

Combustível do Futuro

Workshop CCS, CCUS e BECCS

14/07/2025

André F. P. Lucena
em nome da equipe Cenergia



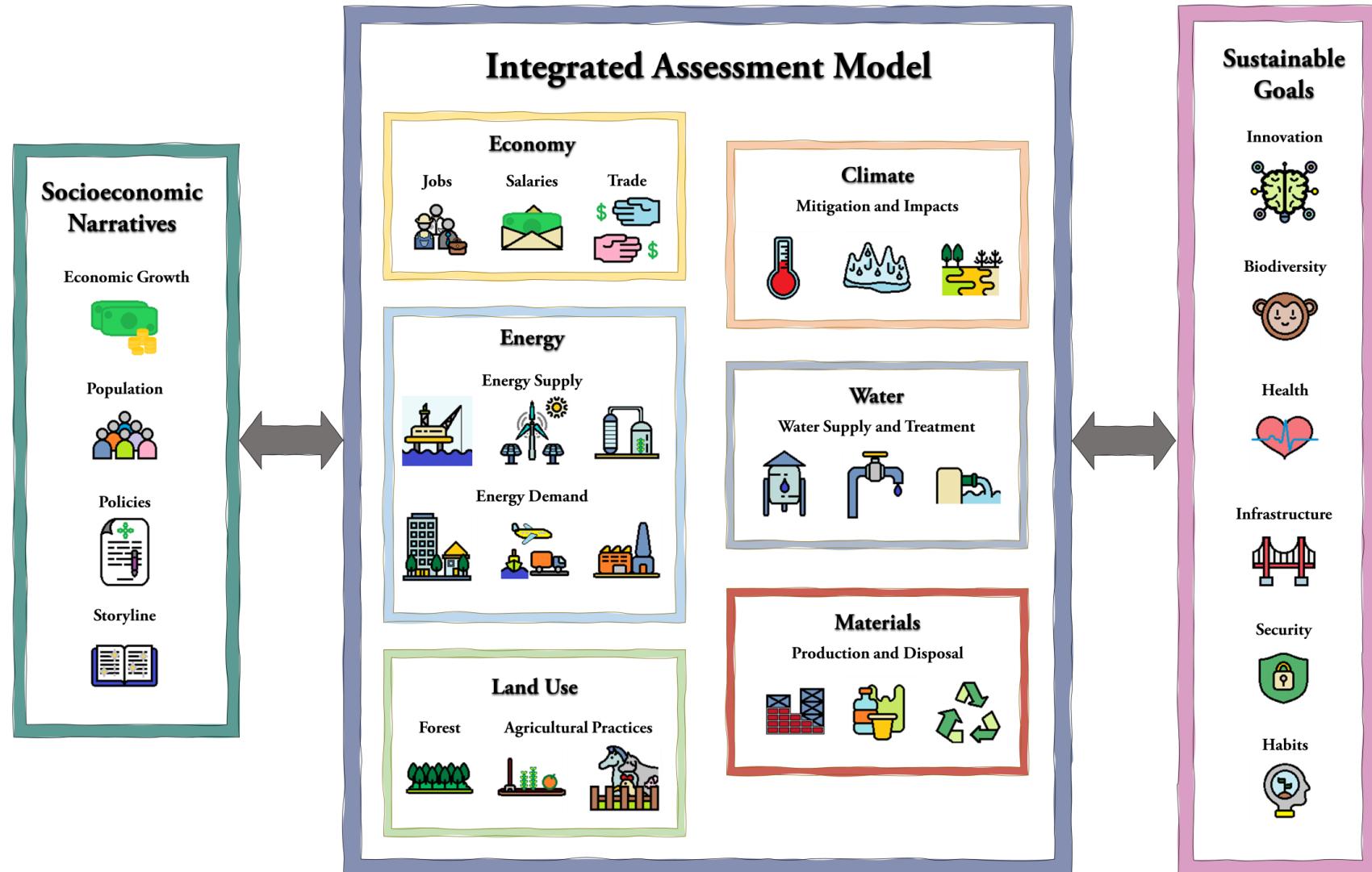
Sumário

- Modelagem de avaliação integrada (*Integrated Assessment Models – IAM*)
- Premissas para construção dos cenários para o Plano Clima
- Resultados gerais e principais mensagens

Integrated Assessment Models – IAM



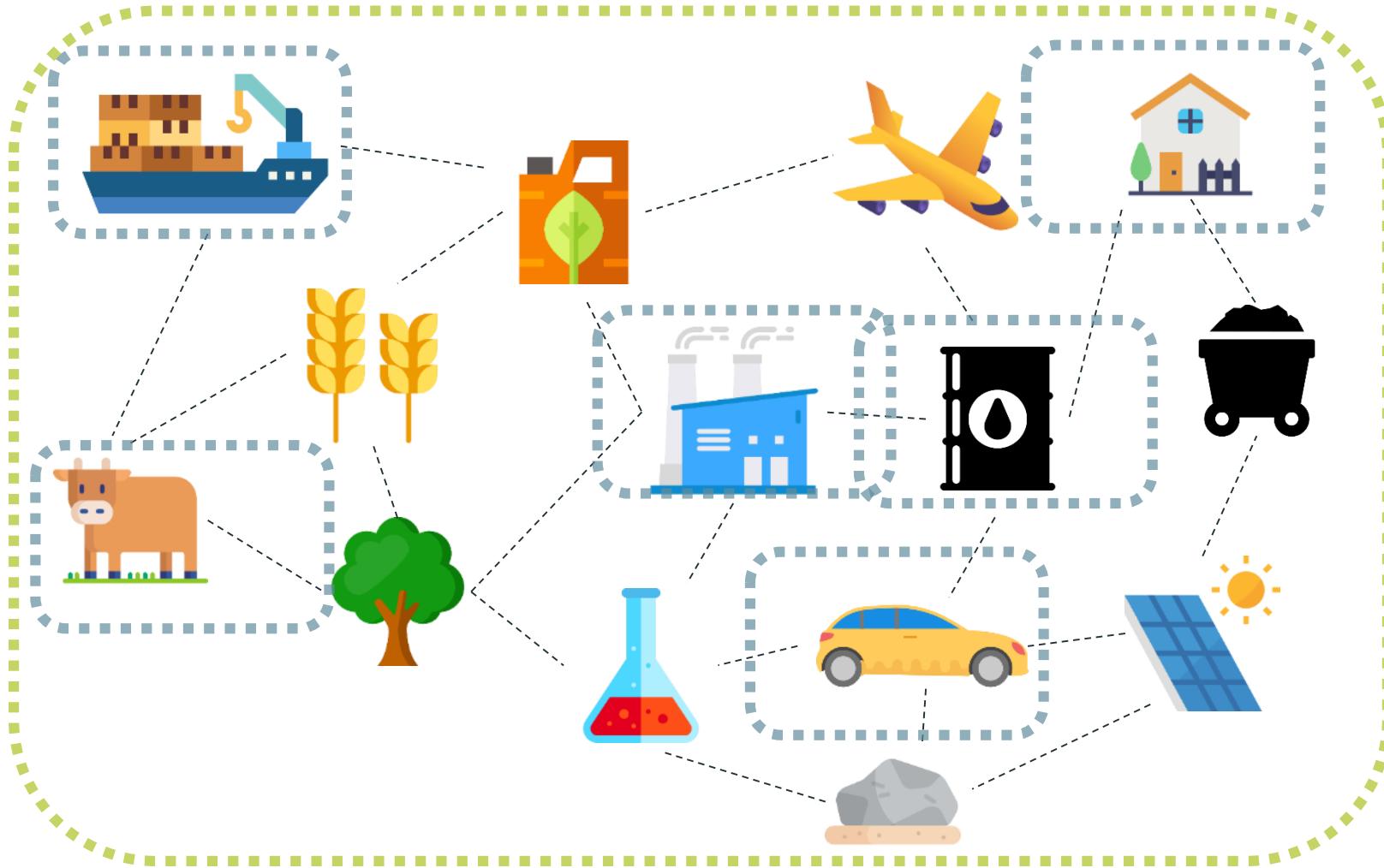
Integrated Assessment Models – IAM



Modelos setoriais e os IAMs

Modelos
setoriais

IAMs



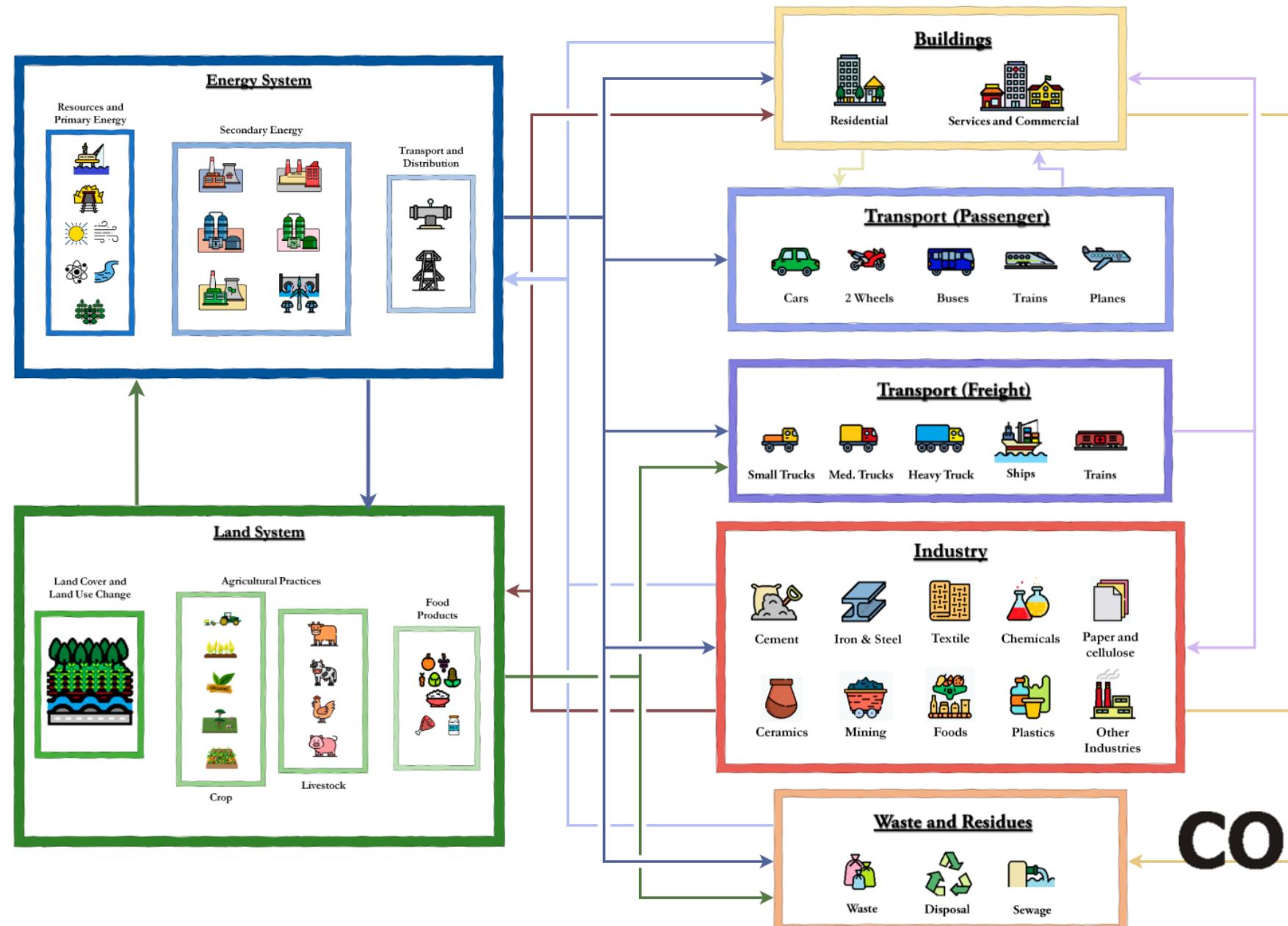
Brazilian Land Use and Energy Systems (BLUES) Model

- Modelo nacional com 5 regiões
- Horizonte temporal: 2020 a 2060
- *Perfect foresight* (otimização intemporal)
- Modelo *bottom-up*
- Alto detalhamento de tecnologias específicas para o Brasil
- Cadeia energética integrada
- Hard-link entre os setores de energia e uso do solo
- Benefícios ambientais (poluição e água)



Setores do BLUES

Final Energy Land Products Industrial Products Energy By-products Residues Mobility Passenger Services Freight Services



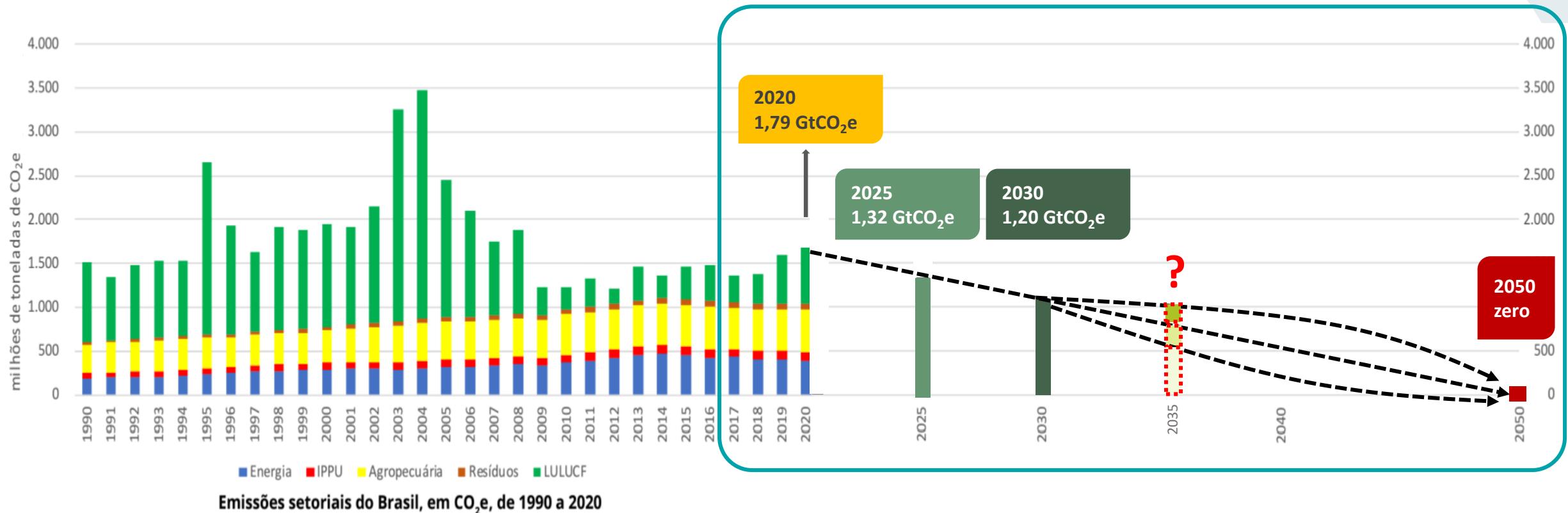
Premissas adotadas para o Plano Clima



Cenários Plano Clima

- Cumprimento da NDC e LTS
 - 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 para desmatamento Legal

NDC Brasileira



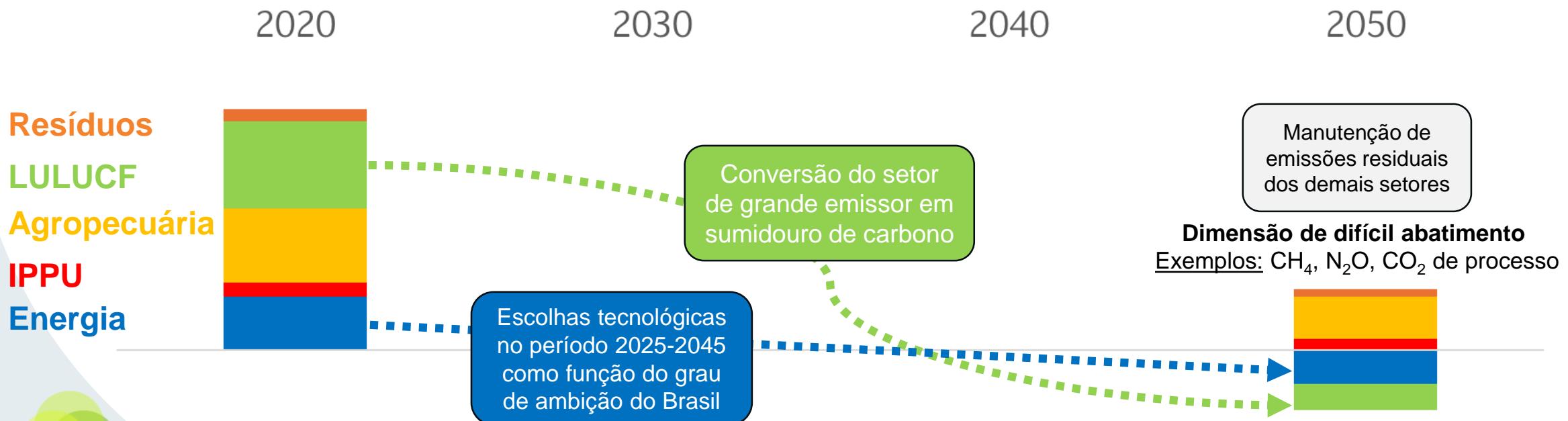
Fonte: DPMA/SMC/MMA (MCTI, 2022).

IPPU = processos industriais e uso de produtos

LULUCF = uso da terra, mudança do uso da terra e florestas

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 CO₂, com níveis negativos a partir dos anos 2040 a fim de compensar os demais gases



Premissas e Cenários

- Foram consideradas premissas exógenas para os diferentes setores com base nas informações passadas pelos ministérios.
- Com relação ao desmatamento legal e restauração florestal, foram adotados 3 cenários:

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.

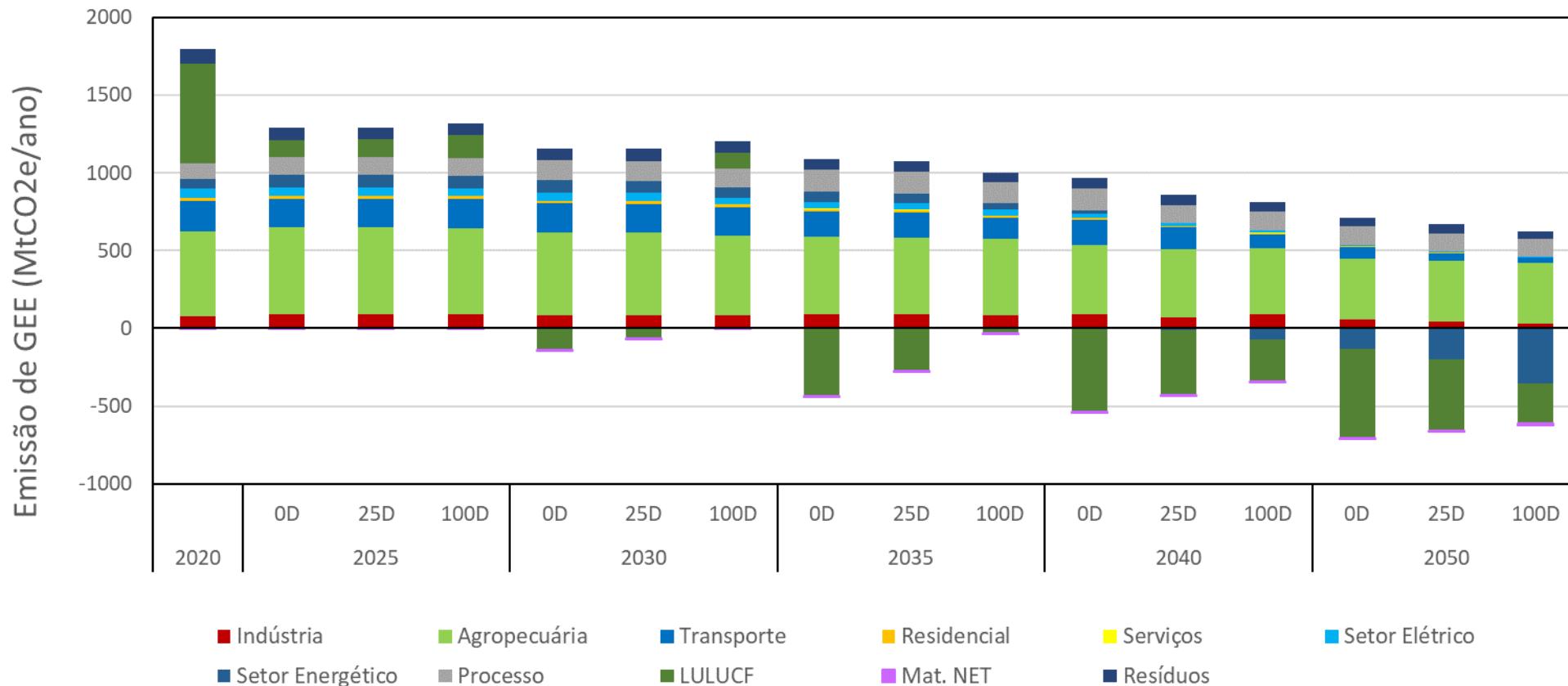
Foi necessária uma redução de 35% do desmatamento em 2025 com relação à trajetória exógena MMA o que equivale a redução de ~90 Mt CO₂e

Resultados Gerais



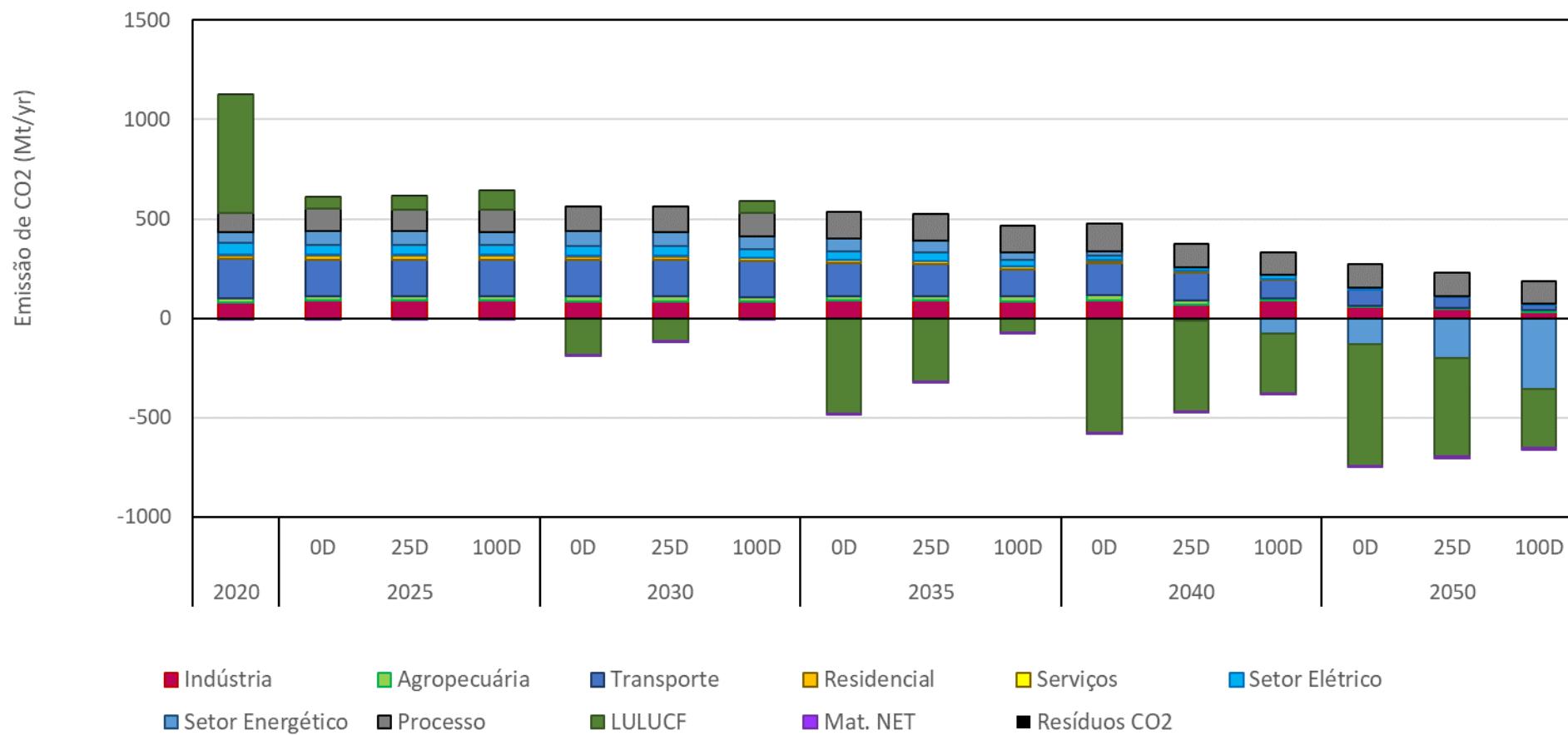
Emissão Líquida Setorial de GEE

- Todos os setores reduzem emissões, independente do cenário
- A partir de 2030 há emissão líquida negativa no setor de LULUCF (Remoção > emissões)
 - Maior o desmatamento, maior o esforço dos outros setores
 - Destaque para o setor energético que precisa se tornar negativo em emissões líquidas em todos os cenários em 2050



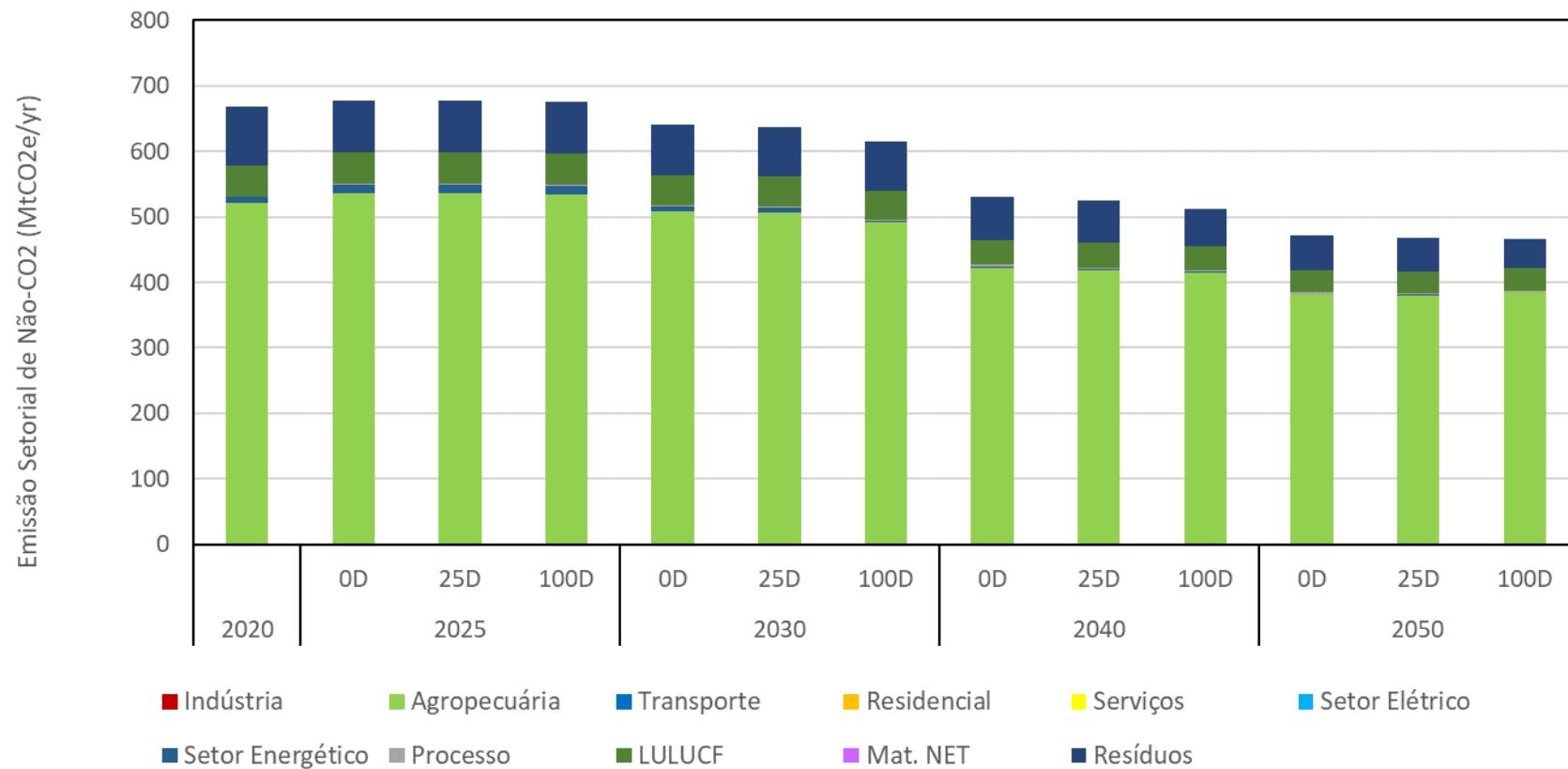
Emissão Líquida Setorial de CO₂

- Todos os setores reduzem emissões, independente do cenário
- Maior e antecipado esforço dos setores não LULUCF para mitigar CO₂ a partir de 2035 no cenário 100D
- Setor energético: BECCS a partir de 2035



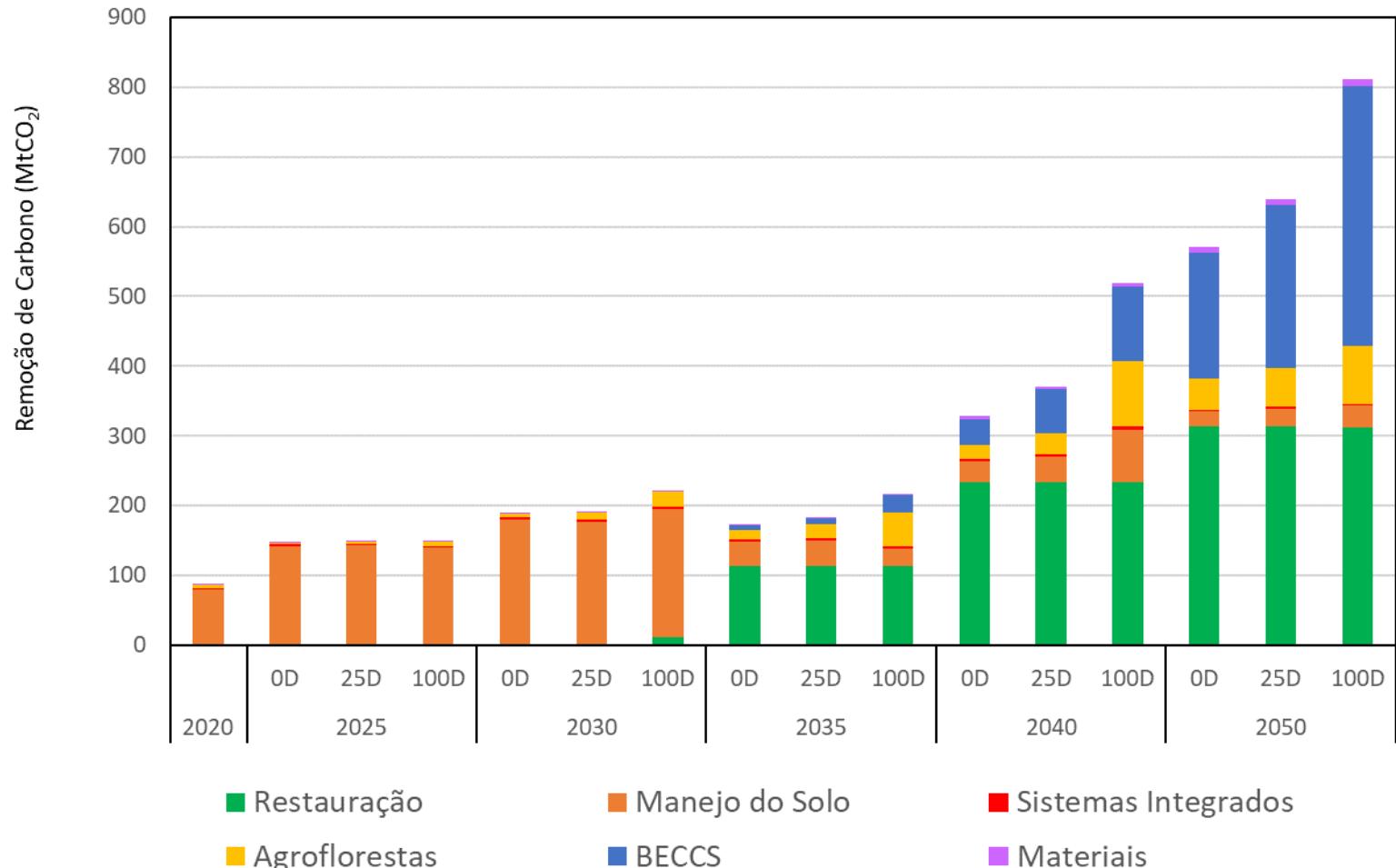
Emissão Setorial de não-CO₂

- Emissão dos não-CO₂ reduz, mas não pode ser completamente encerrada ou abatida
- Redução de emissões a despeito do aumento do nível de atividade



Remoção de Carbono

- Destaque para o manejo do solo até 2030 (ABC+)
- Grande importância da restauração a partir de 2035 (efeito PLANAVEG)
- Necessidade de bioenergia com captura de carbono (BECCS) para se cumprir a meta de neutralidade em 2050



Mensagens chave

- Forte esforço de redução de emissão é necessário em todos os setores da economia
 - O aumento da produtividade e da sustentabilidade do campo
 - Redução da participação de fósseis, eletrificação e uso de biocombustíveis avançados
- Emissão líquida zero de CO₂ em torno de 2040 em todos os cenários, tornando-se negativa a partir de então
 - Compensar emissões CO₂ e não-CO₂ remanescentes
- Setor de florestas passa de maior emissor para sumidouro
 - Importância do reflorestamento a partir de 2025 para as metas estabelecidas
 - Impacto de se controlar o desmatamento ilegal e legal

Mensagens chave

- Importância da diminuição da pegada de carbono do setor agropecuário para todos os cenários
 - A redução de não-CO₂ do setor agropecuário
 - O aumento da produtividade da agropecuária e alternativas para estocar carbono acima e abaixo do solo.
- Necessidade da entrada mais relevante de BECCS em 2040 (100D) e 2050 (todos os cenários)
 - Produção de biocombustíveis avançados associada à captura e armazenamento de CO₂

Obrigado

André Lucena

andrelucena@ppe.ufrj.br

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

