporado e discutido neste contexto, ainda que exista espaço para aperfeiçoamentos.
268. Nessa direção, citam-se estratégias como a incorporação de um Objetivo Estratégico que converse com o Plano de Ação Climática e as ações a serem desenvolvidas pelo governo do Estado, assim como a criação de um programa específico para o enfrentamento das mudanças climáticas no âmbito do PPA – Plano Plurianual que deverá ser elaborado em 2023.
269. Ainda que sejam viabilizados os valores de investimento necessários para financiamento do PAC, é fundamental que o Estado se atente à revisão do financiamento de atividades intensivas em carbono, considerando ainda o desinvestimento gradual nessas atividades, de forma a priorizar o investimento em iniciativas que contribuam para o atingimento das metas climáticas.
270. Na perspectiva do financiamento privado, linhas de financiamento exclusivamente voltadas para atividades de baixo impacto socioambiental ou de transição para uma

economia de baixo carbono evidenciam o posicionamento das Instituições financeiras e agências de fomento nacionais e internacionais no apoio a projetos de mitigação às mudanças climáticas.

271. Foram identificadas cerca de 30 linhas de financiamento que oferecem recursos de forma não reembolsável ou reembolsáveis, com custo de capital reduzido para projetos voltados a determinados temas socioambientais. A comparação entre os critérios de elegibilidade das linhas existentes e as ações do PAC revelou grande sinergia, uma vez que cada ação do PAC se mostrou compatível a pelo menos uma das linhas de financiamento identificadas, com relação aos setores mais importantes em termos de emissões:
272. Transporte: o Fundo Clima, do BNDES, e seus subprogramas de mobilidade urbana e de projetos inovadores parece ser o instrumento mais alinhado às ações desse eixo. 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.
273. Energia: é o setor que parece ser o mais avançado no que se refere a fontes de financiamento existentes, principalmente no que diz respeito a geração de energia renovável (solar e eólica), sendo identificado como agentes de fomento o BNDES, Desenvolve SP e o Banco do Brasil.
274. AFOLU: foram encontradas linhas de financiamento com critérios de elegibilidade compatíveis com todas as ações do eixo AFOLU. Entretanto, nota-se que as ações relativas à preservação e restauração ecológica estão mais amplamente presentes nos programas de financiamento, enquanto as ações voltadas a pecuária e sistemas integrados se encaixam em critérios mais abrangentes das linhas voltadas para o setor.
275. Por outro lado, é igualmente importante explorar vias inovadoras de financiamento, como por exemplo, instrumentos financeiros de *blended finance*. Esses instrumentos se caracterizam 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.

276. Uma outra opção de financiamento é através da emissão de dívida rotulada⁴⁶ no mercado de capitais. Embora emissões subnacionais não sejam uma opção viável no Brasil, a captação de recursos nessa linha através de instituições financeiras de desenvolvimento local pode ser uma via de financiamento relevante para o PAC, tendo ainda que ser estruturado o processo de repasse dos recursos para o Estado, que pode ocorrer por meio de empréstimo vinculado a metas ou desempenho de sustentabilidade alinhados a captação feita pela instituição financeira.
277. Essas operações já possuem uma trajetória consolidada no setor privado. Em 2021 foram realizadas 52 operações totalizando um montante de R\$ 13,10 bilhões, com uso de recursos voltados para atividades relacionadas ao eixo de Energia (Bioenergia, Ecoeficiência, Energia renovável e Eficiência energética). Embora sabido que seja objeto de legislação Federal, a institucionalização do Mercado de Carbono Regulado no Brasil deve ter um papel relevante de sinalização ao mercado e de efeito prático nas reduções das emissões de gases de efeito estufa. Ainda que de forma empírica, o estudo do FMI, *World economic outlook: Countering the Cost-of-Living Crisis, chapter 3, near-term macroeconomic impact of decarbonization policies* de outubro de 2022 destaca que mesmo com preços baixos, os mercados de comércio de emissões e os impostos sobre o carbono levaram a reduções consideráveis nas emissões dos países que implementaram essas iniciativas.

⁴⁶ Os títulos rotulados são semelhantes aos instrumentos de dívida tradicionais, com a exceção de que seus recursos são direcionados para investimentos ou projetos com benefícios ambientais e/ou sociais positivos, contribuindo assim para a pauta da sustentabilidade.

278.

8. A GOVERNANÇA

279. 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.
280. De igual modo, a PEMC – Política Estadual de Mudanças Climáticas, criada pela Lei Est. 13.798/2009, instituiu em seu artigo 29 o Conselho Estadual de Mudanças Climáticas, de caráter consultivo e de composição tripartite, que contempla a participação dos órgãos do governo do estado de São Paulo, dos municípios e da sociedade civil, com a finalidade precípua de acompanhar a implantação e fiscalizar a execução da PEMC.
281. 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.
282. Nessa perspectiva, encontra-se em tramitação uma minuta de decreto para atualizar o ora vigente Dec. Est. 55.947/2010. Propõe-se a reorganização deste Conselho com 27 representantes. Designa-se a presidência do Conselho ao próprio Governador do estado – secundado pelo Secretário de Infraestrutura e Meio Ambiente, acompanhado por sete Secretarias estratégicas na condução das políticas de planejamento econômico, agroindustrial, transportes, habitação, energia, saneamento ambiental, contando também com participação de do IPA – Instituto de Pesquisas Ambientais, FAPESP – Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de SP e da CETESB - Agência Ambiental de São Paulo. Para representar os municípios, deverão participar as seis regiões metropolitanas do estado, dois representantes de entidades municipalistas e

um representante do Conselho de Recursos Hídricos. Pela sociedade civil, quatro representantes de entidades ambientalistas, dois de Universidades públicas paulistas e três representantes de entidades da indústria, da agricultura e do comércio e serviços.

283. 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.
284. 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.