

Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo



Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

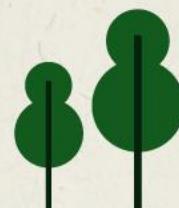
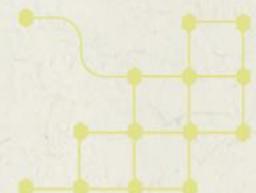
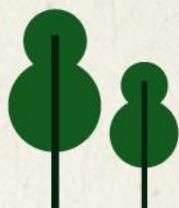
SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

4ª REUNIÃO ORDINÁRIA | 11 DE NOVEMBRO DE 2025
Conselho Estadual de Política Energética

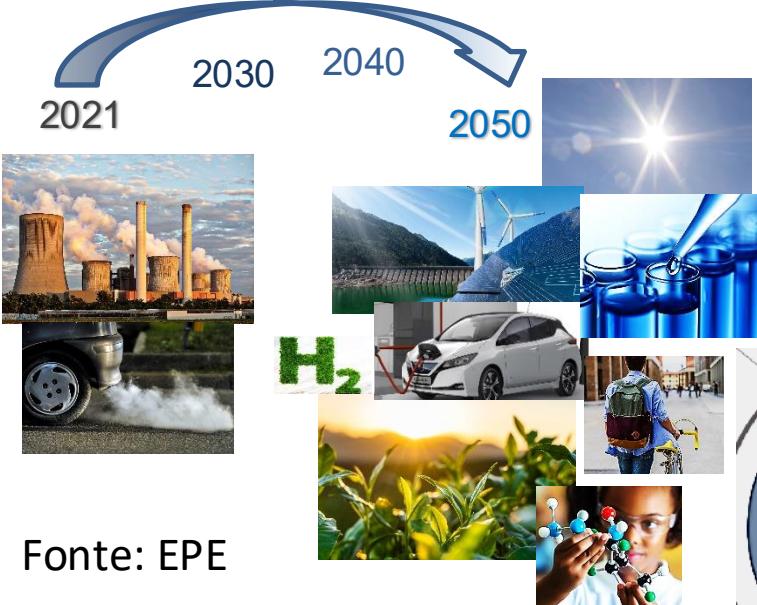
PLANO PAULISTA DECENAL DE ENERGIA 2034

Síntese do desenvolvimento

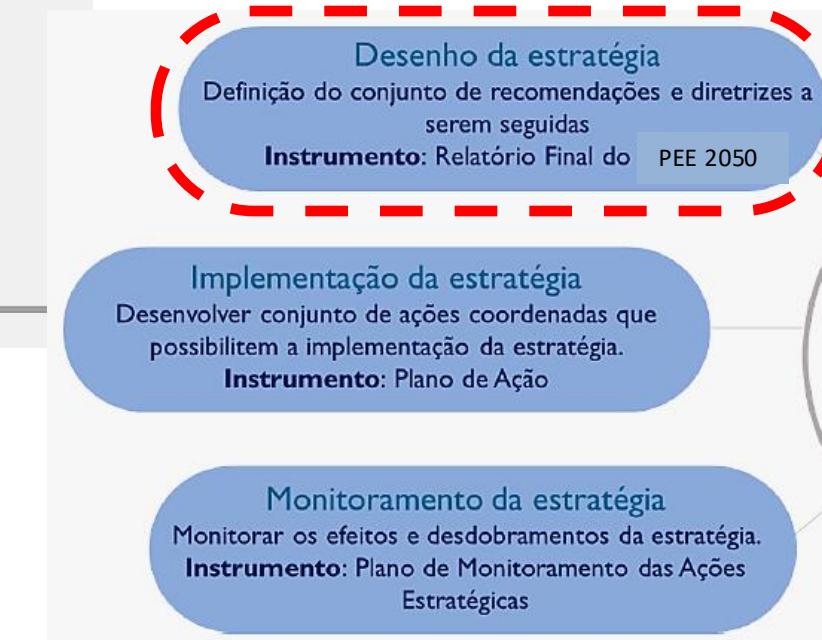
Prof. Dr. Dorel Soares Ramos
COORDENADOR GERAL DA EQUIPE DE EXECUÇÃO



(RACE TO ZERO / RACE TO RESILIENCE)



Contextualização do PPDE RtZ Horizonte 2034

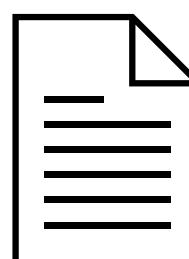


Planejamento Estratégico

Planejamento Tático

Planejamento Operacional

PPDE RtZ
HORIZONTE
2034



- ✓ Deve caracterizar a visão tática do **ESTADO** para a energia em alinhamento com a visão estratégica, buscando o Net Zero em 2050.
- ✓ Objetiva orientar e direcionar ações no âmbito do Governo e dos **Agentes Econômicos** no horizonte decenal.
- ✓ Representa o acompanhamento da trajetória de evolução de variáveis chave definidas no PEE 2050, promovendo ajustes para manter a aderência da trajetória do período decenal com aquela definida no Plano Estratégico, buscando, com isso, garantir o atingimento da meta preconizada para 2050.

PLANO TÁTICO (PPDE 2034)

As atividades estão sendo elaboradas em paralelo, tendo sido estabelecidos três blocos de atividades principais:

(i) Diagnóstico

(onde estamos ??)

Visão de Futuro é a
mesma do PEE 2050 !

(ii) Prospecção

(quais os ajustes de trajetória necessários ??)

(iii) Posicionamento

(o que fazer para manter a trajetória adequada ??)



O Plano Tático visa, ao fim e ao cabo, estabelecer um roadmap de ações para alcançar a visão de futuro desenhada no Plano Estratégico quando restrita ao horizonte Decenal !!

Eixos Estruturantes do PEE 2050 norteiam o PPDE 2034



Meio Ambiente e Social

- Pegada de carbono
- Gestão da água
- Gestão de resíduos



Tecnologia

- PD&I
- Capacitação
- Implementação dos recursos tecnológicos de última geração



Infraestrutura

- Otimização
- Expansão



Mercado

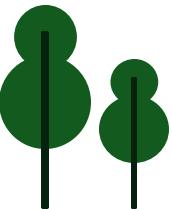
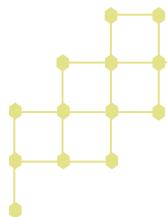
- Incentivos
- Estímulo a novos modelos de negócios
- Desenvolvimento da cadeia produtiva



Regulação

- Aprimoramento
- Novos marcos

Eixos Estruturantes direcionam estratégias, metas e processos de monitoramento para alcançar a visão de futuro, com base nos levantamentos e nas análises realizadas no Diagnóstico !!



No Plano Tático continuam sendo adotados os 3 pilares do setor energético:

- Modicidade de preços e tarifas, segurança e sustentabilidade.

Ênfase nos seguintes aspectos:

- i. Diretriz oriunda do PAC – A contribuição do setor de energia no horizonte decenal deve direcionar trajetória de curto / médio prazos, de tal forma que o Estado possa alcançar a neutralidade de emissões líquidas de GEE até 2050;
- ii. Focar nos eixos estratégicos para tipificar as ações definidas no PEE 2050 RtZ – **Tecnologia; infraestrutura; socioambiental; Mercado; Regulação; Planejamento** – e
- iii. Divisão da equipe por grupos, cada um associado a um tema de avaliação.

A Proposta de elaboração do Plano Tático (PPDE 2034) concentra-se nas ações a serem desenvolvidas em horizonte de mais curto prazo (10 anos) e, portanto, apresentará maior detalhamento dessas ações, como é próprio de um Plano Tático.

Expansão da Oferta de Energia Elétrica:

- i. Considera como base da expansão da oferta de energia elétrica, projetos em fase avançada de evolução e considerados como efetivados, com realização no horizonte 2025/2034.
- ii. Foi empreendida uma etapa de prospecção de Projetos de Agentes no Estado (Invest SP; SEADE; Informações setoriais; Reuniões de Prospecção) para ajustar com o conjunto de Projetos que permitirão atender a demanda paulista no horizonte tático.

Transportes:

Considera ações possíveis, ao longo do horizonte de planejamento tático, que incluem medidas de Governo nos níveis de Estado e de Municípios, assim como planos de referência dos agentes privados na área de mobilidade nos transportes de carga e passageiros e veículos particulares.

Biocombustíveis:

Foram levantadas e consideradas também as ações programadas no nível de Governo e de Agentes Econômicos, no segmento de biocombustíveis e de amplificação da cogeração no setor sucroalcooleiro.

Mercado de Créditos de Carbono

Em adição aos estudos elaborados quanto à atração de investimentos em tecnologias mais eficientes e menos poluentes, **o trabalho aborda diretrizes e modelos para implantação de Mecanismos de Comercialização de Créditos de Carbono.**

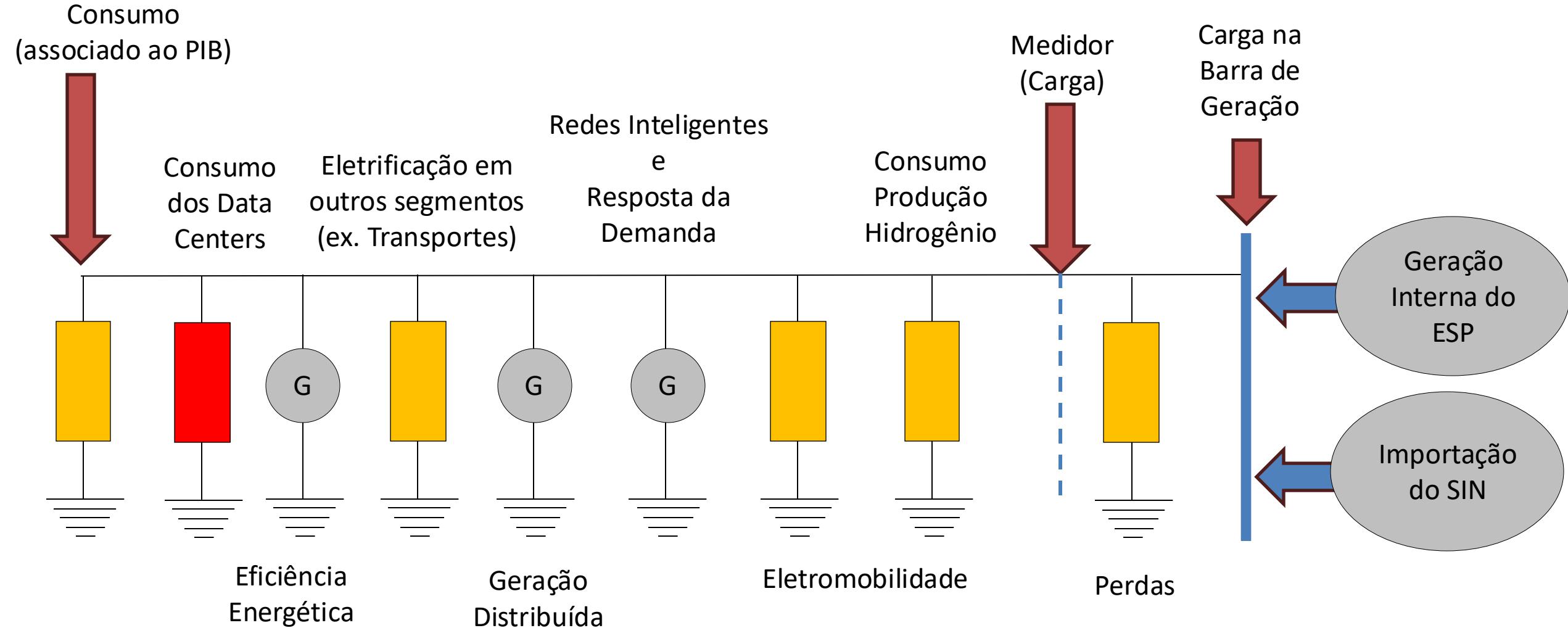
Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

Foi estabelecida a correlação entre (i) os resultados de cenários suportados com propostas de ações para mitigação de emissões, (ii) com a melhoria no balanço de emissões do Estado de São Paulo na trajetória sendo considerada no PPDE 2034, contemplando-se, na análise de custo/benefício do programa de obras, o CAPEX dos projetos previstos e propostos, ou seja, estará incluído o CAPEX das obras de mitigação de GEE e que ainda não estejam em estágio avançado de implementação.

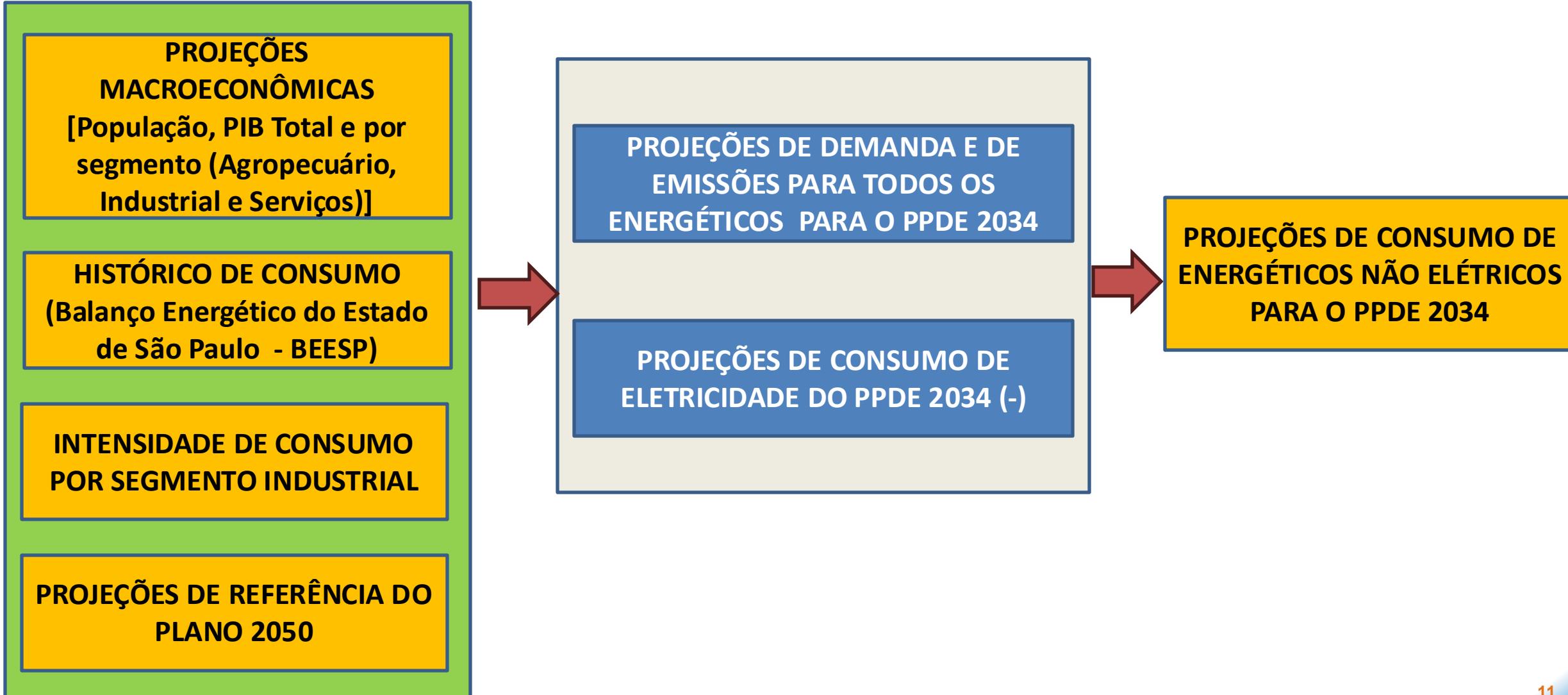
Visão Geral da Estrutura do PPDE 2034



Tratamento da demanda de eletricidade



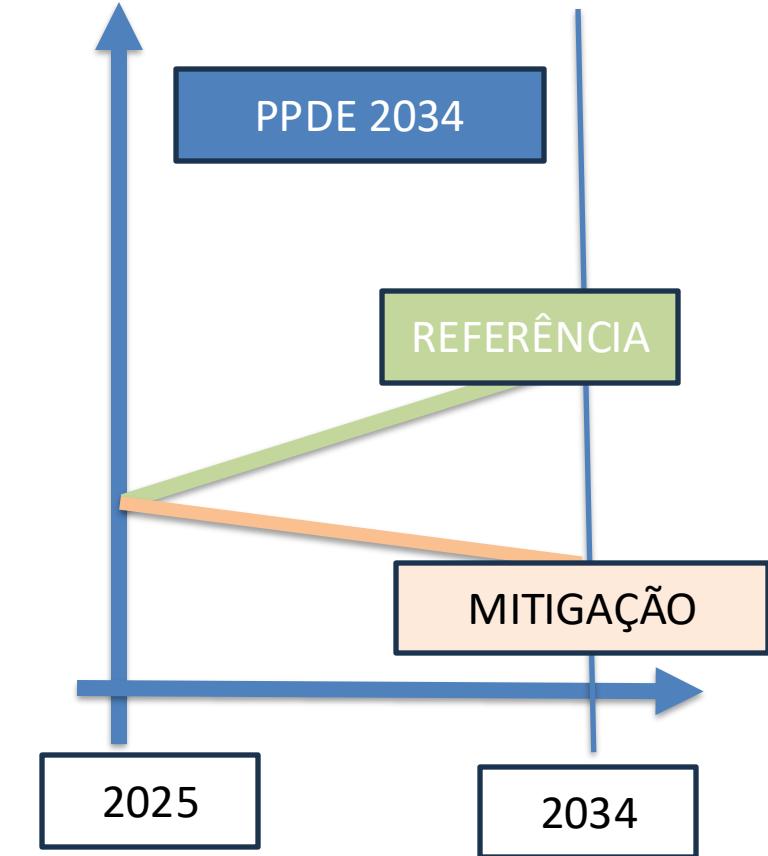
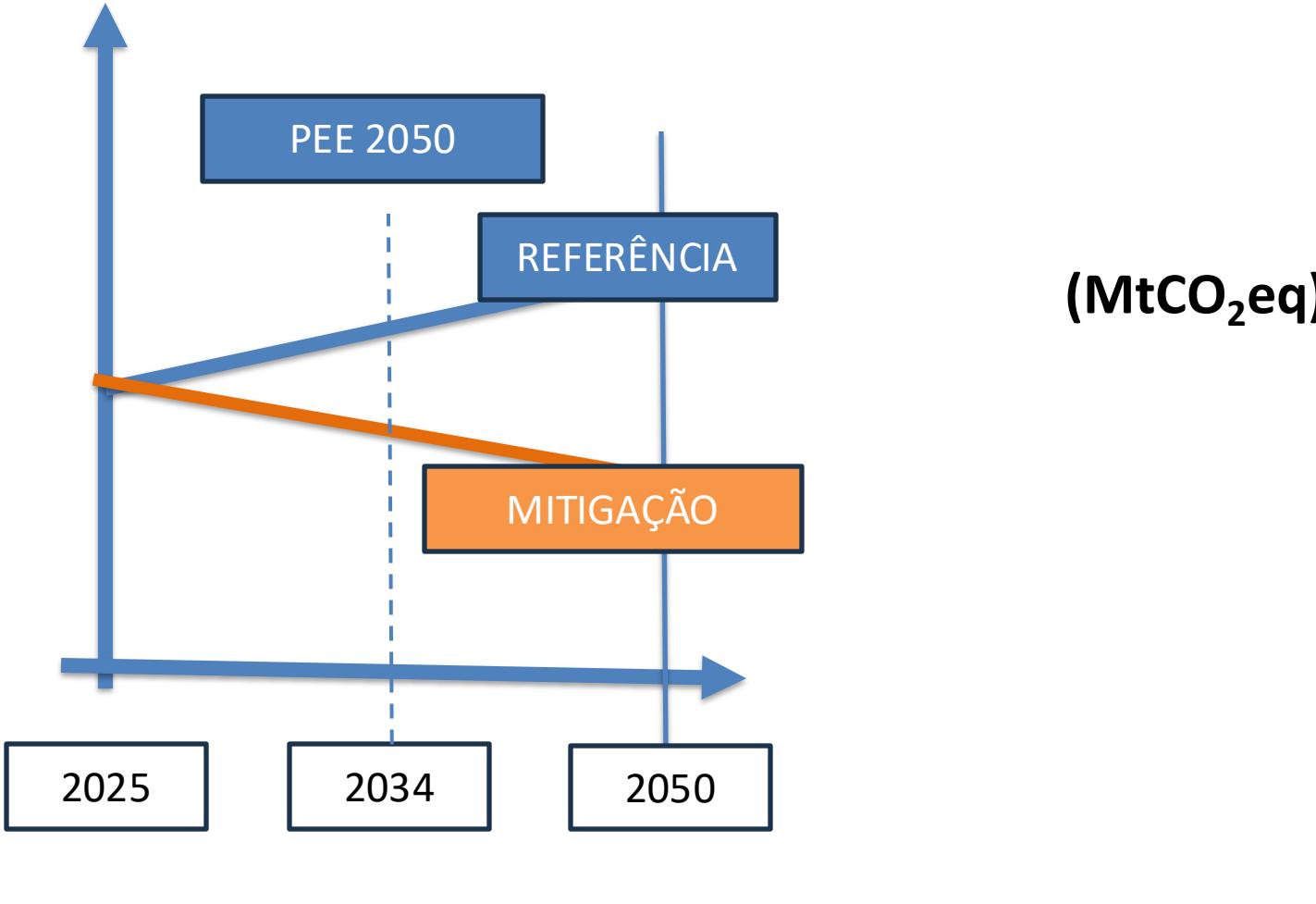
Tratamento da demanda de energéticos não elétricos



Trajetórias de Emissões de GEE's

Cálculos foram realizados com a Metodologia do IPCC em duas vertentes:

- 1 – Procedimento utilizado no PEE2050, e
- 2 – Procedimento do IPCC recomendado internacionalmente



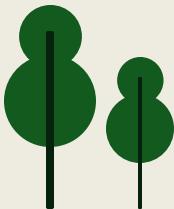
PLANO PAULISTA DECENAL DE ENERGIA 2034

Race to Zero | Race to Resilience

Principais Resultados obtidos



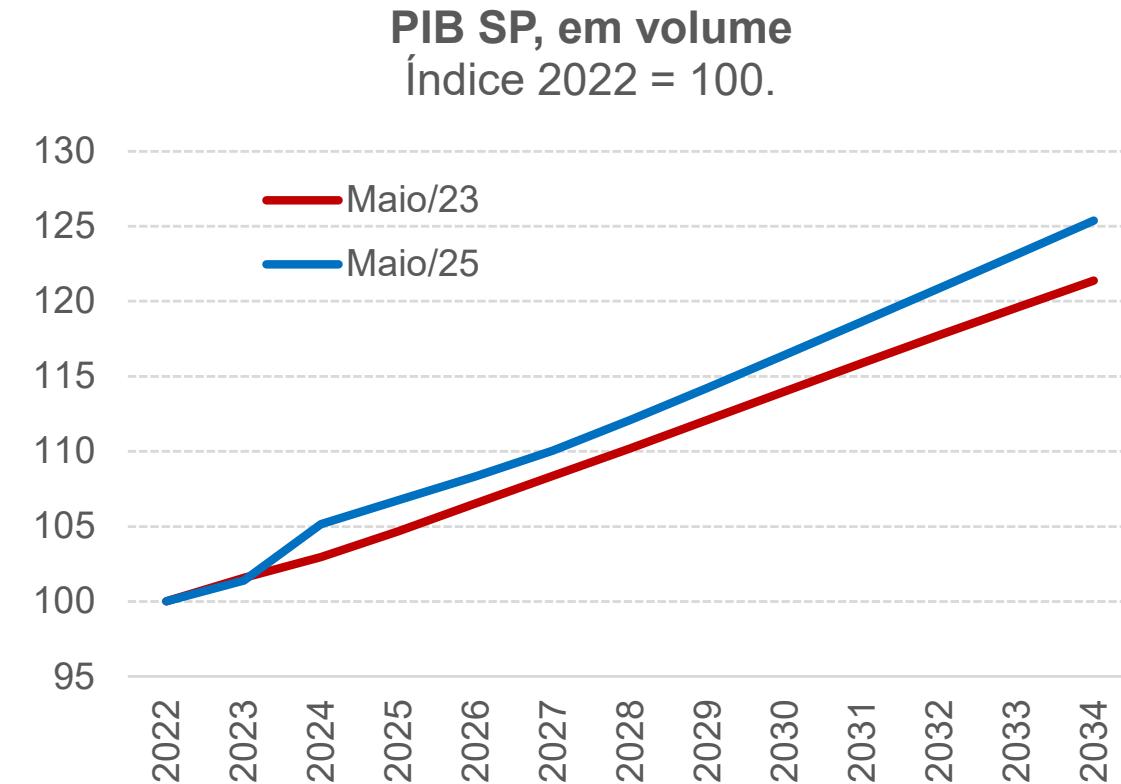
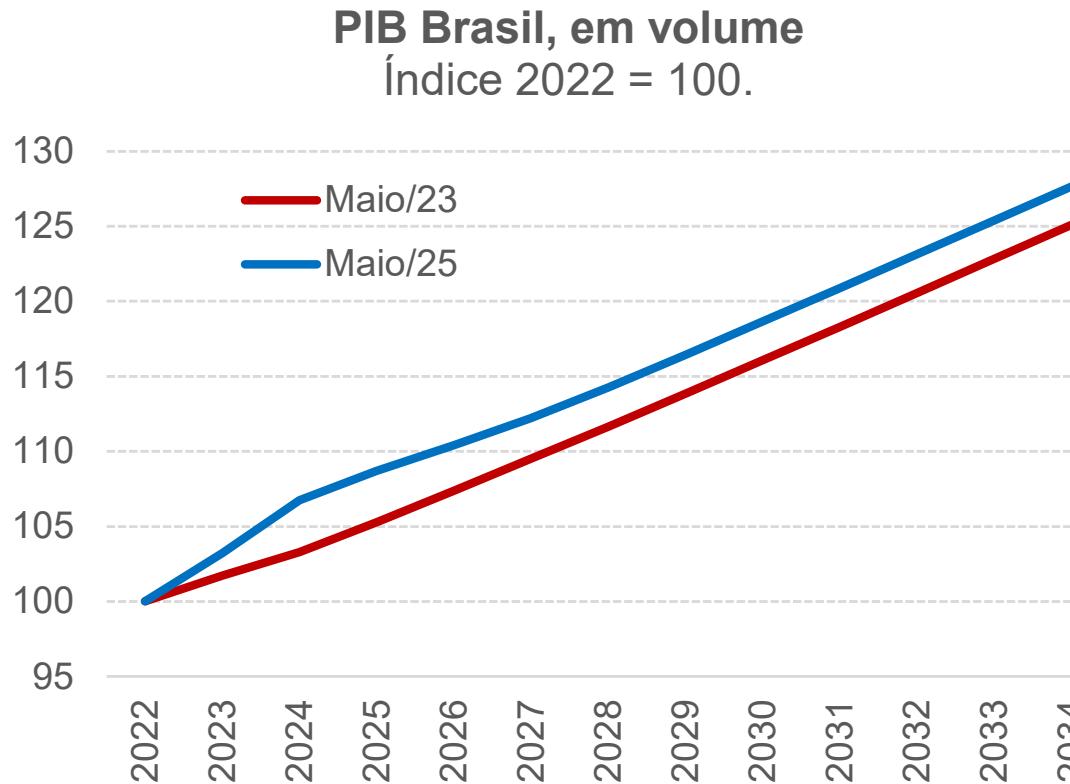
Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo



São Paulo, 11 de Novembro de 2025.

Comparação: Projeções Plano 2050 (2023) vs Plano 2034 (2025)

- Crescimento médio do PIB Brasil em 2025-34 passou de **+1,9% a.a. (2023)** para **+1,8% a.a. (2025)**
- Crescimento médio do PIB SP em 2025-34 passou de **+1,7% a.a. (2023)** para **+1,9% a.a. (2025)**



Eficiência Energética

Sem programas de eficiência:
Redução de **4,4%** no consumo
de energéticos entre 2025 e
2034



Com programas de eficiência:
Redução de **10,5%** no
consumo de energéticos entre
2025 e 2034

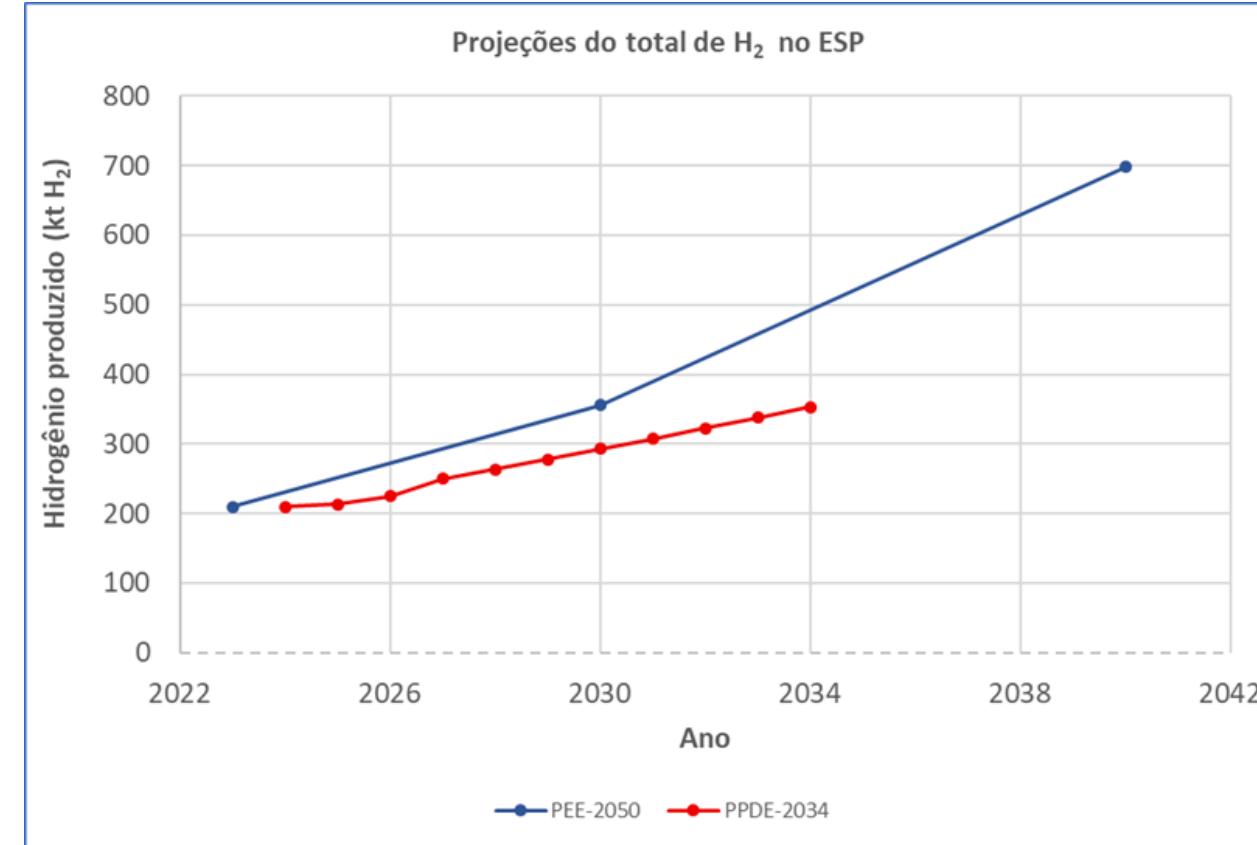
AÇÕES TÁTICAS

- Estimular a aquisição de equipamentos e tecnologias energeticamente eficientes.
- Elevar continuamente os padrões mínimos de desempenho energético para classificação de produtos.
- Avaliar e atualizar as políticas de eficiência.
- Reduzir o consumo de energia no setor público e estimular PPPs municipais.
- Reduzir o consumo de energia e as emissões de CO₂ por meio da melhoria do desempenho energético de edificações residenciais, comerciais e industriais.

AÇÕES DE CONSCIENTIZAÇÃO

- Criar cultura de uso racional
de energia.

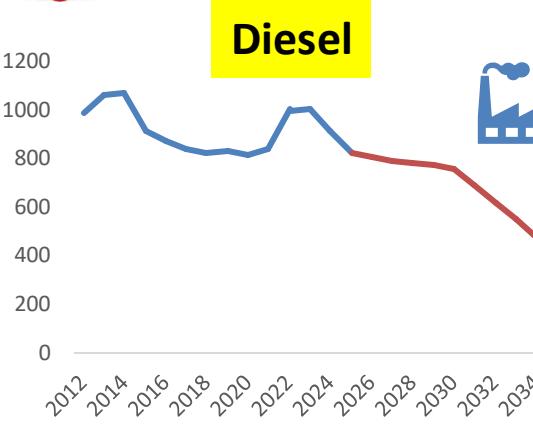
Demanda de hidrogênio de baixo carbono



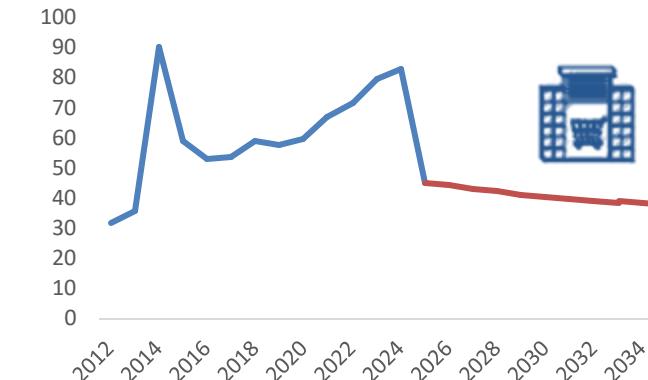
- Demanda inicial de 210 kt H₂/ano deslocada de 2 anos (de 2022 no PDE 2050 para 2024 no PPDE 2034)
- Ajuste na produção e exportação de SAF pelo ESP, muito otimistas no PEE 2050 (substituição de 30 % do consumo nacional de QAV em 2050), pelo que no PPDE 2034 utilizou-se índices mais conservadores, estabelecidos pelo CORSIA e ProBioQAV.

DIESEL e Óleo Combustível - Projeções

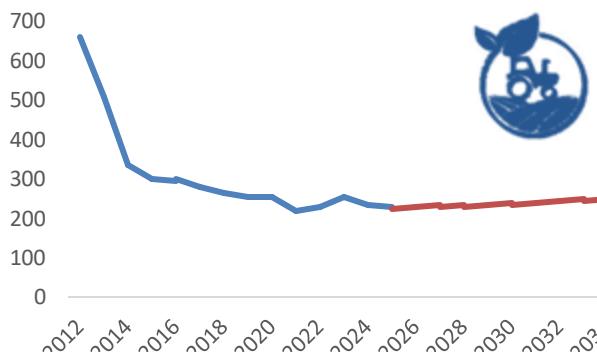
(ktoe/ano)



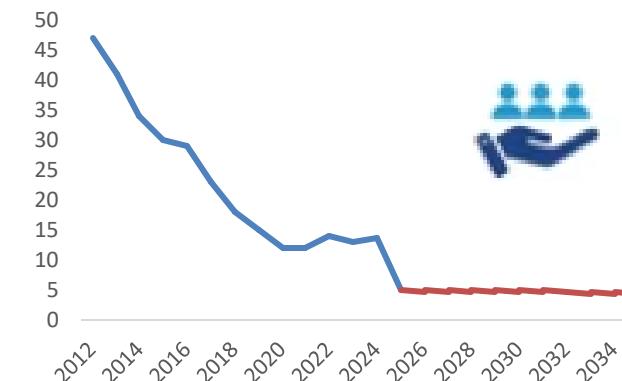
Setor Industrial



Setor Comercial



Setor Agropecuário

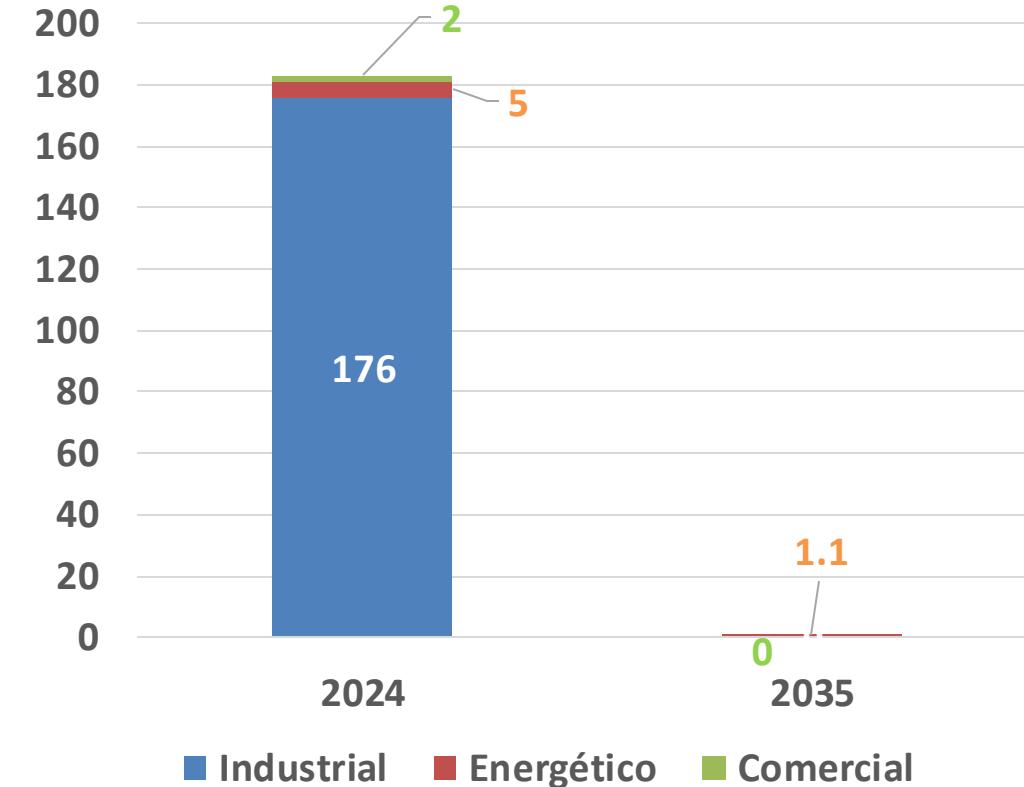


Setor Público

A redução é liderada pelos setores industrial e público, com forte substituição por eletricidade e gás.

Agropecuário mantém demanda mais resistente, enquanto o comercial apresenta declínio moderado.

Distribuição Óleo Combustível por setores

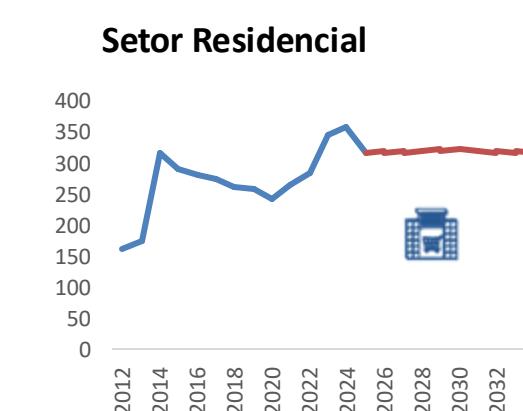
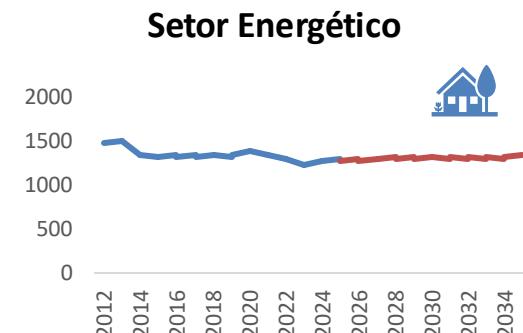
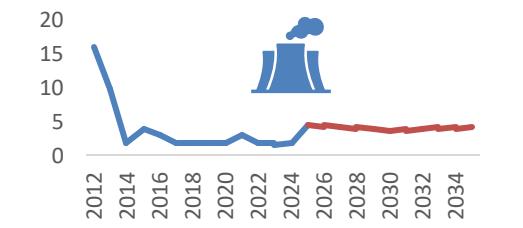


Baixa participação, porém alto impacto ambiental.
Totalmente substituível, com perspectiva de eliminação completa até 2035, com substituição direcionada a fontes gasosas renováveis, reforçando a descarbonização do setor industrial

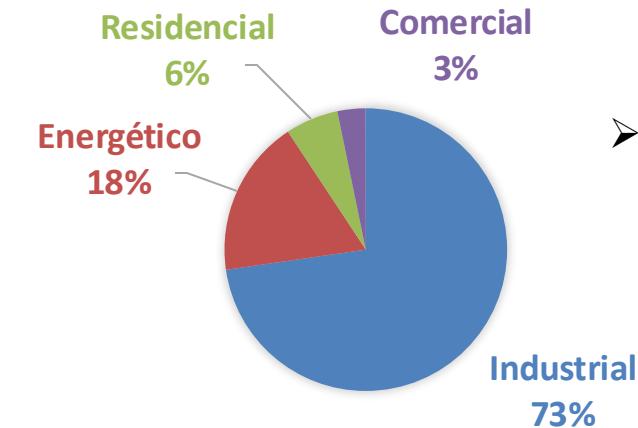
Caminho para a Transição – (base: Setor Industrial):

- Óleo Combustível → Gás Natural / Biometano
Conversão de caldeiras e processos térmicos para vetores de menor emissão.

GLP e Gás Natural - Projeções



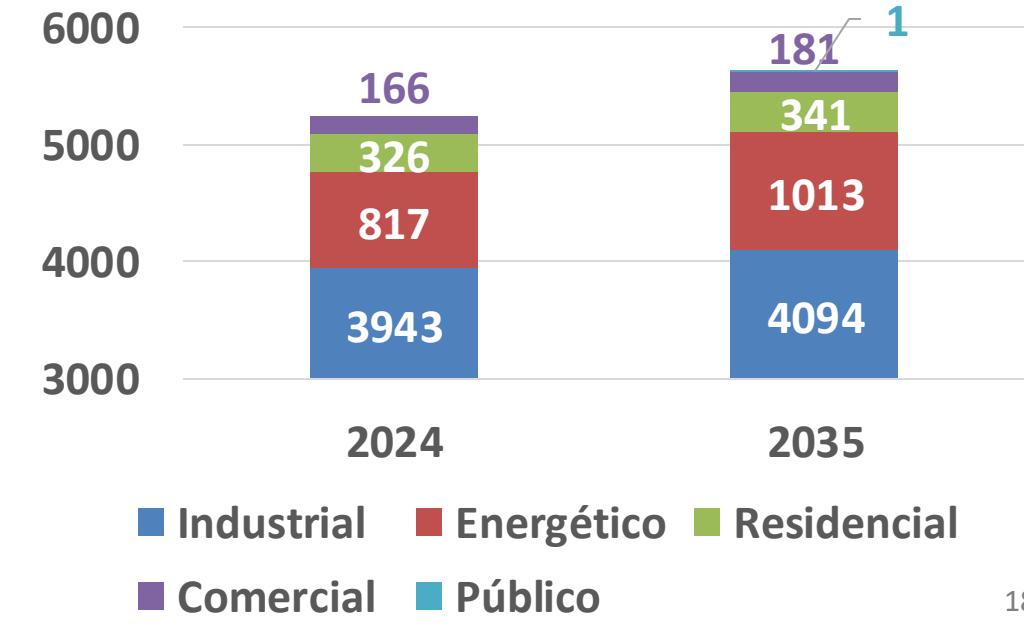
(ktoe/ano)



Gás Natural

➤ Crescimento de **181** ktoe (+4,1%) no horizonte decenal.

Distribuição Gás Natural por setores





+30% do gás distribuído no Brasil é consumido em São Paulo



+70% do volume de gás consumido no estado são clientes industriais



+30% do volume de gás do segmento industrial está contratado no mercado livre



+24 mil km de rede de gás canalizado



+2,9 milhões de clientes

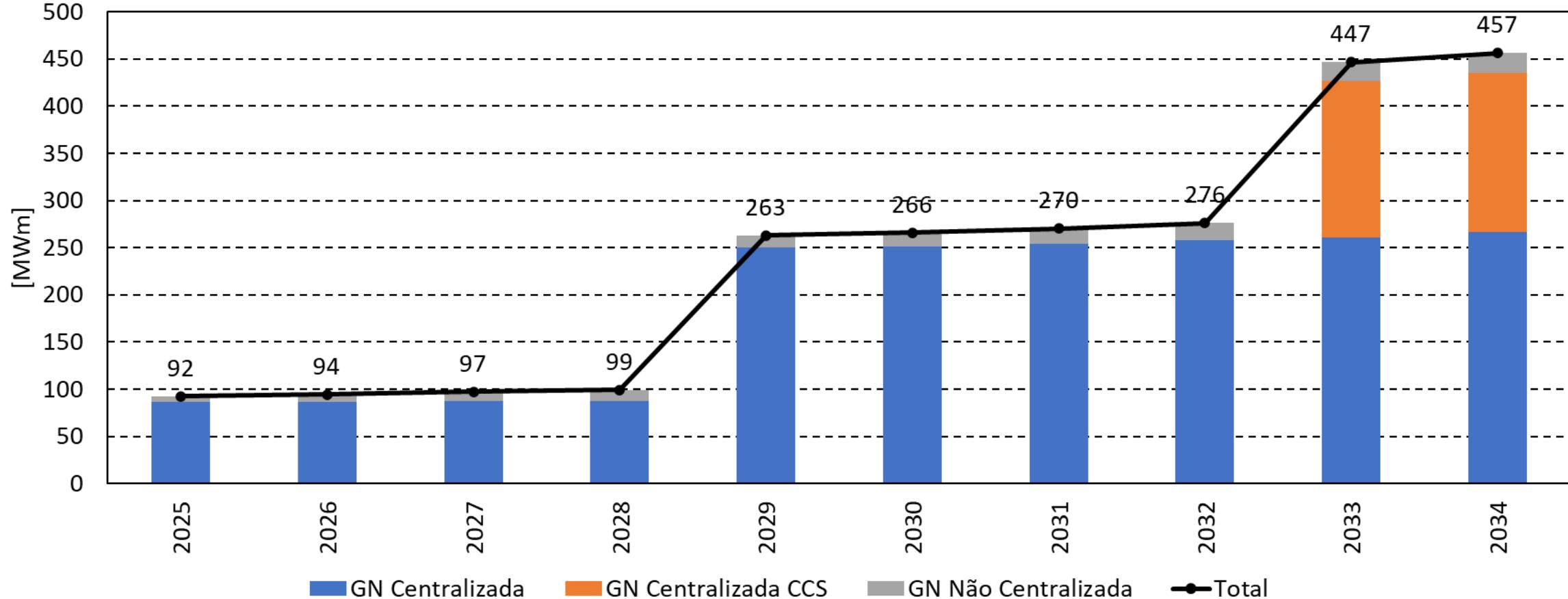


+5 mil Empregos diretos e indiretos

Gás Natural para produção de eletricidade no ESP

Expansão térmica

Geração Gás Natural Estado de São Paulo



Entradas de UTE's a GN:

- Cogeração de 250 MW em 2029 (fechamento do ciclo combinado na UTE Cubatão – 65% Inflexível)
- Nova UTE a ciclo combinado 400 MW em 2033 (40 % Inflex. com sistema de Captura e Armazenamento de CO₂ - CCS)

Frentes para atuação tática _ Gás Natural

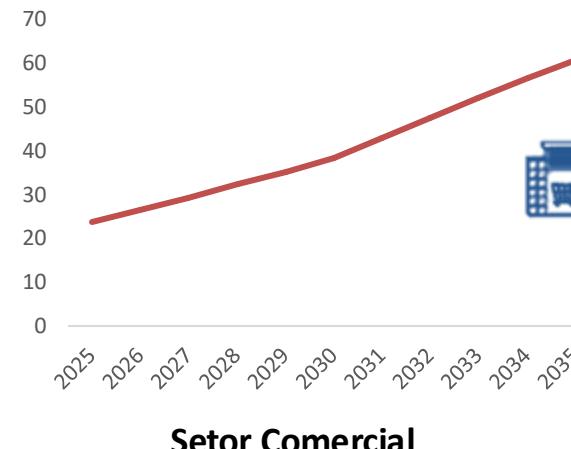
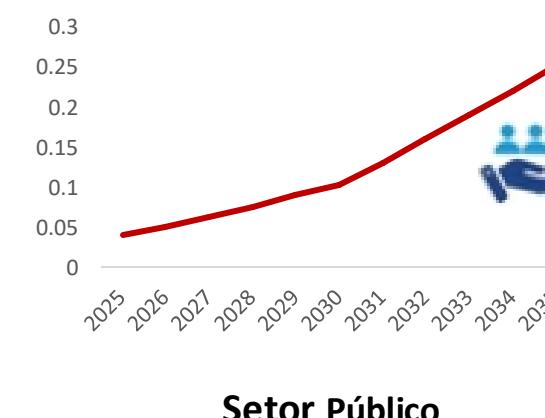
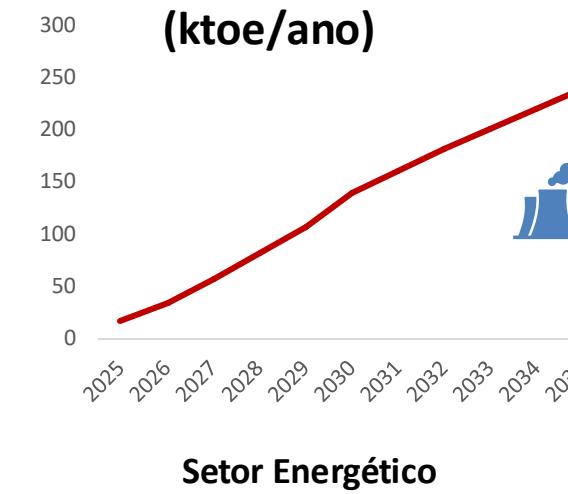
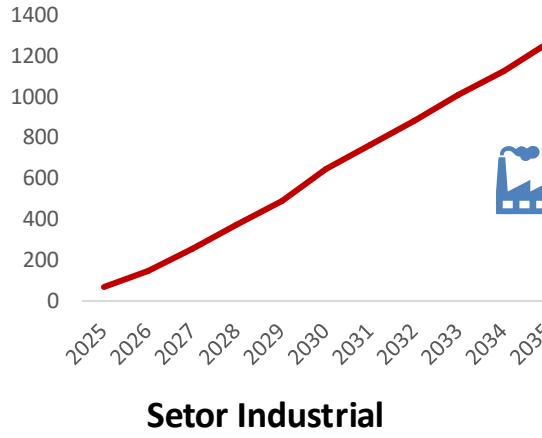
Infraestrutura e Logística Sustentável

Frentes de Atuação	Impactos Esperados
Expansão do uso de biometano na rede de gás	Aumento da participação do biometano e redução de emissões
Desenvolvimento de clusters regionais (dutos dedicados, GNL/GNC, multimodal)	Interiorização da transição energética e diversificação logística
Fortalecimento da infraestrutura de GNV e corredores logísticos	Redução da dependência do diesel e modernização da matriz de transporte

Mobilidade de Baixo Carbono

Frentes de Atuação	Impactos Esperados
Renovação da frota de ônibus urbanos (diesel → elétrico/GNV/biometano)	Redução de emissões urbanas e melhoria da qualidade do ar
Desenvolvimento de corredores verdes para transporte de carga e passageiros	Maior eficiência logística e redução de poluentes
Substituição do diesel no transporte pesado	Modernização tecnológica e redução de GEE

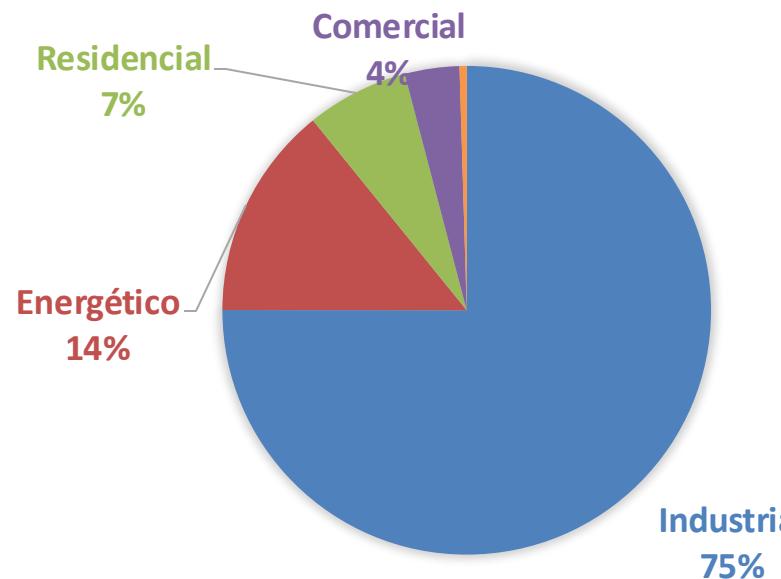
Biometano - Projeções



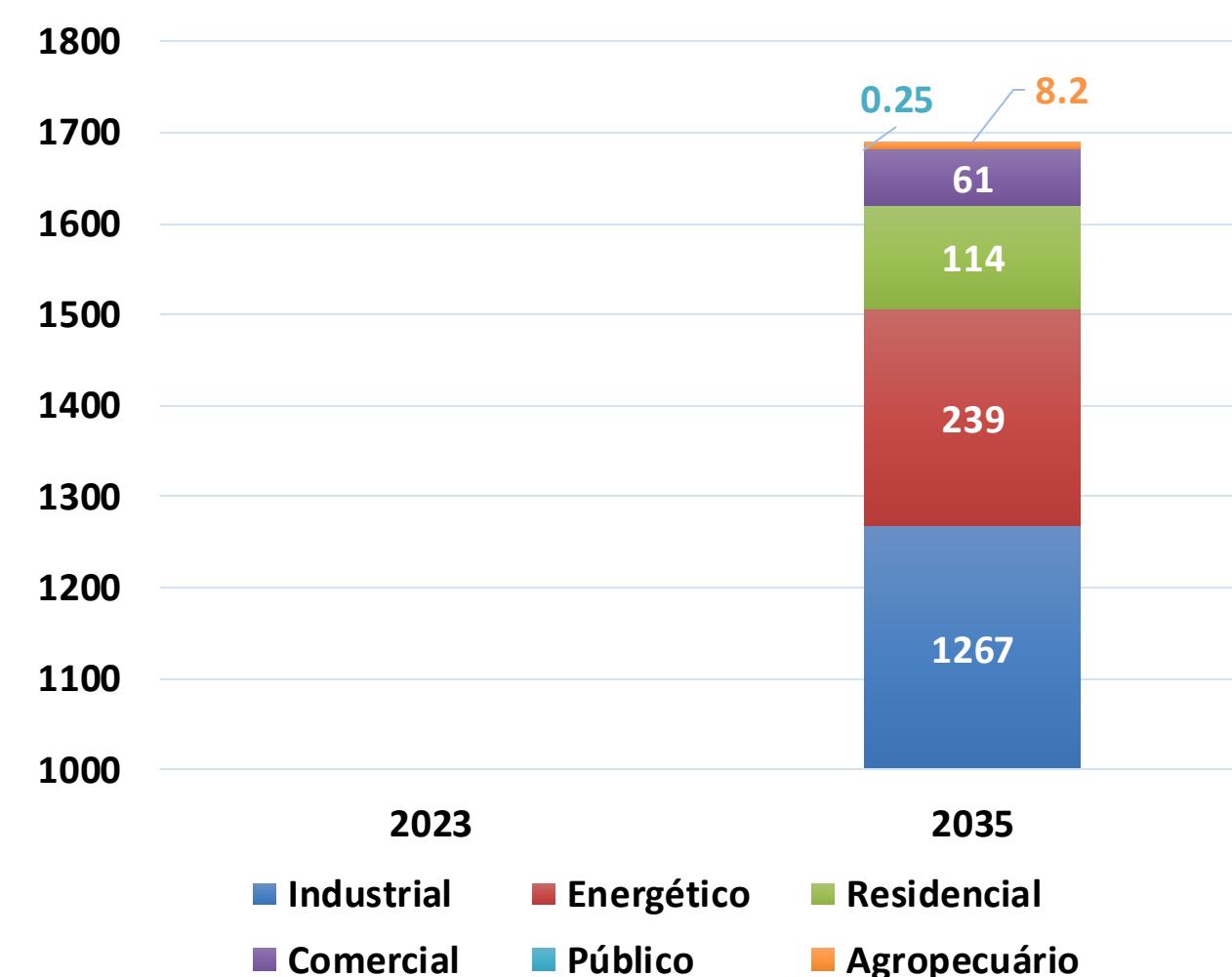
Biometano – Evolução da disponibilidade

1689 ktoe introduzidos, equivalentes a 16% da demanda conjunta GN + biometano para energia térmica.

Biometano - percentual por setores 2035

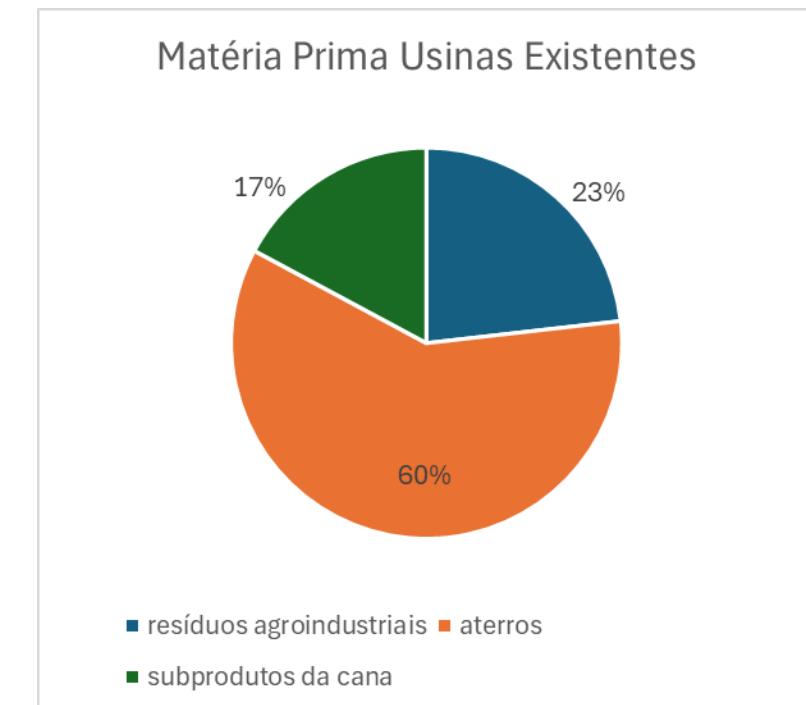


Distribuição Biometano por setores (ktoe/ano)



Biometano - Oferta existente e Potencial no ESP

- **13 plantas de biometano em operação ou autorizadas (ANP, jul/2025)**
 - Capacidade instalada ~800 mil Nm³/dia
 - Principais matérias-primas: 60% aterros, 23% resíduos agroindustriais, 17% subprodutos da cana
- **Potencial adicional estimado**
 - FIESP (2025): 6,4 milhões Nm³/dia (curto prazo)
- **Projetos em licenciamento**
 - ~105 projetos em processo de licenciamento (ABEGÁS, 2024)
- **Biogás para energia elétrica (ANEEL – SIGA)**
 - 15 UTEs a biogás (operando ou em construção)
 - Potência outorgada: ~148 MW
- **Tendência recente do setor**
 - Migração de geração elétrica para purificação em biometano
 - Preços mais atrativos do biometano vs. energia elétrica
 - Exemplos: Orizon, Gás Verde (Grupo Urca Energia)



Ações Recomendadas

Focar em rotas
estratégicas

Aprimorar a
previsibilidade
regulatória

Fortalecer
mecanismos de
incentivo
econômico

Ampliar a base
produtiva

Valorizar a
economia circular



Transportes: 29%
das emissões do
Estado

50 MtCO2e das emissões
de GEE do ESP



Modal Rodoviário
87% do consumo
energético setorial
frota de 15 milhões de
veículos



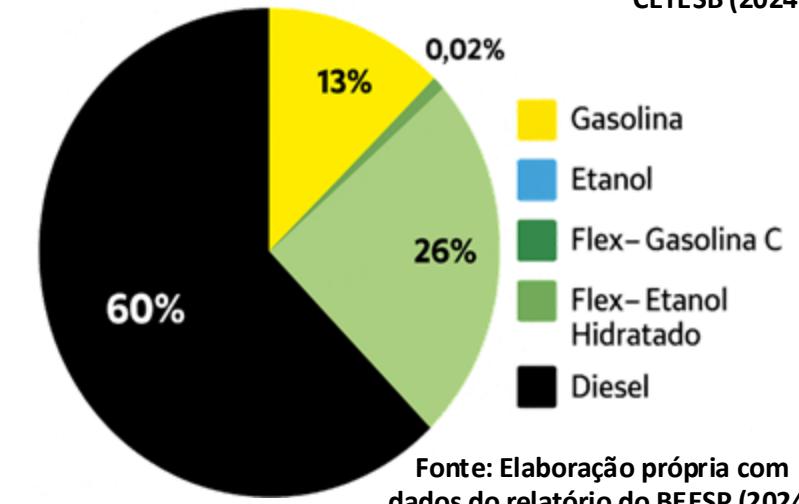
Dependência de
combustíveis fósseis
75% da matriz energética fóssil;
(40% diesel, 24% gasolina, 11% QAV)



7,6% da frota
rodoviária → 60% das
emissões
1 milhão de veículos → 60%
das emissões do modal
(caminhões, ônibus e parte
dos comerciais leves)



Fonte: Elaboração própria
com dados do relatório da
CETESB (2024)



Fonte: Elaboração própria com
dados do relatório do BEESP (2024)

Estratégias de Descarbonização do Setor de Transportes do Estado

Cenário Mitigação

Leves e Motocicletas

Avanço da veículos a bateria conectados (BEV e PHEV) e híbridos com uso do uso de etanol



Caminhões de Carga e Comerciais leves de logística

Biocombustíveis avançados (biodiesel, HVO) e biometano, com veículos eletrificados para médias e curtas distâncias.



Transporte Público Urbano e Rodoviário

Eletrificação dos coletivos urbanos e penetração do biometano para frota trajetos intermunicipais e rodoviário



Modal Aéreo

Priorização do uso de SAF para atendimento aos mandatos de compensação de emissões a partir de 2027
Voo nacionais (ProBioQAV → 1% emissões 2027 a 10% 2034)
Voo internacional (CORSIA → 15% emissões acima de 2019)



Transporte Hidroviário

Deslocamento do diesel por biocombustíveis e combustíveis sintéticos (amônia e e-metanol).
Incremento do transporte de cabotagem pela hidrovia Tietê-Paraná.
Eletrificação em embarcações costeiras e travessias.



Ferroviário de carga e passageiro

Penetração do biodiesel e diesel verde (HVO) no mix para transporte de carga,
Manutenção da eletrificação do transporte de passageiros e expansão da parcela do transporte de carga no modal ferroviário.



Modal Rodoviário

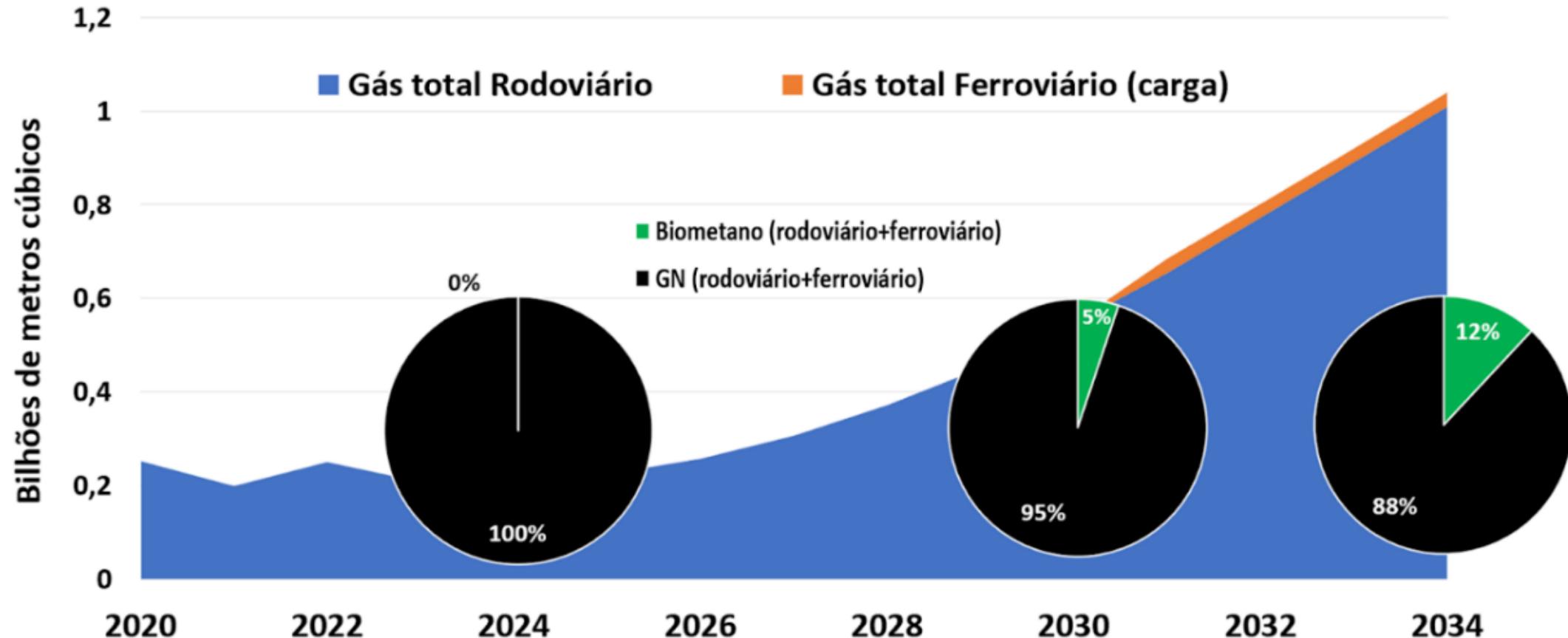
Perspectivas no PPDE 2034

- Redução de 7% do diesel de petróleo no mix do combustível em 2034 em relação a 2023 (20% Biodiesel, 8% Diesel verde, 72% fóssil)
- Redução de 53% da Gasolina C em 2034 em relação à 2023 e Aumento de 72% penetração etanol hidratado
- Aumento da demanda de gás em 2034 em 1,1 bilhões de Nm³, com 12% de biometano no total consumido (370 mil Nm³/dia)
- Aumento do consumo de etanol hidratado sustentado por veículos flex e híbridos (HEV-Flex e PHEV-Flex).
- Aumento do consumo de eletricidade de uma demanda marginal em 2023 para 11 TWh em 2034.

Modais ferroviário, Hidroviário e Aéreo

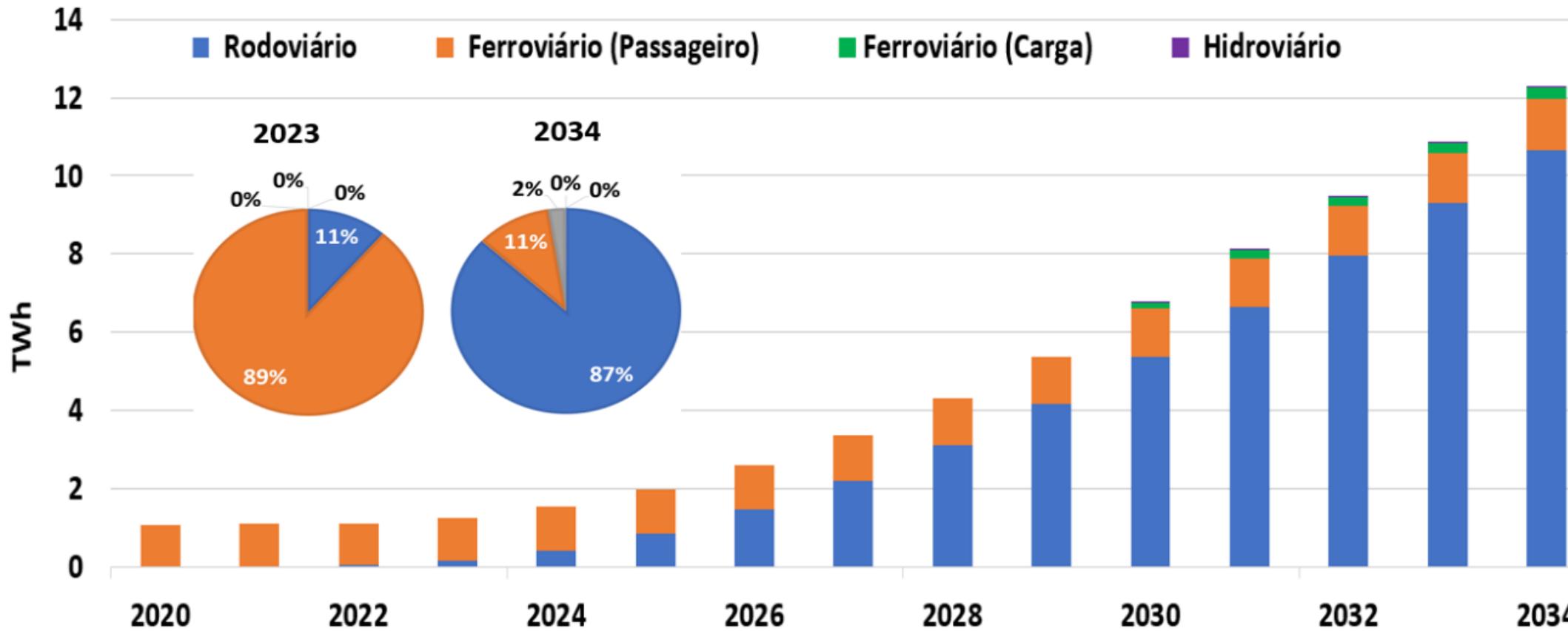
- Redução do diesel fóssil no mix em 2034 nos modais ferroviário (carga) e hidroviário.
- Entrada do gás natural e biometano a partir de 2030 no modal ferroviário (carga).
- Aumento da demanda de eletricidade no ferroviário (carga e passageiro).
- Mandatos de compensação de emissões impõem demanda de SAF a partir de 2027 (CORSIA e ProBioQAV).
- Viabilização do atendimento da demanda de H2 para oferta de combustíveis sintéticos (e-metanol e amônia) para o modal hidroviário.

Demanda total de Gás Natural e Biometano - Cenário de Mitigação



Crescimento acentuado do gás veicular, de 200 milhões de Nm³ em 2023 (100% fóssil) para 1,1 bilhão de Nm³ em 2034. Biometano, alcança 5% (96 mil Nm³/dia) da demanda total de 700 milhões de Nm³/ano (2030) e sobe para 12% (370 mil Nm³/dia) da demanda total de 1,1 bilhão de Nm³/ano (2034).

Demanda total de Eletricidade no Setor de Transportes - Cenário de Mitigação



O consumo no segmento rodoviário cresce de forma expressiva, impulsionado pela adoção de veículos leves, ônibus urbanos e frotas logísticas eletrificadas. Em 2034, projeta-se que a demanda alcance 12,5 TWh, evidenciando a transição energética e a expansão da eletrificação no transporte urbano e de média distância.

Combustíveis Sustentáveis de Aviação são combustíveis oriundos de recursos renováveis, como óleos vegetais, gordura animal, biomassa lignocelulósica, açúcares e amido, gases residuais, entre outros.

Características

- Propriedades análogas ao querosene de aviação fóssil.
- Compatível com a infraestrutura existente (drop-in).
- Reduz as emissões de CO₂ geradas pela aviação.
- Mistura máxima com QAV fóssil: 10% a 50% (dependendo da rota).

Contexto Regulatório

- **CORSIA* (ICAO):** Esquema de compensação e redução de carbono para aviação internacional.
- **ProBioQAV**:** Estabelece metas de redução de emissões a partir de 2027.

*) Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation.

**) Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação.

Potencial do ESP para produção de SAF

Vantagens Competitivas

- Liderança na Produção de etanol

- Maior produtor nacional de etanol e açúcar, com infraestrutura consolidada para biocombustíveis

- Disponibilidade de Matérias-Primas

- Abundância de biomassa (cana-de-açúcar, resíduos agrícolas) e infraestrutura para processamento
- Possibilidade de incentivo a outras culturas (ex. Macaúba)

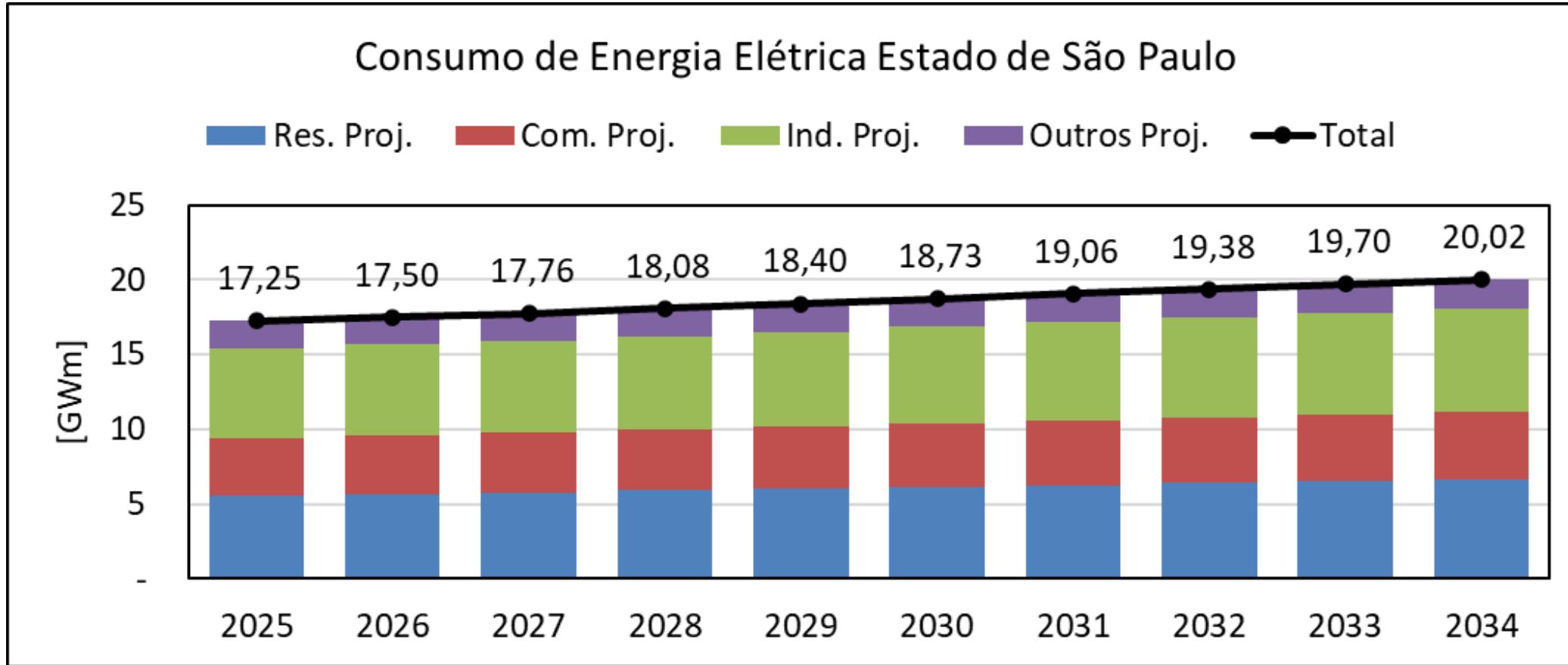
- Proximidade dos Principais Aeroportos

- Cerca de 58% do combustível de aviação (QAV) é consumido em São Paulo e Rio de Janeiro.

- Ecossistema de Inovação

- Universidades e centros de pesquisa de excelência (USP, UNICAMP, UNESP, IPT) com expertise em bioenergia

Consumo de eletricidade no ESP



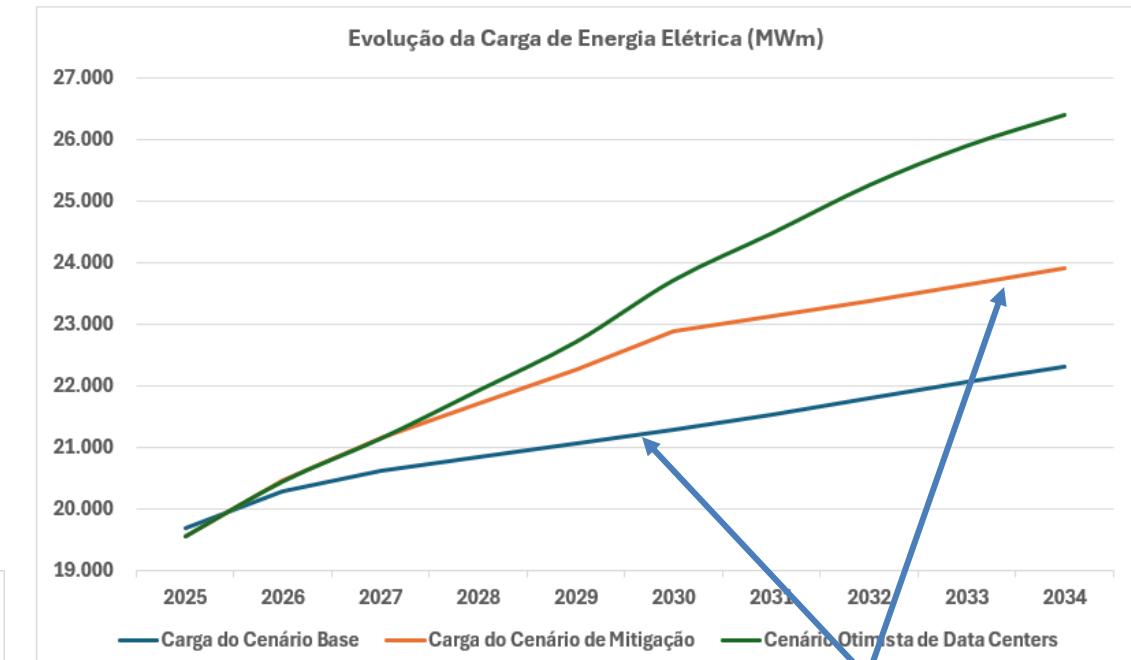
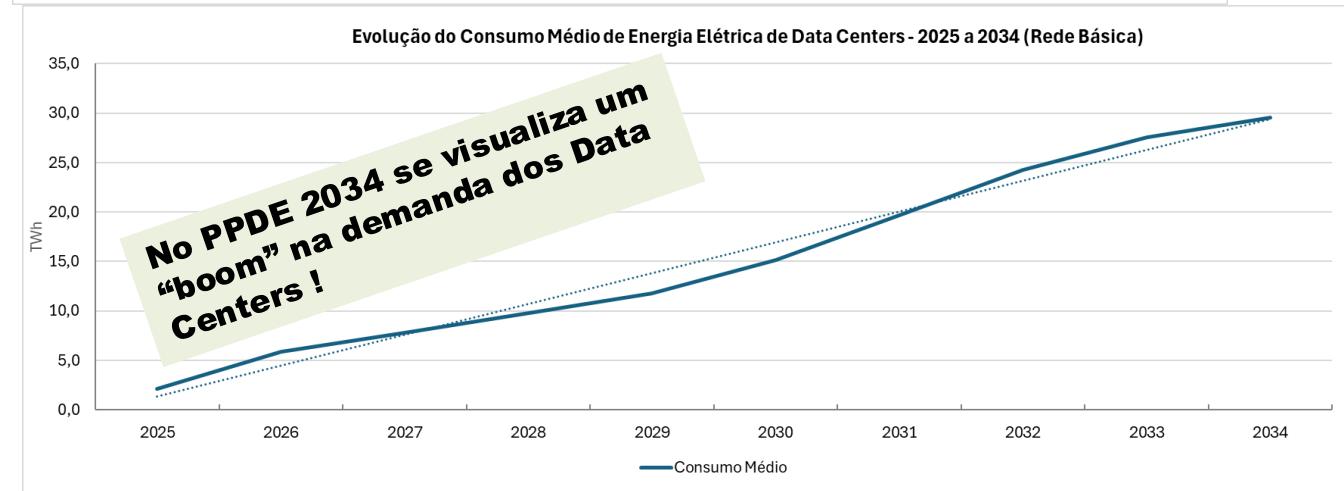
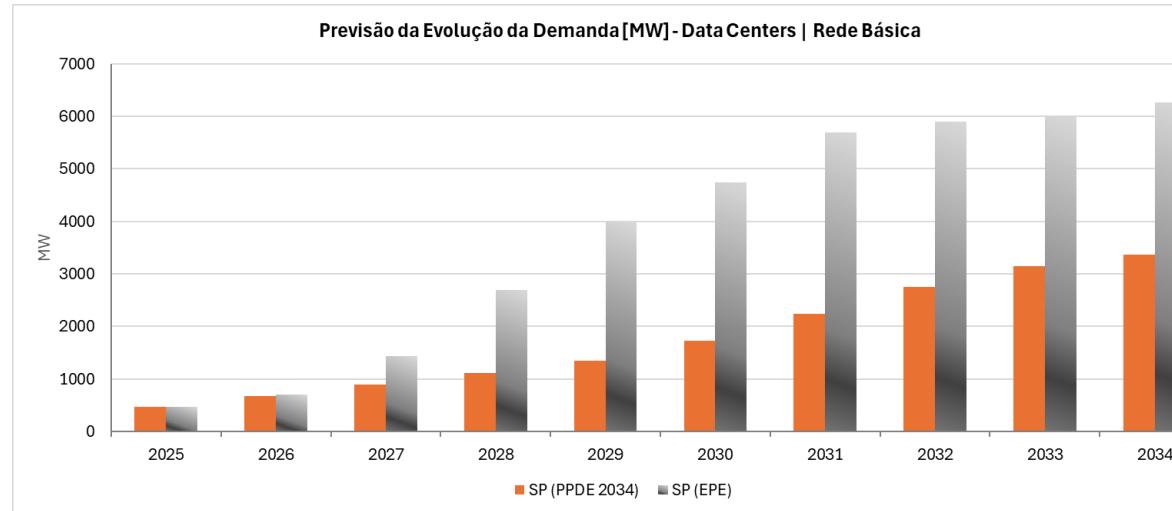
ENTRE 2025 E 2034

PIB ESP: + 17,5 % (1,8% a.a.)
PIB BR: +17,4% (1,8% a.a.)

ENTRE 2025 E 2034

CONSUMO DE EE no ESP: + 16,1 % (1,7% a.a.)
POPULAÇÃO PAULISTA: +1,3% (DE 46 MM a 46,6 MM)

Data Centers – Consumo de eletricidade



Já contemplam Data Centers considerados mais factíveis !

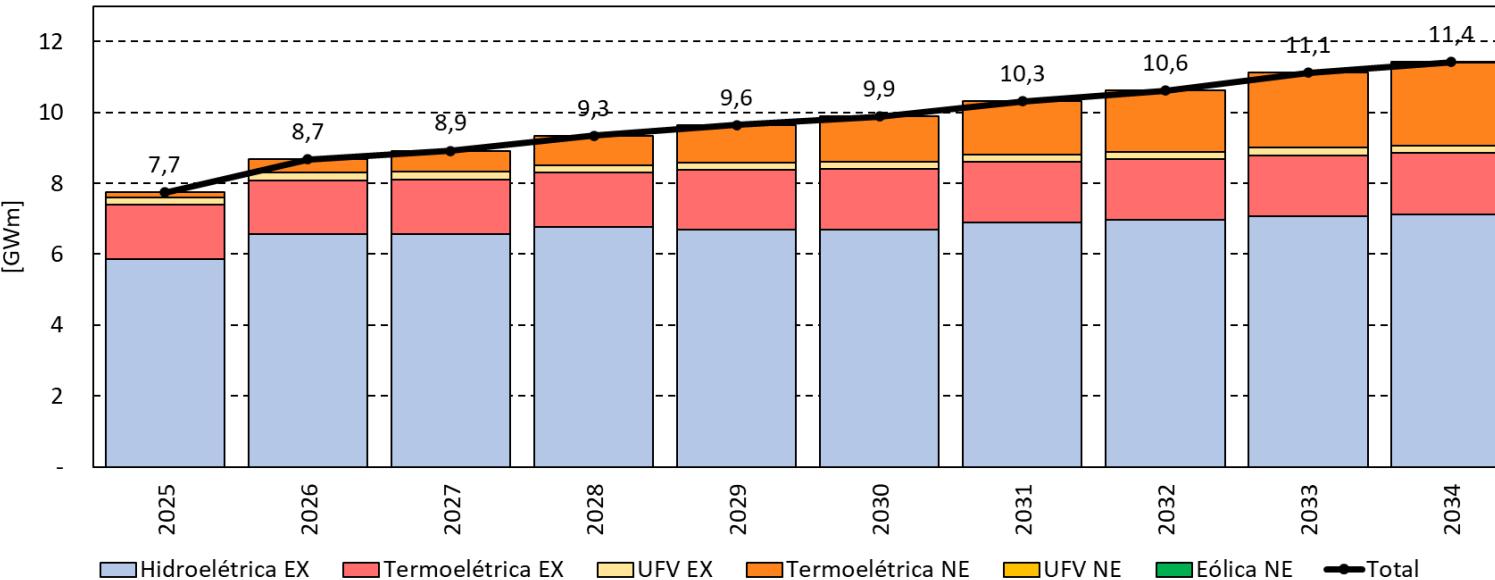
Carga adicional de DATA CENTERS em 2034 no Cenário de Mitigação: 890 MWmed (+4%)

Cenário de Mitigação com DATA CENTERS OTIMISTA:
3.375 MWmed (+13%)

Consumo com DATA CENTER representará cerca de 17% de todo Consumo de Eletricidade do ESP em 2034 !!

Geração de eletricidade no ESP

Geração de Energia Estado de São Paulo

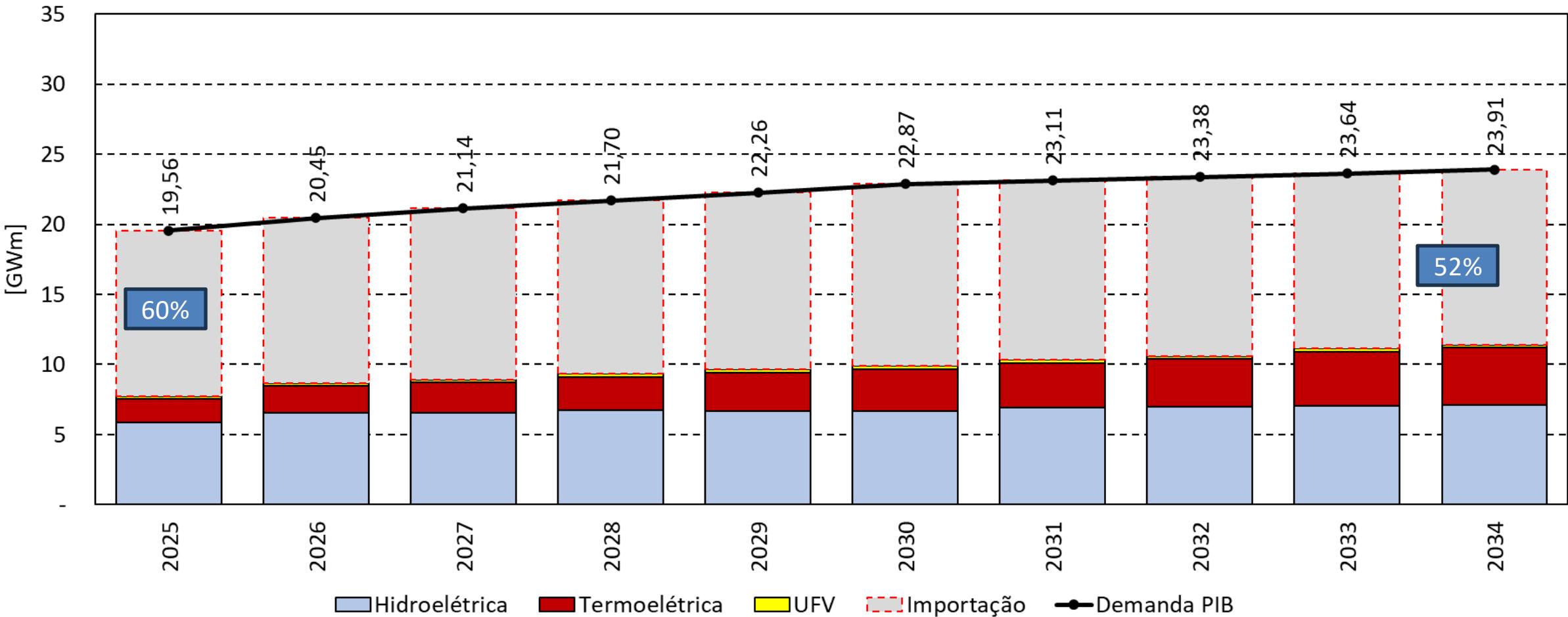


	2025	2030	2034
Hidroelétrica	75,8%	67,7%	62,4%
UFV	2,6%	2,2%	2,0%
Bagaço	17,6%	20,5%	22,3%
Biogás	1,4%	5,8%	8,3%
Outras Biomassas	1,4%	1,1%	0,9%
Gás Natural	1,2%	2,7%	4,0%
Resíduos Florestais	0,0%	0,0%	0,1%
Fóssil/Coque Petróleo	0,1%	0,0%	0,0%

Aumento de 48% na Geração interna de ELETRICIDADE entre 2025 e 2034

Balanço de eletricidade – Cenário de Mitigação

Balanço Energético Estado de São Paulo





Referência

Crescimento das emissões com perfil tecnológico e energético similar ao histórico.

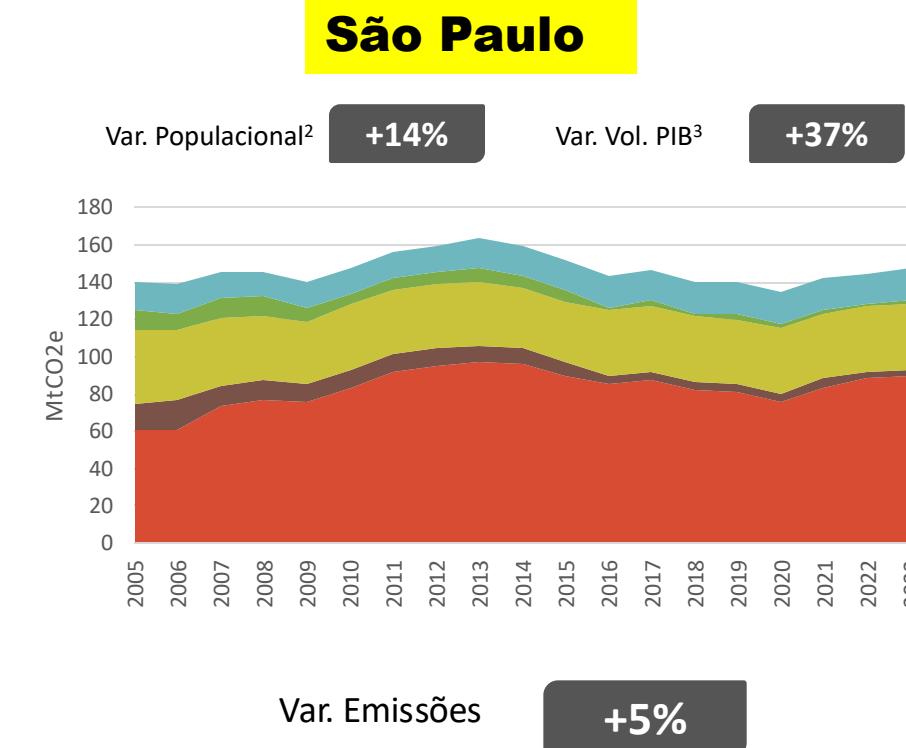
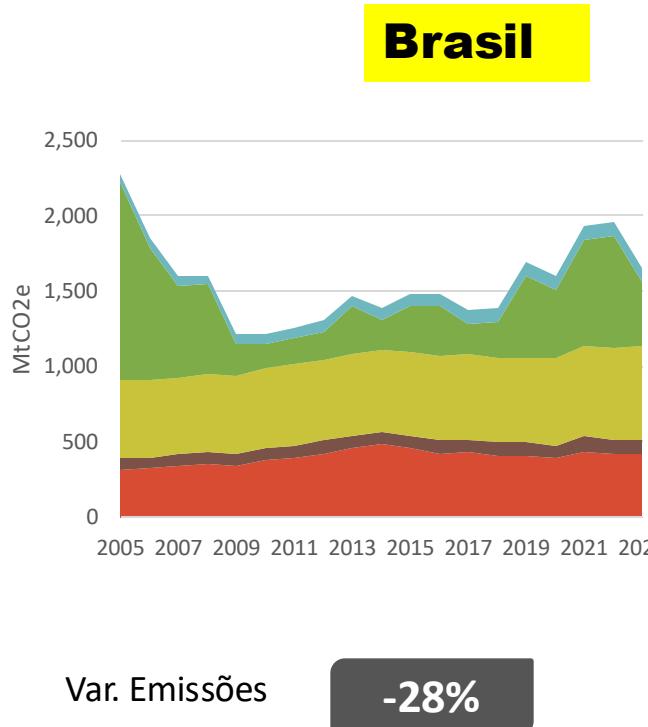
Mitigação

Redução das emissões de GEE, buscando contribuir para o net-zero de emissões líquidas de GEE.

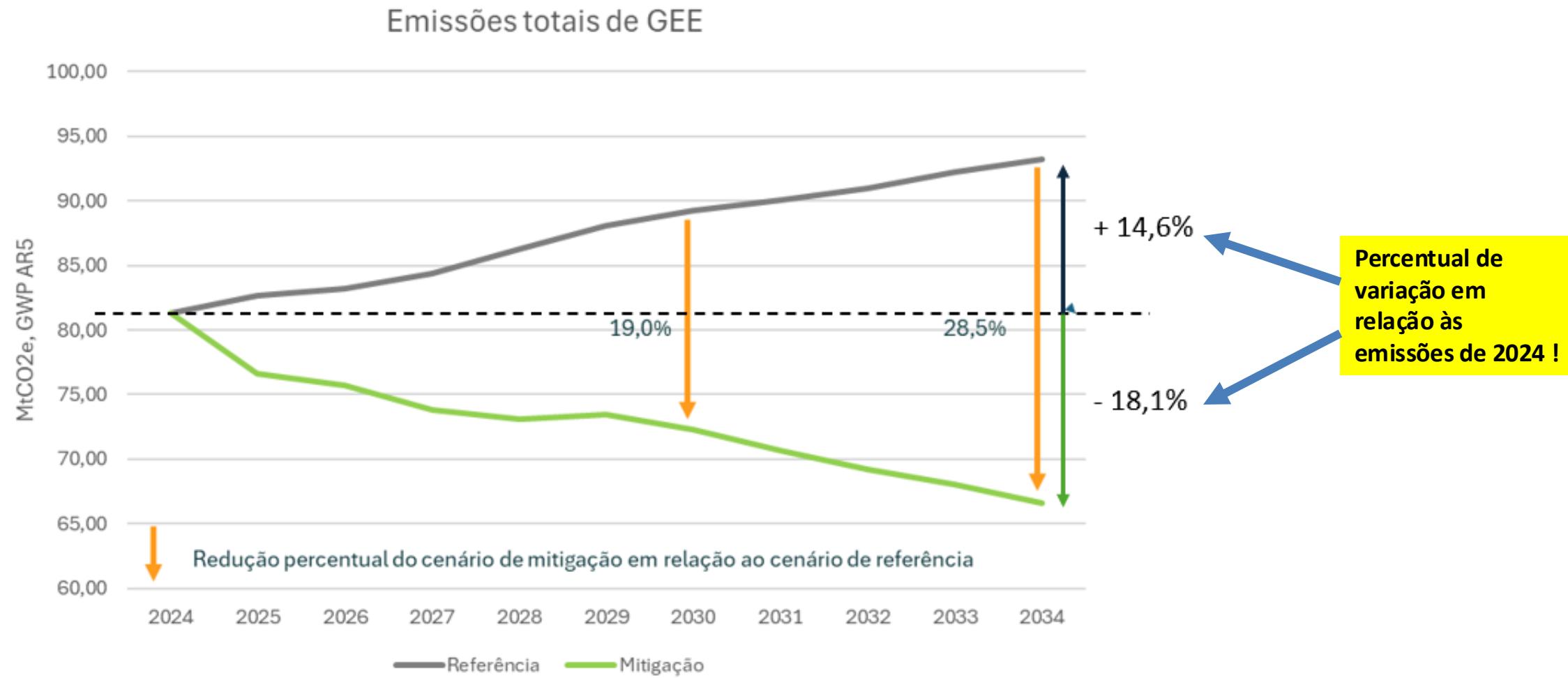
O balanço de emissões de GEE do PPDE 2034 incluiu os setores: Transporte, Indústria, Energia (Elétrica e Produção de Combustíveis, Agropecuária e Edificações (Residencial, Comercial e Público.

GEEs considerados:
 CO_2 , N_2O e CH_4

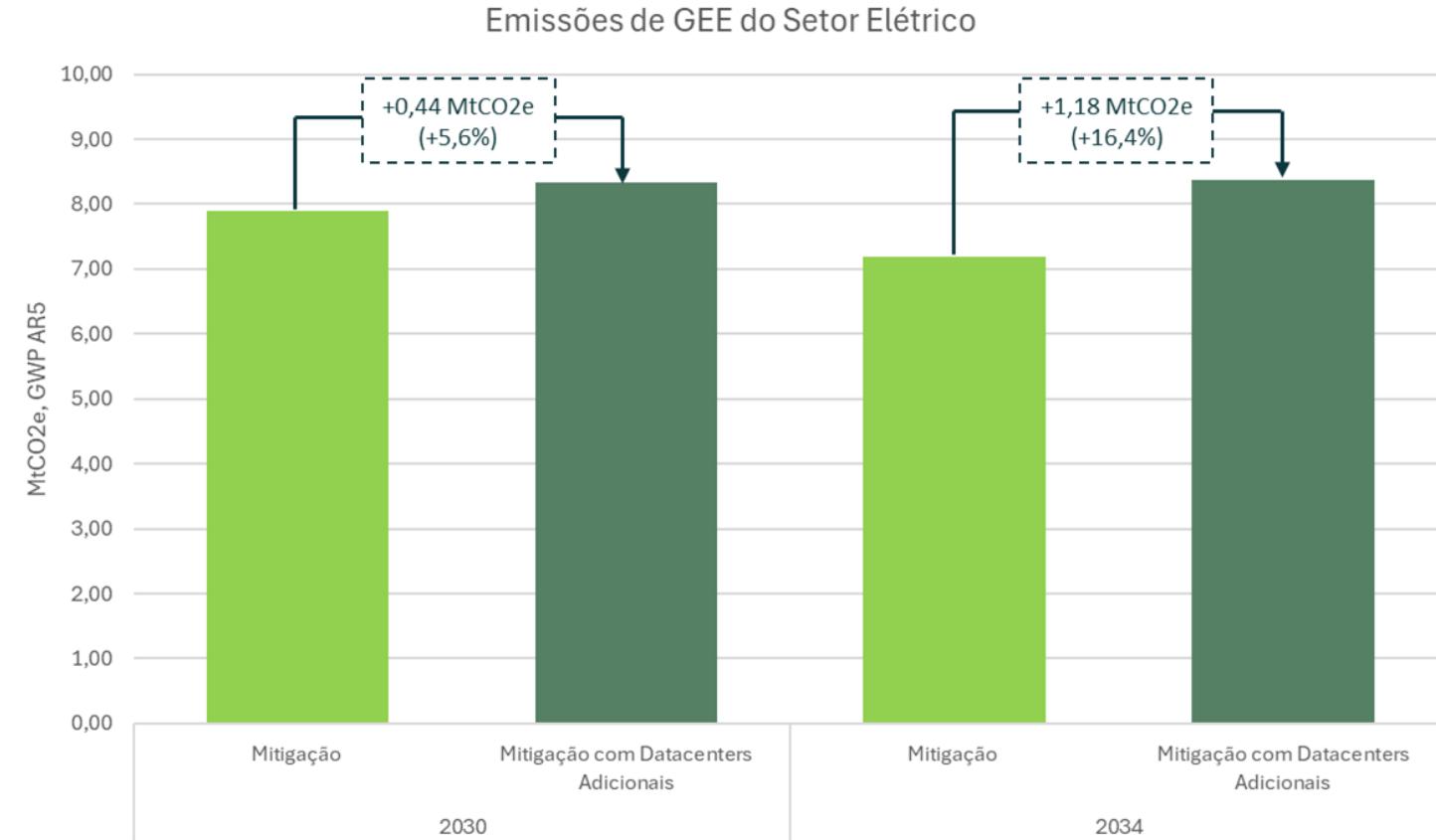
Diagnóstico das Emissões de GEE no Brasil e ESP



Trajetórias de emissão de CO_{2eq} – Com Data Centers

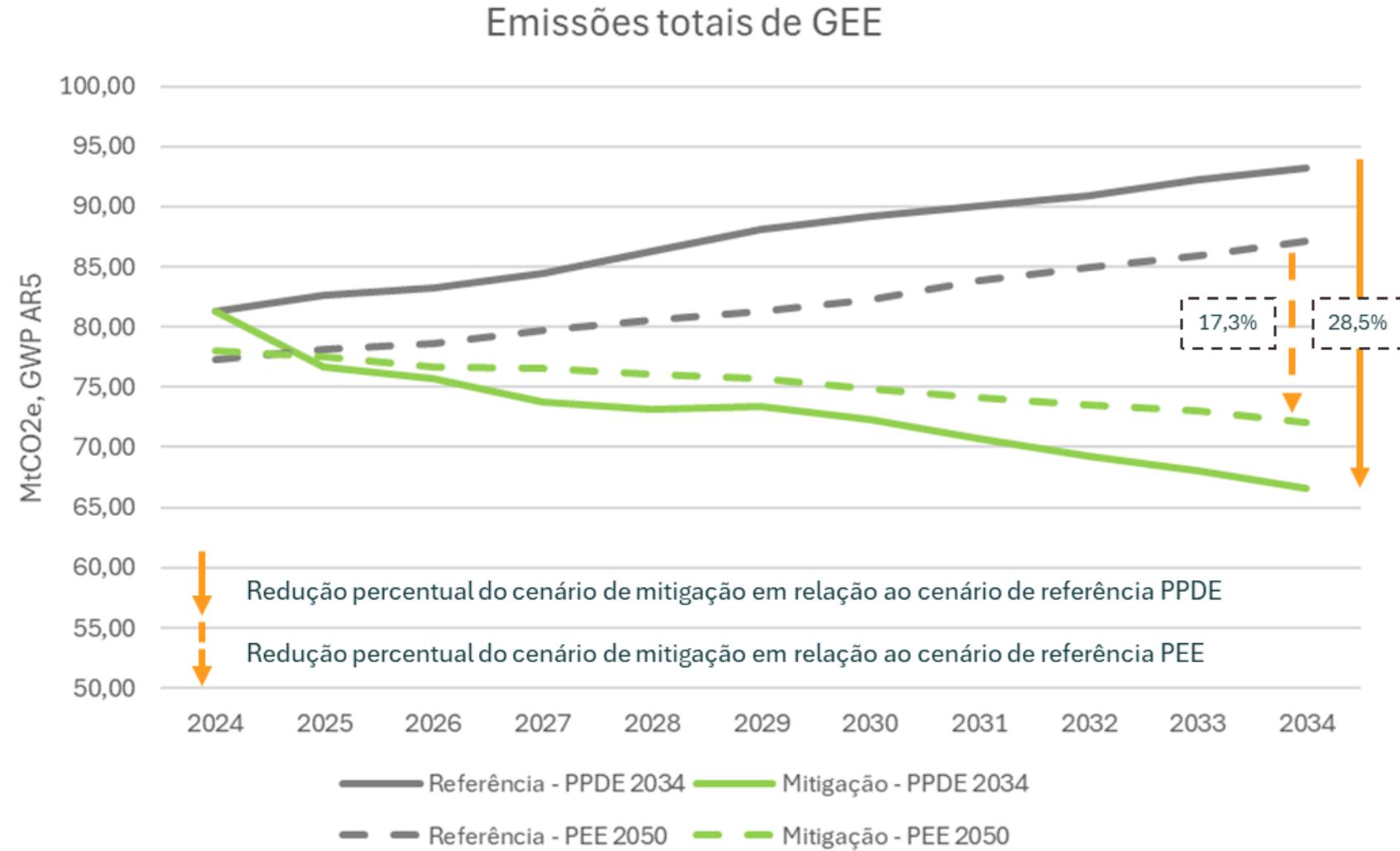


Impacto dos Data Centers adicionais na emissão de CO_{2eq}



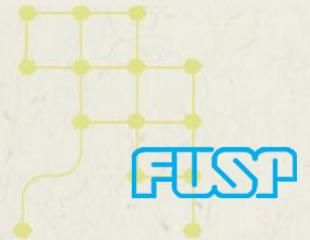
- Aumento estimado de 2,5 GWm na carga de energia elétrica até 2034.
- Aumento de aproximadamente 1,18 MtCO₂e nas emissões totais do setor energético .
- Isso representa um acréscimo de 1,8% nas emissões totais (redução em 2034 seria de 26,7% e não de 28,5%).

Emissão de CO₂eq – Comparaçāo com PEE 2050



No final do Projeto deverão ser formuladas e validadas Propostas de Políticas e Macroações para dar consequência ao PPDE 2034 RtZ, considerando:

- **Consolidação das propostas de Posicionamento (diretrizes e ações).**
- **Alinhamento com a rota estabelecida para alcançar “pegada líquida de carbono zero” na Política Estadual de Mudança de Clima mirando 2050 :**
 - **medidas e ações para a redução das emissões dos GEE;**
 - **medidas e ações para a ampliação da participação das fontes e combustíveis renováveis na produção de energia primária no Estado;**
 - **captura da perspectiva de investimentos no Estado de São Paulo, relacionados ao Plano, em todas as vertentes contempladas nas análises (elaboração de Ferramenta para contabilização e acompanhamento de investimentos).**



Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo



Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



4ª REUNIÃO ORDINÁRIA | 11 DE NOVEMBRO DE 2025
Conselho Estadual de Política Energética

PLANO PAULISTA DECENAL DE ENERGIA 2034

OBRIGADO

