

Combustível do Futuro

Workshop CCS, CCUS e BECCS

14/07/2025

André F. P. Lucena
em nome da equipe Cenergia



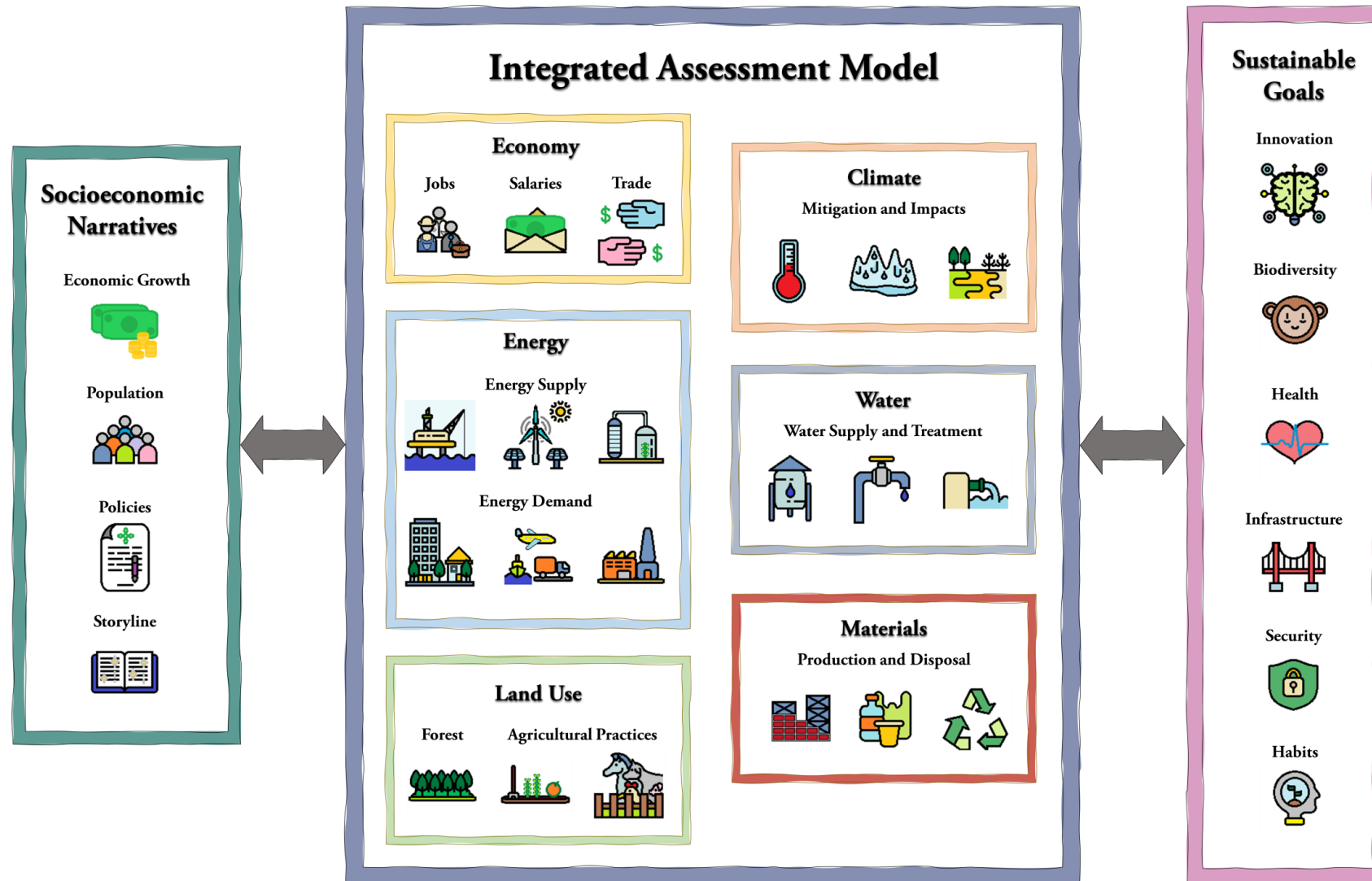
Sumário

- 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

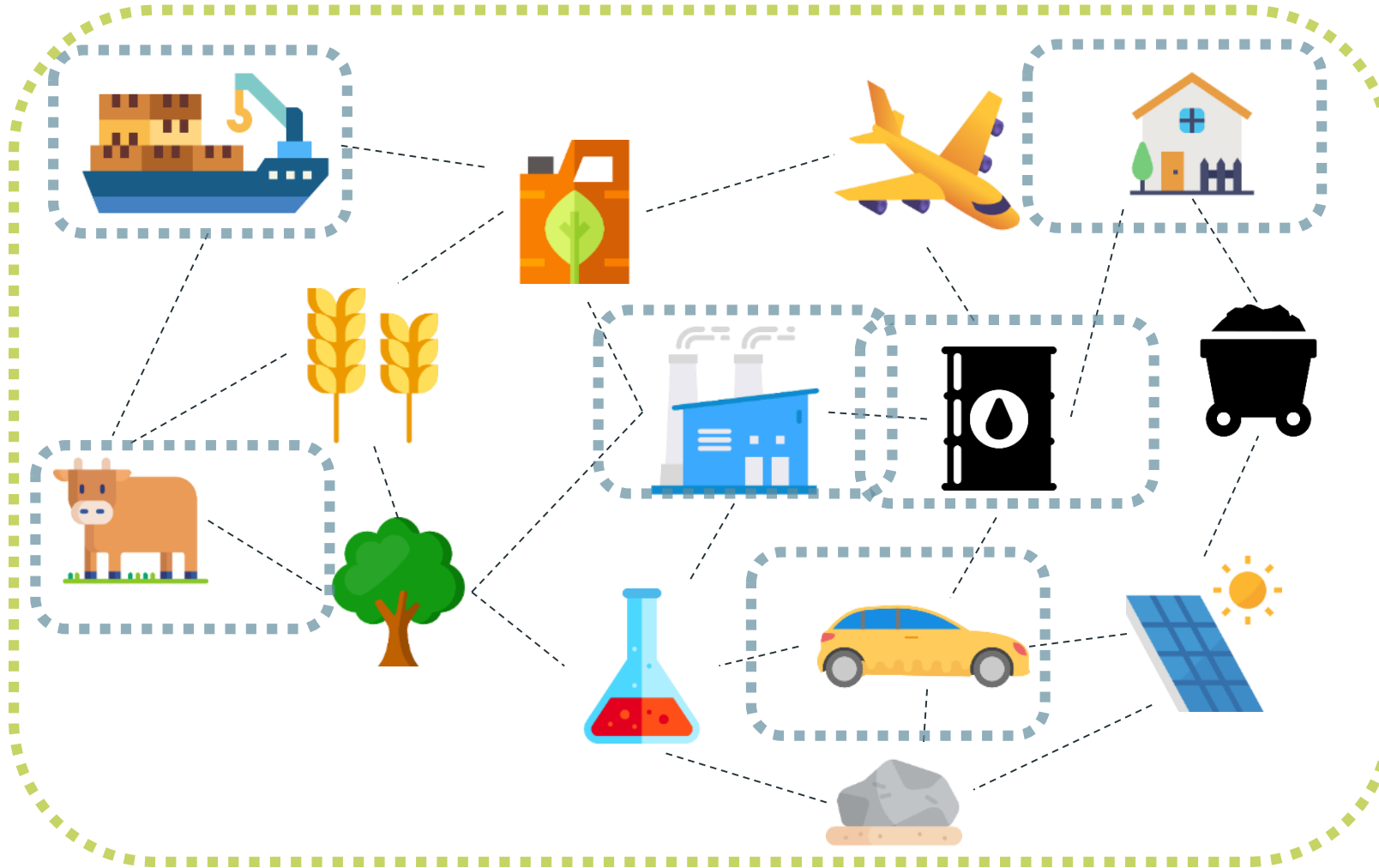


Integrated Assessment Models – IAM



Modelos setoriais e os IAMs

Modelos
setoriais



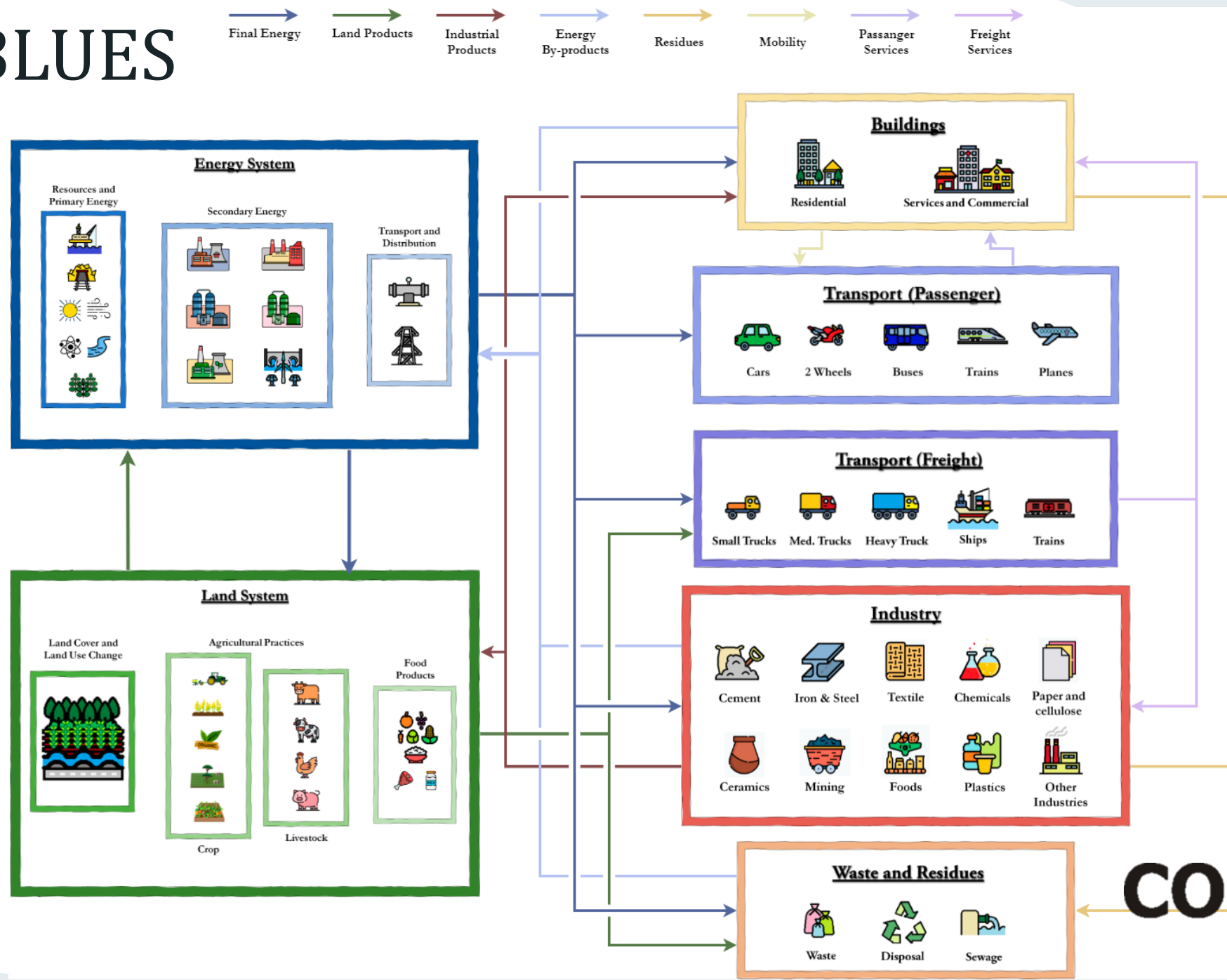
IAMs

Brazilian Land Use and Energy Systems (BLUES) Model

- Modelo nacional com 5 regiões
- Horizonte temporal: 2020 a 2060
- *Perfect foresight* (otimização intertemporal)
- 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



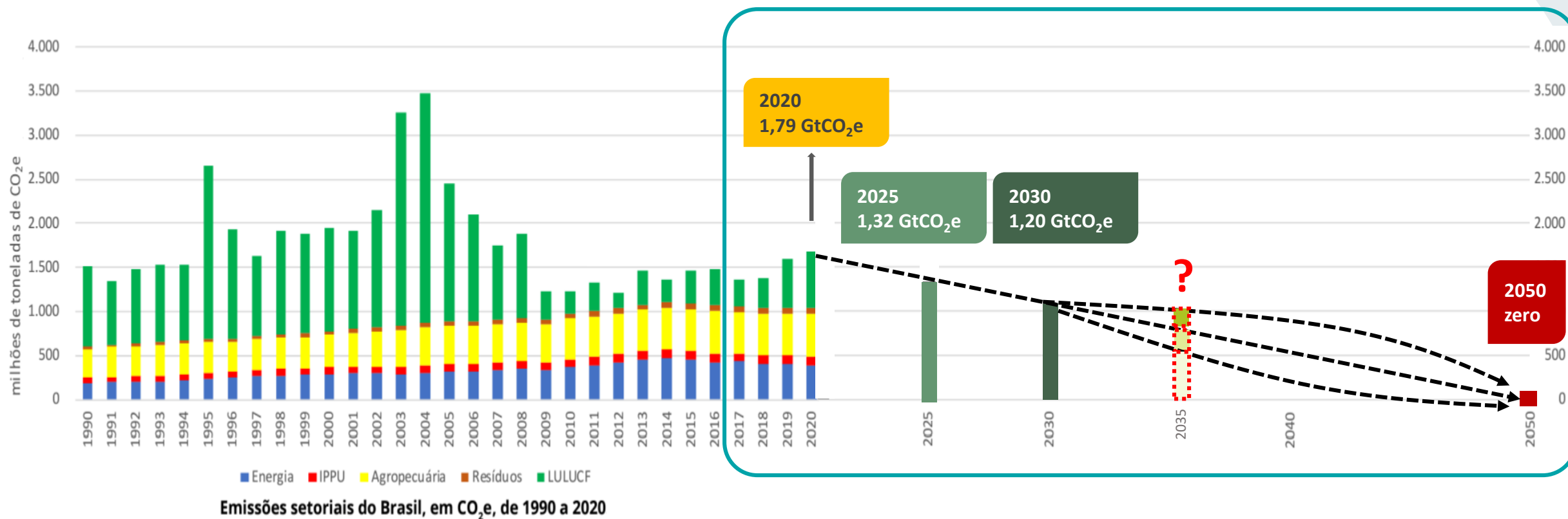
Premissas adotadas para o Plano Clima



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

Quase 40% das emissões totais de GEE em anos recentes

2020

2030

2040

2050

Resíduos
LULUCF
Agropecuária
IPPU
Energia



Conversão do setor de grande emissor em sumidouro de carbono

Escolhas tecnológicas no período 2025-2045 como função do grau de ambição do Brasil

Manutenção de emissões residuais dos demais setores

Dimensão de difícil abatimento
Exemplos: CH₄, N₂O, CO₂ de processo



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.

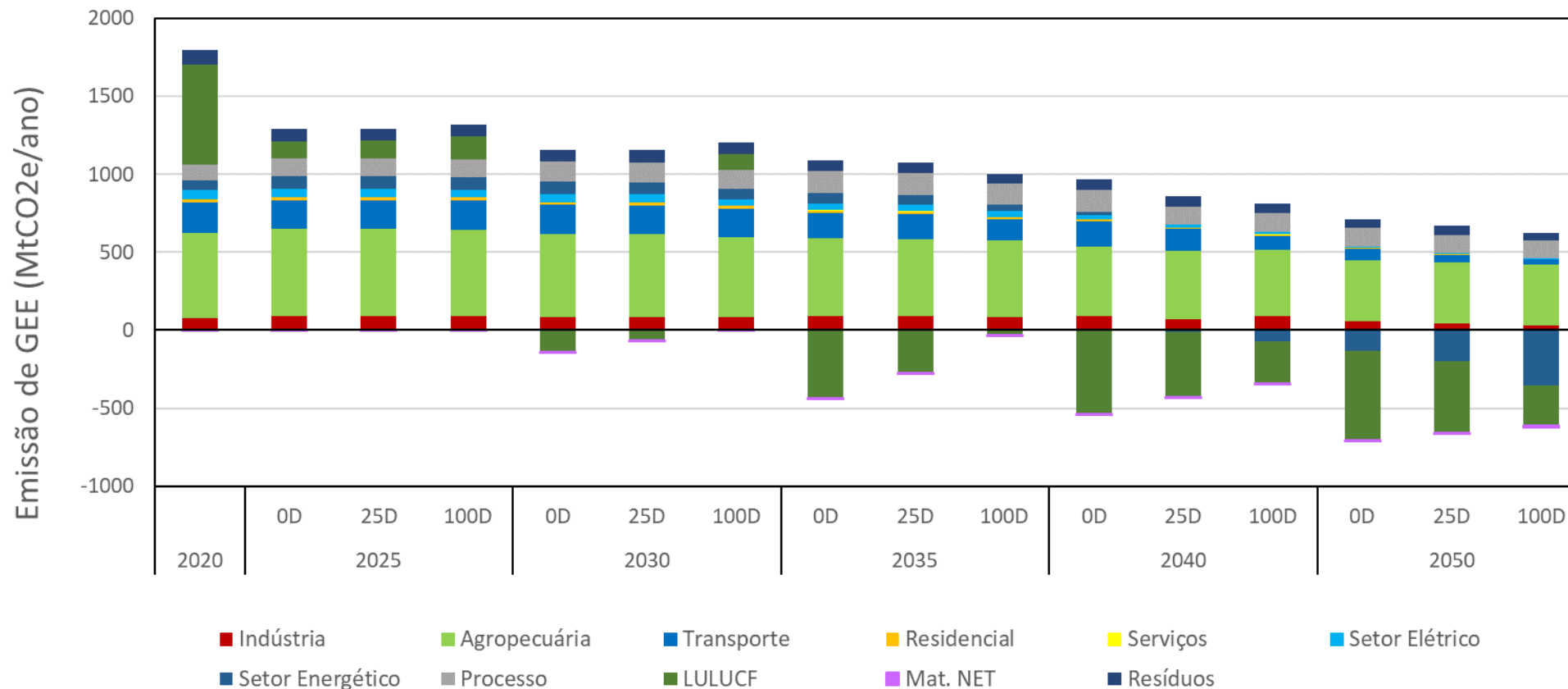
Foi necessária uma redução de 35% do desmatamento em 2025 com relação à trajetória exógena MMA o que equivale a redução de ~90 Mt CO₂e

Resultados Gerais



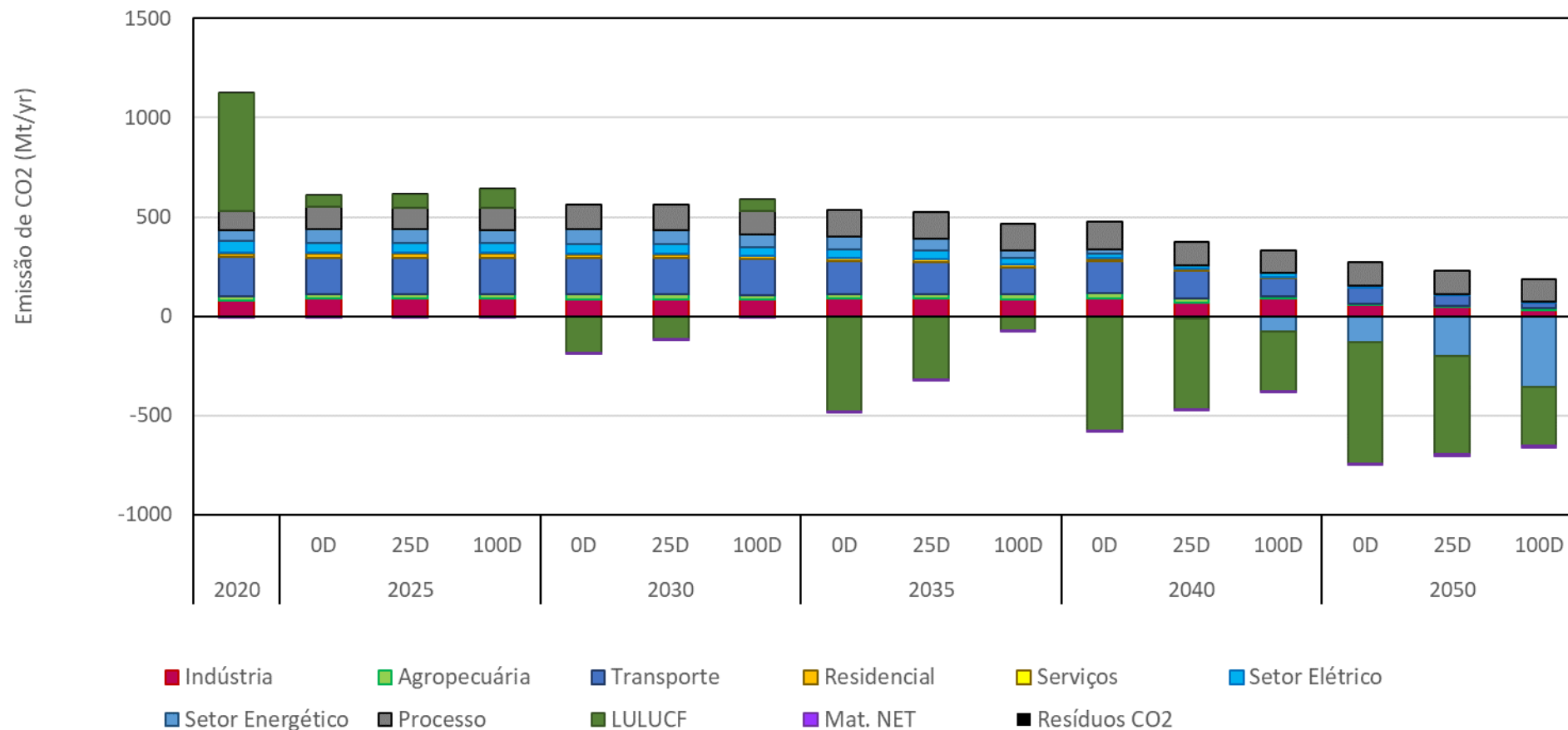
Emissão Líquida Setorial de GEE

- 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



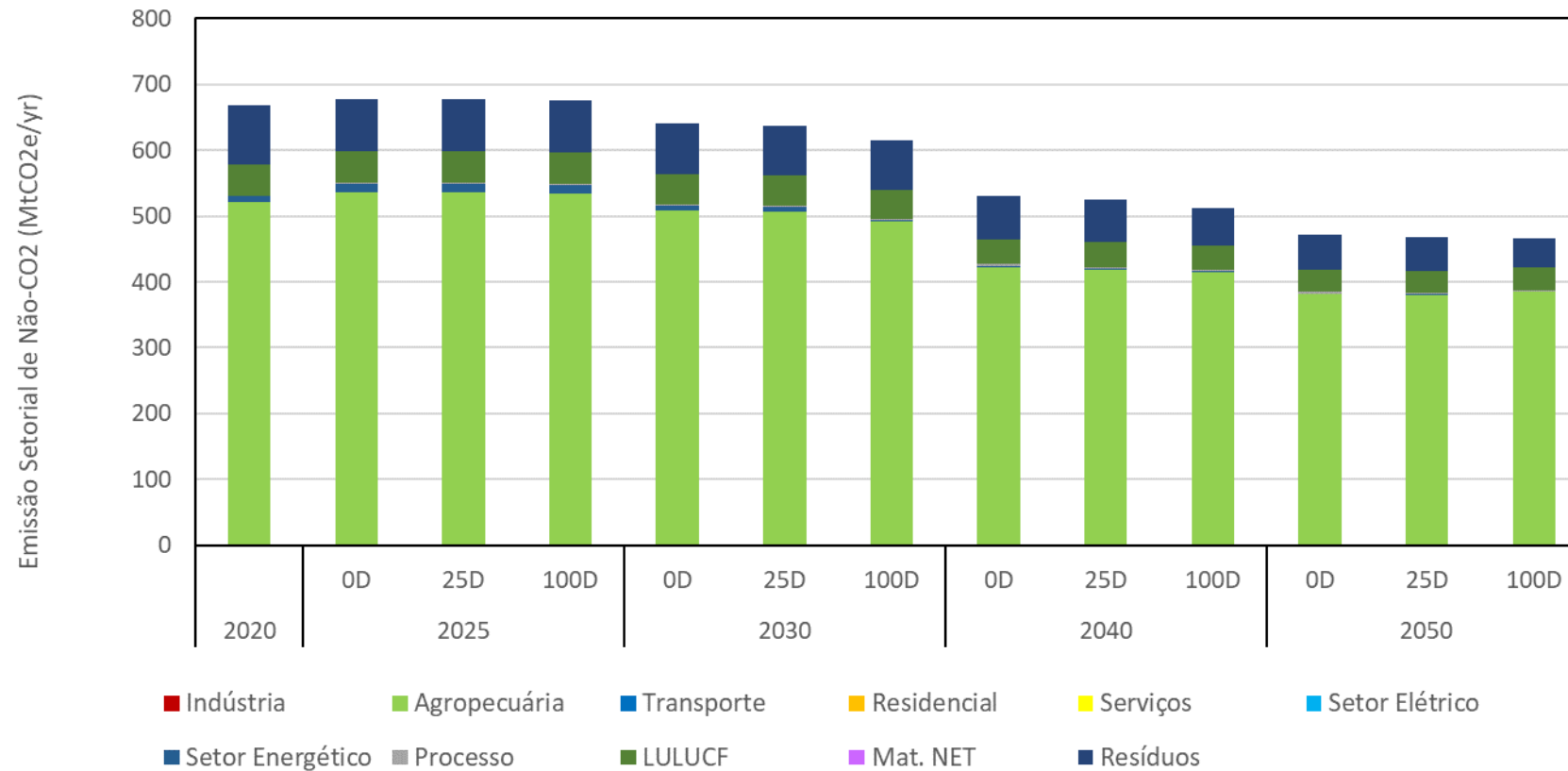
Emissão Líquida Setorial de CO₂

- 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



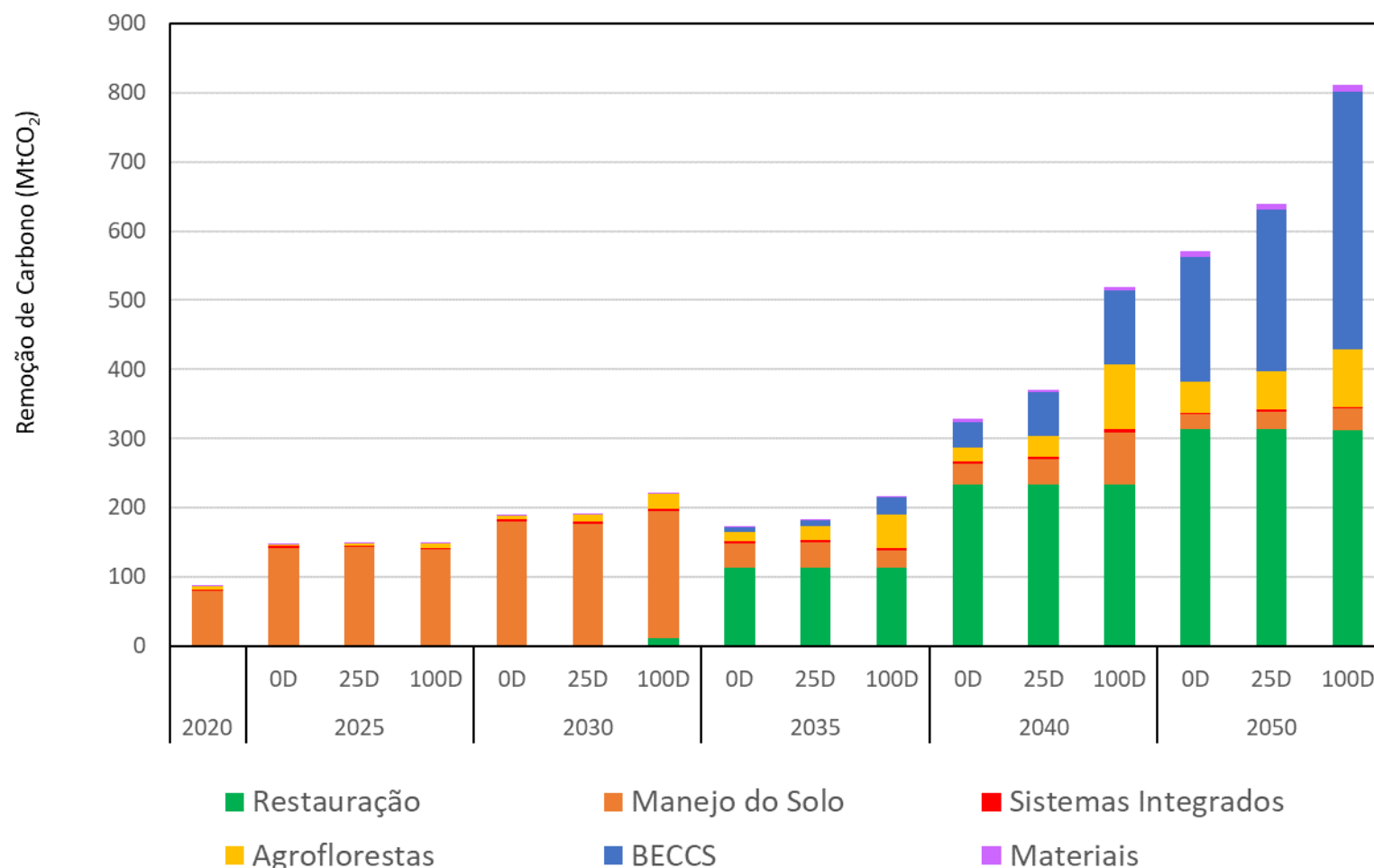
Emissão Setorial de não-CO₂

- 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/>

