

# Plano Clima – Setor de Energia e Transporte

**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

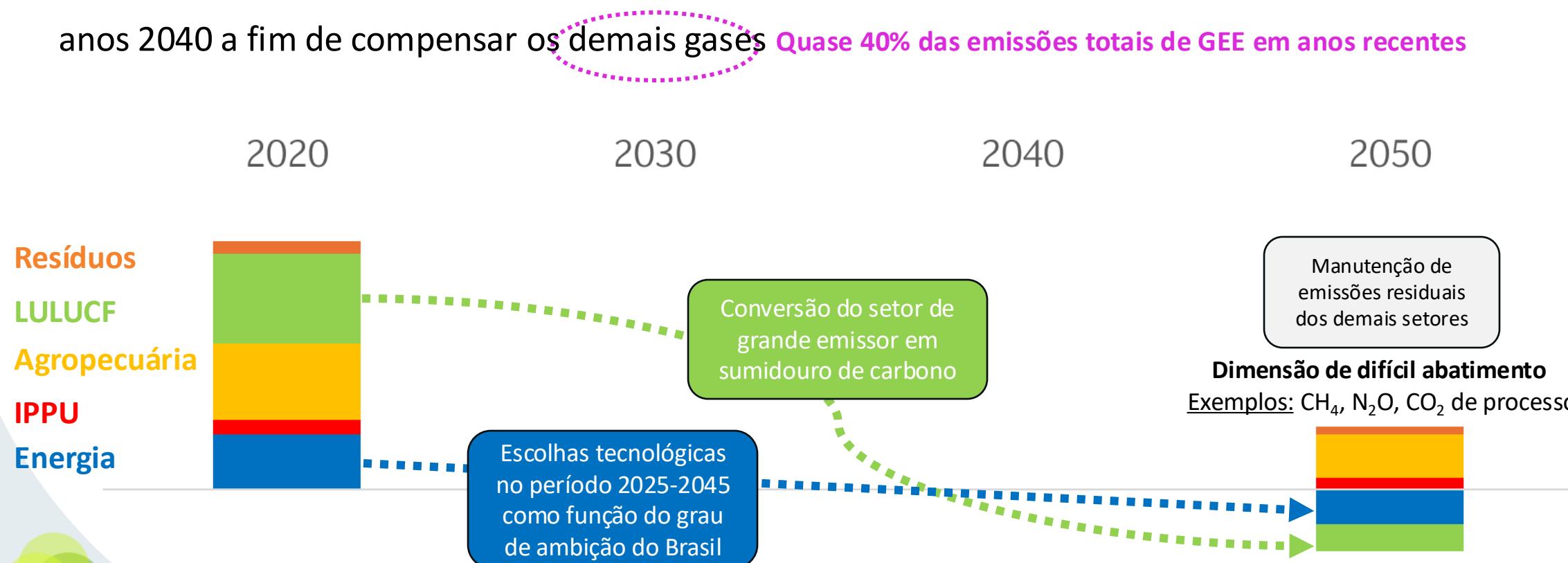


# Cenário Plano Clima

- 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 Energético

- **Premissas MME**

- Entrada de Angra III
- Diesel B15 a partir de 2025
- Gasolina com 27,5%v. etoh
- Decreto 11.042 da Lei 14.182 de 2021
  - 8 GW de UTEs a GN a partir de 2025
  - 2 GW de PCHs a partir de 2025
- RNEST com capacidade de processamento de 230kbpd em 2030
- Restrições à entrada de tecnologias disruptivas
  - Ex: Bicombustíveis avançados só pode iniciar em 2030 com plantas de pequena escala
- Entrada de Capacidade já contratada
- Restrições associadas ao cumprimento do CORSIA (acordo da ICAO e da IATA) e do acordo da IMO

# 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)

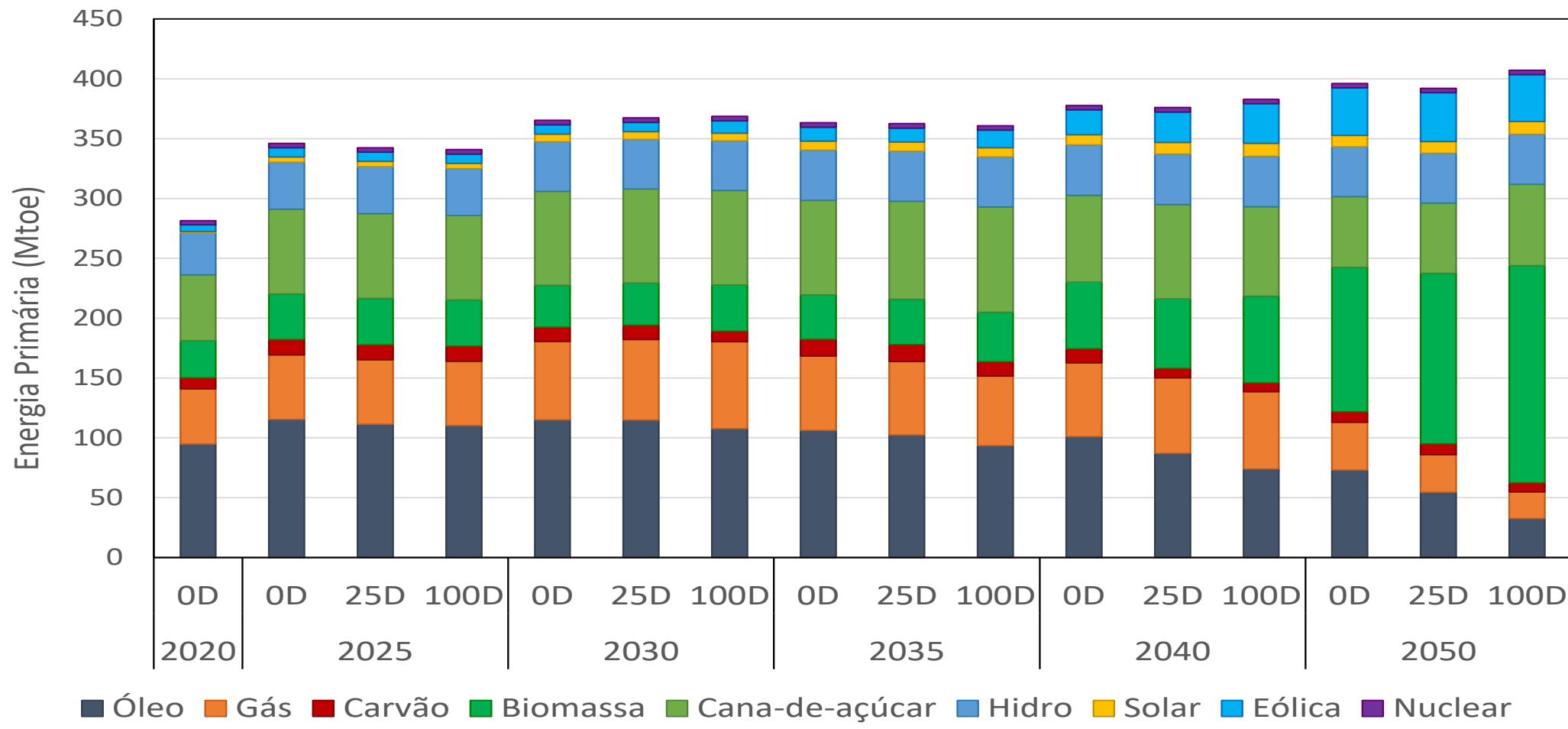
**\*Observação:** Em 2025, a trajetória de desmatamento foi alterada devido a problemas de não factibilidade dos resultados dos cenários em setores chaves da economia brasileira.  
Foi necessária uma redução de 35% do desmatamento em 2025 com relação à trajetória exógena MMA o que equivale a redução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

# Energia



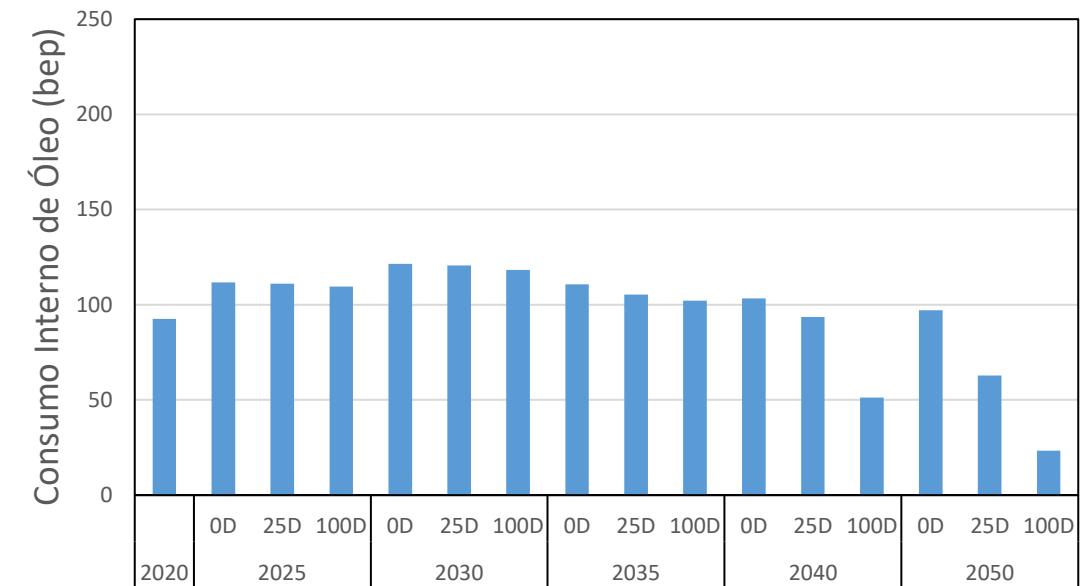
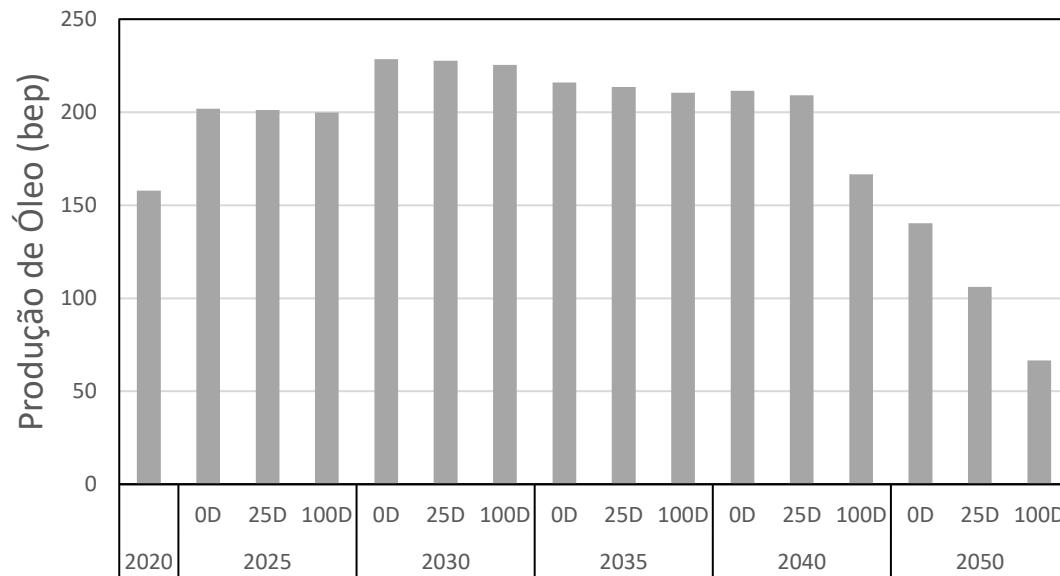
# Energia Primária

- Forte crescimento da participação da biomassa com destaque para o 100D;
- Maior redução de fósseis nos cenários com maior desmatamento legal
- Crescimento da eólica e solar.



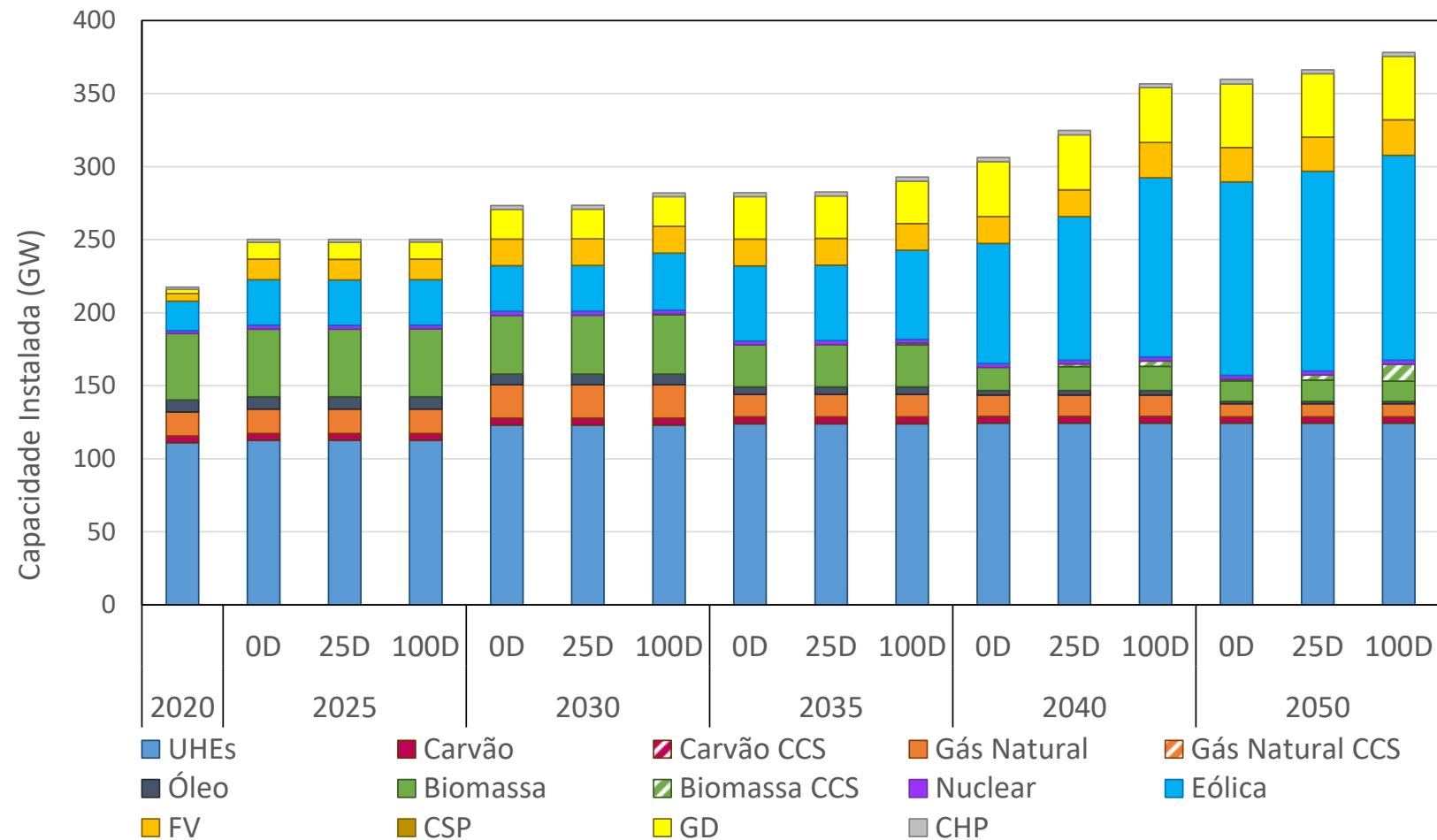
# Panorama das projeções para óleo bruto

- Há margem para manutenção da exploração de óleo no país, apesar da redução do seu consumo interno.
- Maior redução do consumo nos cenários com maior desmatamento



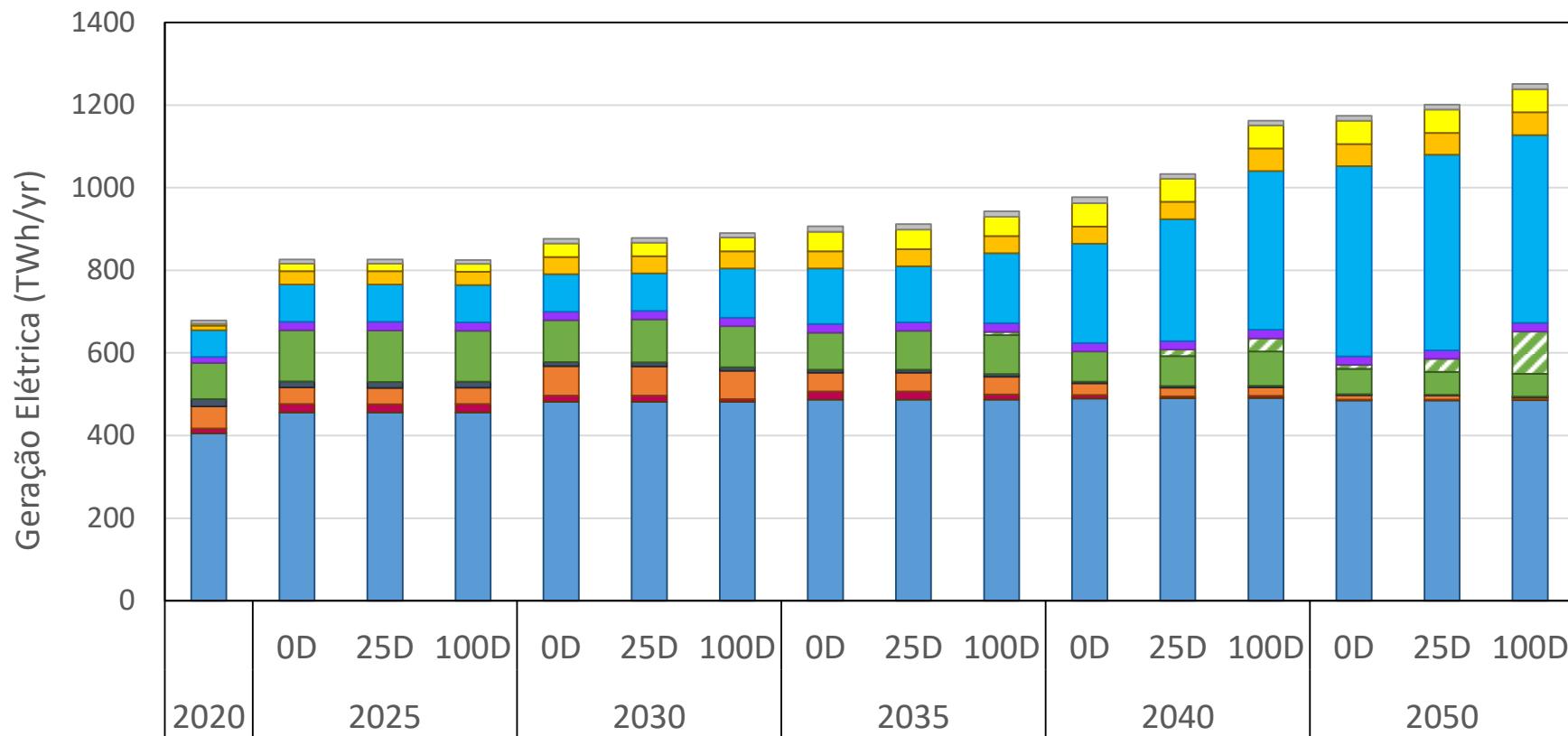
# Capacidade Instalada

- Capacidade Instalada Eólica e solar cresce de forma similar nos 3 cenários
- Maior eletrificação nos cenários 25D e 100D



# Geração Elétrica

- Forte crescimento da geração eólica
- Necessidade do uso de baterias para operação do sistema
- Necessidade maior de BECCS nos cenários 25D e 100D



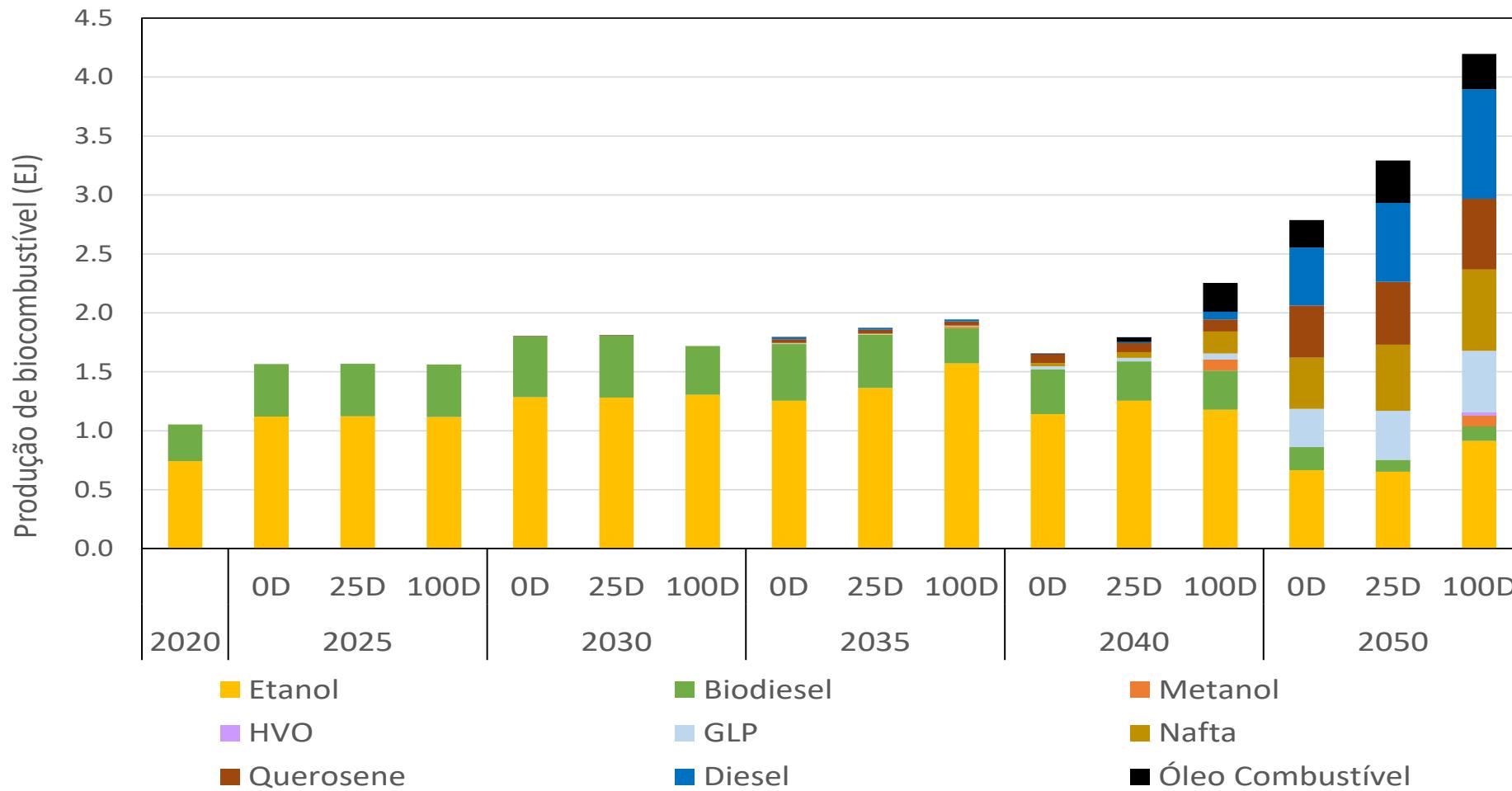
■ UHEs	■ Carvão	■ Carvão CCS	■ Gás Natural	■ Gás Natural CCS
■ Óleo	■ Biomassa	■ Biomassa CCS	■ Nuclear	■ Eólica
■ FV	■ CSP	■ GD	■ CHP	

# Setor Elétrico – Alavancas de Mitigação

- Geração Renovável
  - Geração eólica
    - Entrada ainda mais forte a partir de 2040
  - Geração solar centralizada e distribuída
    - Crescimento constante a partir de 2030
  - Geração a biomassa com e sem CCS (dependendo do cenário)
    - Maior entrada em 2050 no cenário 100D
- Operação do sistema
  - Mudanças operativas – papel da hidrelétrica
  - Uso de baterias

# Produção de biocombustíveis

- Etanol perde relevância em 2050
- Diesel fóssil, e consequentemente biodiesel, substituídos por diesel verde
- Querosene verde para aviação
- Maior produção no cenário 100D

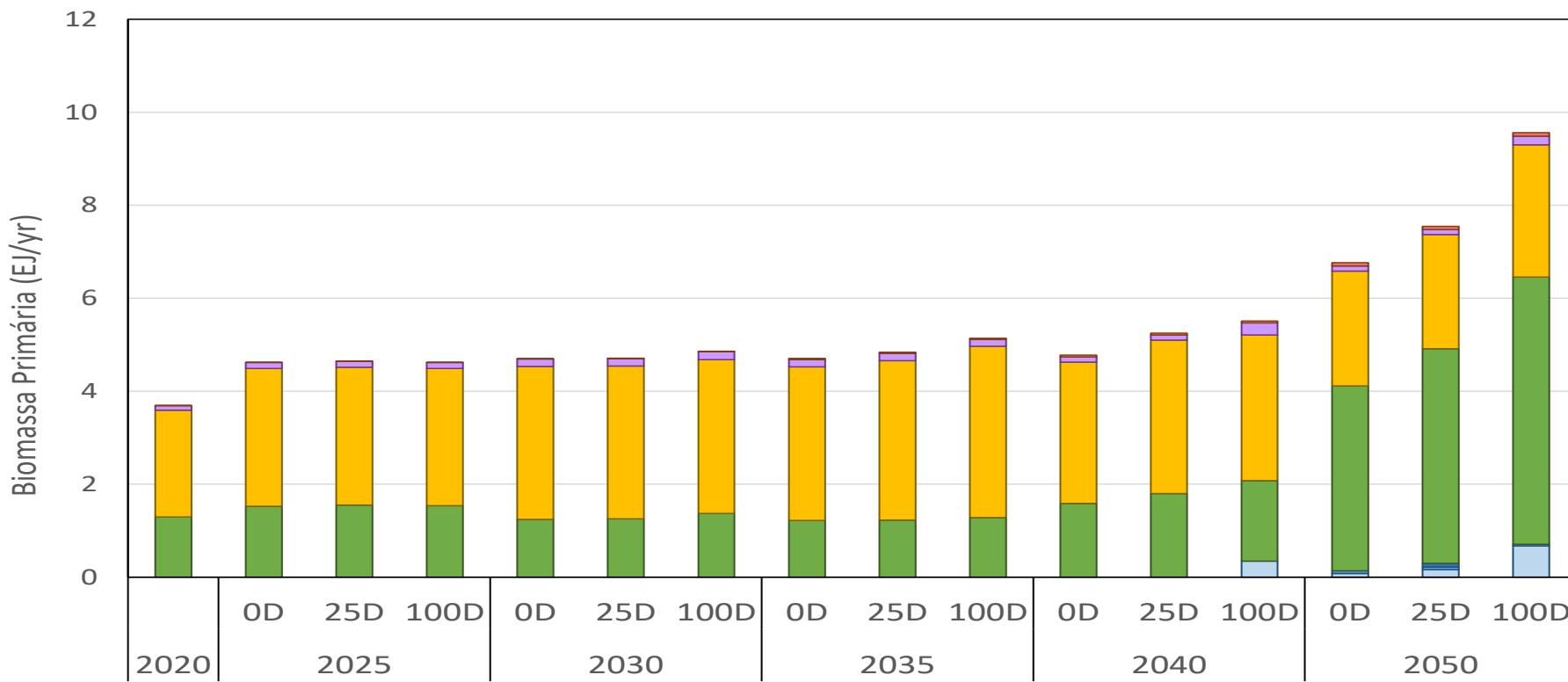


# Produção de Biocombustíveis – Alavancas de Mitigação

- Produção de Etanol com CCS
  - Captura em destilarias de cana
  - Etanol de 2<sup>a</sup> geração
- Principais rotas:
  - SVO, HVO, HEFA, ATJ, Oligomerização do etanol, BTL
  - Haber-Bosch, H2-2-liquids (combustíveis sintéticos)
  - Biodigestores
  - Coprocessamento biomassa em refinarias
- 2035 há entrada incipiente dessas tecnologias
- A partir de 2040 há um penetração mais intensa
  - Especialmente no cenário 100D

# Biomassa Primária

- Madeira passa a ser a maior fonte de biomassa primária
- Participação da cana se mantém relevante em todos os cenários
- No cenário 100D há maior entrada de resíduo de palha



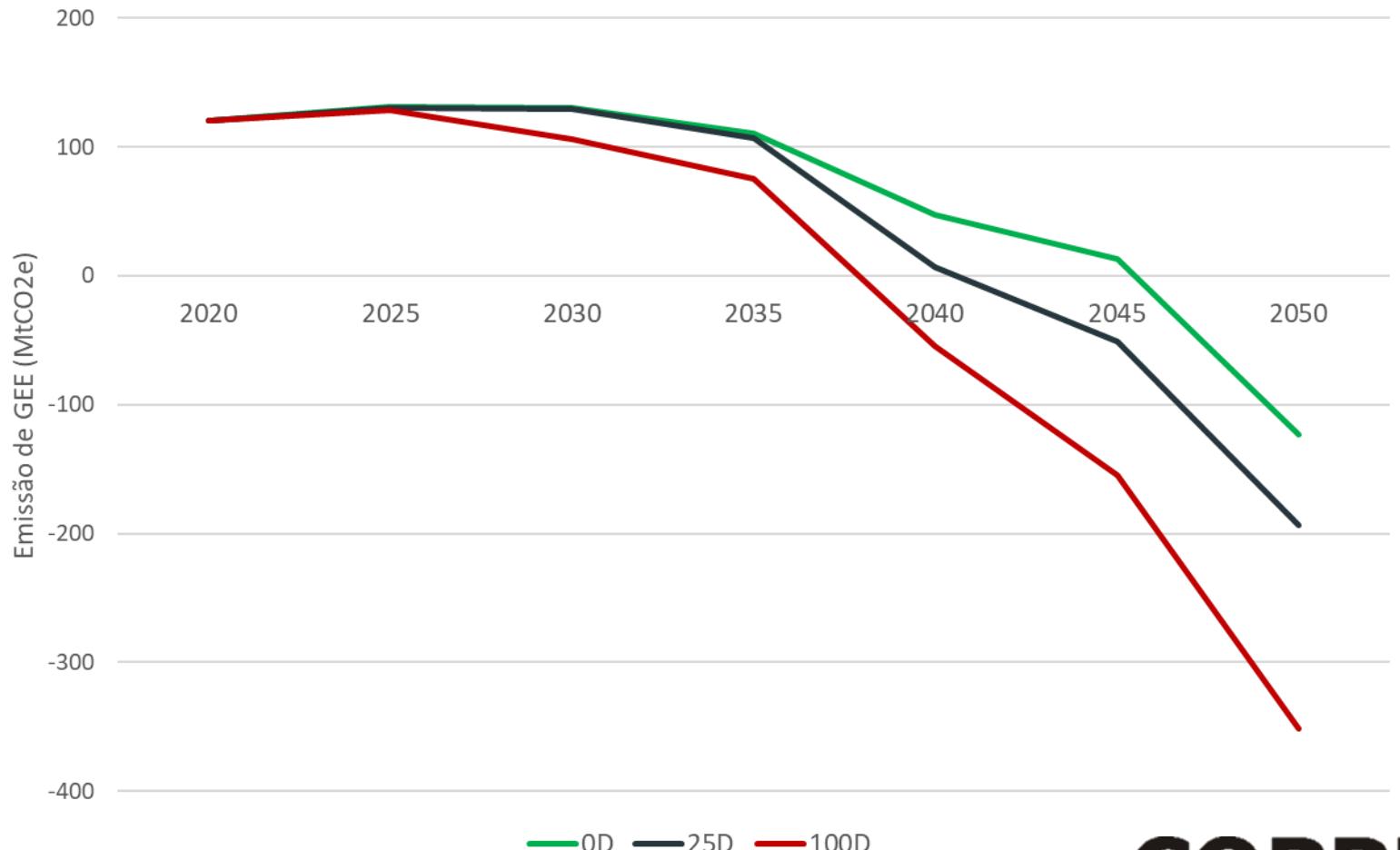
Resíduo de Palha  
Grama  
Cana-de-açúcar

Resíduo Úmido  
Madeira  
Bagaço  
Óleo Vegetal

Resíduo de Madeira  
Bagaço  
Gordura animal

# Emissões totais

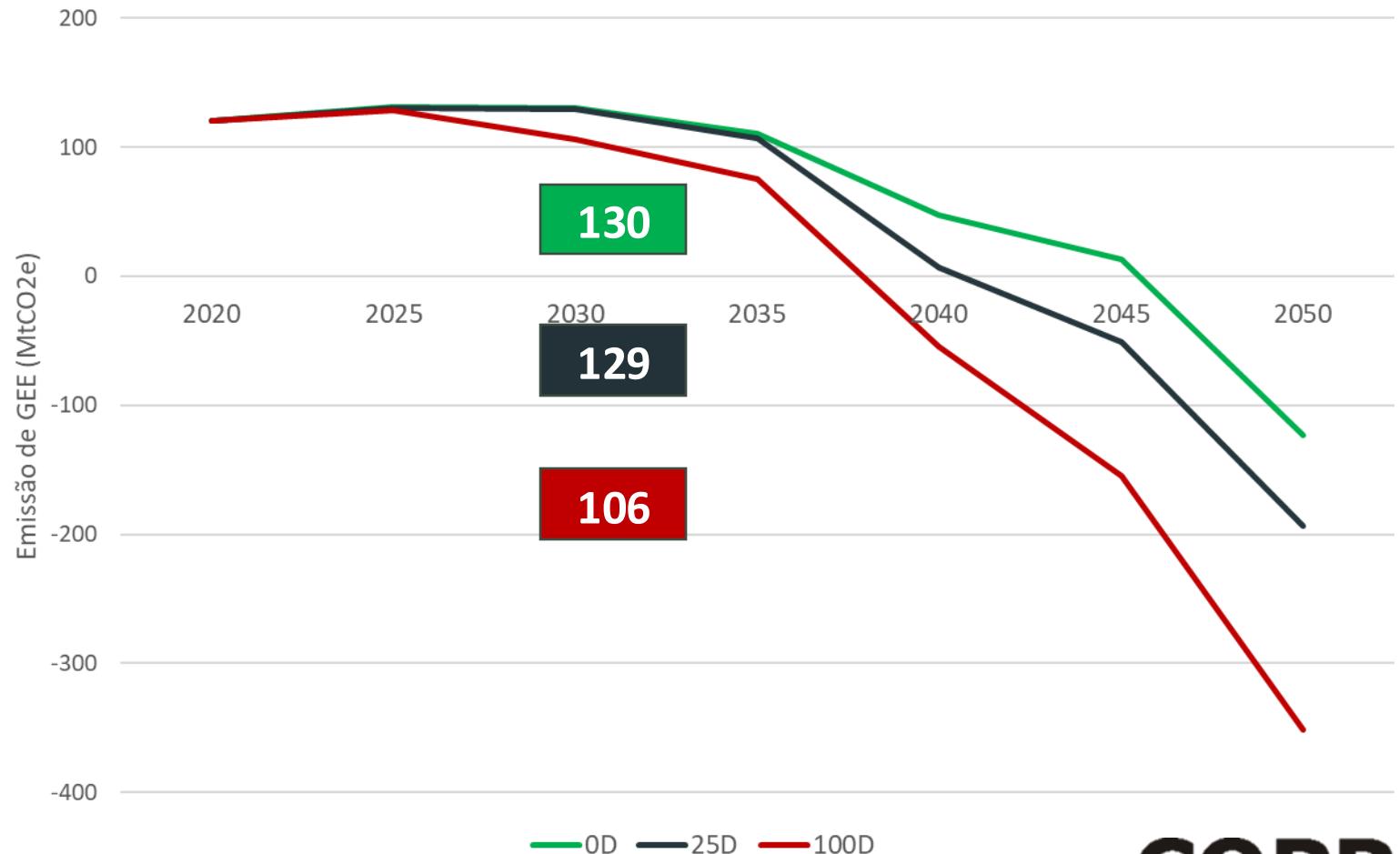
## - Energia



2030

# Emissões totais - Energia

- Esforço para redução das emissões totais parecidos até 2030; 100D apresenta maior redução

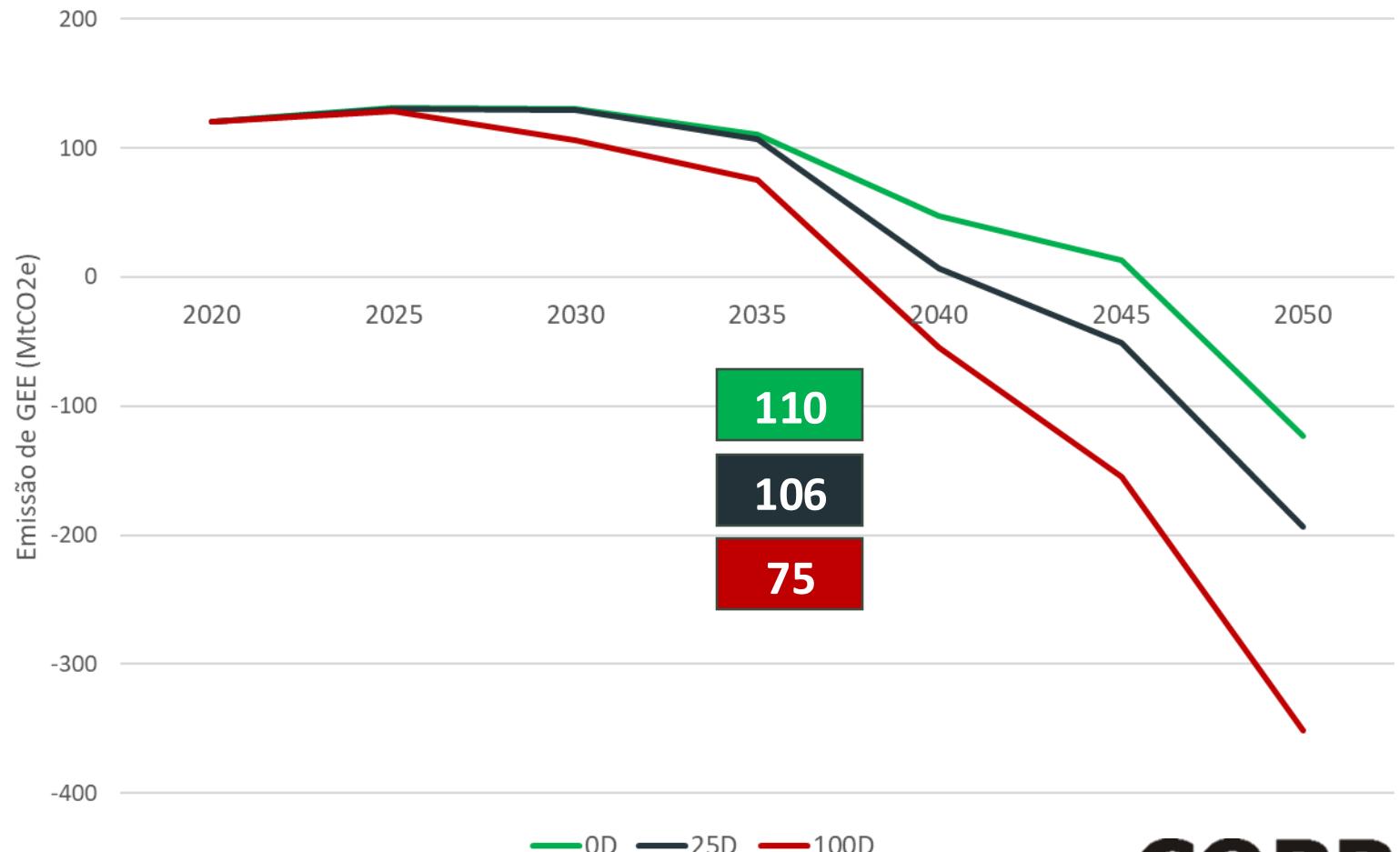


2035

# Emissões totais

## - Energia

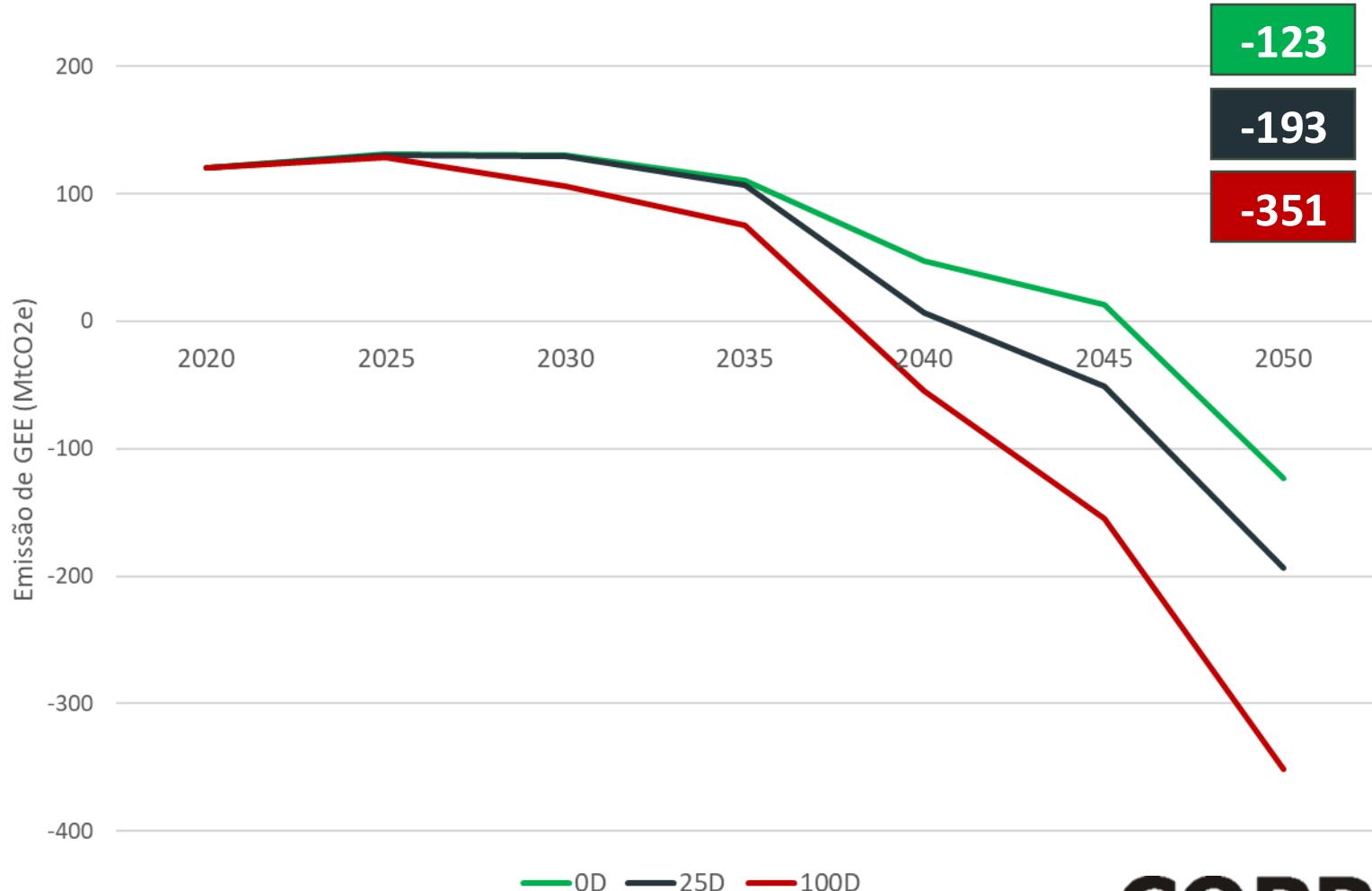
- Esforço para redução das emissões totais parecidos até 2030; 100D apresenta maior redução
- A partir de 2035 se observa mais diferença entre os cenários
- Antecipação de medidas nos cenários com maior desmatamento legal;



2050

# Emissões totais - Energia

- Esforço para redução das emissões de totais parecidos até 2030; 100D apresenta maior redução
- A partir de 2035 se observa mais diferença entre os cenários
- Antecipação de medidas nos cenários com maior desmatamento legal;
- Mais medidas de eletrificação uso de biocombustíveis nos cenários com maior desmatamento legal entre 35 e 50;



# Mensagens chave para o setor de Energia

- Uso de biomassa no setor energético é de crucial importância para a transição;
  - Associada a CCS para produzir emissões negativas
- Redução da participação de fósseis é mais intensa nos cenários com maior desmatamento legal
- Maior eletrificação no cenário 100D
- Maior esforço de mitigação do setor energético nos cenários com maior desmatamento legal
  - Emissões negativas de ordem de -350 MtCO<sub>2</sub>e no cenário 100D, sendo apenas de -100 MtCO<sub>2</sub>e no cenário 0D
  - Entrada de BECCS na geração elétrica para os cenários 25D (moderada) e 100D (mais forte)

# Obrigado

André Lucena

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

Roberto Schaeffer

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

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

