



Brasil em Trajetórias Sustentáveis

Resultados executivos
dos caminhos para a
descarbonização

PROGRAMA DE
**TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA**

FASE 2

PROGRAMA DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

FASE 2

Realização

CEBRI

BID

cenergia

COPPE
UFRJ

epe
Empresa de Pesquisa Energética

fipe
50 ANOS

MRTS
CONSULTORIA

Apoio

VEIRANO
ADVOGADOS

Patrocinadores

bp

edp

ENGIE

equinor

ExxonMobil



SIEMENS
energy

VIBRA

BNDES

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

CENÁRIOS DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

TB Transição
Brasil

Trajetória de custo ótimo para alcançar a **Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira**, aproveitando vantagens competitivas nacionais como abundância de energia renovável, bioenergia e potencial de reflorestamento.

TA Transição
Alternativa

Além do cumprimento da NDC, introduz fatores que orientam a transição por diferentes trajetórias tecnológicas e regulatórias: precificação de carbono, impacto das mudanças climáticas sobre hidrelétricas e demanda de eletricidade, mandatos mais robustos para biocombustíveis e eletrificação.

TG Transição
Global

Adota um orçamento de carbono alinhado ao limite de aquecimento de 1,5°C, baseado em uma alocação global de emissões de custo ótimo, exigindo reduções de emissões mais profundas e mais rápidas.

PANORAMA GERAL

**É viável alcançar a neutralidade
de emissões com crescimento
econômico no Brasil**

Neutralidade de emissões até 2050

Em todos os cenários, o Brasil alcança a neutralidade de suas emissões de gases de efeito estufa até 2050, em conformidade com a meta nacional estabelecida na NDC.

PIB cresce acima da média histórica

Nos cenários do estudo, o PIB cresce entre 2,8% e 3,2% ao ano dependendo do cenário — uma taxa superior à média histórica, impulsionada por ganhos de produtividade e expansão de novas atividades.

~28 milhões de empregos gerados até 2050

A transição pode gerar por volta de 1 milhão de empregos por ano até 2050 em setores como energia renovável e restauração florestal.

Atingir a NDC requer ações de curto prazo

As decisões da próxima década definem o custo e os ganhos da transição energética brasileira.

PANORAMA GERAL EM NÚMEROS




**Brasil em Trajetórias
Sustentáveis**

Resultados executivos
dos caminhos para a
descarbonização

TB Transição
Brasil

TA Transição
Alternativa

TG Transição
Global

Emissões acumuladas 2010–2050 (GtCO₂)	~11	~10	7,24
Ano da neutralidade climática	2050	2050	~2045
Emissões líquidas em 2050 (MtCO₂eq/ano)	≈ 0	≈ 0	-163
% renovável da matriz energética em 2050	60%	72%	78%
Crescimento acumulado do PIB (%) (2025-2050)	109%	124%	95%
Geração acumulada de empregos (2025-2050)	24 milhões	28 milhões	22 milhões
Viabilidade	Alta 	Média 	Baixa 

MATRIZ ENERGÉTICA

Da matriz de hoje à neutralidade:
há várias trajetórias possíveis mas com
custos, riscos e benefícios distintos

Predominância de Renováveis

Renováveis representam 60 a 78% da matriz energética brasileira em 2050.

Destaque para bioenergia, eólica e solar

Fontes renováveis se tornam preponderantes, com bioenergia liderando nos setores de difícil descarbonização como indústria e transportes.

Demanda cresce moderadamente até 2050

Demanda total de energia cresce moderadamente até 2050, com menor expansão no cenário mais ambicioso (TG).

MATRIZ ENERGÉTICA EM NÚMEROS

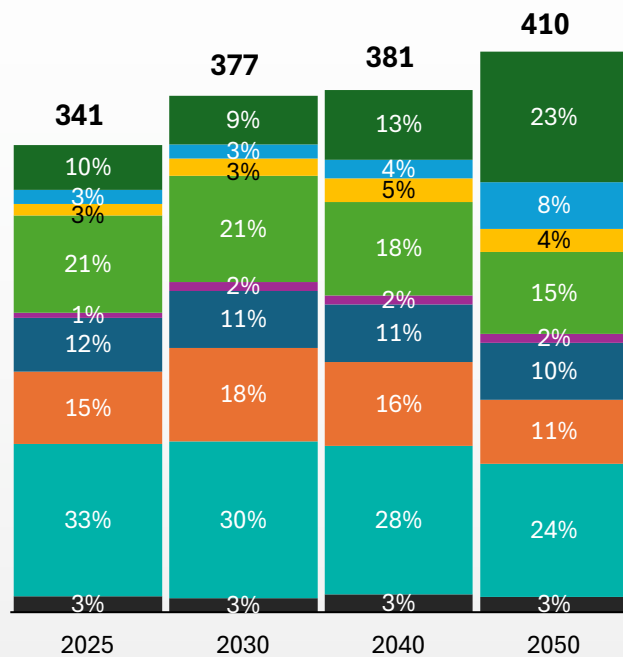
Brasil em Trajetórias Sustentáveis

Resultados executivos dos caminhos para a descarbonização

Energia Primária (Mtep)

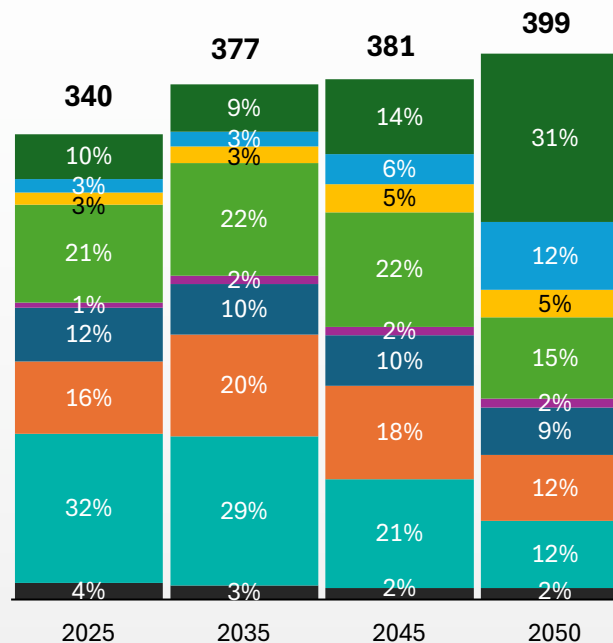
- Biomassa
- Eólica
- Solar
- Cana
- Nuclear
- Hidro
- Gás natural
- Petróleo
- Carvão mineral

TB Transição Brasil



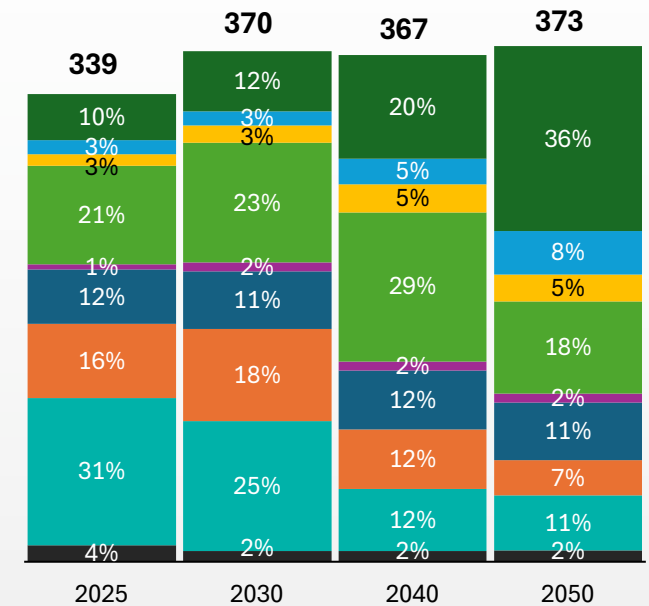
60% renovável

TA Transição Alternativa



72% renovável

TG Transição Global



78% renovável

EMISSÕES DE GEE

**Sem a contribuição do setor de
AFOLU, não há neutralidade de
emissões no Brasil**

A maioria das emissões provém de uso da terra e agricultura

Ao considerar a meta da NDC, a participação do setor de AFOLU nas emissões brasileiras já deveria cair para ~50% até o fim da década (contra 70% nos anos recentes) — exigindo que medidas estejam efetivamente implementadas no curto prazo.

Emissões de CO₂ negativas em 2040

Para alcançar a neutralidade de emissões de gases de efeito estufa até 2050, é necessário zerar as emissões de CO₂ ainda em 2040, tornando ainda mais desafiador atingir a meta climática do Brasil.

700 MtCO₂eq removidos por ano

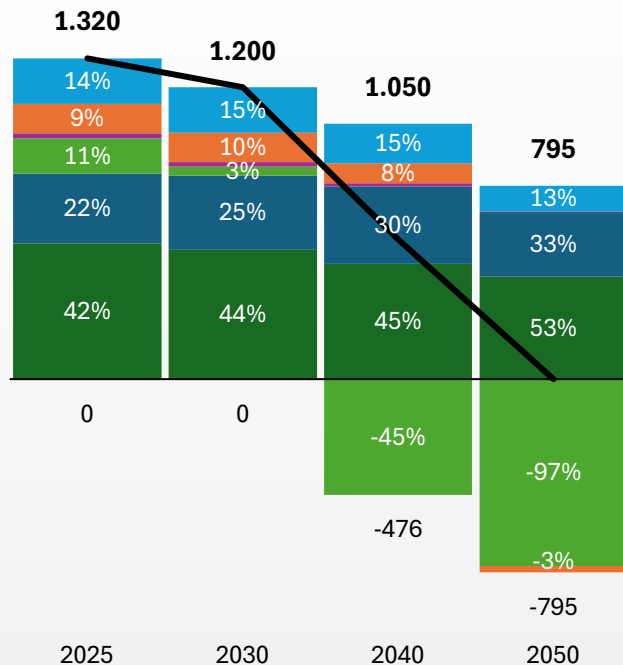
O setor de AFOLU constitui um pilar fundamental para a compensação de emissões de outros setores da economia, como transporte e indústria.

EMISSÕES DE GEE EM NÚMEROS

Emissões de GEE (MtCO₂eq)

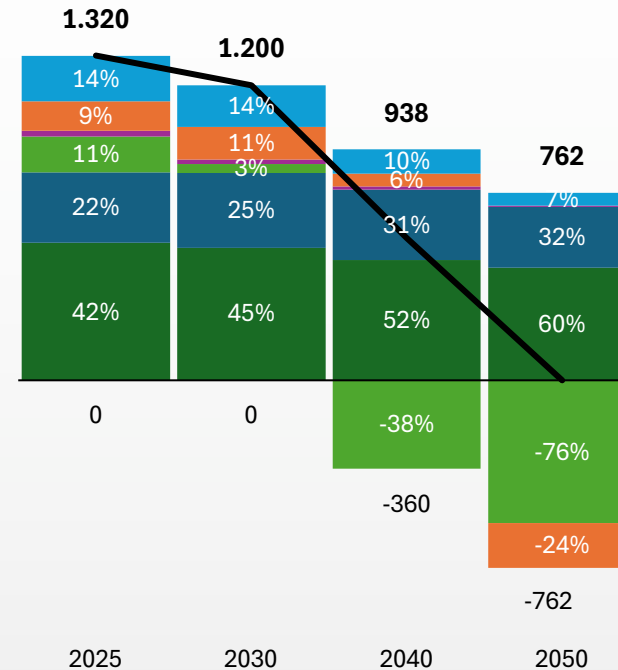
- Transportes
- Setor energético
- Edificações
- Industrial
- Agropecuária
- LULUCF (Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas)

TB Transição Brasil



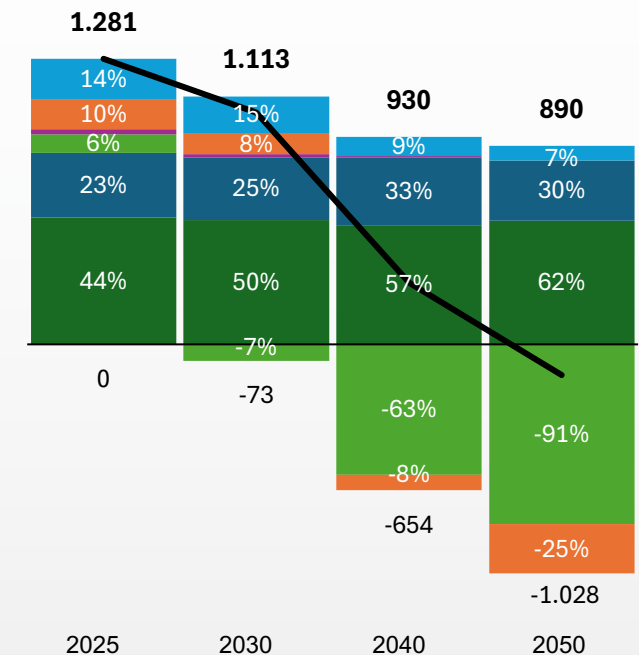
LULUCF captura ~770 MtCO₂eq

TA Transição Alternativa



LULUCF captura ~580 MtCO₂eq

TG Transição Global



LULUCF captura ~720 MtCO₂eq

AFOLU

**AFOLU responde por >80%
das remoções líquidas**

Desmatamento ilegal precisa acabar nesta década

Para atingir a meta da NDC, é necessário o fim do desmatamento ilegal até 2030.

12 Mha restaurados

12 Milhões de hectares precisam ser restaurados até 2035.

Ganhos de PIB Regional (Norte e Nordeste)

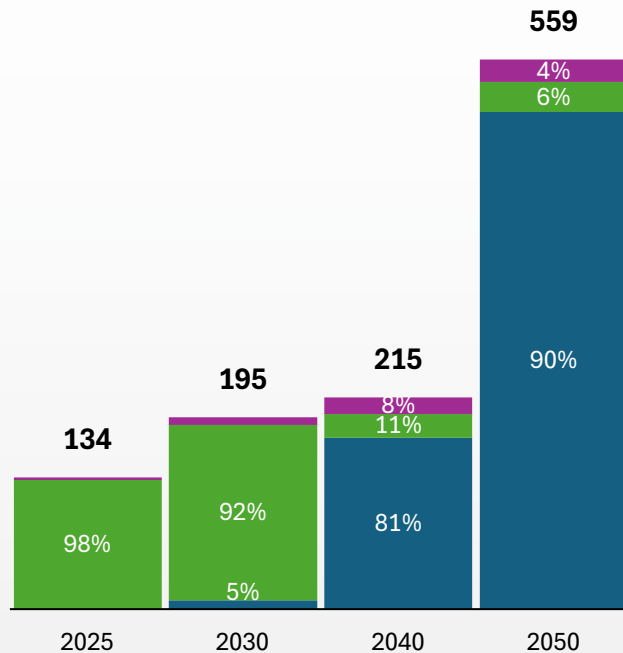
Embora as diferenças regionais sejam marginais, Norte e Nordeste crescem a aproximadamente 3% ao ano entre 2025 a 2050 — além da geração de empregos verdes.

AFOLU EM NÚMEROS

Captura de Carbono (MtCO₂)

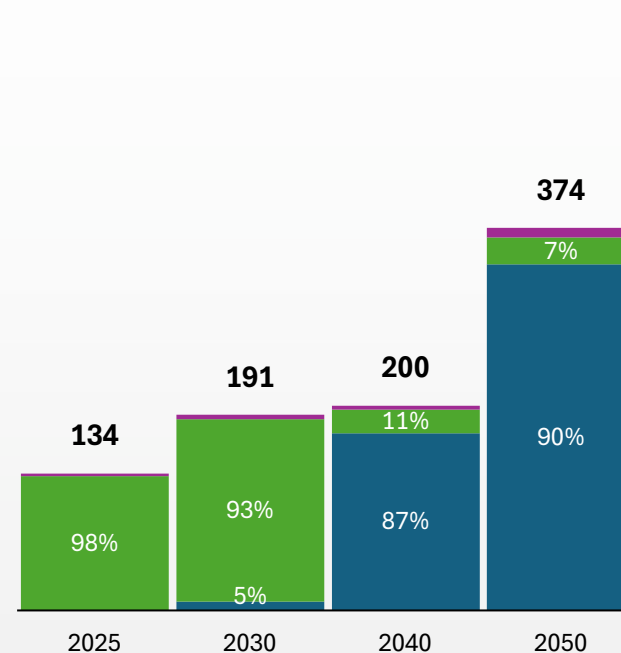
- Restauração
- Manejo do solo
- Agroflorestas

TB Transição Brasil



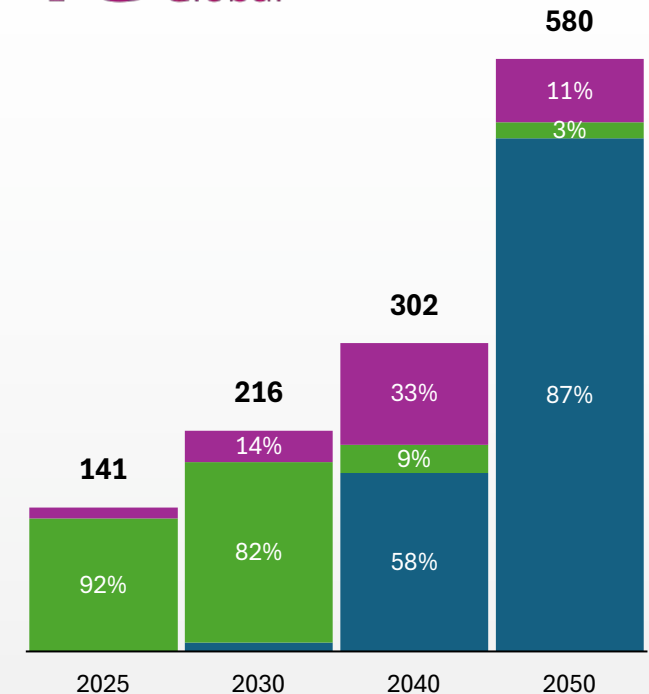
+559 MtCO₂ capturados

TA Transição Alternativa



+374 MtCO₂ capturados

TG Transição Global



+580 MtCO₂ capturados

INDÚSTRIA

**Sem políticas industriais verdes,
há risco de perda de competitividade**

Transição energética exige inovação e novas tecnologias

Setores intensivos (cimento, aço, química) exigem inovação e tecnologias de captura de carbono.

Vantagens comparativas brasileiras potencializam soluções

Soluções-chave: biomassa, eletrificação, BECCS — acompanhadas de políticas industriais robustas.

Potencial de crescimento industrial

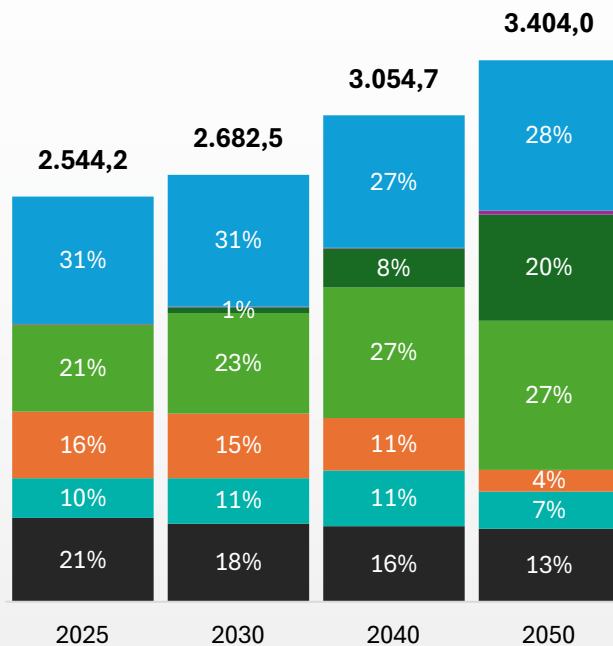
Cenário TA gera mais crescimento industrial, impulsionado por mais investimentos públicos e modernização da infraestrutura energética brasileira, associado ao desenvolvimento industrial e tecnológico — com fortalecimento do segmento de biocombustíveis.

INDÚSTRIA EM NÚMEROS

Consumo Indústria (EJ)

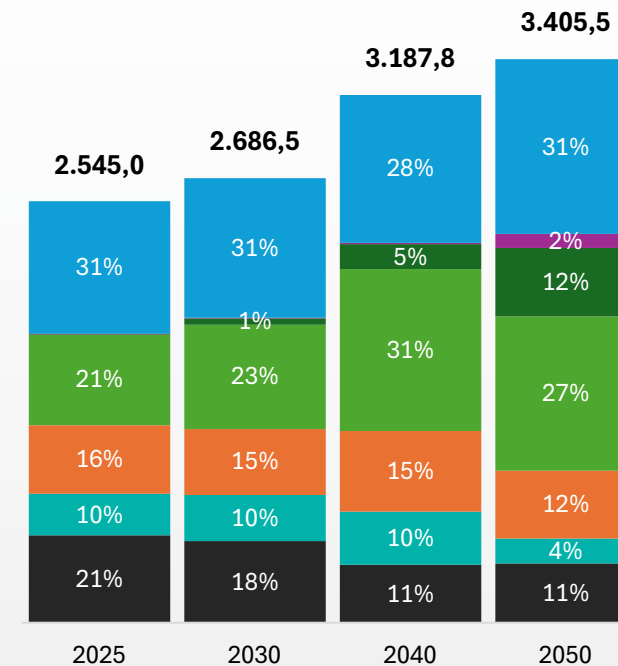
- Eletricidade
- Biocombustíveis
- Biogás
- Biomassa
- Gás natural
- Deriv. petróleo
- Carvão mineral

TB Transição Brasil



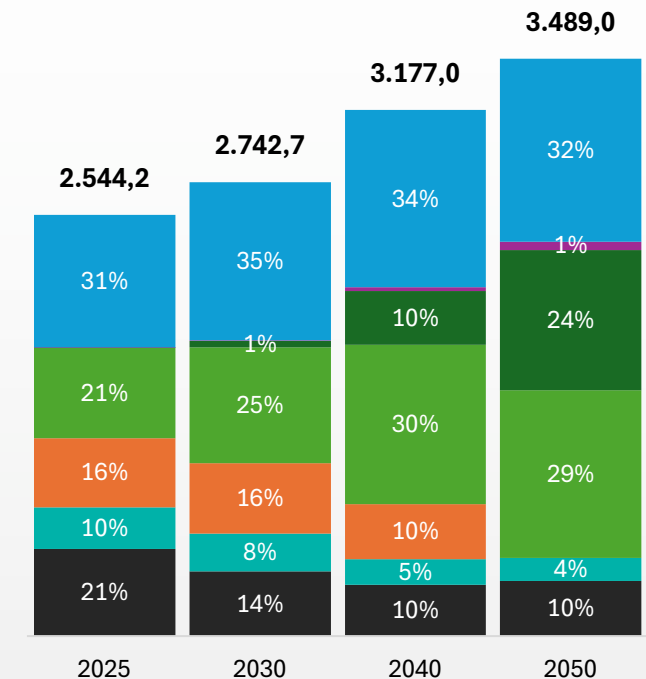
~75% de energia limpa

TA Transição Alternativa



~72% de energia limpa

TG Transição Global



~86% de energia limpa

GERAÇÃO ELÉTRICA

**Sistema quase 100% renovável
exige potência, armazenamento
e flexibilidade**

Expansão renovável até 2050

Quase toda a expansão da energia até 2050 será suprida por fontes renováveis.

Risco de déficit de potência

O avanço depende de uma sinalização de preços adequada, capaz de refletir os requisitos físico-operativos do sistema e incentivar a inserção de novas fontes de potência, flexibilidade e armazenamento.

Sistemas de armazenamento ganham relevância

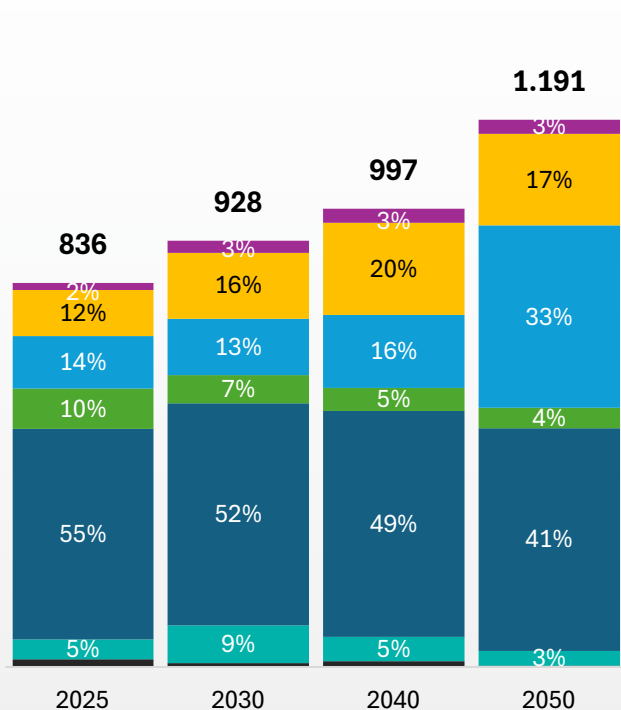
Baterias, usinas hidrelétricas reversíveis (UHE) e mecanismos de resposta da demanda estão entre as soluções chaves.

GERAÇÃO ELÉTRICA EM NÚMEROS

Geração Elétrica (TWh)

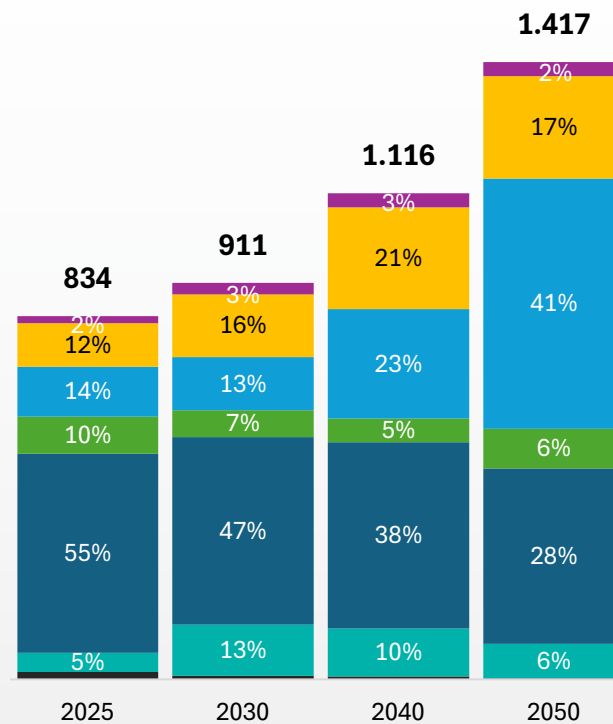
- Nuclear
- Solar
- Eólica
- Biomassa
- Hidro
- Óleo e gás
- Carvão mineral

TB Transição Brasil



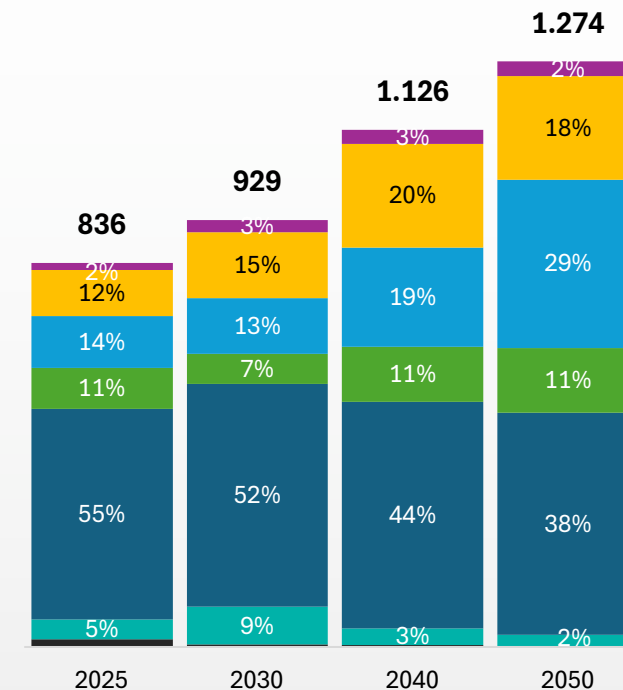
~95% renovável

TA Transição Alternativa



~92% renovável

TG Transição Global



~96% renovável

TRANSPORTE

**Descarbonização de transportes
ocorre pela combinação de diferentes
fontes energéticas: não há solução única**

Complementaridade entre eletrificação e biocombustíveis

Eletrificação e biocombustíveis são complementares, não concorrentes.

Eletrificação e ganhos de eficiência avançam

Avanço da eletrificação, principalmente no transporte leve, bem como aumento da eficiência, reduzem o consumo de combustíveis fósseis no setor de transportes.

Biocombustíveis: SAF e biobunker viram vantagens competitivas

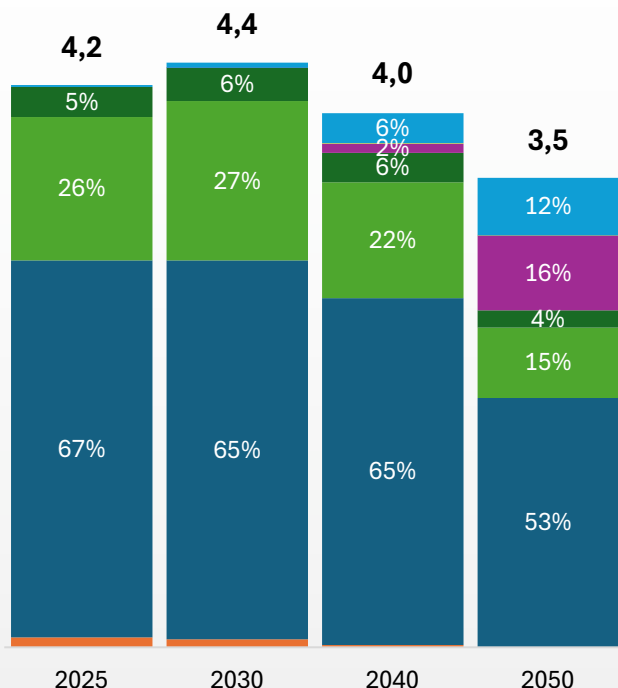
Biocombustíveis avançados para os transportes pesado, aéreo e marítimo contribuem para uma tendência de forte redução nas emissões do setor de transporte.

TRANSPORTES EM NÚMEROS

Consumo Transporte (EJ)

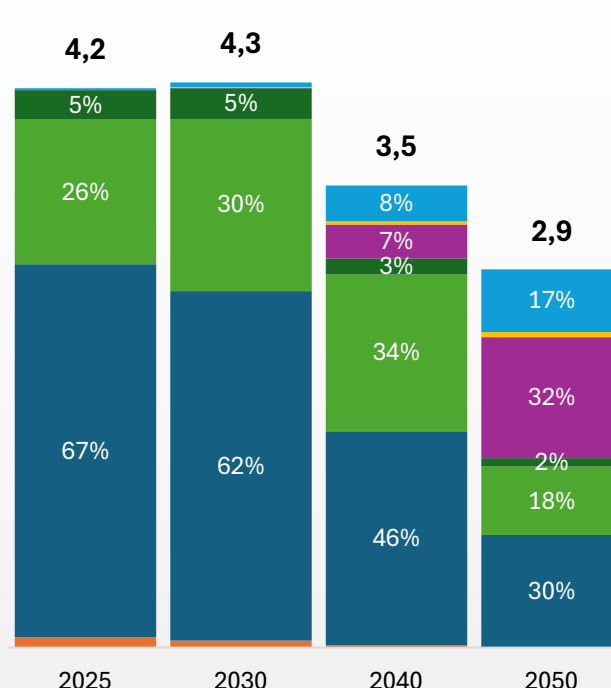
- Eletricidade
- Hidrogênio
- Bios avançados
- Biodiesel
- Etanol
- Derivados do Petróleo
- GNV

TB Transição Brasil



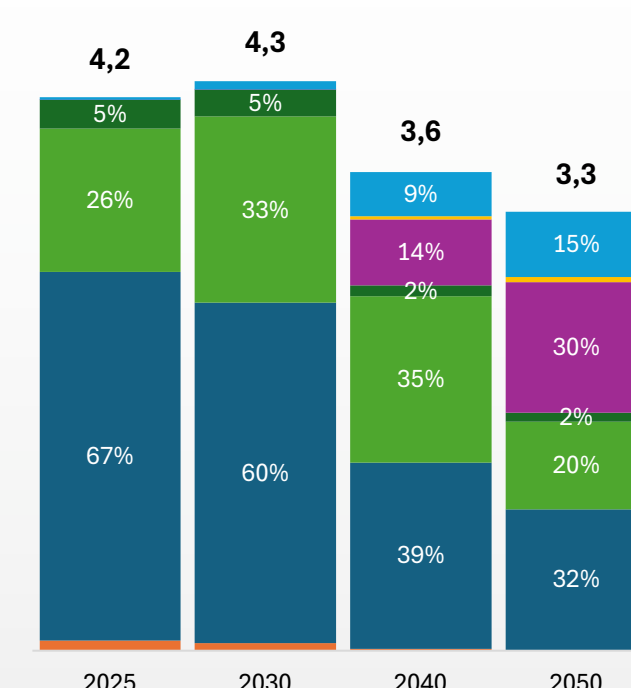
Redução de ~14 pontos percentuais (p.p.) no consumo de derivados de petróleo

TA Transição Alternativa



Redução de ~37 p.p. no consumo de derivados de petróleo

TG Transição Global



Redução de ~35 p.p. no consumo de derivados de petróleo

CIDADES

**Substituição quase completa de fósseis por
eletricidade renovável e biocombustíveis**

Demanda energética crescente

Forte crescimento da
demanda (2,0 a 2,4% ao ano)

Forte eletrificação das edificações

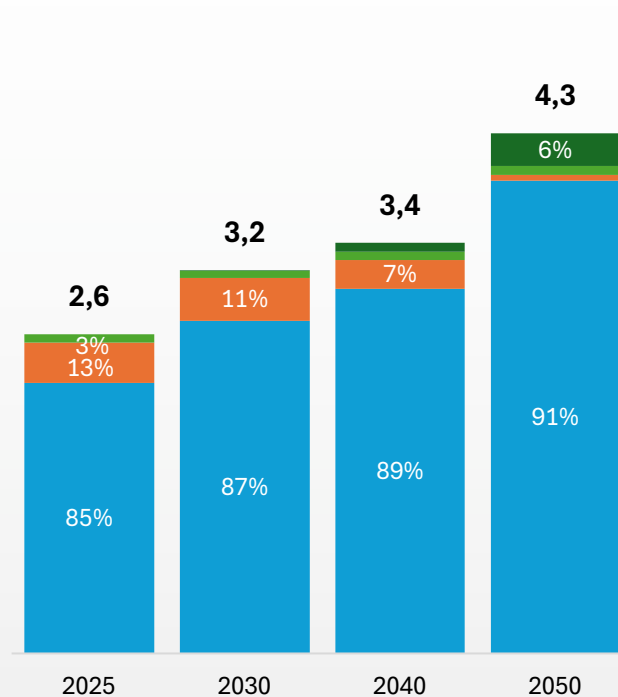
A eletricidade domina o
consumo energético nas
edificações.

CIDADES EM NÚMEROS

Consumo Edificações (EJ)

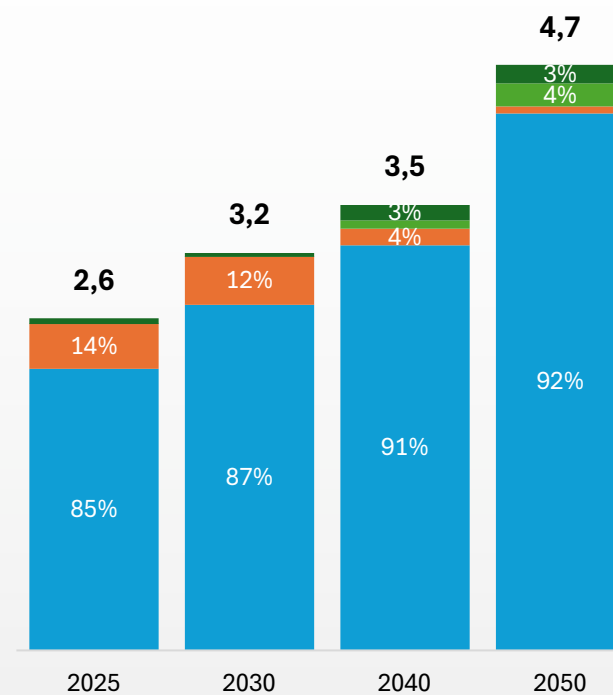
● GLP e GN Verde ● Biomassa ● GLP e GN fóssil ● Eletricidade

TB Transição Brasil



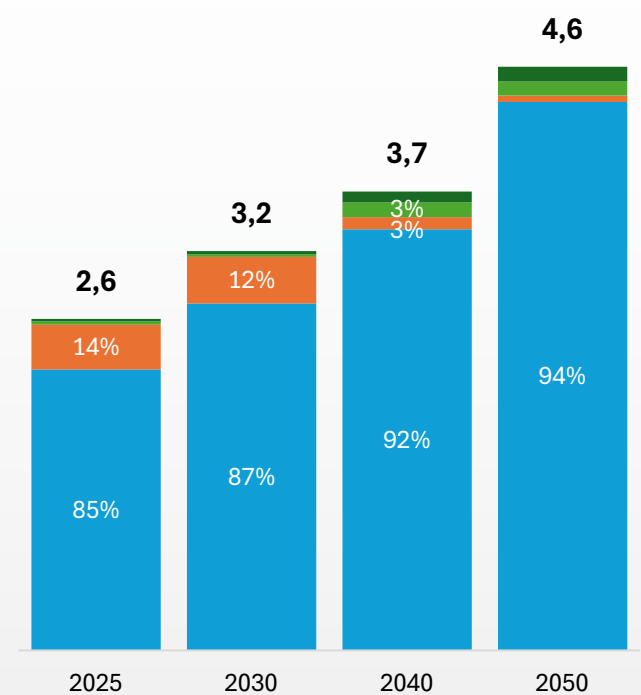
+ ~2 EJ na demanda
por eletricidade

TA Transição Alternativa



+ ~2,1 EJ na demanda
por eletricidade

TG Transição Global



+ ~2,1 EJ na demanda
por eletricidade

IMPACTO MACROECONÔMICO

**Transição energética pode
elevar o PIB e gerar empregos**

Ganhos econômicos

Cenários com precificação de carbono e política industrial geram maiores ganhos econômicos.

Política regional

Sem política industrial regional, desigualdades persistem e limitam ganhos da transição.

Coordenação de setores

É preciso coordenação dos setores de AFOLU + energia + indústria.

Crescimento e emprego

Crescimento médio do PIB (2,8%–3,2% a.a), além da geração de empregos (~1 milhão/ano).

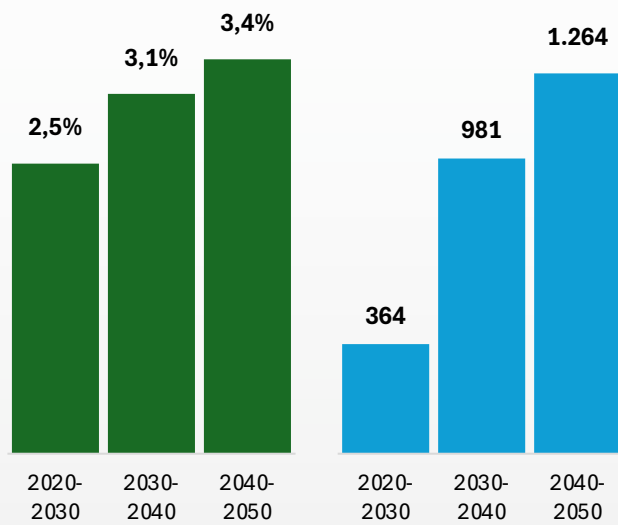
IMPACTO MACROECONÔMICO EM NÚMEROS

Brasil em Trajetórias
Sustentáveis

Resultados executivos
dos caminhos para a
descarbonização

● Crescimento médio do PIB (% ao ano) ● Empregos gerados (mil/ano)

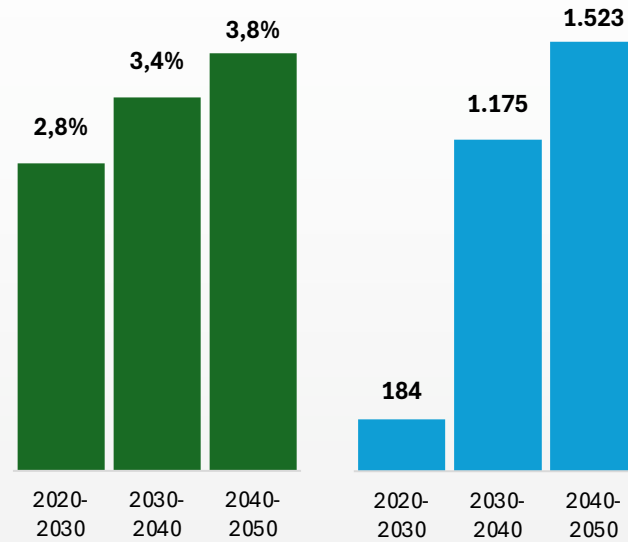
TB Transição Brasil



~145%
Crescimento acumulado

26M
Empregos gerados

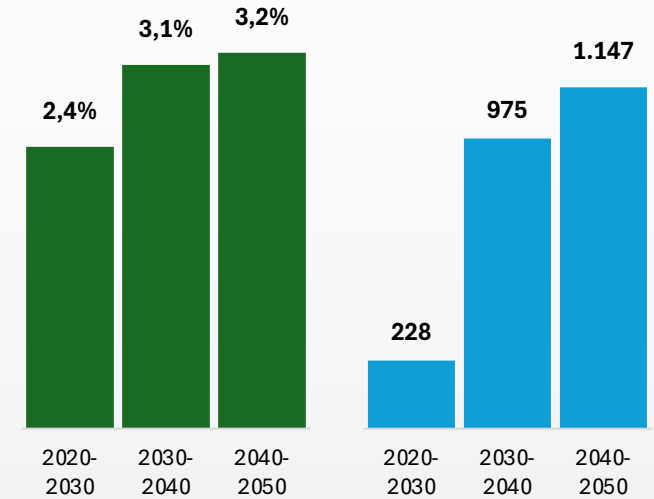
TA Transição Alternativa



~165%
Crescimento acumulado

29M
Empregos gerados

TG Transição Global



~135%
Crescimento acumulado

23M
Empregos gerados

RECOMENDAÇÕES

**Ações estratégicas recomendadas para
acelerar a transição energética no país**

Acelerar investimentos
em infraestrutura

Coordenar a transição
energética e as políticas
industriais existentes para
potencializar oportunidades
regionais e reduzir
desigualdades

Estimular parcerias
e novos modelos de
negócio

Aproveitar a
liderança natural em
energia de baixo
carbono para ganhar
influência global

Implementar um plano de
Transição Justa para setores e
regiões vulneráveis

Aprimorar o mercado
de carbono brasileiro

O país possui **recursos naturais**
(renováveis, bioenergia, florestas)

Tecnologias existem e precisam
ganhar economicidade para escalarem

**Governança, coordenação e sinais
econômicos** claros serão críticos

A próxima década define **o custo
e o ganho** da transição.

**O Brasil pode liderar a
economia de baixo carbono
— se agir agora.**

PROGRAMA DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

FASE 2

Realização

CEBRI

BID

cenergia

COPPE
UFRJ

epe
Empresa de Pesquisa Energética

50 ANOS
fipe

MRTS
CONSULTORIA

Apoio

VEIRANO
ADVOGADOS

Patrocinadores

bp

edp

ENGIE

equinor

ExxonMobil

Shell

SIEMENS
energy

VIBRA

BNDES

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO