

Estudo Técnico da INICIATIVA CLIMA E DESENVOLVIMENTO

Carolina Dubeux
carolina@ppe.ufrj.br
Búzios - 2023

Introdução

Introdução: Objetivo e Metodologia do Estudo

- Elaboração de uma estratégia de desenvolvimento compatível com uma trajetória de emissões de GEE até 2030 que leve à neutralidade de emissões de GEE em 2050: crucial para informar a tomada de decisões de curto e médio prazo sobre a política climática brasileira, novas NDCs e a LTS-LEDS do Brasil.
- O Centro Clima desenvolve regularmente estudos de cenários sobre a transição do Brasil para uma economia de baixo carbono (MMA/PNUD, DDPP1, IES Brasil 2030, DDPP2, IES Brasil 2050, Brasil Carbono Zero em 2060, ICAT, PMR Brasil, DDP-BIICS).
- Metodologia participativa, para permitir um diálogo abrangente entre técnicos de governo, setor produtivo, comunidade científica, ONGs e sindicatos: hipóteses de cenários e identificação de ações de mitigação viáveis, seus custos, obstáculos e instrumentos para sua superação através do julgamento de especialistas.
- Ponto de partida deste estudo: dois cenários preliminares de emissões de GEE no Brasil até 2030; um **Cenário de Referência (REF)**; e outro baseado numa trajetória de descarbonização (**Cenário de Mitigação Adicional - CMA**) alinhada com os objetivos do Acordo de Paris (que leve a emissões líquidas zero em 2050); elaborados com base em exercícios anteriores.

Metodologia Geral do Estudo – Cenários Nacionais

- **Cenário de Referência - REF = Retomada do Desenvolvimento Econômico e Social**
- **Cenário de Mitigação Adicional CMA = Retomada do Desenvolvimento Econômico e Social, com Transição Justa para a neutralidade climática**

Processo de diálogo



Modelagem Integrada:

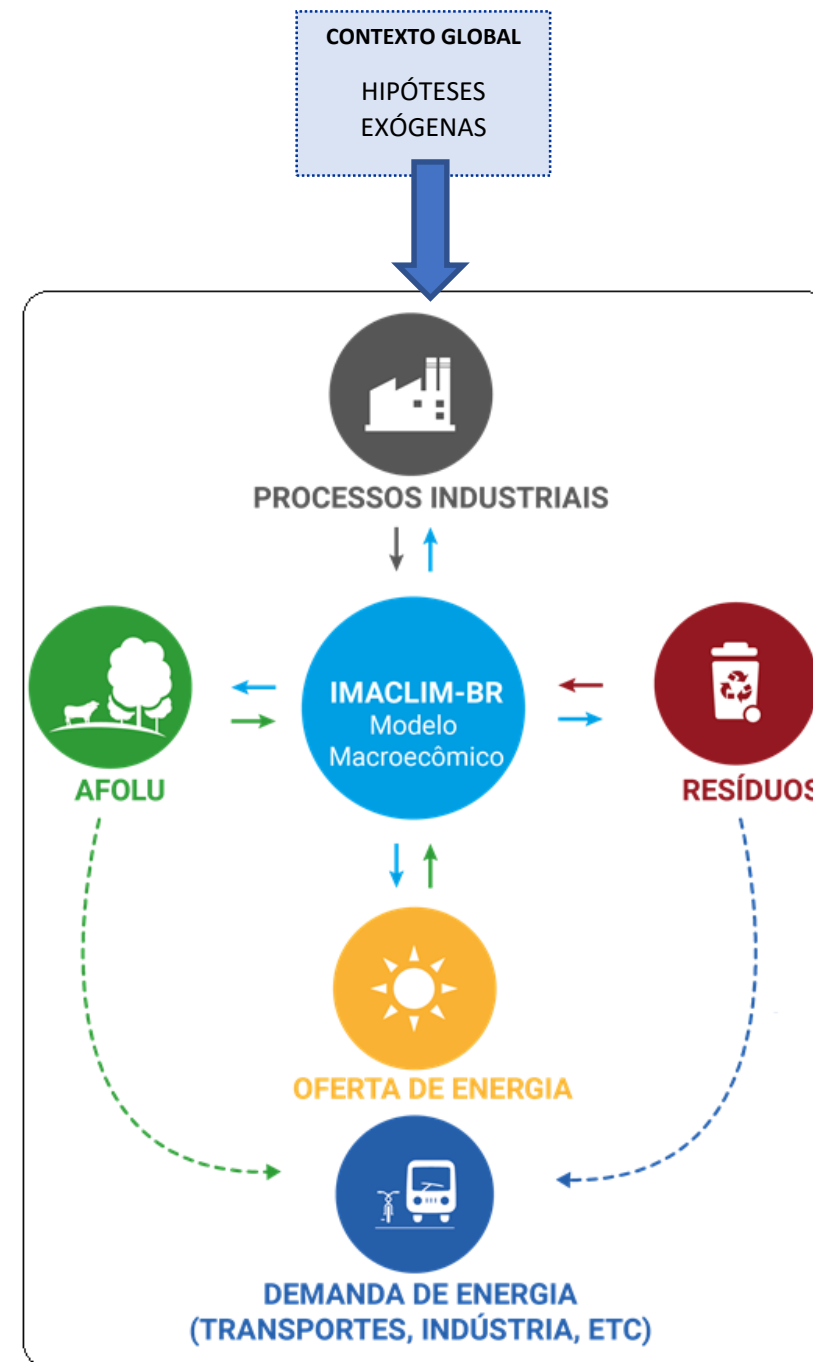
Modelo Macroeconômico

- **IMACLIM-BR** – Detalha a economia brasileira em 19 setores produtivos, 4 classes de renda e 4 setores institucionais

Modelos setoriais

- **MATRIZ** - Oferta de energia - modelo de equilíbrio parcial desenvolvido pelo CEPEL/ELETROBRAS
- **AFOLU** – PPE/COPPE/UFRJ
- **TEMA** – Transportes, LTC/PET/COPPE/UFRJ
- **Setor Industrial** – PPE/COPPE/UFRJ
- **Resíduos** – PPE/COPPE/UFRJ
- **Outros setores** – PPE/COPPE/UFRJ

Os modelos setoriais detalham a evolução tecnológica e investimentos de cada setor para atender as demandas da economia e atendendo as restrições informadas pelo IMACLIM-BR

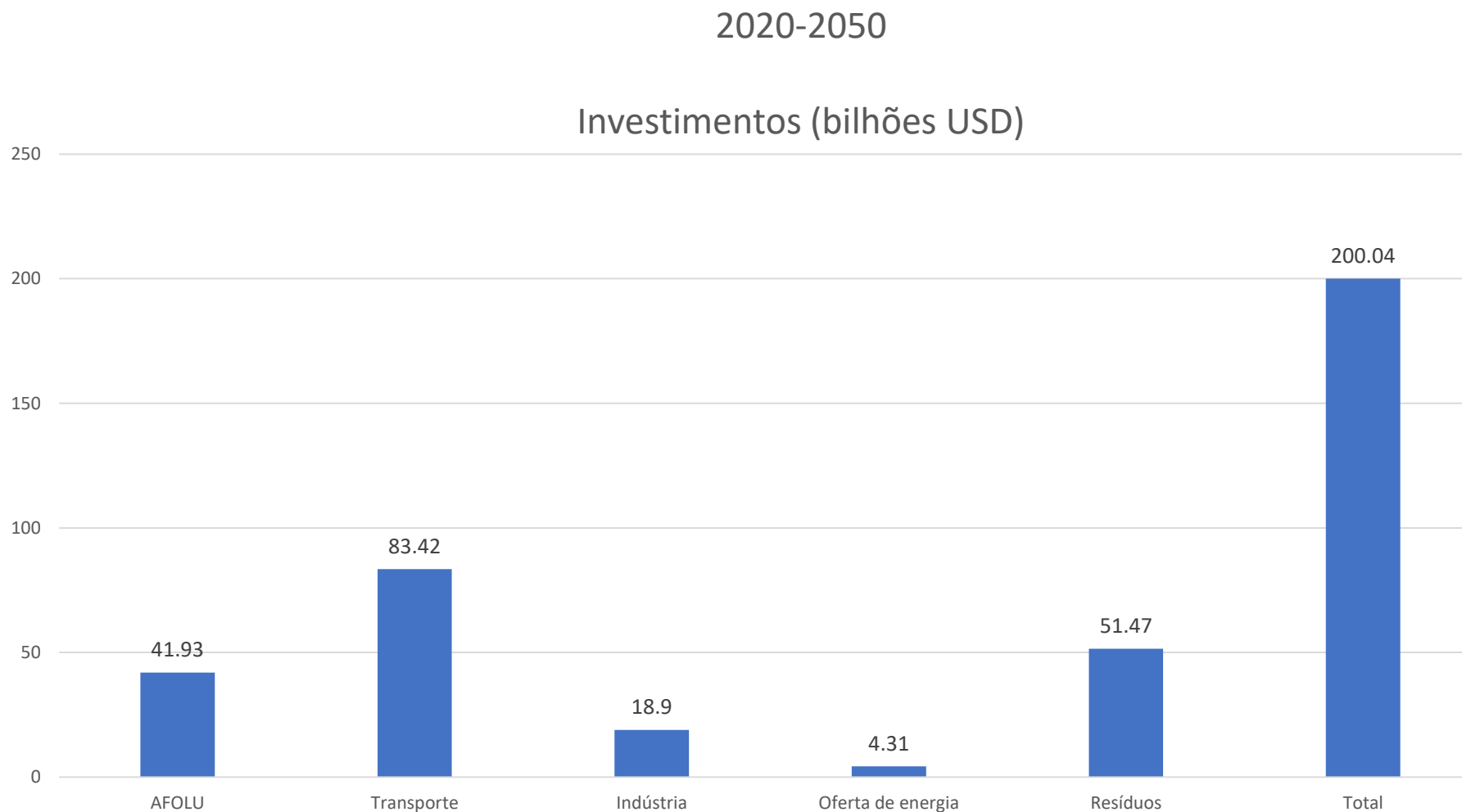


Premissas Econômicas

- **Demografia:**
 - Projeção da população alinhada com IBGE (2018), com 225 milhões de habitantes em 2030; População em idade ativa atinge pico em 2035
- **Petróleo:**
 - Alinhada com cenário da Petrobras (2020); Preço do barril de petróleo parte de 25 US\$/b em 2020 e cresce linearmente até 50 US\$/b em 2025 e permanece constante (US\$ de 2020): Viabiliza o pré-sal.
- **Macroeconomia:**
 - Divisas originadas das exportações do pré-sal utilizadas para importação de bens de capital;
 - Aumento de produtividade da economia brasileira;
 - Balança comercial equilibrada;
 - Taxa de câmbio constante em 5,15 R\$/US\$ (2020);
 - Taxas médias anuais de crescimento do PIB com viés otimista:
 - **2021-2030: 2,6%**
 - 2031-2040: 2,25%
 - 2041-2050: 2%

Resultados Econômicas

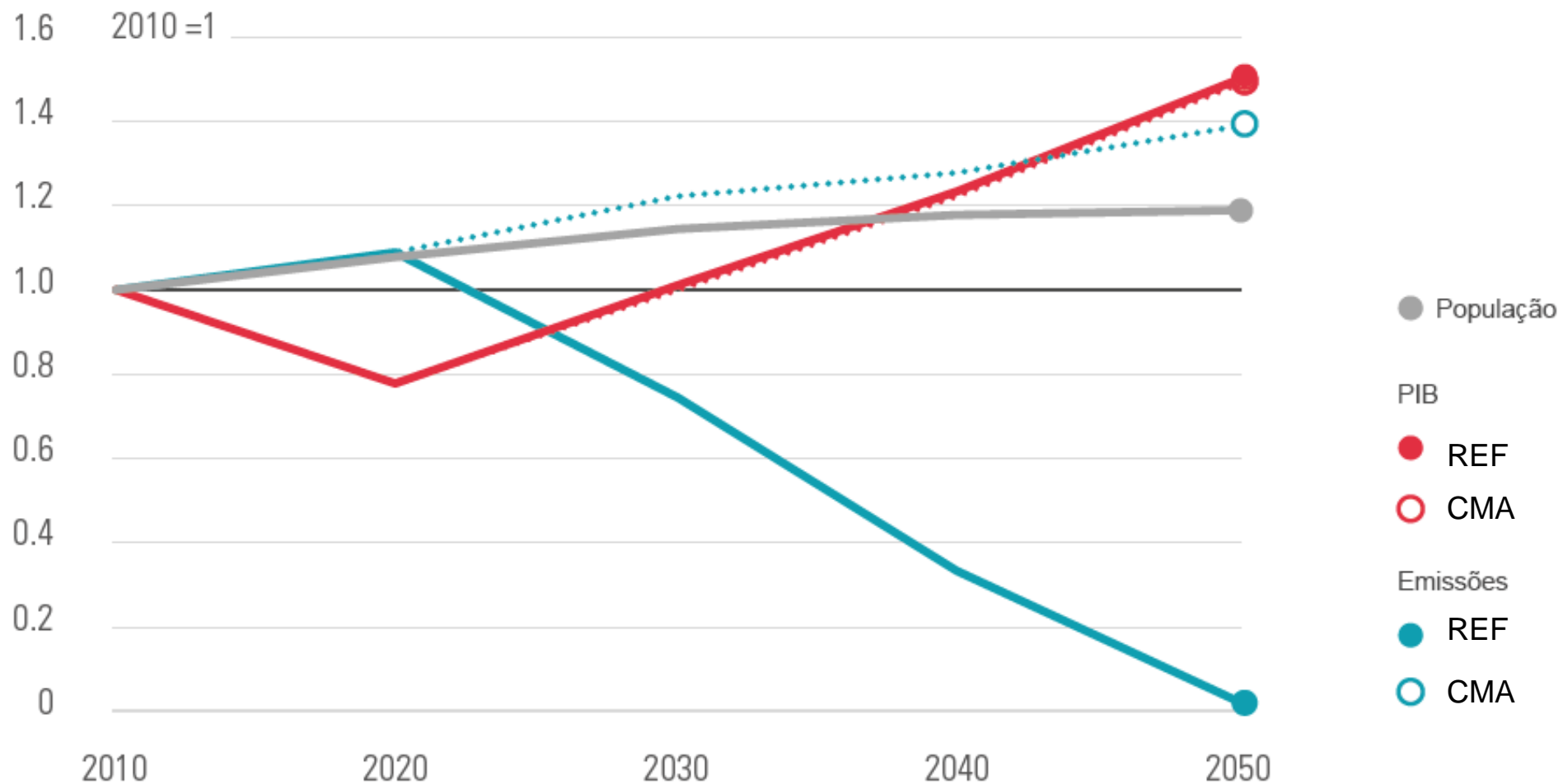
Requisitos adicionais de investimento em mitigação no CMA em comparação com o REF, por setor econômico



Principais resultados macroeconômicos dos cenários

Cenário	2015	2020	REF (2030)	REF (2050)	CMA (2030)	CMA (2050)
População	203	212	225	233	225	233
PIB (Bilhões 2020 USD)	1.438	1.405	1.810	2.692	1.814	2.695
Variação do PIB em relação ao REF	-	-	-	-	0,3%	0,1%
PIB per capita (Mil 2020 USD)	7,07	6,64	8,05	11,56	8,07	11,57
Balança Comercial (% do PIB)	-0,4%	-1,0%	-0,4%	-0,2%	-0,5%	-0,9%
Taxa de desemprego (%)	9,5%	7,6%	6,9%	7,4%	6,8%	7,2%
Índice de preços em relação ao REF (REF=1)	-	-	-	-	1,01	1,04
Total das emissões líquidas (Mt CO ₂ e)	1.564	1.511	1.679	1.868	957	-87
Emissões per capita (t CO ₂ e)	7,70	7,13	7,46	8,02	4,25	-0,37
Preço do carbono (2020 USD/t CO ₂ e)	-	-	-	-	19,0	49,3
Receitas de precificação de carbono (Bilhões 2020 USD)	-	-	-	-	16,0	43,0

Principais resultados macroeconômicos dos cenários



Resíduos

- **REF:** considera as políticas vigentes do setor e as medidas de mitigação atualmente aplicadas (no ritmo atual de implementação);
- **CMA:** destaque para a queima de metano em tocha (“flare”) e o aproveitamento energético como principais ações de mitigação adicional.

Principais Programas e Políticas

**POLÍTICA
NACIONAL
DE RESÍDUOS
SÓLIDOS**



**Marco Legal
de Saneamento
Básico**

PLANARES

PLANSAB

Os cenários são baseados na evolução populacional utilizando estimativas de crescimento populacional do IBGE, geração de resíduos per capita (SNIS, 2020), disposição de resíduos sólidos urbanos e tratamento de efluentes.

Cen. de Referência (REF): ampliação da cobertura dos serviços de saneamento no ritmo de progresso atual.

Embora as políticas atuais tenham sido concebidas para a expansão e o desenvolvimento do setor, não devem ser capazes de provocar alterações significativas nos resultados das emissões no horizonte do estudo (2050).

O principal indicador, a destruição de metano em queimadores nos aterros sanitários e ETEs (estações de tratamento de esgoto), permanece relativamente constante e, da mesma forma, a captura e o uso de biogás.

Para estimar as emissões do REF., foram consideradas tendências nas diversas formas de tratamento, inicialmente previstas nos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS

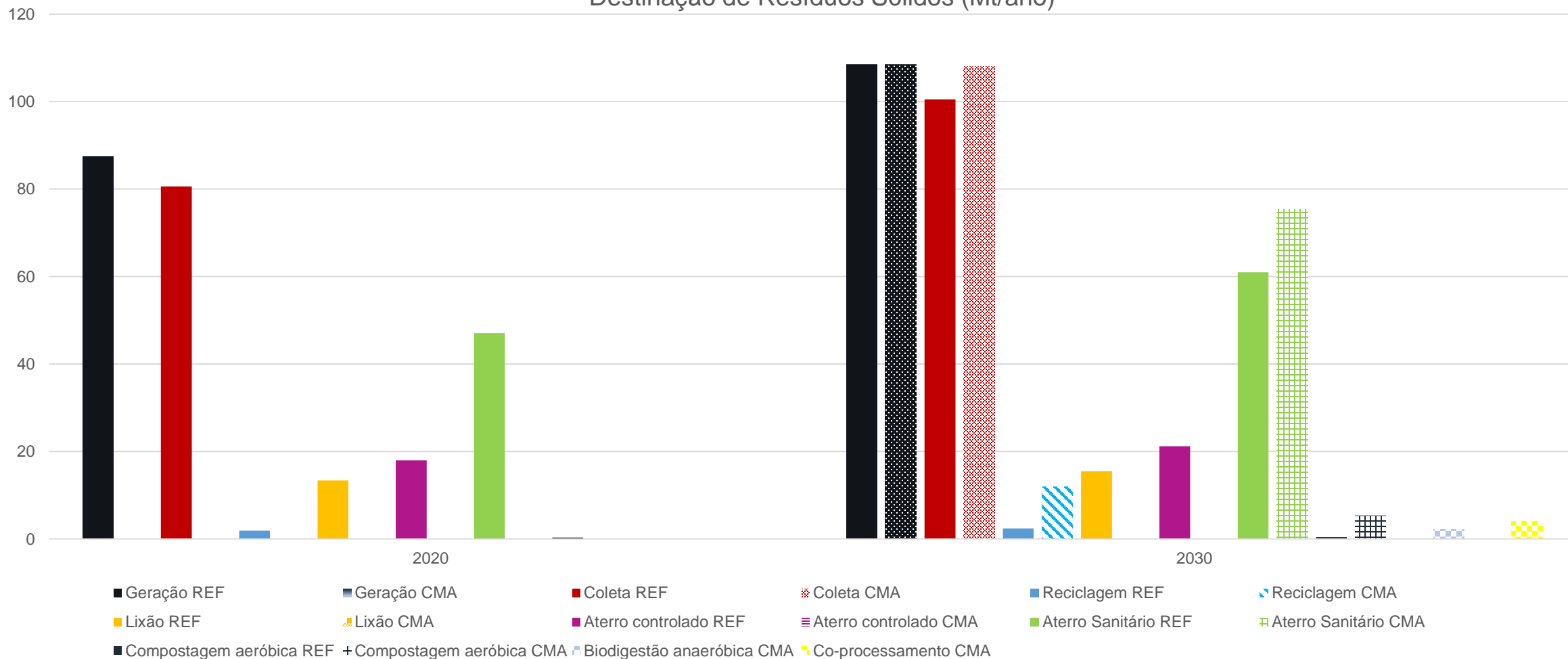
Cenário de Mitigação Adicional (CMA): considera o pleno cumprimento das metas estabelecidas no mais recente Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares, 2022) e Plano de Saneamento Básico (Plansab, 2021), no Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei 14.026/2020) e no Decreto 10.712 de 2021, que regulamenta a nova Lei do Gás (14.134/2021), estimando os valores a serem alcançados até 2030 e a ampliação das metas até 2050.

A estrutura do Planares 2022 seguiu as diretrizes indicadas na Lei da PNRS e seu decreto normativo, já considerando e alinhando com o novo marco regulatório do saneamento básico promulgado em 2020. No entanto, apesar de decretada e publicada em 2022, sua elaboração ocorreu em 2020 e utilizou, na maioria dos casos, dados do SNIS-RS até 2019 e Panoramas Abrelpe até 2019. Portanto, não há novas metas em relação à versão 2019.

Resíduos Sólidos		2020	REF			CPS			REF	CMA	REF	CMA
			2030	2040	2050	2030	2040	2050	2020-2030	2020-2030	2020-2050	2020-2050
Geração de resíduos	Mt/ano	88	109	134	167	109	134	167	24%	24%	91%	91%
Coleta de resíduos	Mt/ano	81	101	125	157	108	134	167	25%	34%	94%	107%
Não categorizado	Mt/ano	6,9	7,9	8,9	10	0,4			14%	-94%	49%	-100%
Reciclagem (coletada)	Mt/ano	1,9	2,4	2,9	3,2	13	31	53	26%	585%	68%	2665%
	(SNIS)	2,1%	2,2%	2,1%	1,9%	12%	23%	31%				
Despejo a céu aberto	Mt/ano	13	16	18	21				16%	-100%	57%	-100%
	(Abrelpe)	15%	14%	13%	13%							
Aterro inadequado (aterro controlado)	Mt/ano	18	21	25	29				18%	-100%	62%	-100%
	(Abrelpe)	21%	20%	19%	18%							
Aterro sanitário	Mt/ano	47	61	79	103	83	74	61	30%	75%	118%	30%
	(Abrelpe)	54%	56%	59%	62%	76%	55%	37%				
Compostagem aeróbica	Mt/ano	0,3	0,4	0,5	0,6	5,7	15	29	33%	1797%	100%	9683%
	(SNIS)	0,4%	0,4%	0,4%	0,4	5%	11%	18%				
Biodigestão anaeróbia	Mt/ano					2,4	6,3	13				
	%					2,2%	4,7%	7,5%				
Co-processamento	Mt/ano					4,4	7,3	11				
	%					4,0%	5,4%	6,6%				

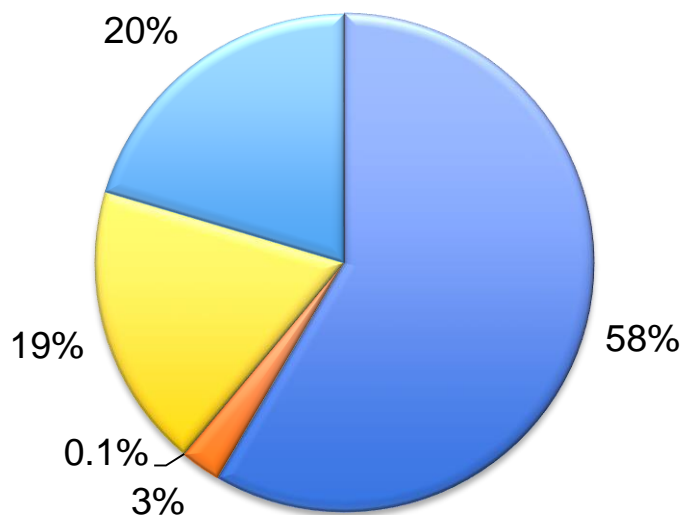
% em relação à geração

Destinação de Resíduos Sólidos (Mt/ano)

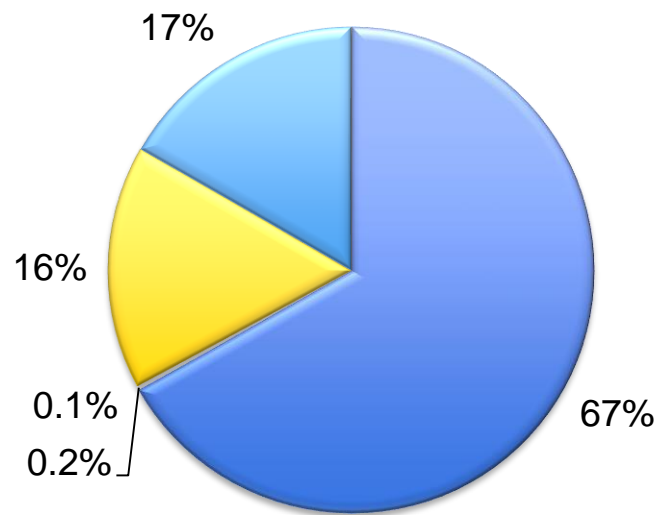


EMISSÕES RESÍDUOS (Mt CO2e)	2005	2010	2015	2019	2020	2025		2030	
						REF	CMA	REF	CMA
Disposição em aterros (RSU e RSI)	33,3	39,5	49,0	62,8	62,1	71,3	63,8	80,8	57,6
Térmico (RSS, RSI, WTE)	1,8	1,9	2,2	0,2	0,2	0,2	2,3	0,3	5,9
Biológico (compostagem, biodigestão)	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,5	0,07	1,0
Subtotal Sólidos	35,2	41,5	51,3	63,0	62,3	71,5	66,5	81,1	64,6
Esgotos domésticos	14,0	14,3	15,5	17,7	18,0	19,2	18,5	19,6	19,7
Efluentes industriais	10,9	15,2	17,1	18,7	18,8	19,6	17,2	20,2	17,3
Subtotal Líquidos	24,8	29,5	32,6	36,4	36,7	38,7	35,6	39,8	37,1
TOTAL RESÍDUOS	60,0	71,0	84,0	99,5	99,1	110,3	102,2	120,9	101,6

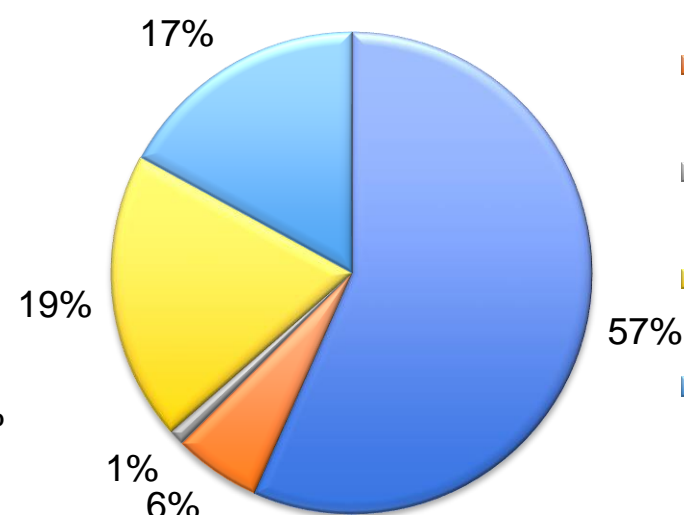
Emissões 2015



Cenário REF 2030

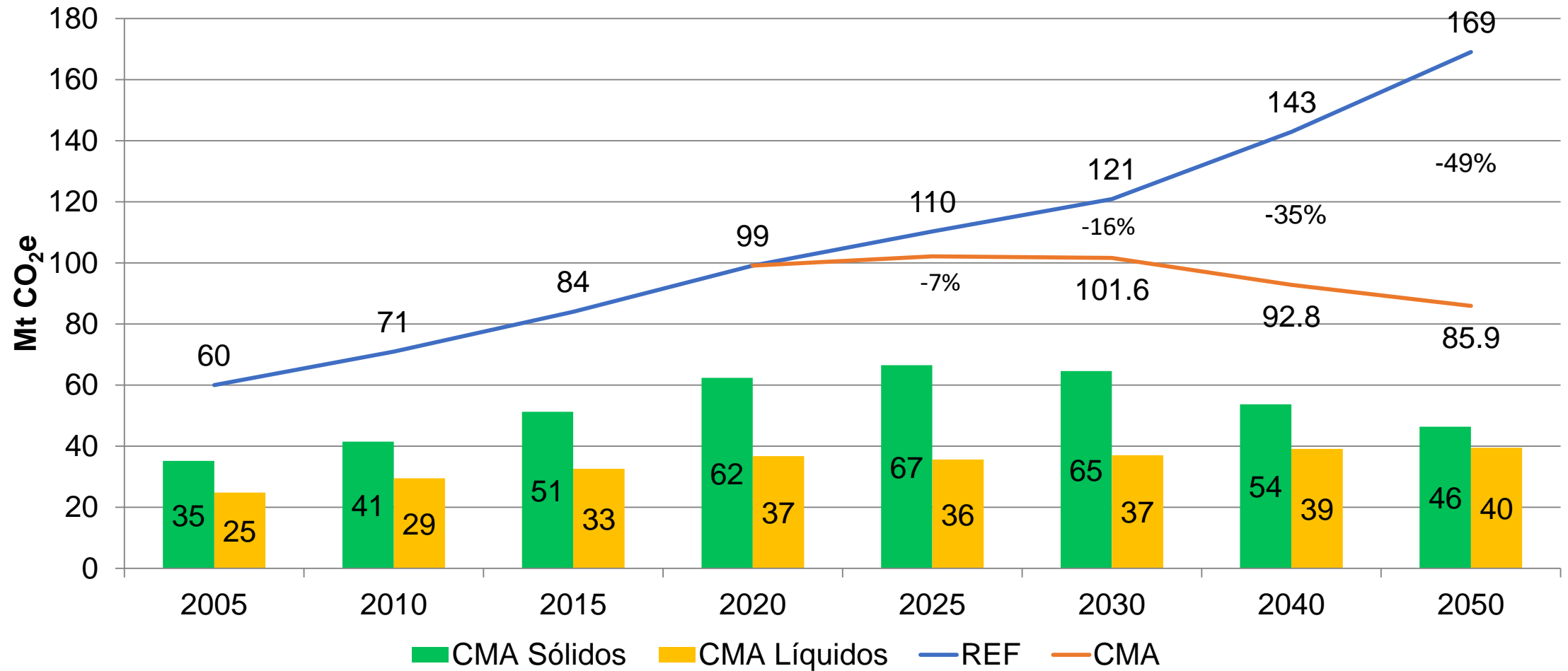


Cenário CMA 2030



- Disposição em aterros (RSU e RSI)
- Térmico (RSS, RSI, WTE)
- Biológico (compostagem, biodigestão)
- Esgotos domésticos
- Efluentes industriais

Emissões Resíduos



Barreiras	Instrumentos
Acesso ao crédito e redução de custos de transação	<ul style="list-style-type: none"> a. Articulação e elaboração de mecanismos de financiamento através dos governos federal, estaduais e municipais; b. Incentivos econômicos para projetos que busquem a valorização de resíduos – concessão de isenções e incentivos fiscais.
<ul style="list-style-type: none"> a. Baixa capacidade técnica das gestões municipais; b. Baixa segregação dos resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Treinamento/Capacitação de agentes; Maior apoio do governo federal, estados e da participação do setor privado; Elaboração de guias para arranjos regulatórios e comerciais (PPP, consórcios, etc.); Parcerias entre empresas, universidades, etc. b. Subsídios para coleta seletiva; Incentivos econômicos para a cadeia da reciclagem e revisão da tributação.
<p>Desafios econômicos e institucionais relacionados à gestão municipal:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Situação fiscal dos municípios; b. Dificuldade na prestação de garantias e interesses políticos envolvidos; c. Setor historicamente de baixa prioridade. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Cobrança de taxa/tarifas pelo custo dos serviços de coleta, transporte e tratamento de resíduos, Suporte financeiro dos Estados; Segurança jurídica para a entrada de capital privado; b. Instrumentos de previsibilidade para o setor – garantia de cumprimento de contratos e sem interferências de ciclo eleitoral; c. Incentivos econômicos aos municípios que empreguem modelos de baixo carbono; Sanções e penalidades quando não cumprimento/adequação da legislação.

Aplicação	Instrumentos
Geral	<ul style="list-style-type: none">a. Divulgação de experiências de sucesso; Integração entre agentes (público e privado), Consultas públicas e Projetos de chamada estratégica, Criação e divulgação de cursos e apresentações itinerantes (disponibilizados por órgãos setoriais);b. Revisão da política de financiamento de equipamentos importados; Desenvolvimento de metodologia progressiva com conteúdo nacional – estimular a formação desse mercado no Brasil (gradual nacionalização);c. Dinamização do “Programa Nacional Metano Zero” e de políticas específicas; Garantias de venda, Mandato de mistura.

Aplicação	Instrumentos
Uso Industrial	<ul style="list-style-type: none">a. Benefícios fiscais (isenção de ICMS, por ex.); Nacionalização de cadeias produtivas;b. Projetos-piloto; Divulgação de informação qualificada para gestores;c. Subsídios; Políticas específicas, Garantias de venda, mandato de mistura.
Uso de RS em fornos de cimento (coprocessamento)	<ul style="list-style-type: none">a. Subsídios ao transporte de resíduos destinados ao coprocessamento;b. Benefícios fiscais e trabalhistas para minimizar custos de transporte;c. Fortalecimento/Incentivo à criação de cooperativas de triagem e de catadores. <ul style="list-style-type: none">• RES. CONAMA Nº 499, outubro de 2020 (trata da incineração de resíduos em fornos para a produção de cimento).

Consolidação dos Resultados – Emissões Totais

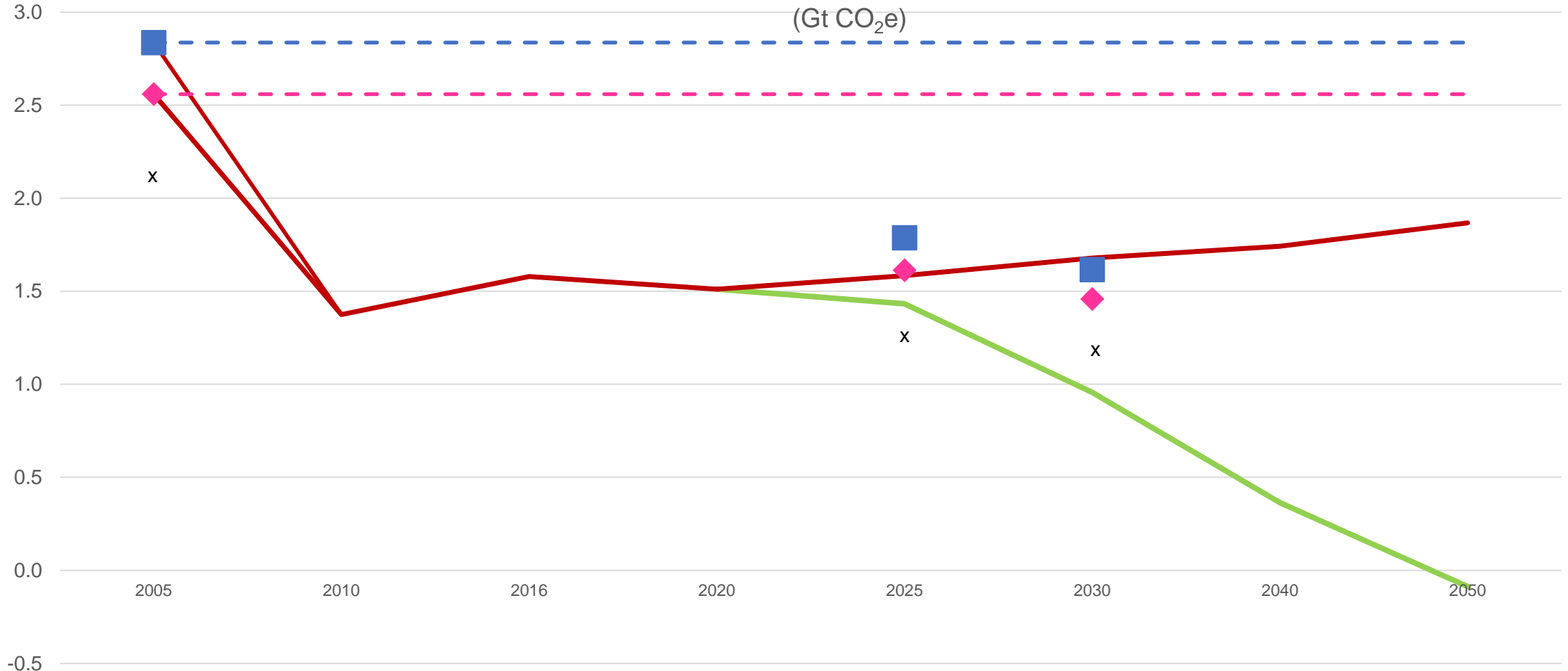
Emissões de GEE do Brasil, 2005 – 2030 (MtCO₂e)

Cenário de Referência e Cenários de Mitigação Adicional

Setor	2005	2010	2020	2025	2030	2020-2030
AFOLU REF	2100	796	950	991	1029	8%
AFOLU CMA				889	429	-55%
Resíduos totais REF	67	74	99	110	121	22%
Resíduos totais CMA				102	102	3%
Demais setores REF	395	464	462	482	529	15%
Demais setores CMA				441	428	-7%
Total Ref (emissões líquidas)	2562	1334	1511	1583	1679	11%
Total CMA (emissões líquidas)				1432	959	-37%

Res Sólidos REF	35	40	62	71	81
% do total	1,4%	3,0%	4,1%	4,5%	4,8%
Res Sólidos CMA				64	58
% do total				4,5%	6,0%

Comparação entre cenários
REF x CMA1
(Gt CO₂e)



- REF
- CMA1
- - III inventário (ano-base)
- - IV inventário (ano-base)
- III inventário (meta NDC)
- ◆ IV inventário (meta NDC)

Coordenação Geral do Projeto: Emilio Lèbre La Rovere (emilio@ppe.ufrj.br)

Coordenação da Modelagem Macroeconômica: William Wills

Coordenação da Modelagem Setorial: Carolina Burle Schmidt Dubeux

Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU): Michele K. Cotta Walter e Carolina B.S. Dubeux e Giovanna Napolini

Setor de Transporte: Márcio de Almeida D'Agosto, Daniel Neves Schmitz Gonçalves e George Vasconcelos Goes (Laboratório de Transporte de Carga –LTC/COPPE/UFRJ)

Setor Industrial: Otto Hebeda e Bruna Guimarães

Setores Residencial, Comercial e Agricultura (Demanda de Energia): Claudio Gesteira

Oferta de Energia: Sergio Henrique F. Cunha, Erika Carvalho Nogueira e Fernanda Westin

Setor de Resíduos: Saulo Machado Loureiro (modelagem), Isabela Cristina de Araújo Lima e Giovanna Cavalcanti de Carvalho

Modelagem macroeconômica: William Wills e Giovanna Napolini

Comunicação e Coodenação de Eventos: Ruth Carola Cruzado Mittrany

Apoio: Carmen Brandão Reis

Editoração: Elza Maria da Silveira Ramos