



CENTRO CLIMA

CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE MEIO
AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS - COPPE / UFRJ

O Mercado Global de Carbono e as Oportunidades para o Brasil

Emilio Lèbre La Rovere

Professor Titular do PPE/COPPE/UFRJ

Coordenador do Centro Clima

emilio@ppe.ufrj.br

Recife, 7 de Novembro de 2019

I – O Mercado Global de Carbono



Importância do Mercado Global de Carbono

Perspectiva de países emergentes e em desenvolvimento



Perspectiva de países desenvolvidos:

- Mitigação requer reforma profunda da infraestrutura;
- Trajetória e custo de Mitigação condicionados à vida útil dos ativos existentes e do desenvolvimento de novas tecnologias;
- Potencial de mitigação é insuficiente considerando o crescimento das emissões nos países não-OECD.

- *OECD requer tempo para uma transição gradual que permita a rotação dos ativos*
- *Não-OECD requer incentivos e financiamentos imediatos para fomentar crescimento limpo*



Comércio de Emissões Europeu (ETS): pilar do mercado de carbono até 2014

- 2005: A comunidade Europeia estabelece o Comércio de Emissões (EU-ETS) como principal pilar da política climática da UE;
- Abrange mais de 11.000 instalações em setores energético e industrial, responsável por cerca de metade das emissões da UE de CO₂ e 40% do total das suas emissões de Gases de Efeito Estufa;
- Primeira fase cobre período 2005 – 2008 (pré-Quioto);
- Segunda fase cobre período 2008 – 2012 (Quioto): Estabelece uma meta média de 8% de redução de emissões (ano de referência: 1990) e permite a importação de até 1.472 milhões de CERs, fato que levou ao boom do MDL.
- A terceira fase cobre período 2012 – 2020 (Quioto II): Estabelece uma meta média de 20% de redução de emissões (ano de referência: 1990) e permite o uso de CERs ainda não importados no período 2008 – 2012 e um pequeno volume adicional.



Realização:





Os Mecanismos Flexíveis e o EU ETS

O Protocolo de Kyoto prevê Mecanismos de Flexibilidade a fim de facilitar aos países Anexo I atingirem as suas metas de emissões:

KP

- 1) Comércio de licenças de emissão entre países do Anexo B (Unidades de quantidade atribuída - "AAUs")
- 2) Implementação Conjunta (projetos entre países Anexo B) (Unidades de Redução de Emissões EUR's)
- 3) MDL (projetos entre países Anexo e não Anexo B) (Certificados de Redução de Emissões - "CERs")

Comércio Europeu de Emissões para o setor privado (EU ETS) é a política para que se cumpra o Protocolo de Kyoto:

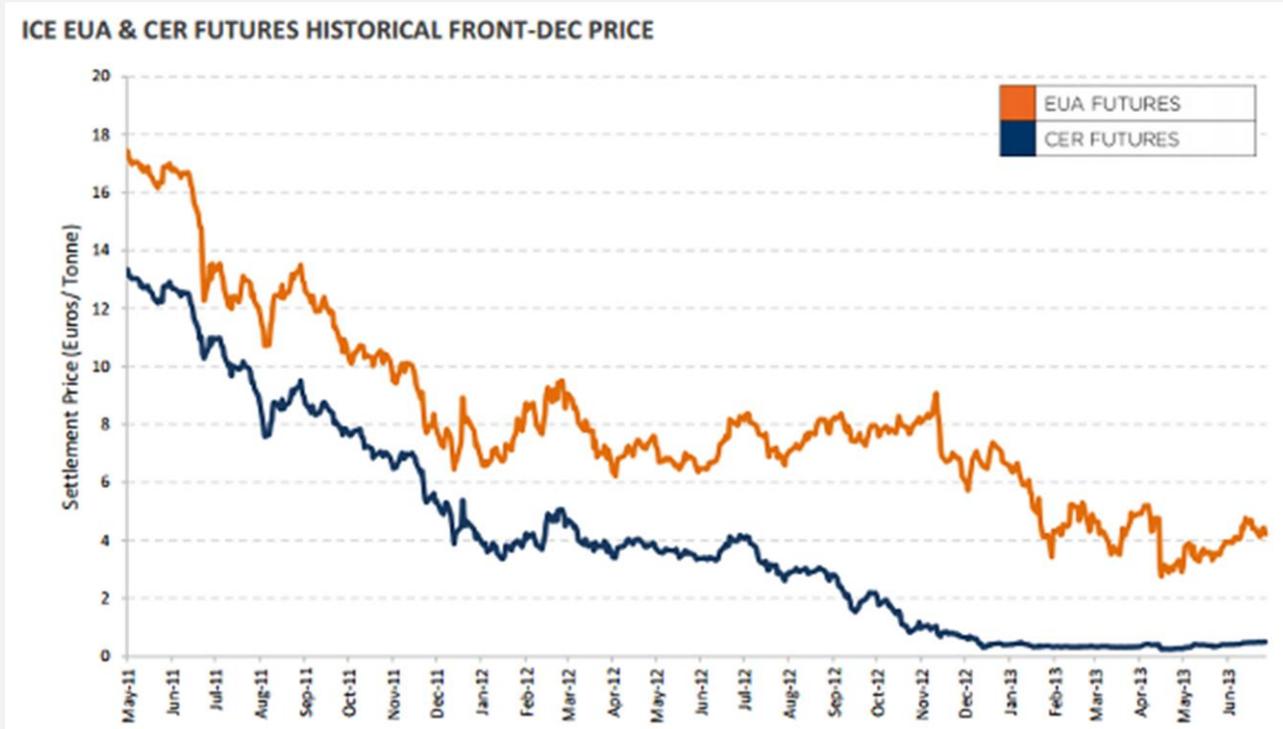
EU
ETS

- 1) Alocação e Comércio de Licenças de Emissão (EUAs)
- 2) Importação de ERUs & CERs como medida suplementar



Evolução dos Preços

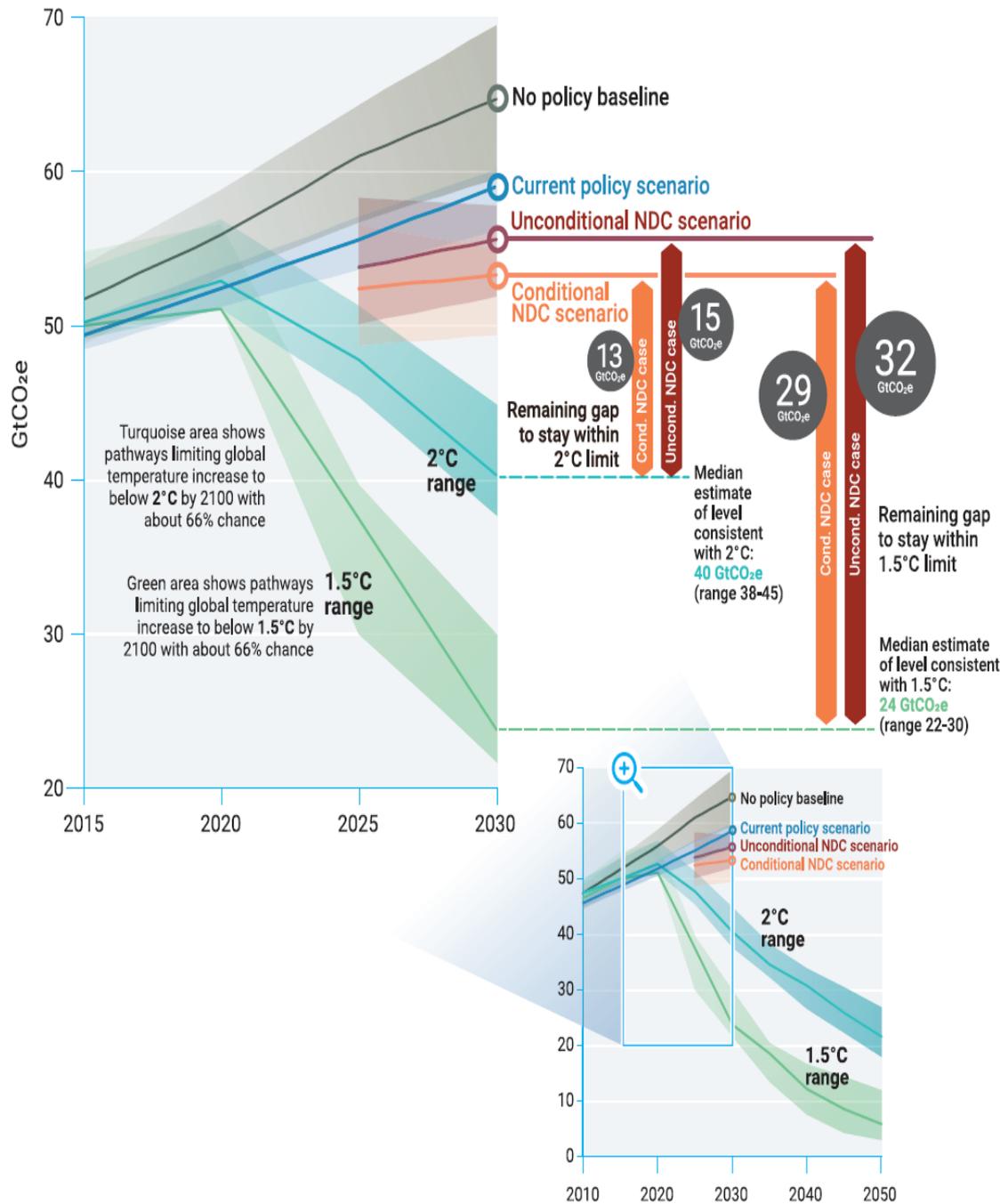
Mercado de Carbono Europeu





Alguns países mais emissores:

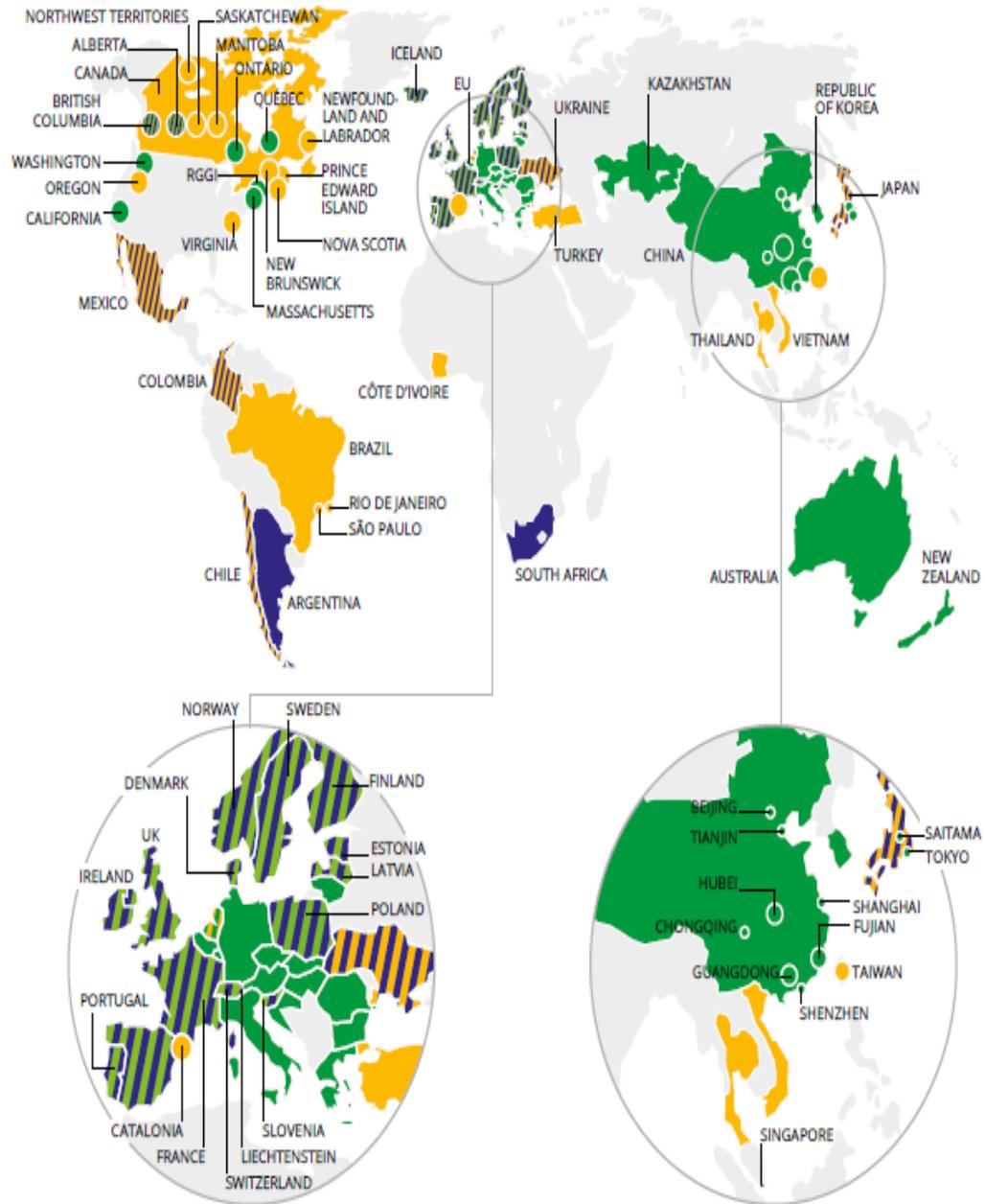
País	Ano-base	Meta de redução	Ano-meta
China	2005	60-65% (intensidade de carbono do PIB)	2030
EUA	2005	26-28% (valor absoluto)	2025
EU	1990	40% (valor absoluto)	2030
India	2005	33-35% (intensidade de carbono do PIB)	2030
Russia	1990	25-30% (valor absoluto)	2030
Canadá	2005	30% (valor absoluto)	2030
Brasil	2005	37% (valor absoluto)	2025
		43% (valor absoluto)	2030



Emissions Gap – relatório da UNEP 2018



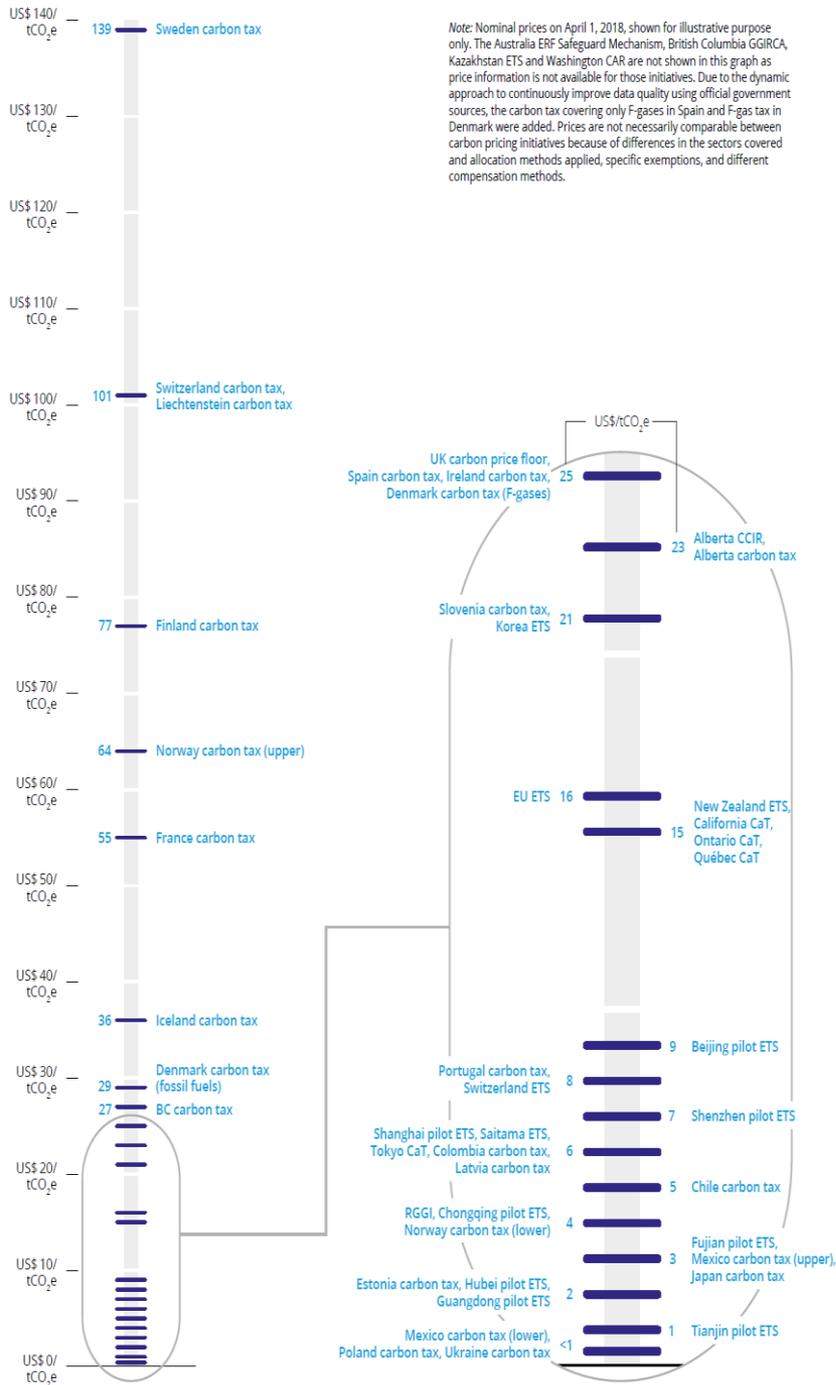
Evolução Mundial da Precificação de Carbono



Tally of carbon pricing initiatives implemented or scheduled for implementation

- ETS implemented or scheduled for implementation
- Carbon tax implemented or scheduled for implementation
- ETS or carbon tax under consideration
- ETS and carbon tax implemented or scheduled
- Carbon tax implemented or scheduled, ETS under consideration
- ETS implemented or scheduled, carbon tax under consideration

Fonte: WB, 2018



Preços do Carbono

Fonte: WB, 2018



Questões-chave a serem resolvidas

- Entrada em vigor do Acordo de Paris e implementação de suas disposições
- Preencher a lacuna de mitigação
- Financiamento para mitigação e adaptação
- Ampliar o desenvolvimento de capacidades para a implementação de mecanismos de mercado



Precificação interna de carbono pelos Bancos Multilaterais de Desenvolvimento



Banco Asiático de Desenvolvimento incorpora um custo social do carbono como parte da análise econômica projetos nos setores de energia e transporte e projetos com foco em mitigação de emissões de GEE. Em 2016, foi utilizado um preço de carbono de US \$ 36,3 / tCO₂e, que aumenta anualmente em 2%.

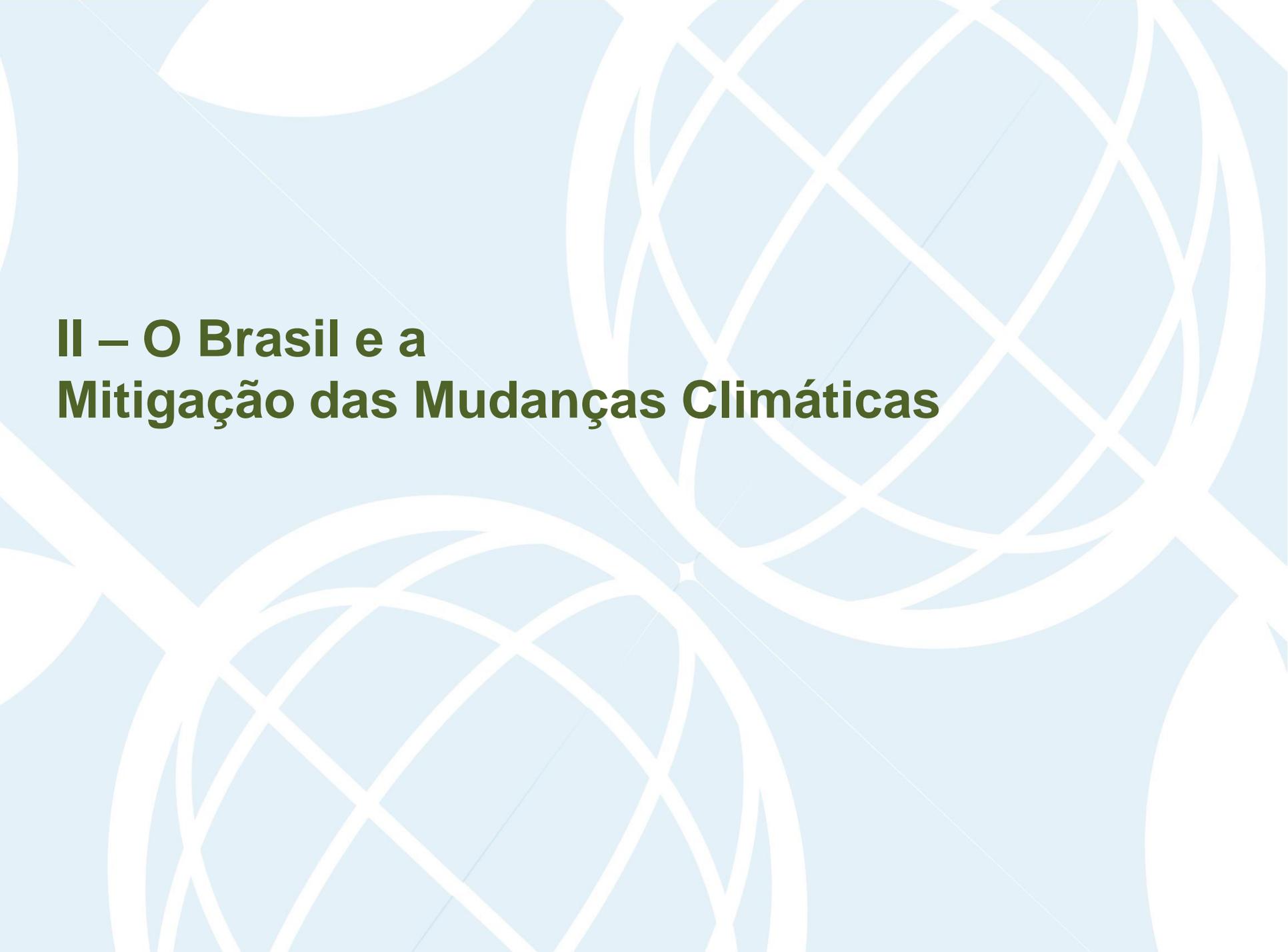
Banco Europeu de Reconstrução e Desenvolvimento incorpora um preço de carbono e outras externalidades para projetos de geração de energia a carvão. O preço do carbono sendo aplicada começa em € 35 / tCO₂e (US \$ 43 / tCO₂e) para emissões de GEE em 2014, aumentando 2% ao ano em reais termos. Desde a adoção da metodologia, o banco não financiou nenhuma térmica a carvão.

Banco Europeu de Investimento começou a incorporar externalidades ambientais, incluindo poluentes atmosféricos locais, em sua avaliação econômica de projetos em meados da década de 1990. O preço central das emissões de carbono em 2018 são de € 38 / tCO₂e (US \$ 47 / tCO₂e), aumentando anualmente em termos reais de 2016 para € 121 / tCO₂e (US \$ 150 / tCO₂e) até 2050.

Banco Mundial usa uma faixa de preço de sombra para o carbono na análise econômica de projetos a partir de US \$ 40 / tCO₂e a US \$ 80 / tCO₂e em 2020 e aumentando para US \$ 50 / tCO₂e a US \$ 100 / tCO₂e até 2030 (CPLC, 2017). Além 2030, o preço sobe a uma taxa de 2,25% ao ano até 2050.

Corporação Financeira Internacional (IFC) opera um piloto de precificação de carbono desde novembro de 2016 usando níveis de preço de US \$ 30 / tCO₂e em 2016, aumentando para US \$ 80 / tCO₂e até 2050. O preço é na TIR de investimentos em financiamento de projetos em cimento, energia térmica e setores químicos. O preço é aplicada às emissões brutas do Escopo 1 e 2.





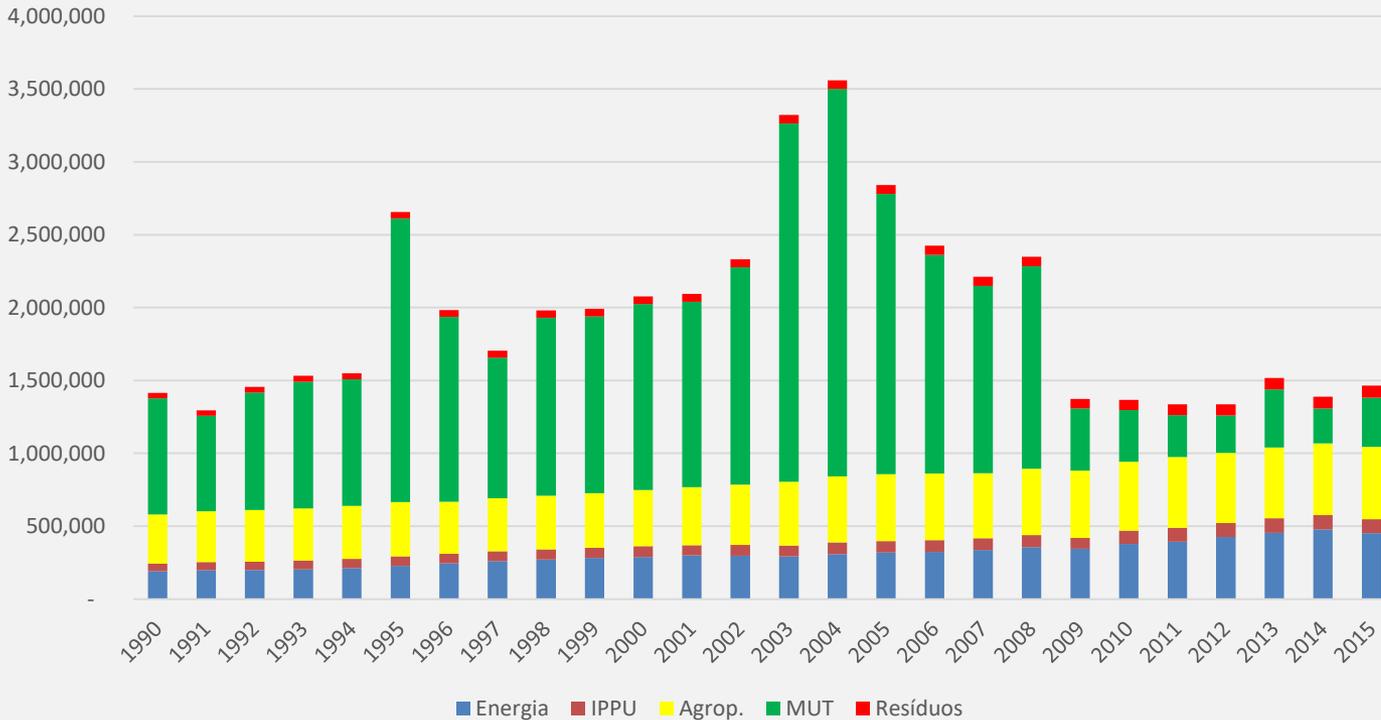
II – O Brasil e a Mitigação das Mudanças Climáticas



Evolução das Emissões Brasileiras, por Fonte



Emissões líquidas – Gg CO₂e
(GWP – AR5)



Fonte: MCTI, 2017



Avaliação da Evolução das Emissões Brasileiras de GEE, por fonte

Setores	Gg CO2e (GWP AR5)						Variação	
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2005-2010	2010-2015
Energia	190.590	228.612	289.723	320.480	378.200	452.543	18,0%	19,7%
IPPU	52.026	65.001	73.294	77.697	90.817	96.383	16,9%	6,1%
Agrop.	337.635	371.772	385.026	459.693	472.738	496.143	2,8%	5,0%
MUT	797.418	1.946.932	1.276.262	1.921.714	355.010	337.702	-81,5%	-4,9%
Resíduos	36.144	43.534	52.255	61.354	69.356	82.373	13,0%	18,8%
TOTAL (emissões líquidas)	1.413.813	2.655.852	2.076.560	2.840.938	1.366.121	1.465.144	-51,9%	7,2%
MUT sem fonte a partir de MST	1.452.418	1.340.862	1.670.192	2.670.664	1.102.260	1.112.412	-58,7%	0,9%
TOTAL (emissões brutas)	1.768.833	3.049.782	2.470.490	3.589.888	2.113.371	2.239.854	-41,1%	6,0%



Mitigação das Emissões de GEE no Brasil

- Metas estabelecidas na Contribuição Nacionalmente Determinada – NDC que o Brasil apresentou como sua contribuição ao Acordo de Paris: redução das emissões nacionais em relação ao nível de 2005 :
 - **37% -> 1,3 Gt CO₂e em 2025**
 - **43% -> 1,2 Gt CO₂e em 2030.**
- Desafio atual: aplicar políticas e medidas de mitigação setoriais, para redução/remoção de emissões de GEE, e acompanhar o progresso de sua implantação e do cumprimento das metas



Perspectivas de Médio Prazo: Cenários do Estudo (2018/2019) do Centro Clima / COPPE/UFRJ para o CBC e a ICAT Initiative for Climate Action Transparency

- Cenário A: tendências atuais de emissões de GEE, incluindo as metas quantificadas e medidas definidas nas NDCs do Brasil.
- Cenário B: inclui várias ações de mitigação propostas pelo [Forum Brasileiro de Mudanças do Clima - FBMC](#) com mais ênfase no setor AFOLU – Agricultura, Florestas e Uso do Solo.
- Cenário C: inclui outro conjunto de ações de mitigação proposto pelo FBMC com menos ênfase em AFOLU e mais ênfase nos demais setores.



Resumo das Premissas do Cenário Econômico

- ✓ **Demografia:**
 - Projeção da população alinhada com IBGE
 - Pico no começo da década de 2040 e depois cai lentamente
 - População total em idade ativa atinge pico em meados da década de 2030
 - Participação da população em idade ativa começa a cair já em na década de 2020
- ✓ **Petróleo:**
 - Alinhado com cenário de preços baixos da Agência Internacional de Energia
 - Preço do barril de petróleo: constante em 80US\$/barril a partir de 2018
 - Viabiliza o pré-sal, mas contabiliza suas receitas de modo conservador
- ✓ **Macroeconomia:**
 - Divisas originadas das exportações do pré-sal utilizadas para importação de bens de capital
 - Aumento da produtividade da economia brasileira
 - Balança comercial equilibrada (saldo próximo de zero)
 - Taxa de câmbio constante em 3,15 R\$/US\$ (2015)
 - Taxa de crescimento do PIB:
 - 2018-2020: 2,5% a.a., 2020-2030: 3,2% a.a.



Perspectivas de Atingimento das Metas da NDC no Setor de Oferta de Energia em 2030

Métrica	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Meta
% de biodiesel + etanol na matriz	18,7%	21,0%	23,7%	18,0%
% renováveis na matriz	43,9%	46,9%	50,4%	45,0%
% renováveis na matriz, exceto hidrelétricas	31,8%	34,9%	38,0%	28,0%
% de energia elétrica proveniente de renováveis, exceto hidrelétricas	23,3%	23,4%	24,8%	23,0%

Emissões por Setores - Mt CO₂e

2005

2010

2015

2020

2025

2005 -
2025

2030

2005 -
2030

Emissões por Setores - Mt CO ₂ e		2005	2010	2015	2020	2025	2005 - 2025	2030	2005 - 2030
AFOLU									
	Cenário A	2.381	828	935	899	887	-63%	894	-62%
	Cenário B				679	500	-79%	320	-87%
	Cenário C				741	614	-74%	533	-78%
Transportes									
	Cenário A	144	178	203	208	223	54%	247	71%
	Cenário B				204	211	46%	218	51%
	Cenário C				201	193	34%	175	21%
Indústria									
	Cenário A	141	163	170	178	199	42%	222	58%
	Cenário B				171	184	31%	197	40%
	Cenário C				166	171	22%	178	26%
Outros setores de energia									
	Cenário A	46	47	47	51	54	17%	54	19%
	Cenário B				51	54	19%	54	20%
	Cenário C				51	54	19%	54	20%
Oferta de energia									
	Cenário A	69	81	122	97	113	64%	131	89%
	Cenário B				96	111	60%	129	87%
	Cenário C				95	107	55%	119	73%
Resíduos									
	Cenário A	60	71	91	102	115	92%	128	114%
	Cenário B				101	104	74%	116	93%
	Cenário C				100	95	59%	105	74%
Total									
	Cenário A	2.841	1.367	1.568	1.535	1.591	-44%	1.675	-41%
	Cenário B				1.302	1.164	-59%	1.034	-64%
	Cenário C				1.354	1.235	-57%	1.164	-59%



CENTRO CLIMA

CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE MEIO
AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS - COPPE / UFRJ

Perspectivas de Longo Prazo: Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil até 2050

Cenários de Referência e 1,5°C

**Estudo do Centro Clima/COPPE/UFRJ para o
WWF-Brasil e o iCS (2018)**



❖ Cenários desenvolvidos neste estudo:

➤ Cenário de Referência

- Implantação da NDC até 2030
- Sem aumento da ambição entre 2030 e 2050
- Sem precificação explícita do carbono

➤ Cenário 1,5°C

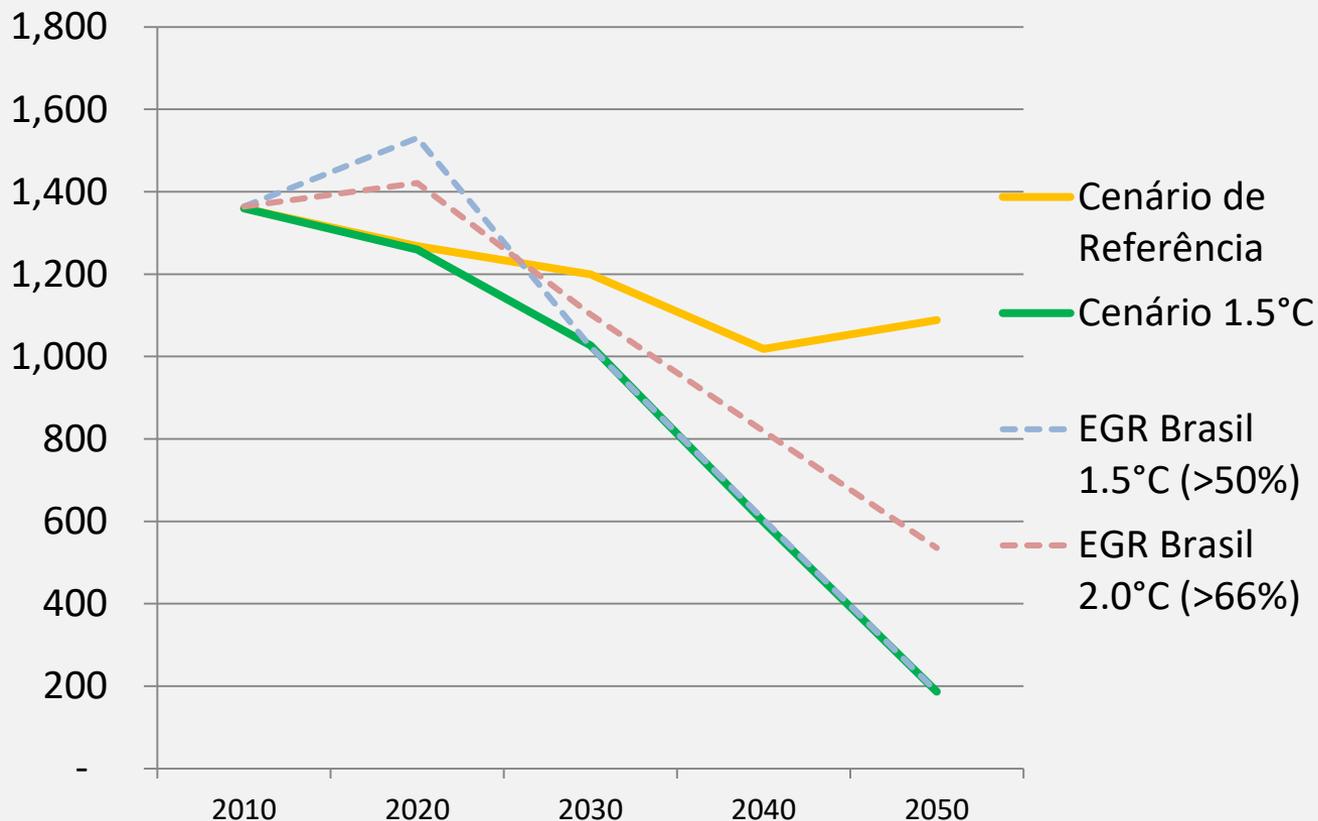
- Trajetória compatível com objetivo 1,5°C
- Taxa de Carbono implementada a partir de 2020
 - Cresce linearmente até 100 US\$/tCO₂e em 2030 e permanece constante até 2050
 - Neutra do ponto de vista fiscal
 - 100% das receitas utilizadas na redução de encargos trabalhistas, de forma a estimular a criação de empregos



Cenário 1.5°C - Uma trajetória de emissões para o Brasil compatível com o objetivo de 1.5°C

De acordo com o Emissions Gap Report (EGR) em um cenário com 50% de chance de atingir o objetivo de 1,5°C, as Emissões mundiais devem ficar abaixo de 8 Gt CO₂e em 2050: emissões per capita de 0,8t CO₂e.

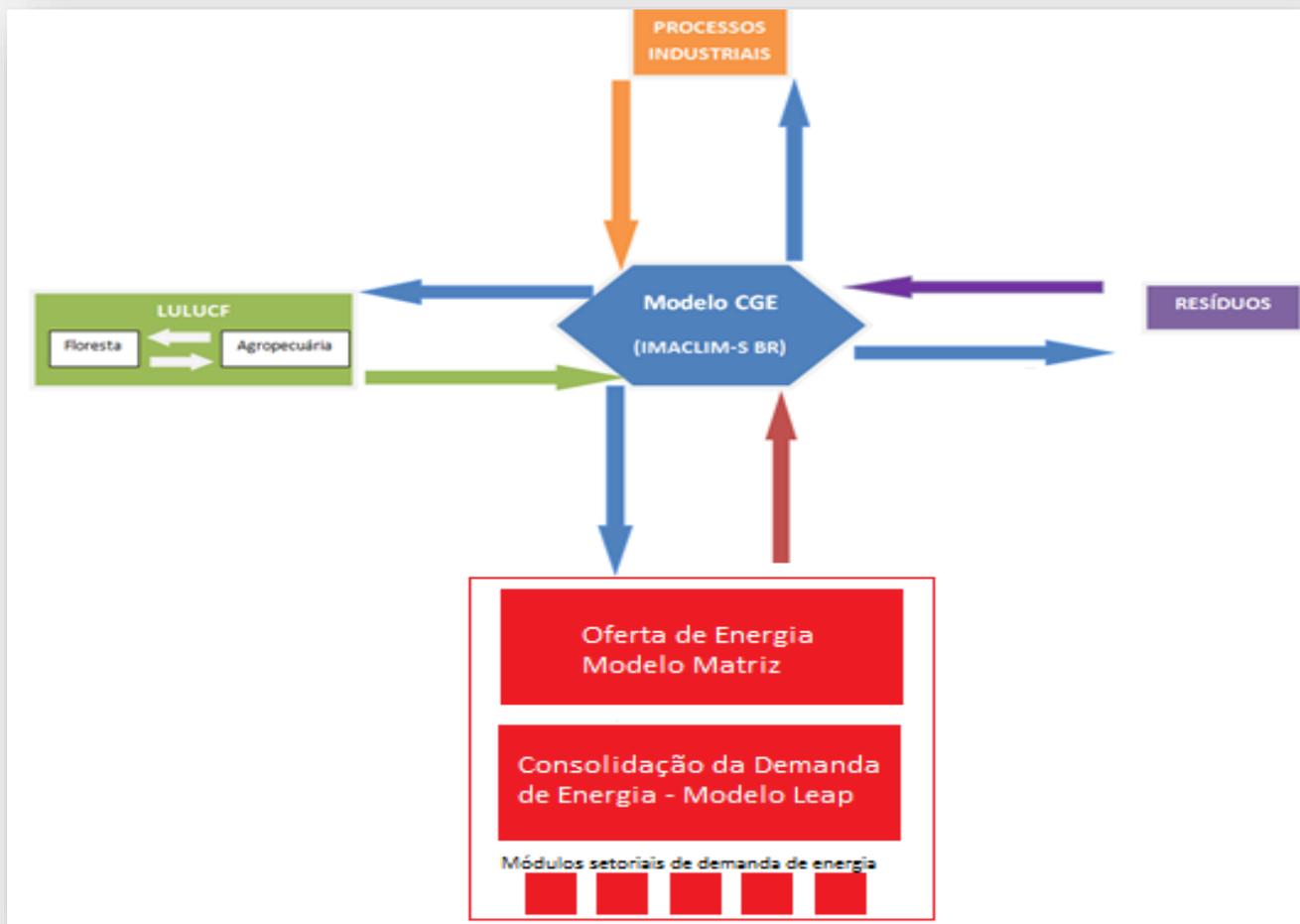
A população brasileira atingirá 226 milhões de habitantes em 2050 (IBGE): Limite de emissões para o Brasil: 186 MtCO₂e.





Metodologia - Modelagem integrada (1)

- Os modelos setoriais contabilizam todas as emissões de GEEs
- Ênfase especial dada à troca de informações entre o módulo de Demanda e Oferta de energia e o modelo IMACLIM-R BR



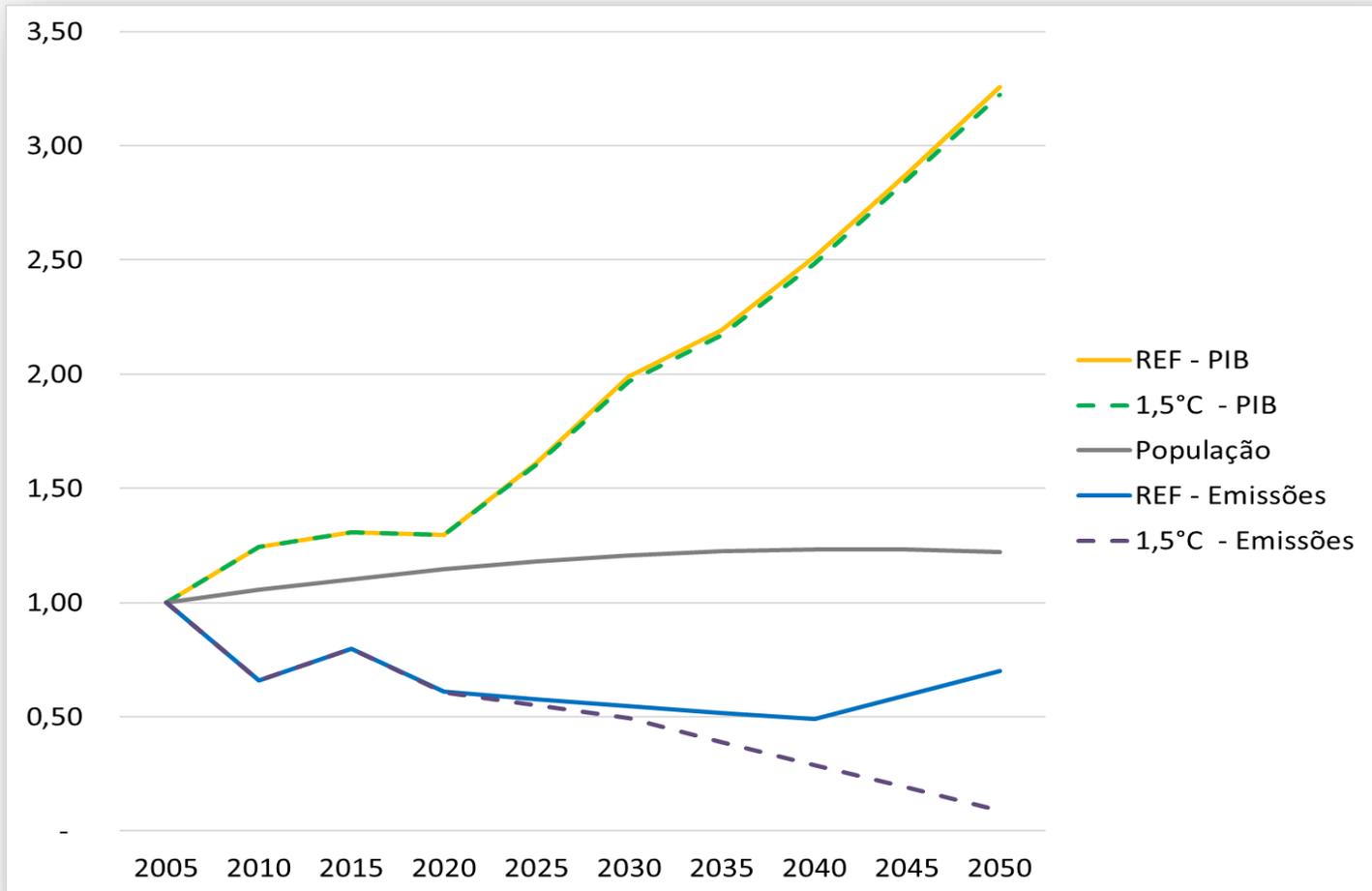


Principais indicadores macroeconômicos (2)

	Cenário	2005	2015	2030	2050
População (Milhões)		185	204	223	226
PIB (Trilhões de R\$2015)	REF			8,99	14,71
	1,5°C	4,52	5,60	8,88 (-1,2%)	14,56 (-1,0%)
Índice de preços acumulado desde 2015	REF			8,8%	15,1%
	1,5°C	-	-	46,9%	42,0%
Taxa de Carbono sobre as emissões da produção e uso de energia (US\$/tCO₂e)	REF			-	-
	1,5°C	-	-	100	100
Investimentos totais em Mitigação Adicional nos Períodos 2021- 2030 e 2031 - 2050 (Bilhões de R\$2015)	REF			-	-
	1,5°C	-	-	112,6	2016,4
Emissões totais (Mt CO₂e)	REF			1200	1088
	1,5°C	2838	1701	1027	187
Emissões per capita (tCO₂e/capita)	REF			5,4	4,8
	1,5°C	15,3	8,3	4,6	0,8
Emissões por PIB (tCO₂e/milhões de US\$ de 2015)	REF			133	74
	1,5°C	460	304	116	13



Evolução de indicadores selecionados (2005=1)



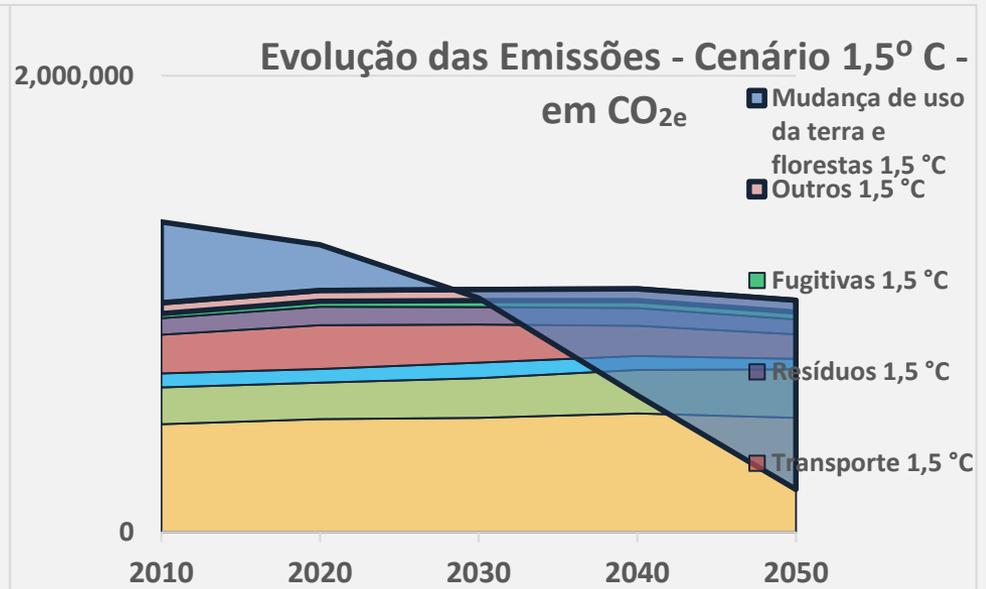
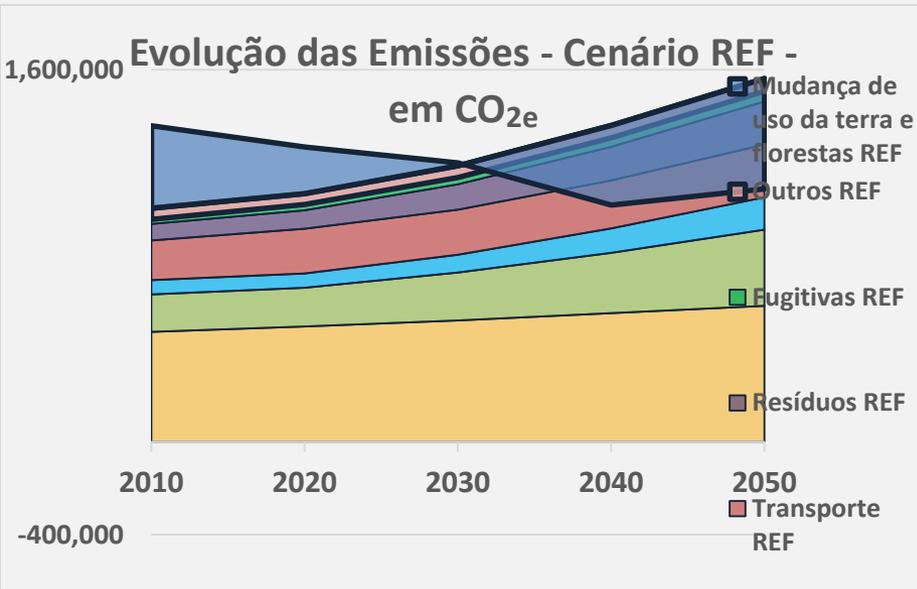


Macroeconomia - Conclusões

- Um cenário de implantação plena da NDC brasileira por meio de políticas públicas adequadas é compatível com uma melhora acentuada nos indicadores econômicos e sociais do país, além de propiciar uma significativa redução de emissões de GEE, permitindo o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris;
- Uma estratégia de desenvolvimento do Brasil no longo prazo compatível com a limitação do aumento da temperatura global a 1,5°C não implicaria necessariamente em consequências econômicas e sociais significativamente negativas para o país, se implantada através de políticas públicas apropriadas.



Resultados – Cenário 1,5°C





Potencial de mitigação - Emissões evitadas acumuladas (MtCO₂e)

	2021-2030	2031-2050
AFOLU	335,4	2.985,9
Agricultura	37,4	73,7
Pecuária	138,4	1.230,4
Florestas plantadas (inclui pellets)	78,6	437,2
Florestas nativas (inclui PSA)	81,0	1244,7
TRANSPORTES	46,8	653,5
Mudança de modal	15,6	157,4
Eletromobilidade (carga e passageiros)	18,1	393,3
Biocombustíveis	13,1	102,8
INDÚSTRIA	123,9	855,3
Processos e eficiência energética	107,3	734,7
Troca de combustível	16,6	120,7
RESÍDUOS	195,9	1.493,9
Resíduos sólidos urbanos	136,3	1.138,8
Efluentes urbanos e industriais	59,6	355,1
OFERTA DE ENERGIA	39,0	818,2
Geração elétrica a renováveis	33,3	806,6
Emissões fugitivas	5,7	11,6
TOTAL	741	6.807



Mitigação das Mudanças Climáticas no Brasil

- AFOLU: emissões caíram fortemente entre 1994 e 2012, mas ainda é o setor com maior potencial de redução de emissões de GEE.
- É crucial conter as taxas de desmatamento que ameaçam voltar a crescer
- Enorme potencial de sequestro de carbono através do reflorestamento
- Emissões da Agricultura: medidas do Plano ABC são viáveis e de grande potencial
- Emissões da Pecuária: desafio para novas tecnologias de produção
- Uso de energia nos transportes e na indústria apresentam grande potencial de redução de emissões (energias renováveis e eficiência energética).
- Setor energético já se baseia em fontes renováveis, com baixas emissões, a tendência atual permite atender aos objetivos da NDC para o setor.
- Eletrificação da demanda: tendência que contribui para a descarbonização, mas limitada pela necessidade de flexibilidade para atendimento a variações de carga: baterias e hidrelétricas reversíveis podem aumentar a penetração de renováveis.



Barreiras à Adoção de Medidas de Mitigação

Barreiras	Descrição
Econômicas e financeiras	<ul style="list-style-type: none">• Competição interna por capital• Acesso ao capital• Risco
Informacionais	Falta de informação sobre as oportunidades
Técnicas	<ul style="list-style-type: none">• Dificuldade de acesso a tecnologias• Capacidade insuficiente de identificar, desenvolver e implementar medidas de eficiência



Instrumentos para superação das barreiras

Instrumentos de política pública	Descrição
Econômico-financeiros	<ul style="list-style-type: none">• Linhas de crédito específicas• Subsídios• Precificação de carbono• Investimento em P&D• Dedução de impostos
Capacitação e informação	<ul style="list-style-type: none">• Campanhas de educação e sensibilização• Formação e treinamento de pessoal
Regulatórios	<ul style="list-style-type: none">• Estabelecimento de padrões máximos de emissão;• Metas de redução de GEE



Equipe do Centro Clima / COPPE / UFRJ

- **Coordenação geral:** Emilio Lèbre La Rovere
- **Coordenação técnica:** Carolina Burle Schmidt Dubeux
- **Cenário Econômico:** William Wills
- **Estudos setoriais:**
- **Transportes:** Márcio de Almeida D'Agosto, Daniel Neves Schmitz Gonçalves e George Vasconcelos Goes (Cargo Transport Laboratory –LTC/COPPE/UFRJ)
- **Indústria:** Otto Hebeda
- **Oferta de Energia:** Amaro Olímpio Pereira Junior, Gabriel Castro e Fernanda Hargreaves
- **AFOLU:** Michele Karina Cotta Walter e Carolina B.S. Dubeux.
- **Resíduos:** Saulo Machado Loureiro e Tairini Pimenta
- **Integração dos Modelos de Demanda de Energia:** Claudio Gesteira
- **Apoio técnico:** Isadora Mendes
- **Apoio Administrativo:** Carmen Brandão Reis
- **Editoração:** Elza Maria da Silveira Ramos