

# Plano Clima – Setor Industrial

**Oficina “Resultados da Modelagem da Avaliação Integrada – Modelo BLUES”**

**10/10/2024 – 11/10/2024**

Roberto Schaeffer  
André Lucena  
Alexandre Szklo  
Eduardo Müller-Casseres  
Fabio A. Diuana

Gerd Angelkorte  
Luiz Bernardo Baptista  
Rebecca Draeger  
Taísa Nogueira Morais



# Premissas adotadas para o Plano Clima

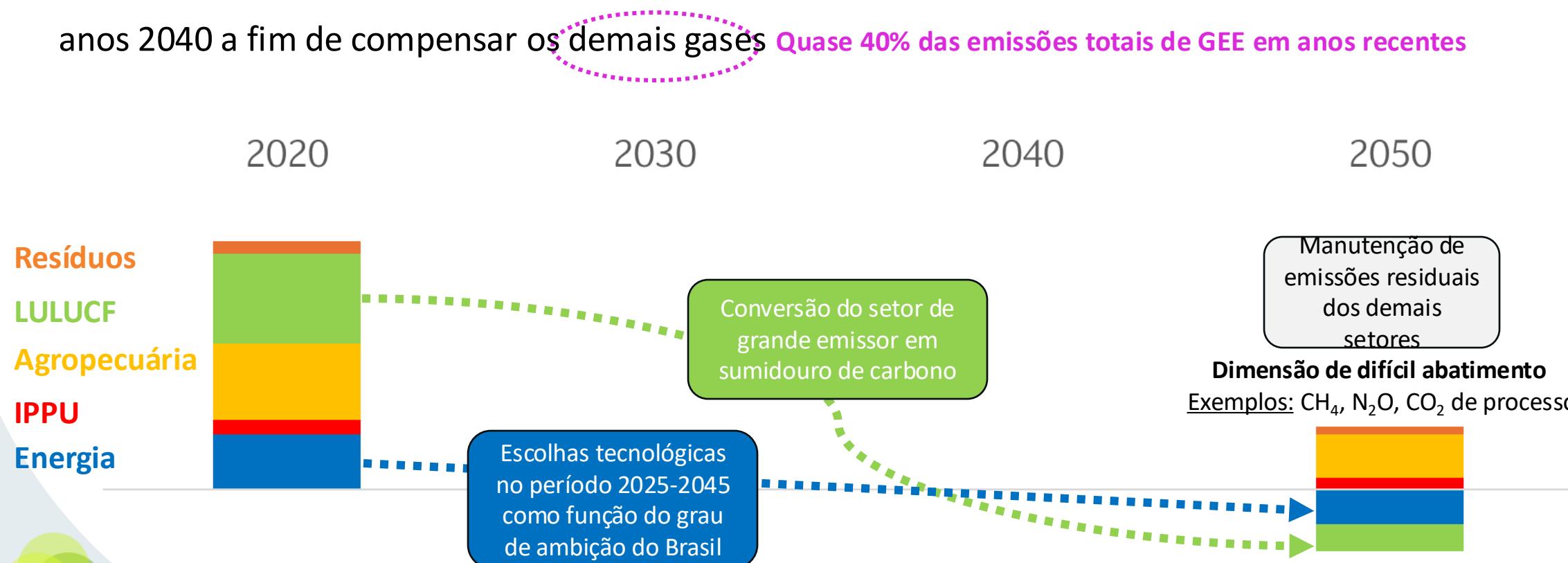


# Cenário Plano Clima

- Cumprimento da NDC
  - Medidas de descarbonização atingindo **emissões líquidas zero de gases de efeito estufa (GEE) em 2050**
  - Trajetórias **de emissão** até 2030 dadas pelas **estratégias nacionais** de redução de GEE
- Após 2030, as **trajetórias** convergem até **atingir emissões líquidas zero de GEE** em 2050
- 3 Cenários em desenvolvimento e análise

# Ambição anunciada pelo governo brasileiro (COP26)

- Em 2021, o Brasil aprofundou sua ambição, com meta de emissões líquidas nulas de GEE em 2050
- Isso requer uma trajetória fortemente descendente das emissões de CO<sub>2</sub>, com níveis negativos a partir dos anos 2040 a fim de compensar os demais gases **Quase 40% das emissões totais de GEE em anos recentes**



# Setor de AFOLU

CENÁRIO	DESMATAMENTO ILEGAL	DESMATAMENTO LEGAL	RECOMPOSIÇÃO
0D	Zero a partir de 2030	Zero desmatamento legal pós 2030	Recomposição de 8,9 Mha (2030-2050)
25D	Zero a partir de 2030	25% do nível de desmatamento legal atual em 2050	Recomposição de 8,9 Mha (2030-2050)
100D	Zero a partir de 2030	100% do nível de desmatamento legal atual em 2050	Recomposição de 8,9 Mha (2030-2050)

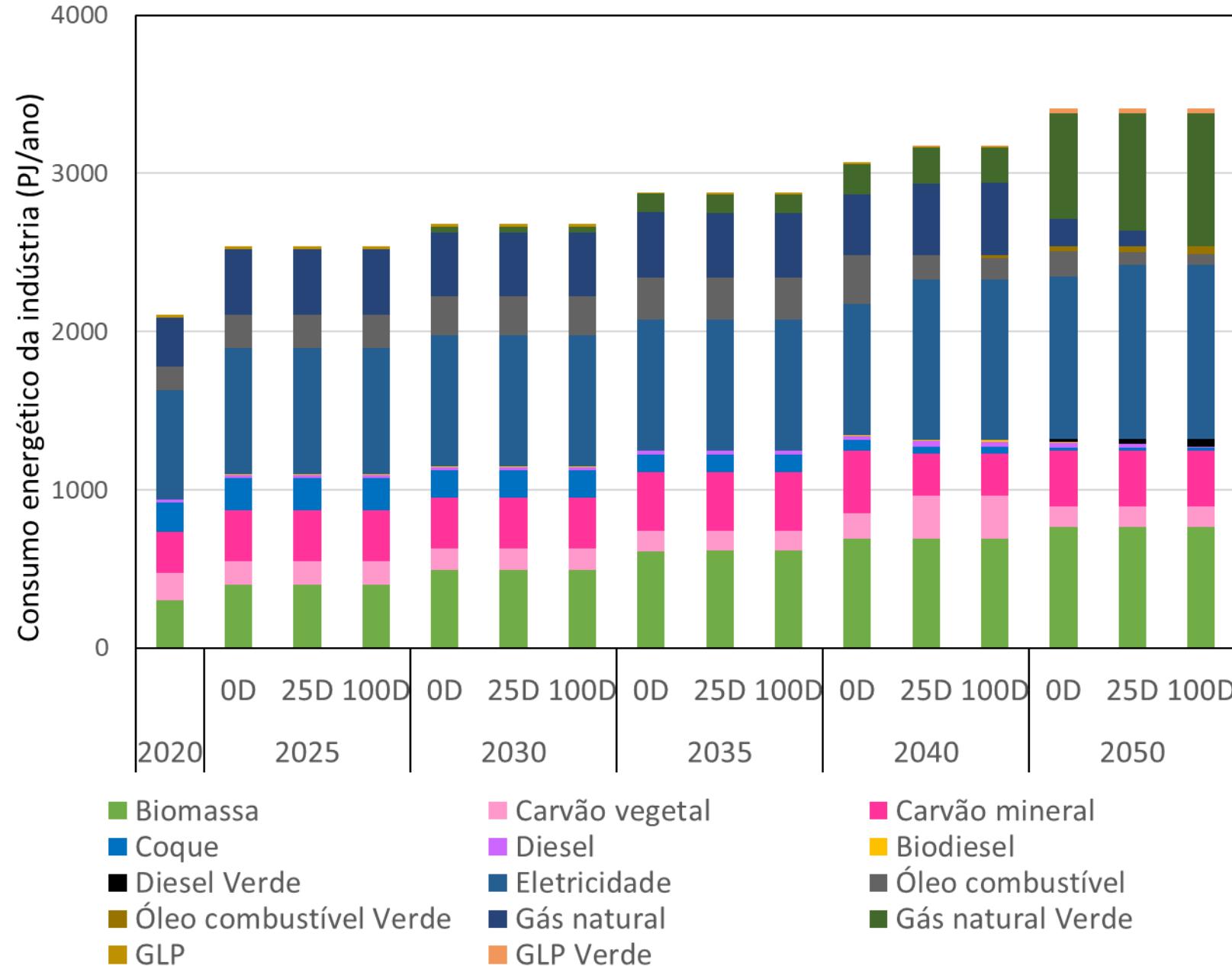
**\*Observação:** Em 2025, a trajetória de desmatamento foi alterada devido a problemas de não factibilidade dos resultados dos cenários em setores chaves da economia brasileira.  
Foi necessária uma redução de 35% do desmatamento em 2025 com relação à trajetória exógena MMA o que equivale a redução de ~90 Mt CO<sub>2</sub>e

# Resultados Setor Industrial



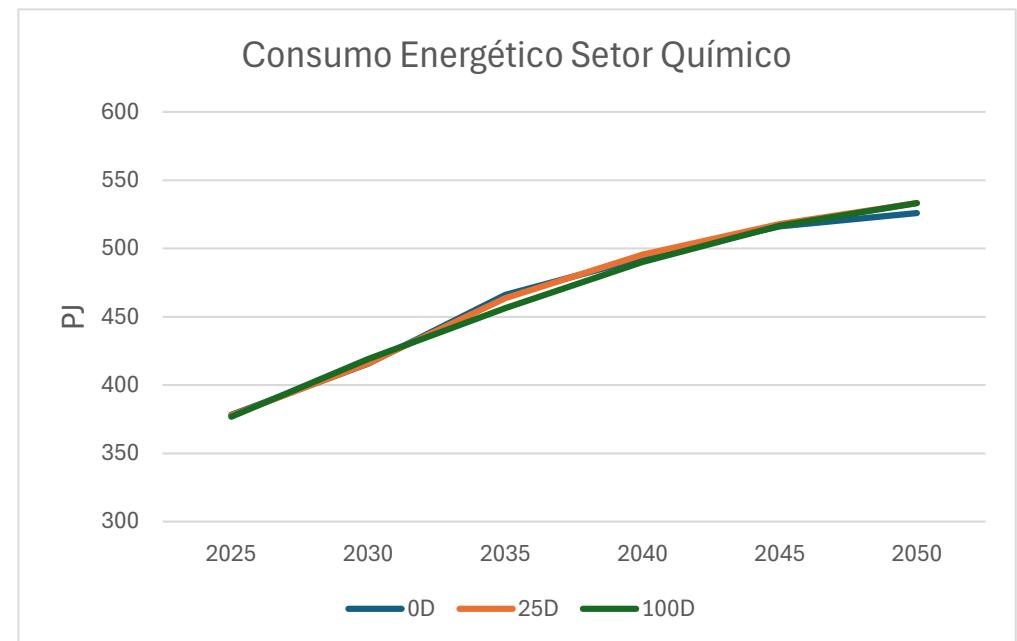
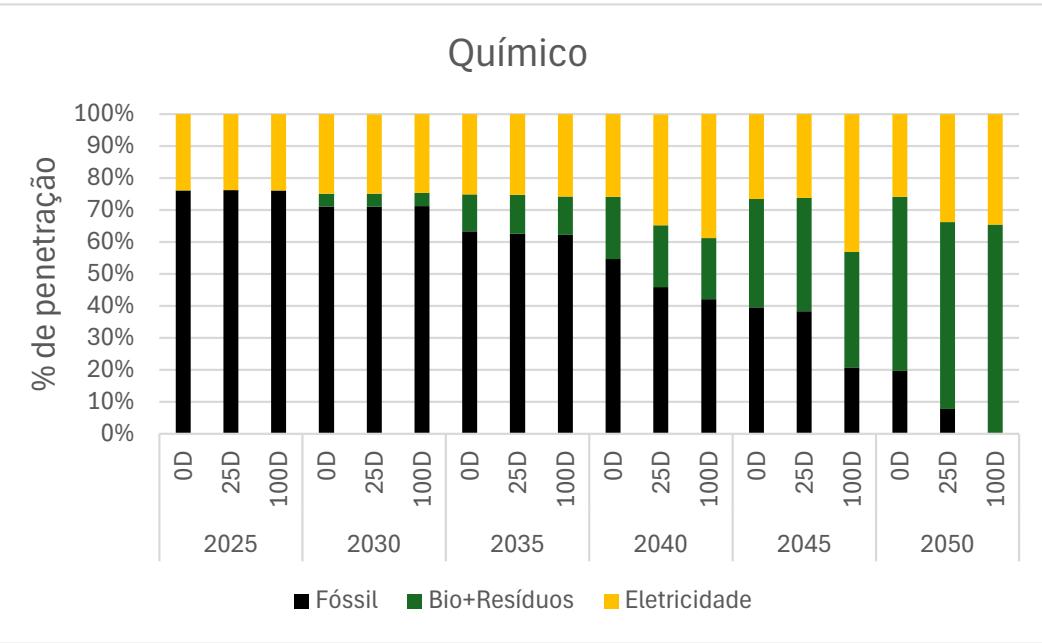
# Consumo energético

- Aumento significativo da eletrificação nos setores industriais, chegando até 50%;
- Combustíveis verdes se fazem necessários a partir de 2030 para as metas da NDC;
- Fração de consumo fóssil cai para níveis próximos de 40% em 2035, podendo chegar a 10% em 2050.



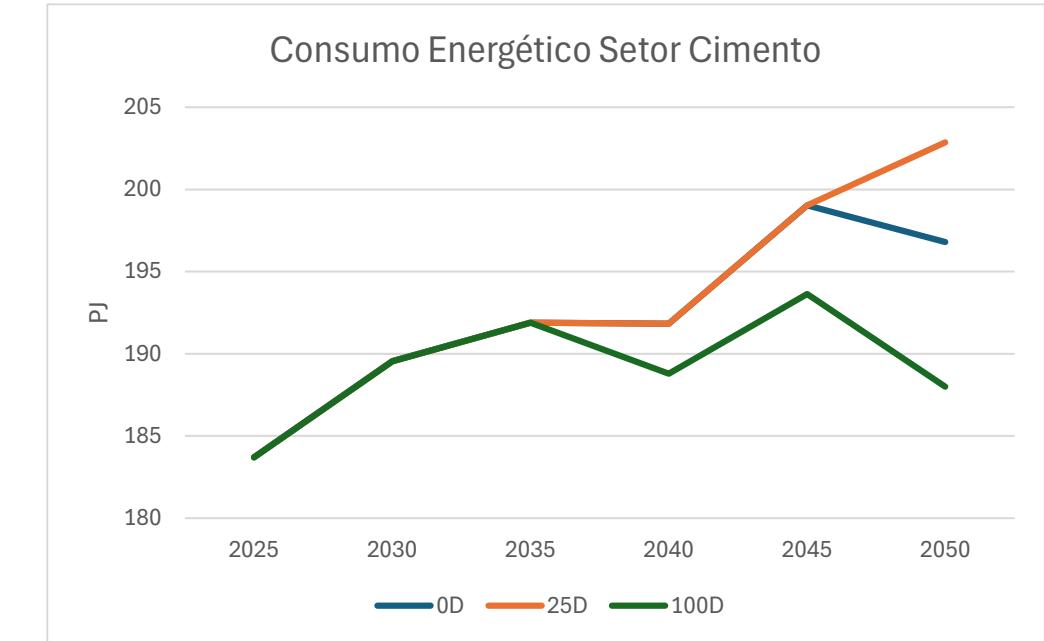
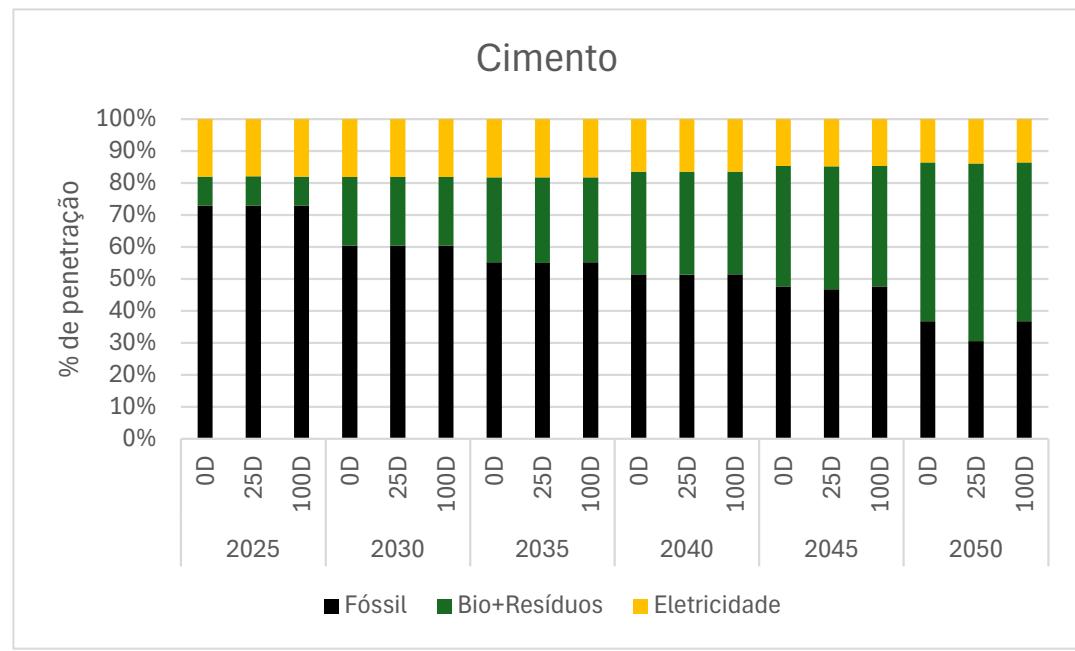
# Participação de energéticos – Químico

- Rotas alavancas para produção de plástico:
  - Biomethanol to oleofinas
  - Biomethanol to aromatics (BTX)
  - BioNaphtha Steam Cracking
  - Biomethane Steam cracking
  - Bionaphta Catalytic cracking
- Produção de Metanol/Amônia:
  - Gaseificação da biomassa
  - Hidrogenação do CO<sub>2</sub>



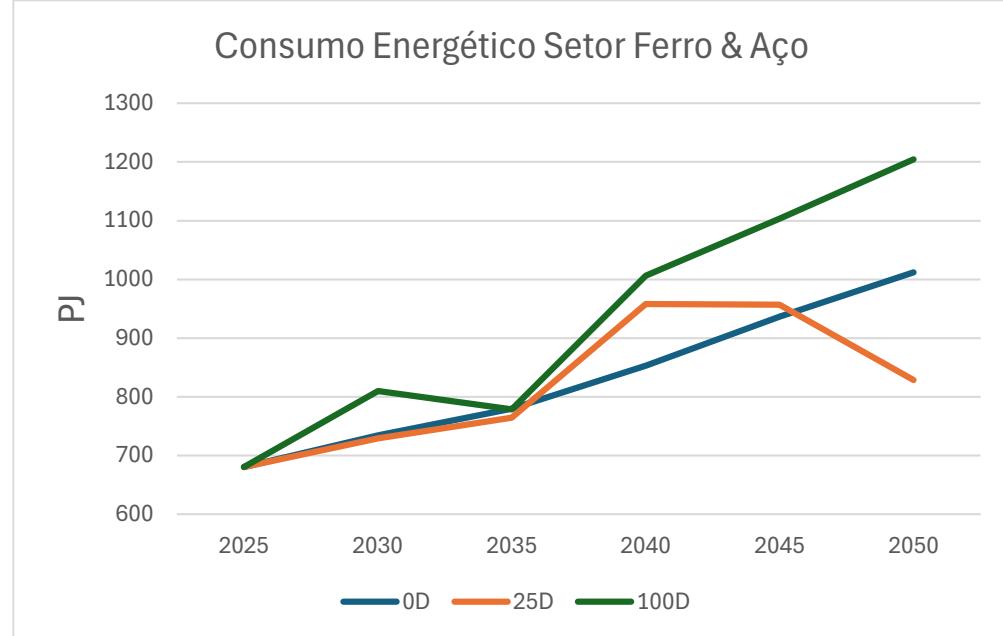
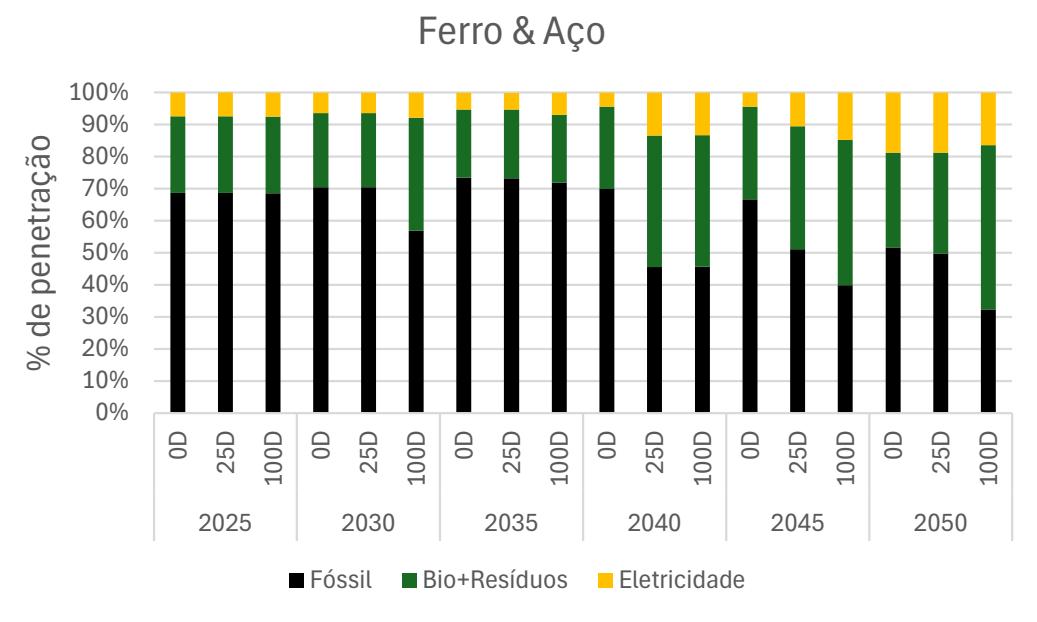
# Participação de energéticos – Cimento

- Alavancas tecnológicas do setor cimenteiro:
  - Rota seca com CCS
  - Aditivos para produção de cimento
    - Menor proporção e clinker
- Calor à alta temperatura
  - Biomassa
  - carvão vegetal.



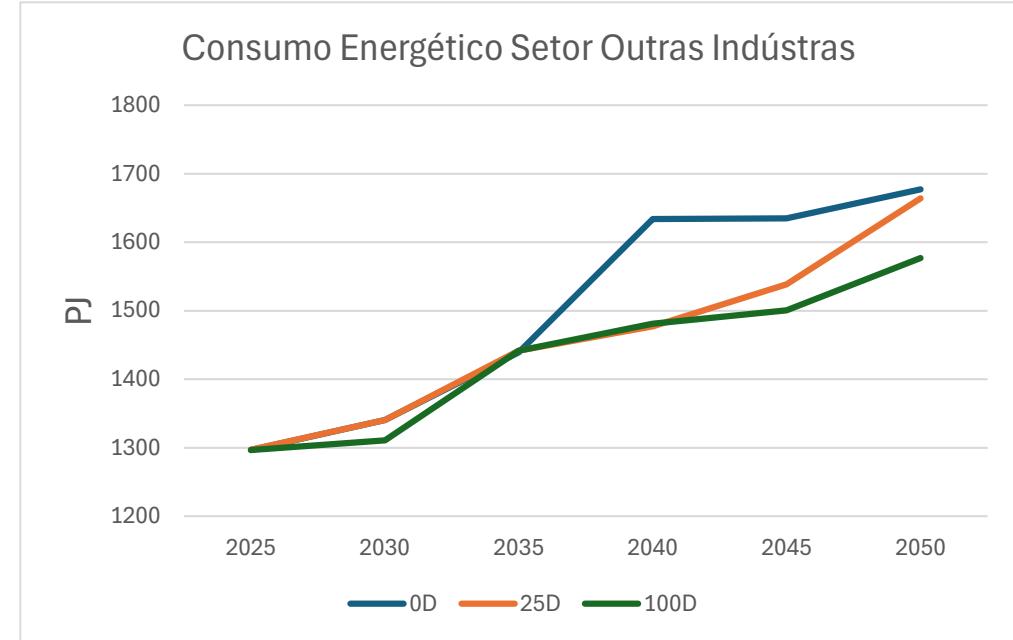
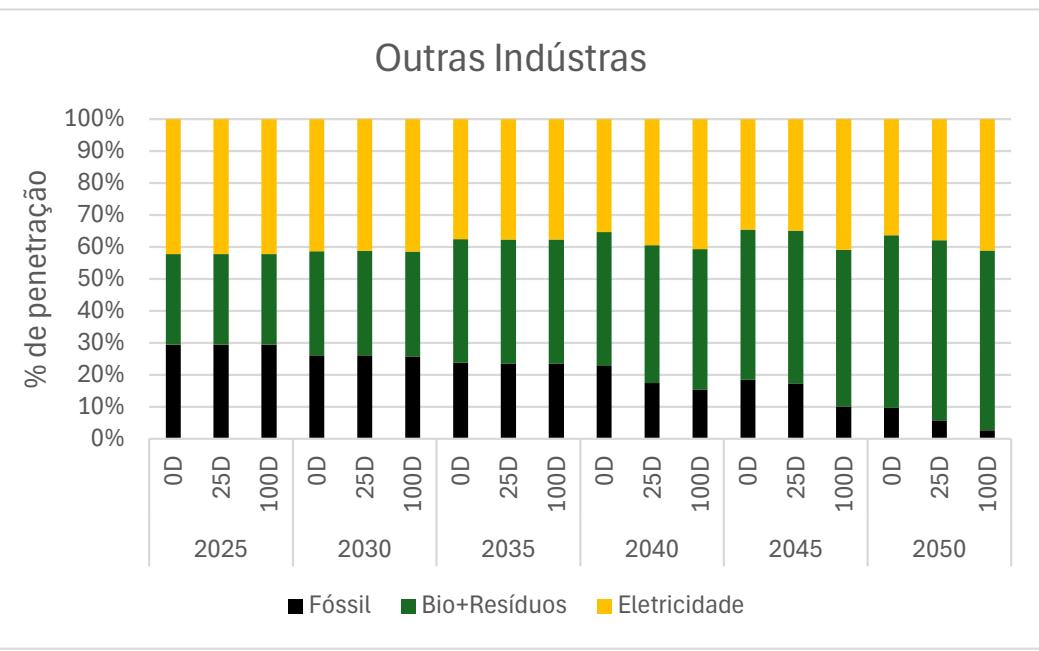
# Participação de energéticos – Ferro e Aço

- Rotas de alavanca do Setor de Ferro e Aço:
  - Alto-Forno-Aciaria:
    - carvão vegetal
    - Pode ter CCS
  - Redução direta (DRI) do minério de ferro
    - Com CCS
    - H2DRI
  - Arco elétrico
  - Arco elétrico a partir de scrap



# Participação de energéticos – Outros

- Maior uso de combustível fóssil no cenário 0D
- Penetração da eletrificação não apresenta grande alteração entre 2025 e 2050
- Crescimento do consumo de biomassa, biocombustíveis e resíduos
  - Destaque para o cenário 100D



# Setor Industrial – Alavancas de Mitigação

- Eletricidade
  - Tecnologias que utilizem o vetor energético eletricidade
  - Crescimento constante a partir de 2030
- Biocombustíveis
  - Substituição de combustíveis fósseis
  - Maior uso de biomassa
  - Maior penetração a partir de 2040, especialmente em 2050
- Uso de CCS
  - Destaque para 2050

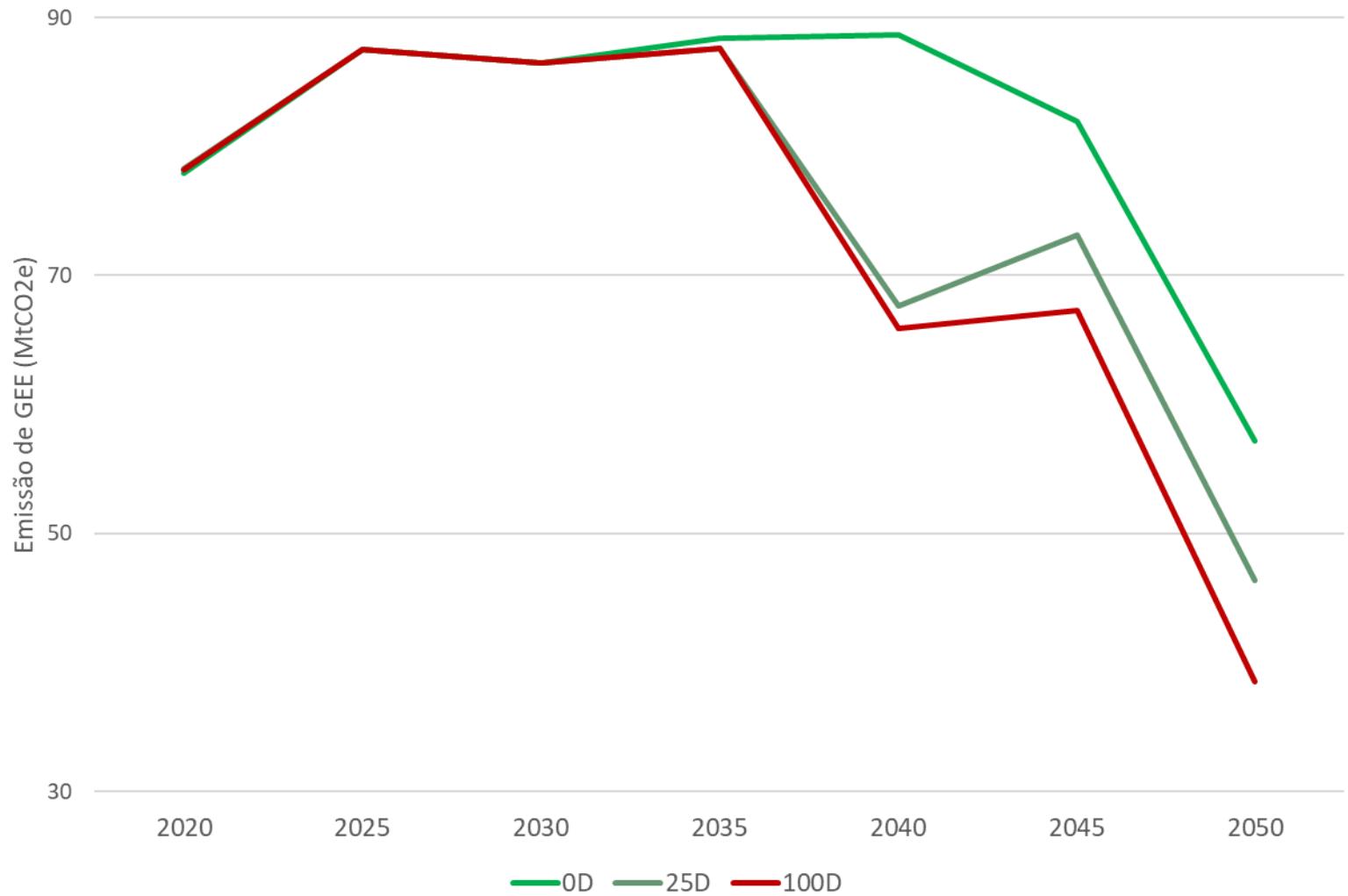
# Emissões de processo

- Esforço para redução das emissões de processo no setor muito parecidos até 2035;
- Apesar do esforço de mitigação, o efeito atividade faz com que as emissões cresçam em relação a 2020
- Captura de carbono se faz necessária para redução das emissões de processo.



# Emissões energéticas

- As medidas de mitigação relacionadas aos vetores energéticos utilizados são mais efetivas
- Aumento da eletrificação e do uso de biocombustíveis



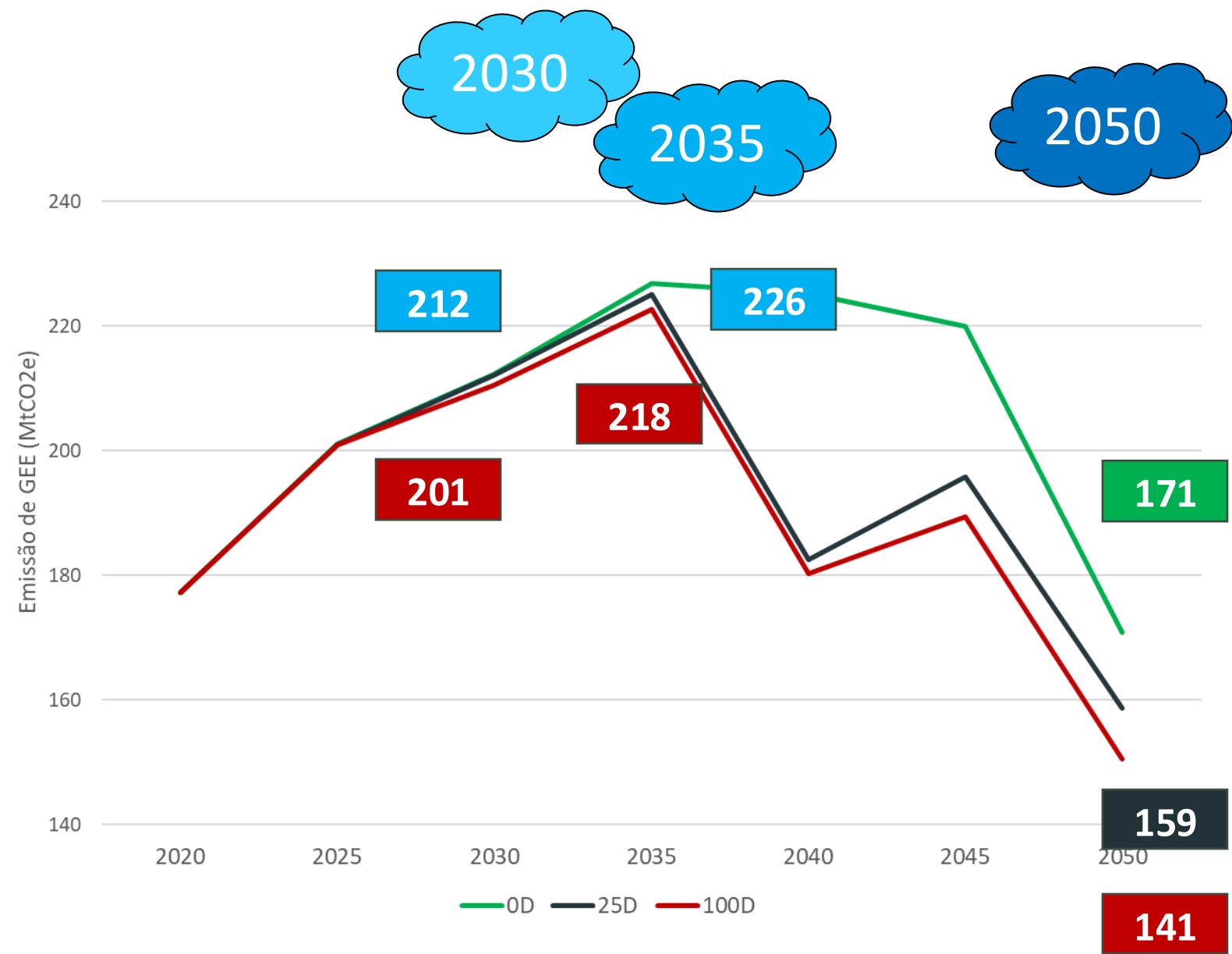
# Emissões totais

- Esforço para redução das emissões de totais no setor muito parecidos até 2035;
- Antecipação no aumento da eletrificação e no uso de biocombustíveis entre os cenários diferencia as emissões até 2050, juntamente com a captura de carbono e biomateriais.



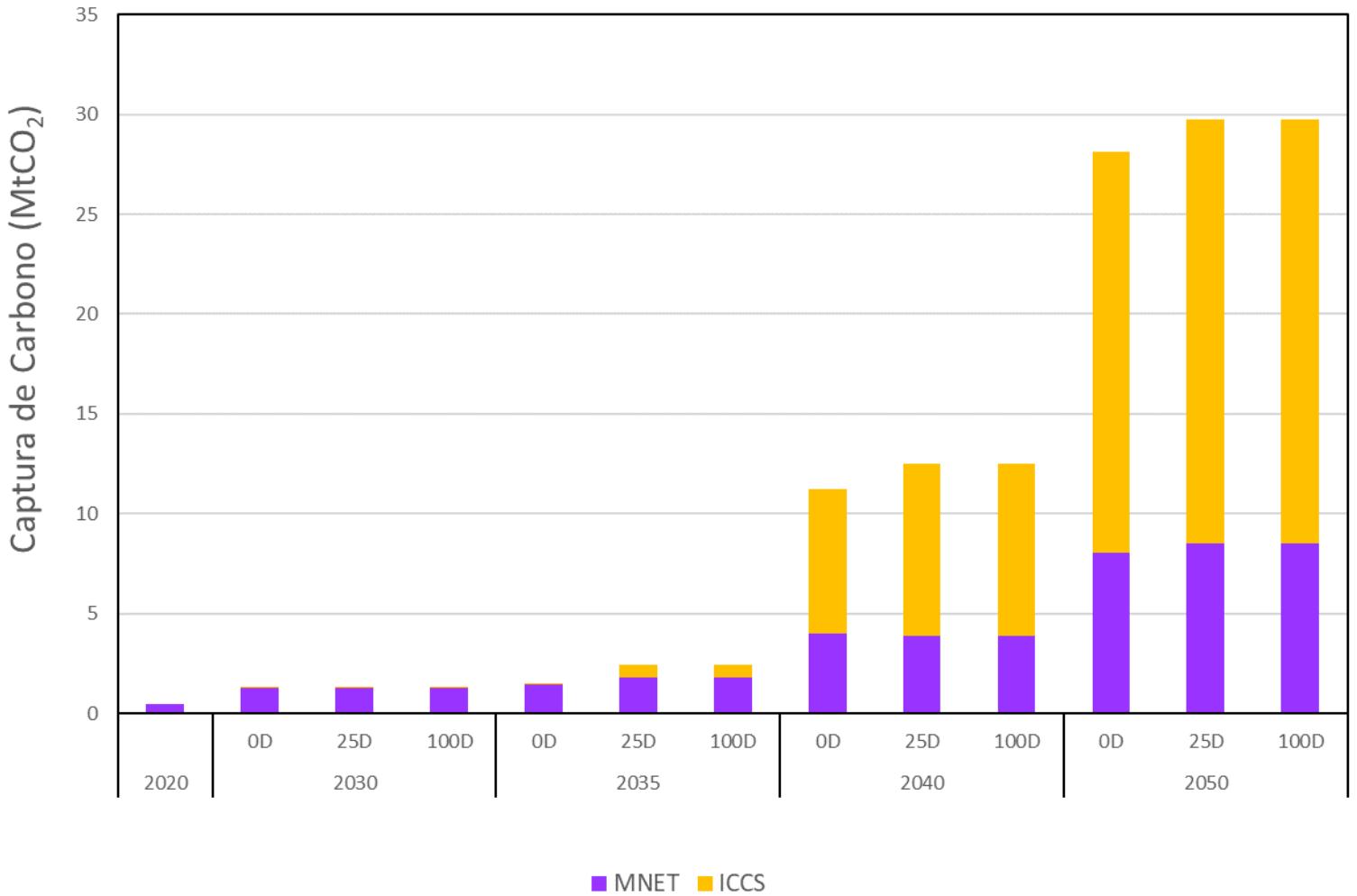
# Emissões totais

- Esforço para redução das emissões de totais no setor muito parecidos até 2035;
- Antecipação no aumento da eletrificação e no uso de biocombustíveis entre os cenários diferencia as emissões até 2050, juntamente com a captura de carbono e biomateriais.



# Emissões totais

- A captura de carbono no setor industrial se faz mais necessária nos cenários com maior desmatamento;
- Há uma oportunidade para captura de carbono via materiais verdes, como no eteno verde;



# Mensagens chave para o setor

- Eletrificação e uso de biocombustíveis são elementos chave para mitigação setorial;
- Consumo fóssil sem captura de carbono precisa cair nas próximas décadas;
- Há desafios para redução das emissões de processo, principalmente pela necessidade de captura de carbono;
- A produção nacional de biomateriais pode ajudar na mitigação da indústria.

# Obrigado

Fabio A. Diuana

[fadiuana@ppe.ufrj.br](mailto:fadiuana@ppe.ufrj.br)

<https://www.cenergialab.coppe.ufrj.br/>

