

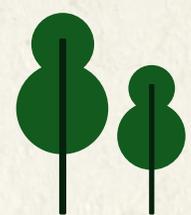


PPDE 2034

PLANO PAULISTA DECENAL DE ENERGIA 2034

Race to Zero

BALANÇO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)



AGENDA

1 – Metodologia do Balanço de Emissões de GEE

2 – Diagnóstico das Emissões de GEE

3 – Cenários Regulatórios e Cenários de Mitigação de Emissões de GEE

1.1 - Referências Metodológicas Balanço de Emissões de GEE

- As metodologias de inventário de GEE visam quantificar emissões e remoções com transparência e consistência, apoiando políticas climáticas e mercados de carbono.
- As **Diretrizes do IPCC são o padrão global**, com métodos de diferentes níveis de complexidade e base em princípios como precisão e transparência.
- GHG Protocol, SEEG e outras metodologias adaptam o IPCC a contextos específicos, podendo gerar estimativas divergentes.



(1) Notas Metodológicas do SEEG ([SEEG, 2023](#))
(2) GHG Protocol for Cities ([GHG Protocol, 2021](#))
(3) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ([IPCC, 2019](#))

1.2 - Metodologia Balanço de Emissões de GEE

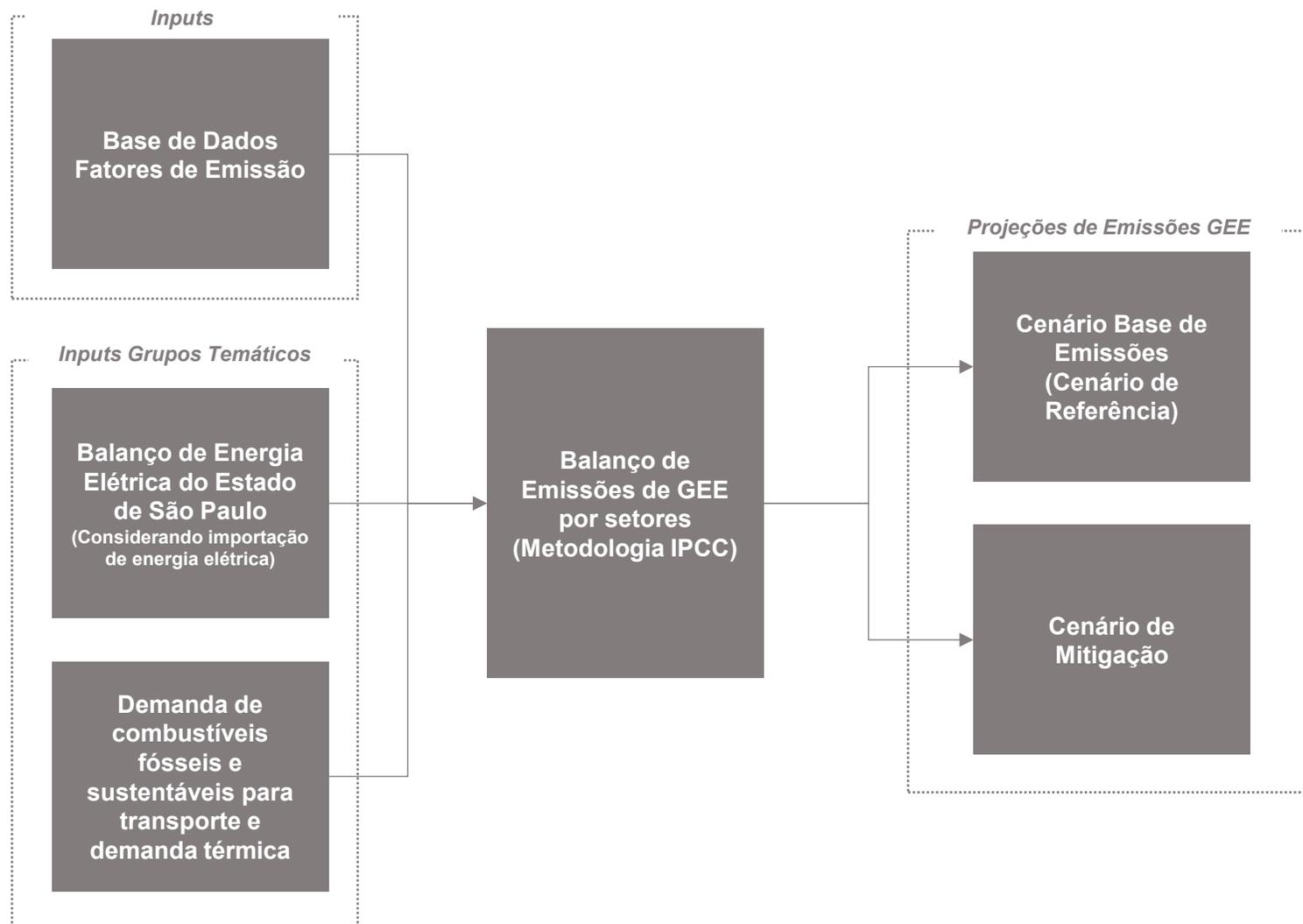
- A equação geral utilizada para a estimativa do Balanço de Emissões de GEE (para CO₂)

$$E_{CO_2} = \sum Cons_i \cdot \rho_{energia,i} \cdot (FE_{CO_2})_i$$

Onde:

E_{CO_2}	Emissão anual de CO ₂ (kgCO ₂ /ano)
$Cons_i$	Consumo final energético anual de cada combustível em cada setor (unidade comercial/ano)
$\rho_{energia,i}$	Fator de conversão – densidade energética (TJ/unidade comercial)
$(FE_{CO_2})_i$	Fator de emissão por unidade de energia (kgCO ₂ /TJ)

1.2 - Metodologia Balanço de Emissões de GEE



Premissas Iniciais e Escopo

- Emissões do **Escopo 1**
- Período de referência: **2025-2034**
- Metodologia:
 - **IPCC**
 - **GHG Protocol for Cities**
- GEE's considerados:
 - **CO₂, N₂O e CH₄**;
- Cenários:
 - **Cenário Base:** Crescimento com perfil tecnológico e energético similar ao histórico
 - **Cenário de Mitigação:** Redução das emissões de GEE, buscando colaborar com o net-zero de emissões líquidas de GEE

1.2 - Metodologia Balanço de Emissões de GEE

Fatores de Emissões

- Fatores de emissões e de conversões indicados no BEESP 2022 (Ano base 2021)¹
 - A fim de possibilitar a comparação e validação dos resultados
 - Fatores do AR6 do IPCC utilizados para equivalência do Potencial de aquecimento para 100 anos (GWP 100)
- Na falta de algum dado, valores do IPCC foram utilizados como padrão
- **Emissões biogênicas foram consideradas nulas (ciclo do carbono é neutro)**
- Poluentes atmosféricos não foram considerados, apenas GEE
- **Emissões do ciclo de vida não foram incorporadas**
 - Ex: Emissões da geração de UTEs incluem apenas o consumo energético para a geração, as emissões dos insumos usados na construção da UTE estão alocados no setor industrial caso tenha ocorrido no ESP

(1) Edição mais recente incluindo os fatores de emissão

1.3 - Fronteiras Balanço de Emissões de GEE

- De acordo com o IPCC, os inventários nacionais de GEE devem contabilizar apenas as emissões que ocorrem fisicamente dentro das fronteiras nacionais, independentemente da origem ou do destino do combustível ou da energia, no que é conhecido como **princípio territorial (baseado na produção)**

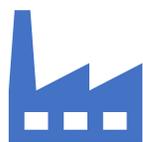
Fonte de Emissão	Diretrizes do IPCC (Baseado na Produção)
Combustíveis Importados	Emissões são contabilizadas no país importador, se a combustão ocorre localmente.
Combustíveis Exportados	Emissões são excluídas do país exportador se forem queimadas em outro país.
Eletricidade Importada	Emissões são atribuídas ao país exportador, onde ocorre a geração da eletricidade.
Eletricidade Exportada	Emissões permanecem no inventário do país exportador, onde a geração ocorre.
Perdas na Transmissão de Eletricidade	São incluídas no inventário do país produtor, como parte da geração elétrica.

1.4 - Metodologia Balanço de Emissões de GEE

- O balanço de emissões de GEE do PPDE 2034 incluirá os seguintes setores:



Transporte



Industria



Energia



▪ Energia elétrica



▪ Produção de combustíveis



Agropecuária



Edificações

- Residencial
- Comercial
- Público

- Será adotada uma abordagem metodológica **alinhada às diretrizes do IPCC**, incluindo uma **versão complementar que considera as importações de energia elétrica**, visando compatibilidade com o PEE2050

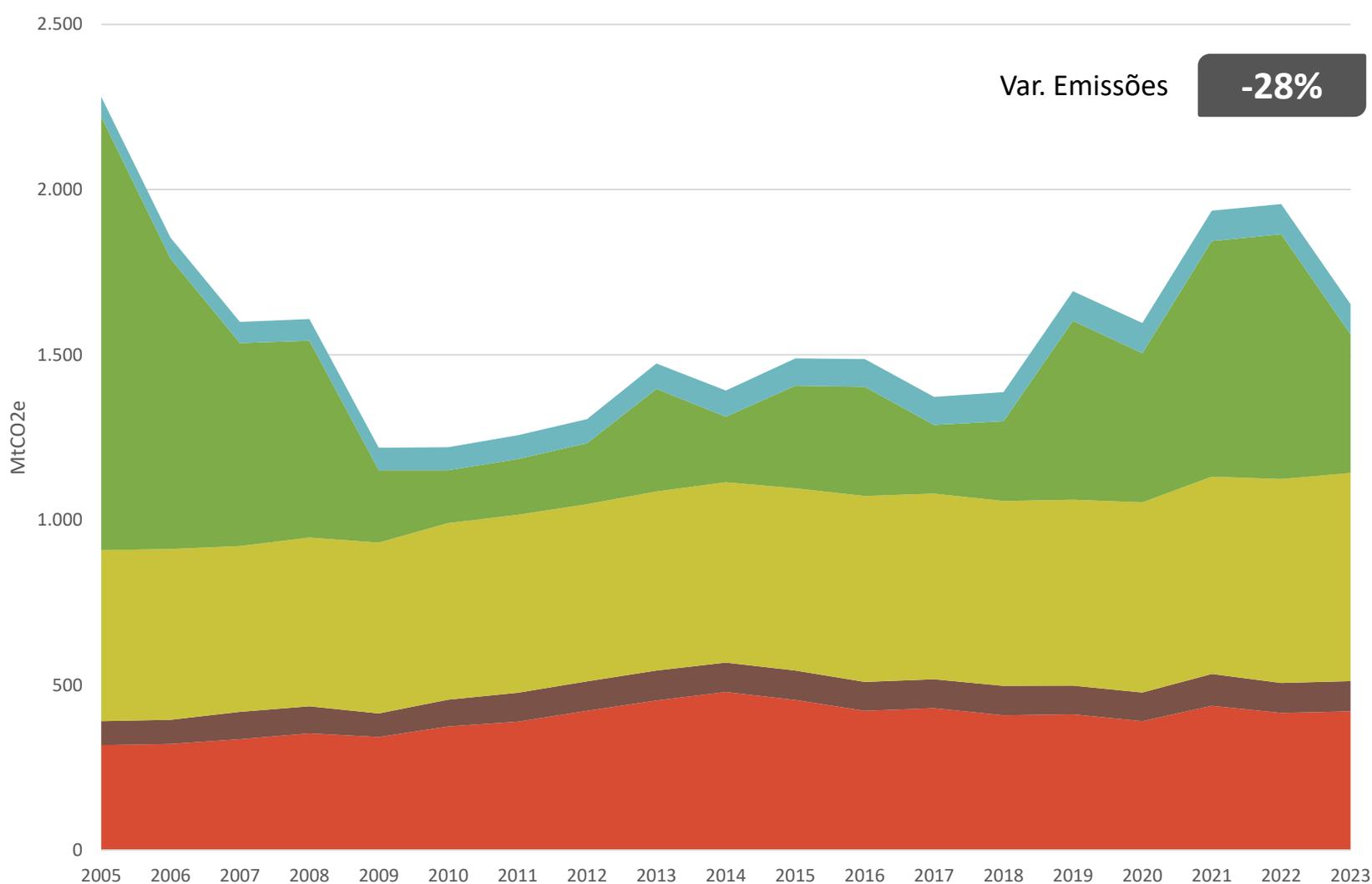
AGENDA

1 – Metodologia do Balanço de Emissões de GEE

2 – Diagnóstico das Emissões de GEE

3 – Cenários Regulatórios e Cenários de Mitigação de Emissões de GEE

2.1 - Diagnóstico das Emissões de GEE no Brasil



Variação (%)
2005 - 2023

+51%

RESÍDUOS

-68%

MUDANÇA DE USO DA
TERRA E FLORESTA

+22%

AGROPECUÁRIA

+26%

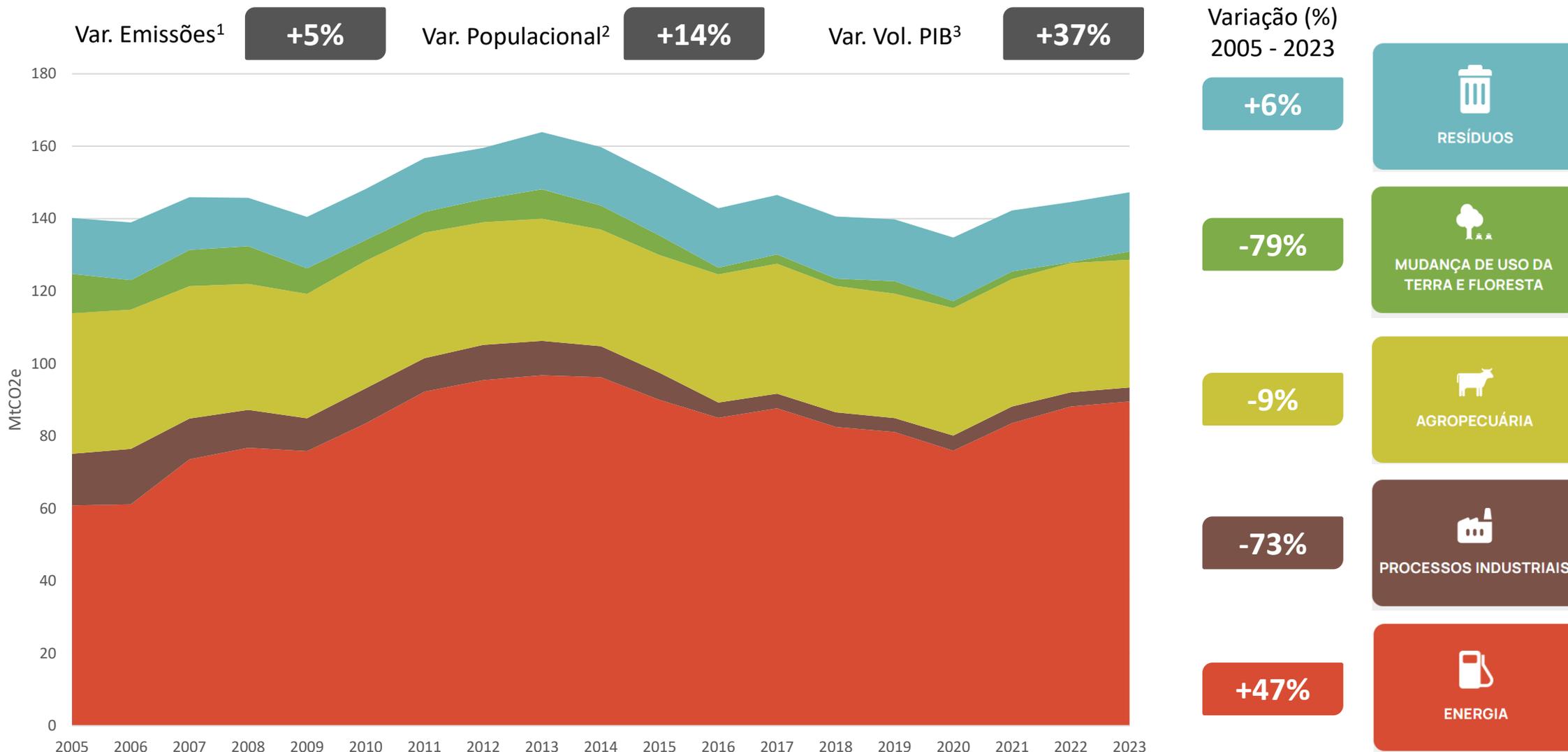
PROCESSOS INDUSTRIAIS

+32%

ENERGIA

(1) SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG ([Observatório do Clima, 2024/V12.0](#))

2.2 - Diagnóstico das Emissões de GEE em São Paulo

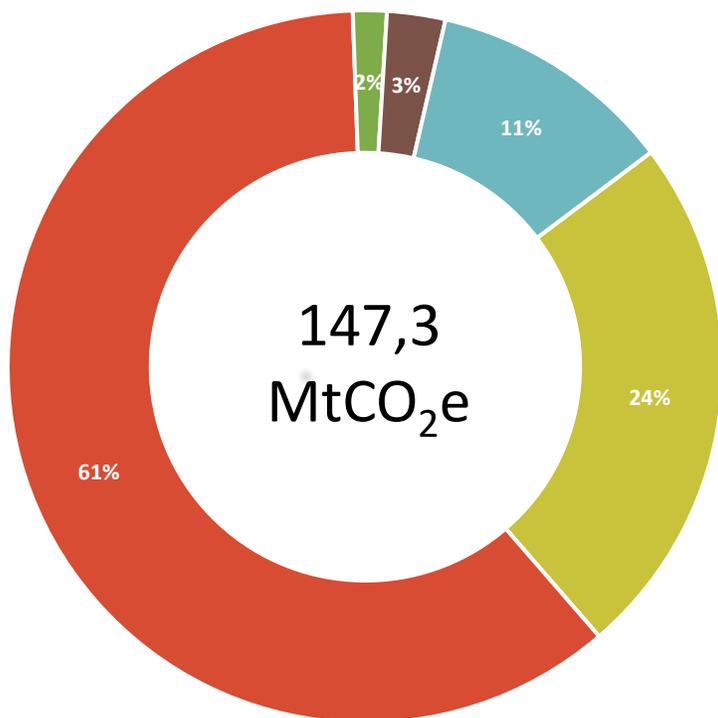


(1) SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG ([Observatório do Clima, 2024/V12.0](#))

(2) LCA

(3) Baseado no índice de volume do PIB pela Fundação Seade – ano base 2010 ([Fundação Seade](#))

2.3 - Perfil das Emissões Líquidas de GEE em São Paulo em 2023



35,3 MtCO₂e



AGROPECUÁRIA

- 51,3% Fermentação entérica
- 44,5% Solos manejados
- 4,0% Manejo de dejetos animais
- 0,2% Cultivo de arroz
- 0,1% Queima de resíduos agrícolas

2,3 MtCO₂e



MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA

- 402,7% Alterações de uso da terra
- 22,4% Carbono orgânico no solo
- 6,2% Resíduos florestais
- 0,6% Remoção por mudança de uso da terra
- 94,1% Remoção em áreas protegidas
- 236,5% Remoção por vegetação secundária

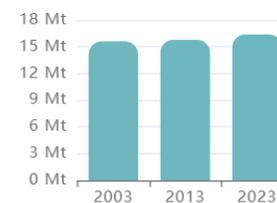
89,5 MtCO₂e



ENERGIA

- 56,6% Transportes
- 14,9% Industrial
- 12,3% Produção de combustíveis
- 9,1% Agropecuária
- 4,5% Residencial
- 1,0% Comercial
- 1,0% Geração de eletricidade (serviço público)
- 0,6% Público

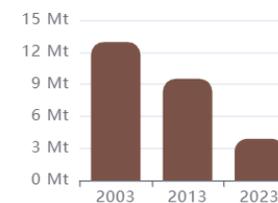
16,4 MtCO₂e



RESÍDUOS

- 67,1% Disposição final
- 30,1% Efluentes domésticos
- 2,4% Efluentes líquidos industriais
- 0,4% Incineração ou queima a céu aberto
- 0,0% Tratamento biológico

3,9 MtCO₂e



PROCESSOS INDUSTRIAIS

- 71,2% Produtos minerais
- 20,6% Produção de metais
- 8,2% Indústria química

2.4 - Participação das Emissões de GEE de São Paulo no Brasil

- O ESP concentra cerca de 22% da população e 30% do PIB, mas representa apenas 9% das emissões líquidas totais de GEE. No setor de energia, no entanto, o ESP representa uma parcela significativa das emissões nacionais.

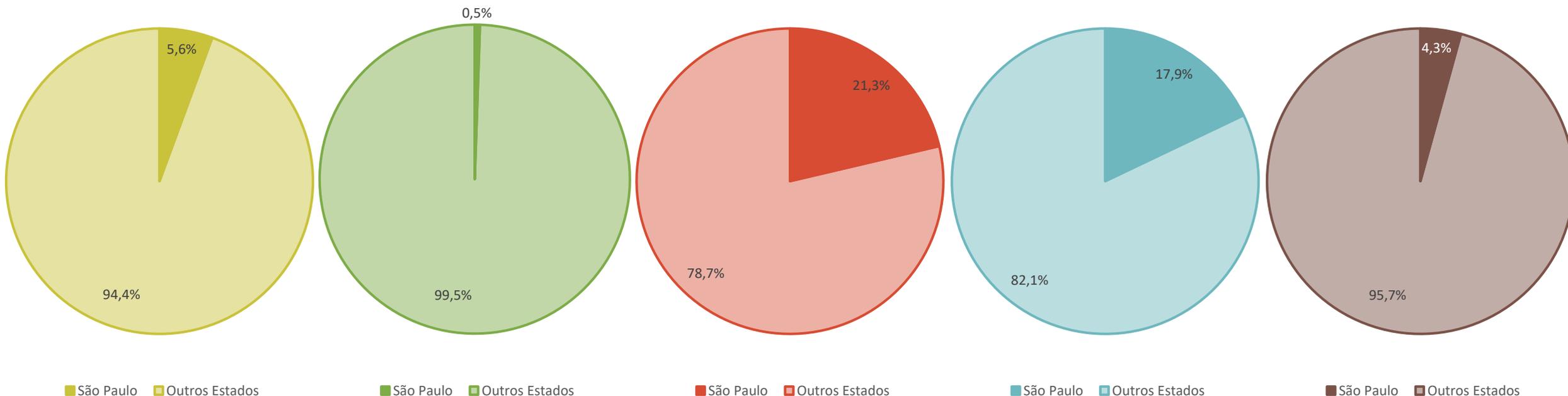
Agropecuária

Mudança de Uso da Terra e Floresta

Energia

Resíduos

Processos Industriais



(1) SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG ([Observatório do Clima, 2024/V12.0](#))

AGENDA

1 – Metodologia do Balanço de Emissões de GEE

2 – Diagnóstico das Emissões de GEE

3 – Cenários Regulatórios e Cenários de Mitigação de Emissões de GEE

3.1 - Cenários Regulatórios – Evolução da NDC – Brasil

	Primeira NDC (2015)	Segunda NDC (2020)	Terceira NDC (2022)	Quarta NDC (2023)	Quinta NDC (2024)
Metas de Redução de Emissões	37% até 2025, 43% até 2030 (em relação aos níveis de 2005)	37% até 2025, 43% até 2030 (em relação aos níveis de 2005). Neutralidade de carbono até 2060.	50% até 2030 (em relação aos níveis de 2005). Neutralidade de carbono até 2050.	48% até 2025, 53% até 2030 (em relação aos níveis de 2005). Neutralidade de carbono até 2050.	53,1% até 2030, 59 a 67% até 2035 (em relação aos níveis de 2005). Neutralidade até 2050
Metas de Desmatamento	Eliminar o desmatamento ilegal até 2030	Eliminar o desmatamento ilegal até 2028	Eliminar o desmatamento ilegal até 2028, com meta para todo o desmatamento até 2030	Eliminar o desmatamento ilegal até 2028, com meta para todo o desmatamento até 2030	Eliminar o desmatamento ilegal até 2028, com meta para todo o desmatamento até 2030
Energia Renovável	Ampliar o uso de fontes renováveis de energia	Ampliar o uso de fontes renováveis de energia	Aumentar significativamente a participação de energias renováveis	Promover solar e eólica	Aumentar significativamente a participação de energias renováveis
Reflorestamento e Restauração	Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030	Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030	Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030	Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030	Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030
Agricultura	Promover práticas agrícolas sustentáveis	Promover práticas agrícolas sustentáveis	Intensificar práticas agrícolas de baixa emissão de carbono	Reforçar práticas agrícolas de baixa emissão de carbono	Ampliar Plano ABC+: 40 Mha de pastagens, 30 Mha ILPF
Notas Adicionais	Metas iniciais ambiciosas, foco na economia como um todo	Reafirmação das metas anteriores, inclusão de meta de longo prazo de neutralidade	Metas ampliadas, antecipação da meta de neutralidade	Metas ampliadas, governança restaurada, enfrentamento de desafios de implementação	Alinhamento ao cenário de 1,5 °C

(1) BRAZIL'S NDC - National determination to contribute and transform ([Governo do Brasil, 2024](#))

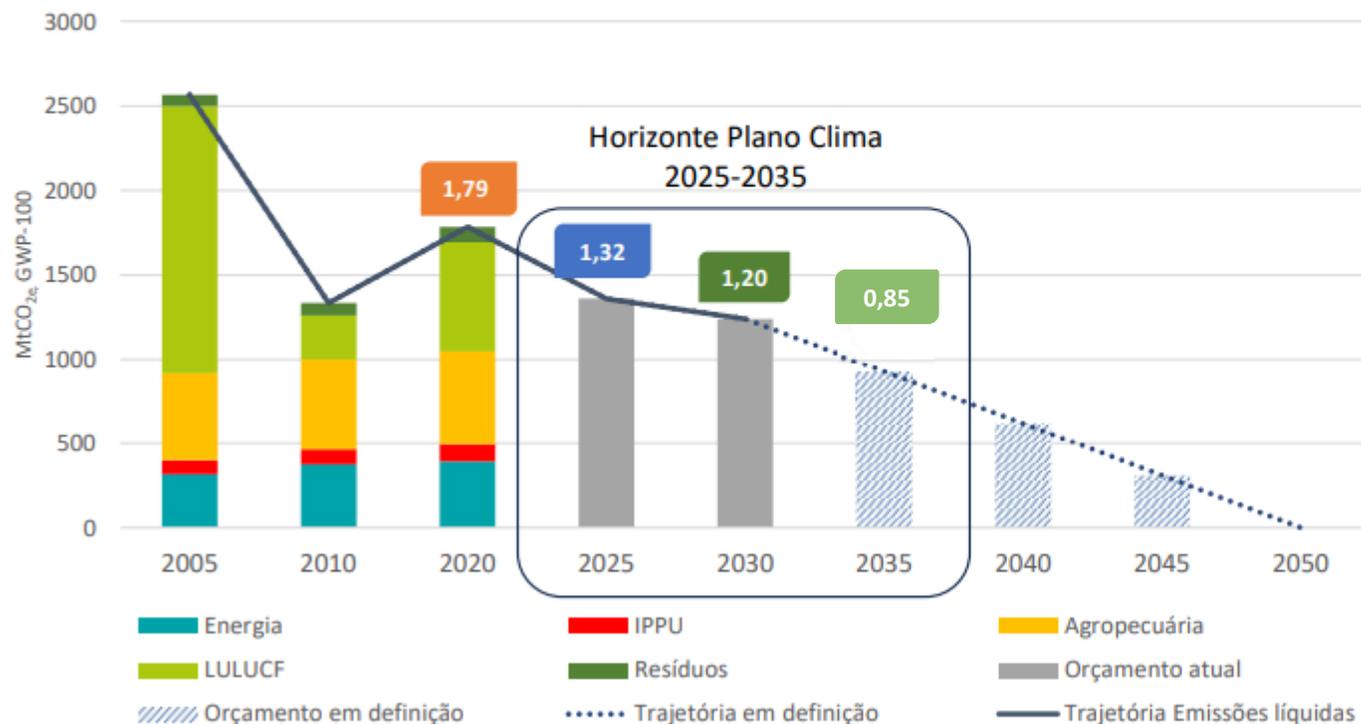
(2) UNFCCC NDC Registry: "Brazil First NDC 2023 adjustment" ([UNFCCC, 2023](#))

(3) NDC Tracker ([Climate Watch, 2025](#))

3.1 - Cenários de Mitigação – Plano Clima – Brasil

Relação entre a ambição nacional de mitigação e o Plano Clima

O Plano Clima irá pactuar a alocação setorial do orçamento de emissões de forma integrada considerando os impactos entre os setores, visando ao mínimo custo para sociedade



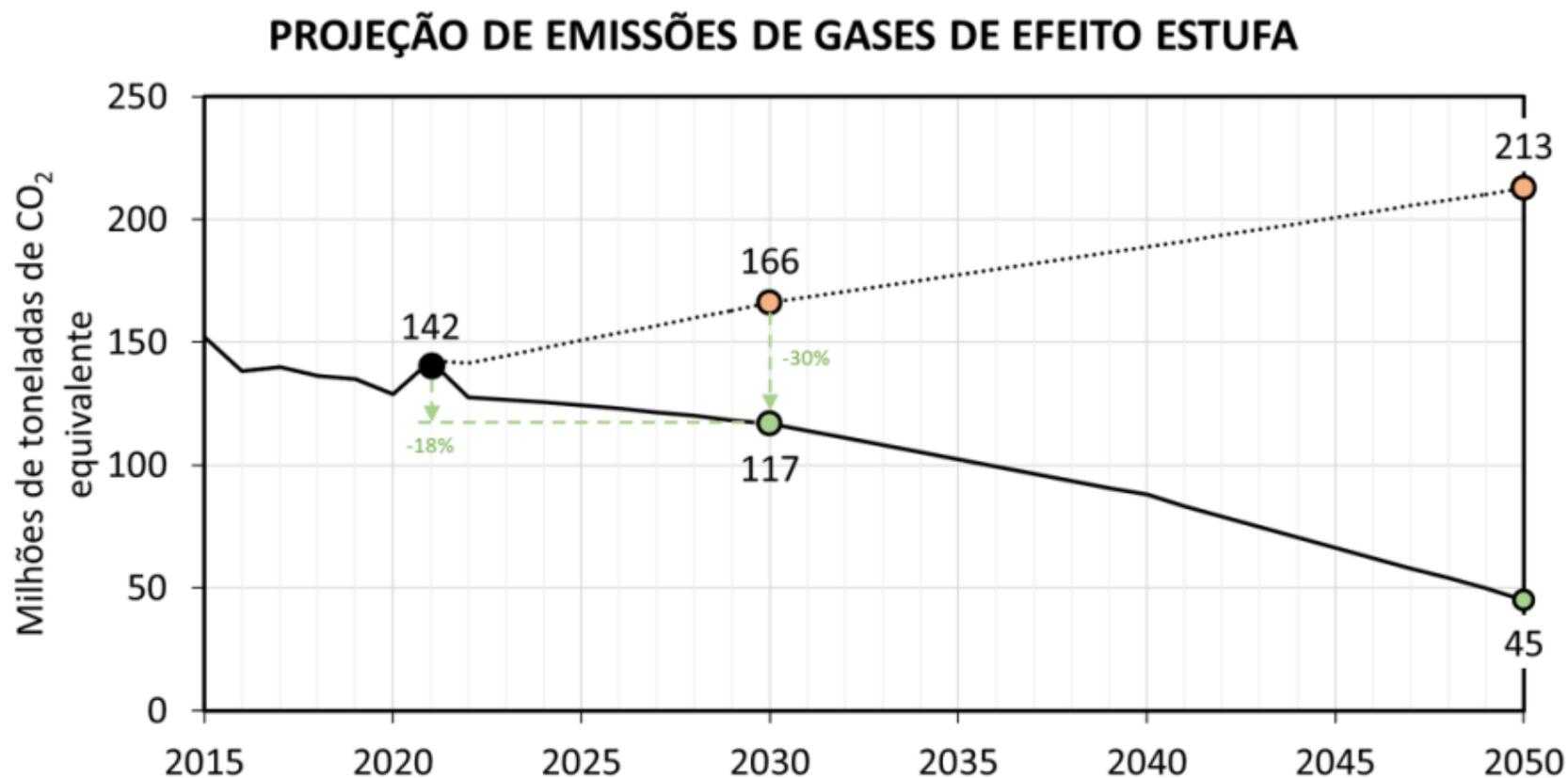
- Meta indicativa para 2030 e 2035
- Alocação setorial no horizonte 2025-2035
- Ações para o horizonte 2025-2035 por setor
- Desenho de trajetória viável para alcançar o "ponto de chegada" de emissões líquidas zero em 2050

(1) SEMINÁRIO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE MITIGAÇÃO 2024-2035 (MMA, 2024)

(2) PLANO CLIMA - Estratégias gerais e planos setoriais para mitigação e adaptação (MMA, 2023)

3.2 - Cenários de Mitigação – Plano de Ação Climática SP

- O PAC 2050 prevê uma redução de 26% nas **emissões totais** do Estado de São Paulo em 2034 frente ao ano base 2021.

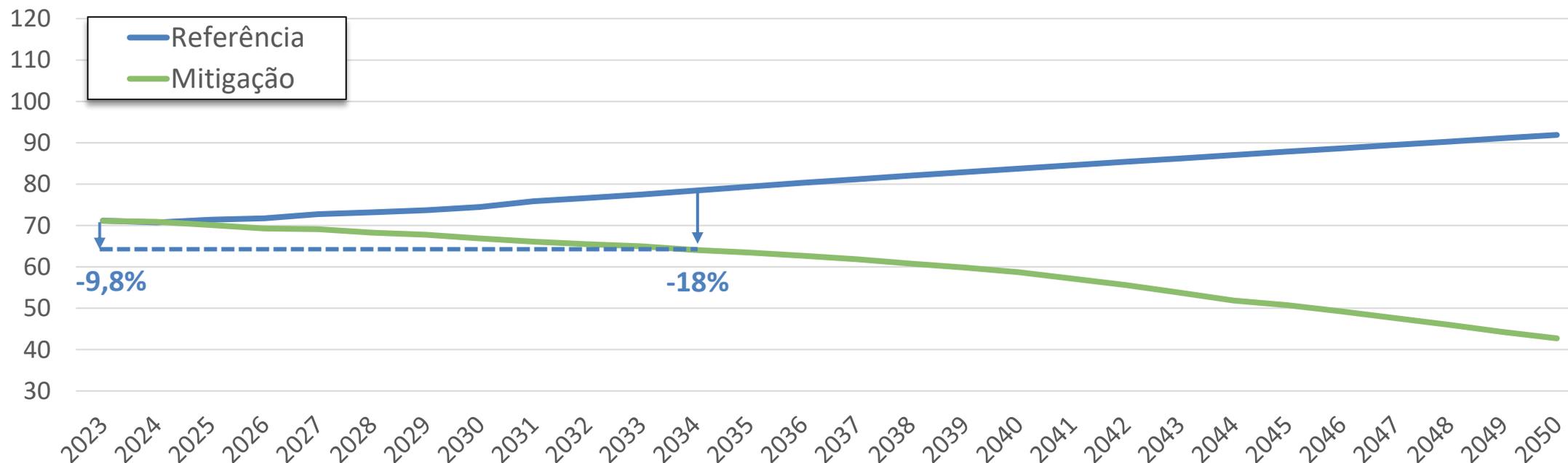


(1) Plano de Ação Climática do Estado de São Paulo (SEMIL, 2022)

3.3 - Cenários de Mitigação – PEE2050

- O PEE2050 prevê uma **redução de 9,8% nas emissões do setor de energia do Estado de São Paulo em 2034 frente ao ano base 2023** e uma **redução de 18% frente ao cenário base.**
- Cerca de 80% das emissões mitigadas no período provêm do setor de transportes

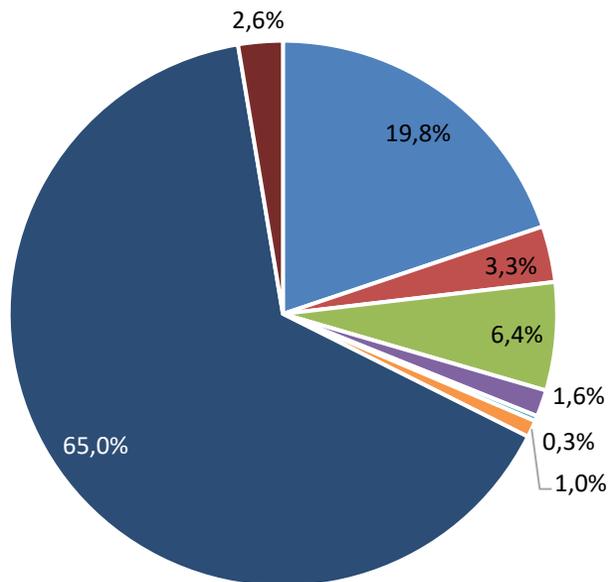
Emissões MtCO₂e



(1) Desconsiderando emissões de importação do setor elétrico

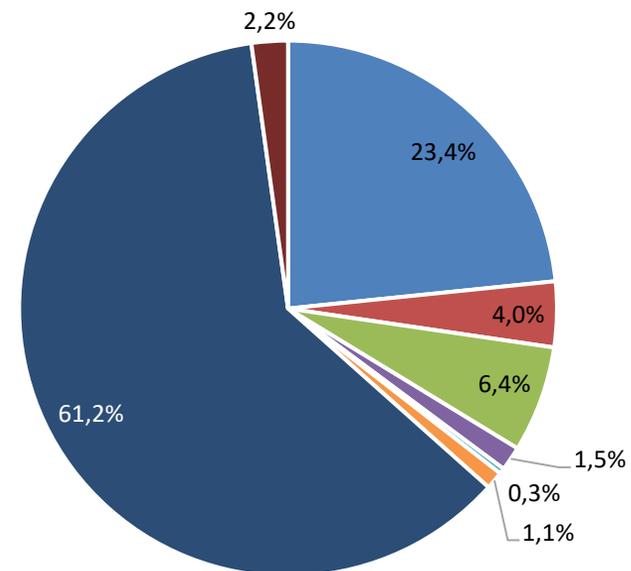
3.3 - Cenários de Mitigação – PEE2050

Cenário Base 2034



- Setor Industrial
- Setor Energético
- Setor Residencial
- Setor Comercial
- Setor Público
- Setor Agropecuário
- Setor Transporte
- Setor Elétrico

Mitigação 2034



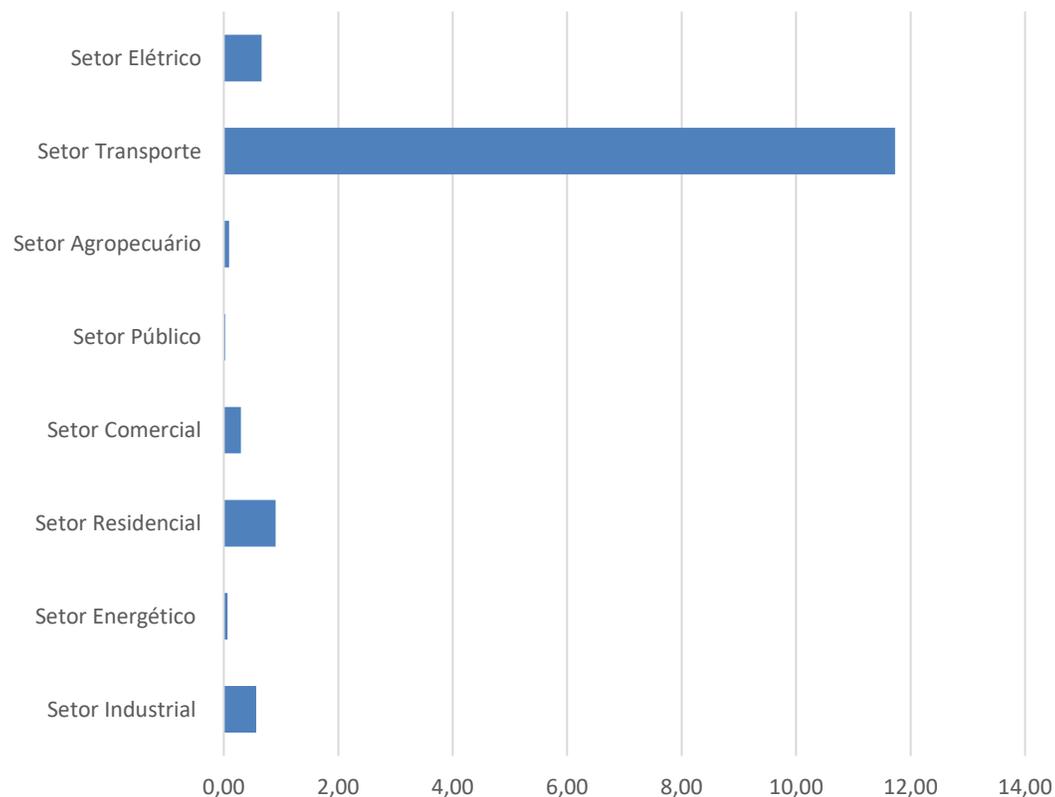
- Setor Industrial
- Setor Energético
- Setor Residencial
- Setor Comercial
- Setor Público
- Setor Agropecuário
- Setor Transporte
- Setor Elétrico

(1) Desconsiderando emissões de importação do setor elétrico

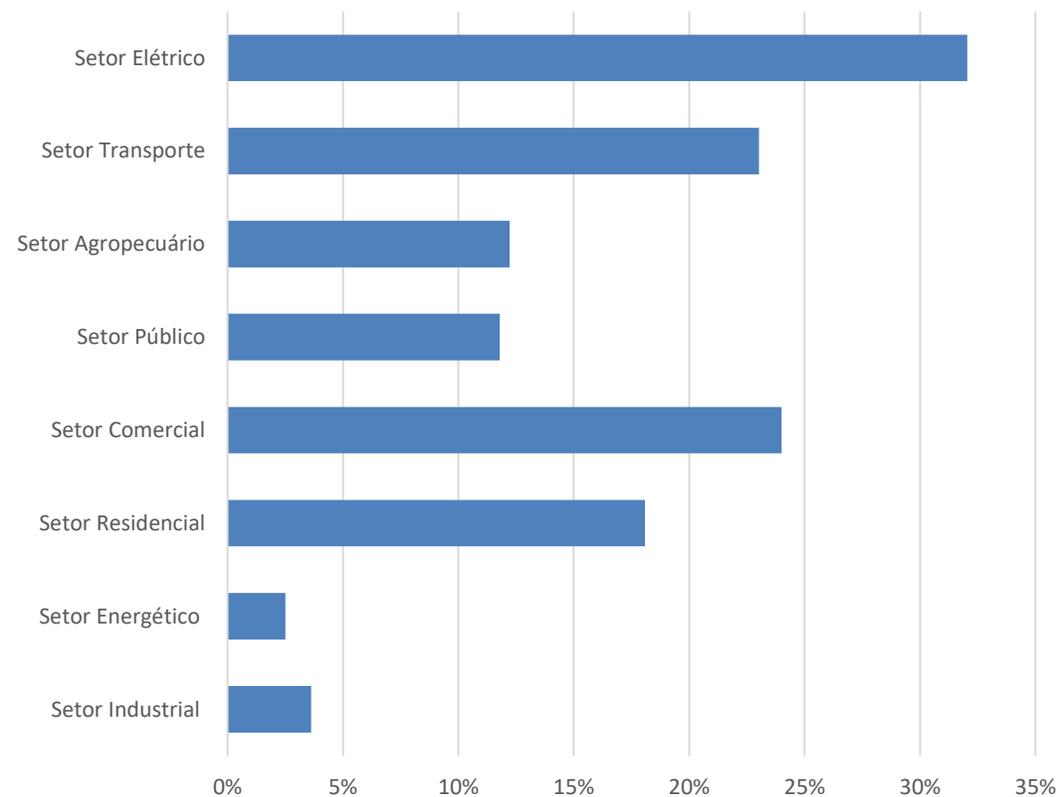
3.3 - Cenários de Mitigação – PEE2050

- Apesar do setor de transportes liderar as reduções, todos os setores apresentam queda nas emissões em relação ao cenário base em 2034.

Emissões de GEE Mitigadas entre os Cenários de Mitigação e Base em 2034 por Setor (MtCO_{2e})



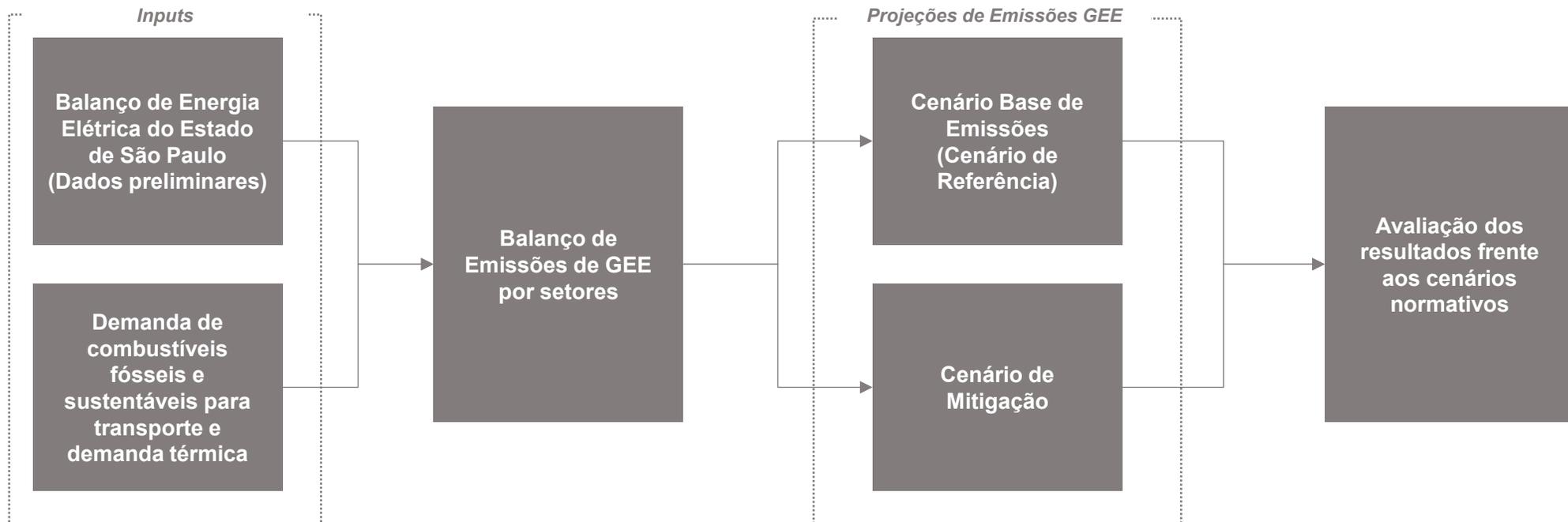
Potencial de Redução por Setor em 2034 (% de redução em função das emissões previstas no Cenário Base)



(1) Desconsiderando emissões de importação do setor elétrico

4 – Próximos Passos

- Os grupos de trabalho estão finalizando as projeções setoriais; na sequência, serão calculados os balanços de emissões para os cenários de referência e mitigação do PPDE 2034
- Será adotada uma abordagem metodológica alinhada às diretrizes do IPCC, incluindo uma versão complementar que considera as importações de energia elétrica, visando compatibilidade com o PEE2050
- Os resultados serão analisados à luz das metas estabelecidas no plano estratégico e nos objetivos climáticos do ESP



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO



FUSTP

Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo