



PROJETO IES-BRASIL 2050 SÍNTESE

*Implicações Econômicas e Sociais de
Cenários de Emissão de Gases de Efeito
Estufa (GEE) no Brasil até 2050*



Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e
Mudanças Climáticas

Centro Clima/COPPE/UFRJ

REALIZAÇÃO:



APOIO:



EQUIPE DO PROJETO IES-BRASIL 2050

COORDENAÇÃO GERAL:

Emilio Lèbre La Rovere

COORDENAÇÃO TÉCNICA:

Carolina B.S. Dubeux e William Wills

MODELAGEM MACROECONÔMICA:

William Wills

ESTUDOS SETORIAIS

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

Setor Industrial: Otto Hebeda

Setor Energético: Amaro Olímpio Pereira Junior e Gabriel Castro

Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU): Michele Karina Cotta Walter, Carolina B.S. Dubeux e Isabella da Fonseca Zicarelli

Setor de Resíduos: Saulo Machado Loureiro e Tairini Pimenta

Avaliação microeconômica: Carolina Grottera

Co-benefícios: Daniel Oberling

Integração dos Modelos Energéticos de Demanda: Claudio Gesteira

APOIO: Carmen Brandão Reis

EDITORAÇÃO: Elza Maria da Silveira Ramos

REVISÃO DE TEXTO: Renata Camargo

DESIGN EDITORIAL: Bruna Veríssimo

APRESENTAÇÃO

O ICS e o WWF-Brasil solicitaram ao Centro Clima da COPPE/UFRJ, em 2017, a realização de um estudo sobre trajetórias de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil até 2050, compatíveis com a estabilização da temperatura global limitada a um aumento de 1,5°C acima do nível pré-Revolução Industrial.

O Projeto IES-Brasil 2050, coordenado pelo Centro Clima, usou um processo participativo para elaborar este cenário e avaliar suas implicações econômicas e sociais, através de um diálogo transparente e construtivo entre cerca de 70 membros de instituições de governo, setor produtivo, ONGs e comunidade científica atuantes na área de mudanças climáticas.

O resultado deste estudo vem fornecer insumos para a elaboração de uma estratégia brasileira de desenvolvimento de baixa emissão de GEE no longo prazo (2050), contribuindo para a sua definição, prevista para 2020 no âmbito da Convenção do Clima da ONU (UNFCCC).

01.

Implicações Econômicas e Sociais de uma trajetória brasileira de emissões de GEE compatível com um Cenário 1,5°C

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira é uma das mais ambiciosas dentre os países em desenvolvimento, visando uma redução de GEE de 37% em 2025 e de 43% em 2030 no nível absoluto de emissões em relação a 2005. O desenvolvimento de novos cenários de descarbonização no Brasil até meados do século é fundamental para conceber estratégias revisadas e mais ambiciosas que mantenham a trajetória das emissões de GEE do país em linha com o objetivo do acordo de Paris, mantendo o aquecimento global bem abaixo de 2°C, idealmente abaixo de 1,5°C. Este estudo realizou uma análise comparativa de dois cenários brasileiros de 2050: um Cenário de Referência (Cenário REF) com a plena implementação da NDC até 2030, mas sem aumento de ambição após essa data; e uma estratégia de desenvolvimento de baixa emissão, compatível com um cenário de emissões mundiais que limite o aquecimento global a no máximo 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais (Cenário 1,5°C).

Atualmente, o Brasil enfrenta uma das recessões mais graves da história. O PIB caiu 7,5% nos últimos três anos. Em 2017, o PIB brasileiro deverá aumentar apenas cerca de 0,5%, perto da estagnação e, no final de fevereiro de 2017, a taxa de desemprego tinha atingido 12,6%, o que representa cerca de 12,9 milhões de trabalhadores sem trabalho. É necessário um grande rearranjo da economia para retomar o crescimento econômico sustentado, o que só é projetado a partir de 2020. Com esta nova tendência em mente, reduzimos as projeções pré-crise de alto crescimento econômico feitas pelo governo e usadas para projetar a NDC brasileira. No Cenário de Referência (REF), a nova taxa de crescimento anual média assumida para o período 2015-2050 é agora de 2,8% ao ano, apenas ligeiramente superior à média dos últimos 35 anos.

O Cenário REF assume a continuidade da execução da política nacional de mitigação das mudanças climáticas, com medidas capazes de alcançar os objetivos voluntários de redução das emissões de GEE em 2020, assumidos na COP15, em Copenhague, Dinamarca, e os compromissos assumidos para 2025 e 2030 na NDC brasileira, apresentada antes da Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP 15), em 2015. Assim, não se trata de uma trajetória do tipo “business as usual”, mas de um cenário com uma política governamental de mitigação capaz de superar as dificuldades e atingir a meta de emissões de GEE para a economia brasileira como um todo até 2030. No período 2030-2050, assume-se nesse cenário a continuidade das medidas governamentais implantadas, mas sem sua intensificação, ou seja, sem que sucessivas NDCs elevem o nível de ambição do país em seus esforços de mitigação.

De acordo com o *Emissions Gap Report* (EGR), publicado pelo PNUMA (UNEP), para se ter 50% de probabilidade de atingir a meta de limitar o aquecimento global a 1,5°C, as emissões globais de GEE deverão ser inferiores a 8 GtCO₂e em 2050, em um mundo com quase 10 bilhões de habitantes limitando suas emissões médias de GEE a 0,82 toneladas de CO₂e per capita. Segundo o IBGE, a população brasileira atingirá 226 milhões de habitantes em 2050, e se usarmos o critério de uma emissão per capita igual para todos, em um hipotético cenário brasileiro de 1,5°C as emissões de GEE brasileiras deveriam ser limitadas a 186 MtCO₂e em 2050 e suas emissões acumuladas de GEE 2010-2050 consistentes com a trajetória de emissão de GEE de 1,5 °C, inferida a partir do EGR. Na Figura 1, as trajetórias compatíveis com os objetivos de 1,5 °C e de 2 °C, estimadas a partir do EGR são apresentadas (linhas pontilhadas), juntamente com o Cenário de Referência e com o Cenário 1,5 °C desenvolvidos para o Brasil (linhas sólidas).

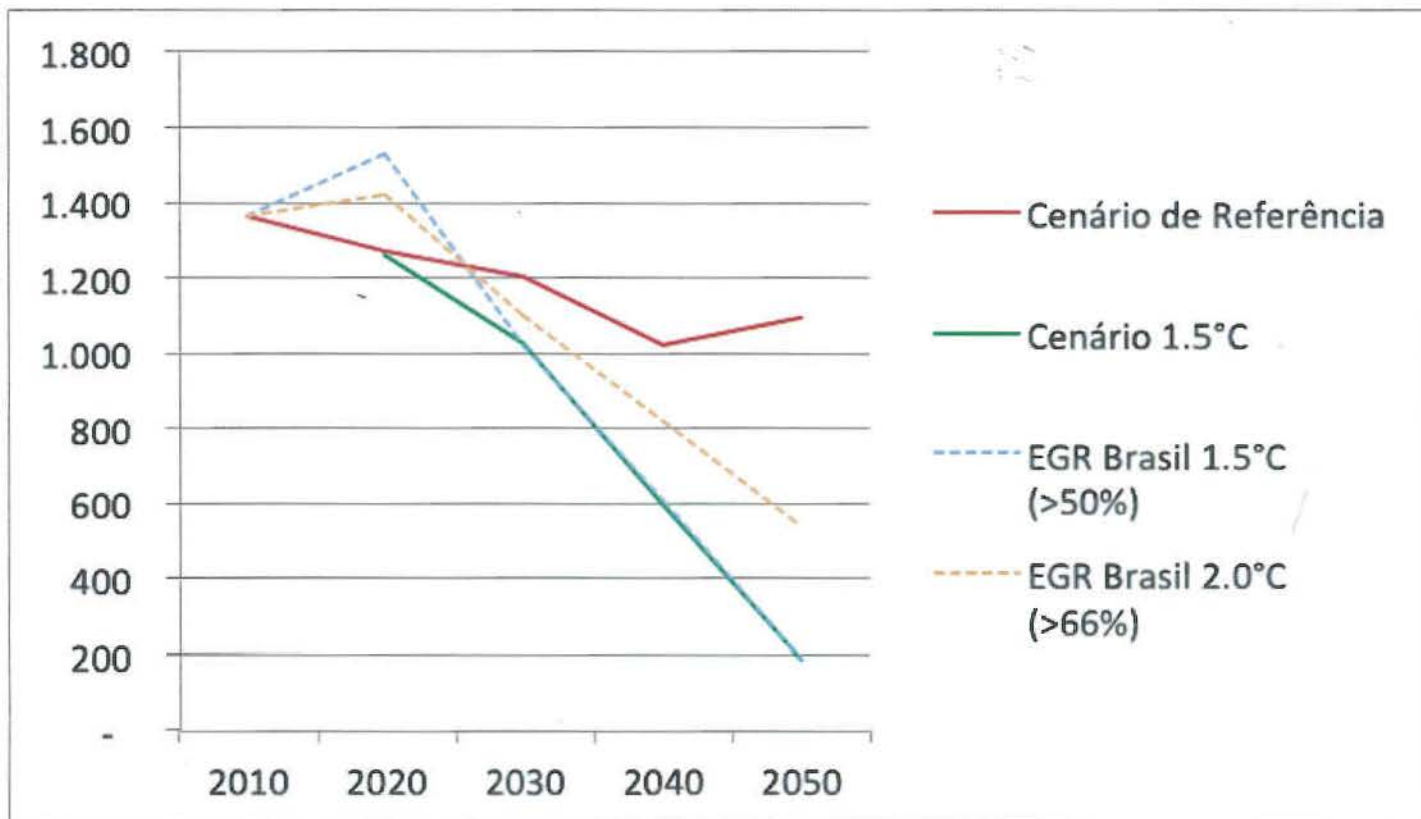


Figura 1:
Trajetórias de Emissões em Mt CO₂e segundo o EGR, e para o exercício IES Brasil 2050

O Cenário 1,5°C mantém o mesmo pressuposto inicial de crescimento do PIB que no REF. E para conseguir uma descarbonização suficientemente profunda, consideramos extensas medidas adicionais de mitigação (proteção das florestas, agricultura e pecuária de baixo carbono, produção e uso de biomassa de alta eficiência, geração de eletricidade de fontes renováveis, veículos elétricos, e mudanças modais para ferrovias e vias navegáveis no setor

de transporte), juntamente com a introdução, a partir de 2021, de uma taxa de carbono de 100 US\$/ t CO₂e, incidente sobre a queima de combustíveis fósseis.

A Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados dos dois cenários, comparando o crescimento do PIB, PIB per capita, investimentos, balança comercial, postos de trabalho, entre outros indicadores macroeconômicos.

	Cenário	2005	2015	2030	2050
População (Milhões)		185	204	223	226
PIB (Trilhões de R\$2015)	REF	4,52	5,60	8,99	14,71
	1,5°C			8,88	14,56
				(-1,2%)	(-1,0%)
Crescimento anual do PIB desde 2005 (% a.a.)	REF	-	2,14	2,79	2,66
	1,5°C			2,74	2,64
Taxa de Investimento (% do PIB)	REF	15,5%	16,4%	17,6%	18,6%
	1,5°C			18,7%	20,4%
Investimentos Totais (Trilhões de R\$2015)	REF	0,70	0,92	1,58	2,74
	1,5°C			1,66	2,97
Postos de Trabalho (milhões)	REF	91,2	99,8	115,7	111,3
	1,5°C			115,3	110,7
Taxa de Desemprego (%)	REF	9,9%	8,5%	9,1%	7,5%
	1,5°C			9,5%	7,9%
PIB per Capita (mil R\$2015)	REF	24,4	27,4	40,3	65,1
	1,5°C			39,8	64,4
Saldo da Balança Comercial (Bilhões de R\$2015)	REF	166	242	435	811
	1,5°C			110	379
Saldo da Balança Comercial (% PIB)	REF	3,7%	4,3%	4,8%	5,5%
	1,5°C			1,2%	2,6%
Exposição ao Comércio Exterior (X+M)/PIB	REF	0,272	0,285	0,292	0,338
	1,5°C			0,244	0,303
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\$/tCO ₂ e)	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 CO ₂ e)	REF	2838	1701	1200	1088
	1,5°C			1027	187
Emissões per capita (tCO ₂ e/capita)	REF	15,3	8,3	5,4	4,8
	1,5°C			4,6	0,8
Emissões por PIB (tCO ₂ e/milhões de US\$ de 2015)	REF	460	304	133	74
	1,5°C			116	13

Tabela 1:

Principais indicadores Macroeconômicos

Nos dois cenários, em 2030, o PIB per capita brasileiro chegaria ao nível atual de países de maior renda média da América Latina e Europa Oriental, como Argentina, Hungria e Polônia e, até 2050, alcançaria os níveis atuais de Portugal e da República Tcheca.

O PIB total foi ligeiramente reduzido em 2030 (-1.2%, de R\$ 8,99 para R\$ 8,88 trilhões de reais de 2015), e em 2050 (-1,0%, de 14,71 para 14,56 trilhões de reais de 2015) no Cenário 1,5 °C em comparação com o Cenário de Referência. Mas a queda na taxa média anual de crescimento do PIB seria apenas de 2,79 para 2,74% a.a. em 2021-2030 e de 2,66 para 2,64% a.a. em 2031-2050.

Os investimentos totais aumentam no Cenário 1,5°C em relação ao Cenário REF, exigindo que a taxa de investimento como proporção do PIB cresça de 17,6% para 18,7% em 2021-2030 e de 18,6% para 20,4% em 2031-2050. Os investimentos adicionais em mitigação acumulados no período seriam de 113 bilhões de reais de 2015 em 2021-2030 e de mais de 2 trilhões de reais de 2015 em 2031-2050.

Devido à elevada taxa de carbono, o aumento do índice geral de preços em relação a 2015 é bem maior no Cenário 1,5°C, de 46,9% em 2030 e de 42% em 2050, do que no Cenário REF, de 8,8% em 2030 e 15,1% em 2050. Em paralelo, o saldo da balança comercial seria reduzido, passando no Cenário 1,5°C para 1,2% em 2030 e 2,6% em 2050, contra 4,8% em 2030 e 5,5% em 2050 no Cenário REF.

No cenário de Referência, apesar do crescimento significativo do PIB e do PIB per capita, em 2030 as emissões totais seriam 42% das de 2005 e as emissões per capita pouco mais que um terço das de 2005, ilustrando que o Cenário de Referência não é um cenário do tipo "business as usual", e que as metas da NDC brasileira até 2030 são ambiciosas. No entanto, se políticas de mitigação adicional não forem implementadas, a partir

de 2030 as emissões totais de gases de efeito estufa cairiam muito pouco, chegando a 1,09 bilhões de toneladas de CO₂e em 2050. No Cenário 1,5°C, são necessárias medidas adicionais de mitigação para reduzir as emissões de GEE brasileiras, atingindo em 2050 um nível 83% menor do que no REF (0,187 contra 1,088 GtCO₂e). Esse cenário pode ser considerado compatível com um aumento de temperatura global de 1,5°C, pois as emissões são menores do que na trajetória EGR Brasil de 1,5°C apresentada na Figura 1.

A política de utilização de receitas da taxa de carbono para diminuir os encargos sociais e trabalhistas, sem aumento da carga total de impostos, permitiria promover a criação de novos empregos, ajudando a manter o mercado de trabalho aquecido. Assim, a taxa de desemprego aumentaria muito pouco no Cenário 1,5°C em relação ao Cenário REF, atingindo 9,5% contra 9,1% em 2030 e 7,9% contra 7,5% em 2050. Ou seja, no Cenário 1,5°C a taxa de desemprego em 2030 seria inferior à registrada em 2005 e a de 2050, inferior à de 2015.



A Tabela 2, a seguir, apresenta a evolução da renda real, por classe de renda, para ambos os cenários.

Renda Anual Média per Capita	Cenário	2005	2015	2030	2030 (%)	2050	2050 (%)
Classe 1 (10% mais pobres)	REF	2,0	2,4	3,8		12,8	
	1,5°C			3,8	-2,1%	12,7	-0,8%
Classe 2 (20% seguintes)	REF	5,0	5,8	8,7		15,0	-0,8%
	1,5°C			8,6	-2,0%	14,9	
Classe 3 (20% seguintes)	REF	8,3	10,1	14,0		24,4	-0,8%
	1,5°C			13,7	-2,0%	24,2	
Classe 4 (20% seguintes)	REF	11,6	15,5	23,2		40,2	-0,8%
	1,5°C			22,7	-2,0%	39,9	
Classe 5 (20% seguintes)	REF	26,0	32,2	44,4		67,3	-0,8%
	1,5°C			43,6	-1,9%	66,8	
Classe 6 (10% mais ricos)	REF	106,5	122,5	165,9		264,8	-0,7%
	1,5°C			163,4	-1,5%	262,8	

Tabela 2:

Renda anual média per capita, por classe de renda (mil R\$ de 2015)

O rendimento das famílias diminuiu apenas marginalmente no Cenário 1,5°C, se comparado ao REF. Entretanto, o crescimento absoluto da renda entre 2015 e 2050 foi muito significativo e a segurança energética e alimentar do ponto de vista dos consumidores das classes mais pobres foi preservada. As transferências de renda do Governo também ajudariam a garantir um impacto mínimo sobre a renda da Classe 1, a mais pobre. Os ganhos de desenvolvimento social também seriam garantidos e as políticas públicas visando uma redução lenta das desigualdades estabelecidas no cenário REF não seriam prejudicadas pelo ambicioso nível de mitigação alcançado.

Em síntese, o estudo permite duas conclusões principais:

a) Um cenário de implantação plena da NDC brasileira através 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.

b) 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.

O potencial de recursos naturais renováveis faz com que os benefícios e oportunidades da transição para uma economia de baixo carbono sejam particularmente importantes no caso do Brasil, que detém posição privilegiada de competitividade em relação aos demais países, no cenário de um esforço mundial para alcançar os objetivos de longo prazo do Acordo de Paris.

O Cenário 1,5°C aqui desenhado é apenas um dentre vários outros a serem explorados. O progresso técnico das opções de mitigação, a evolução dos comportamentos e as mudanças estruturais nos padrões de consumo abrem possibilidades ainda mais amplas de uma estratégia de desenvolvimento de baixa emissão de GEE a serem exploradas.

02.

Custos de Abatimento das Opções de Mitigação

A seguir são apresentadas as curvas de custo marginal de abatimento (CMA) para as principais opções de mitigação contempladas no estudo. A CMA associa o custo de implementação de cada medida (eixo vertical) a seu potencial de abatimento de emissões total (eixo horizontal), permitindo comparar a atratividade de cada opção.

Considera-se que os esforços de mitigação têm início em 2021 e a curva de custo marginal de abatimento é calculada para dois períodos distintos: de 2021 a 2030, ano final da NDC brasileira, e de 2031 a 2050, o fim do

horizonte de análise do estudo. Os valores são apresentados em dólares americanos de 2015.

As curvas são apresentadas em valores presentes (VP), isto é, os valores do fluxo de caixa correspondentes a cada ano são descontados ao primeiro ano do período (2021 ou 2031, a depender do período analisado), utilizando-se a taxa de desconto selecionada (8% a.a.). A apresentação em valores presentes é relevante, pois permite comparar investimentos em mitigação realizados em diferentes anos pertencentes ao mesmo período (ex: 2022 e 2029)¹.



1 - Não foram incluídos os custos marginais de abatimento da expansão do transporte ferroviário de passageiros (metrô e VLT), por se tratarem de valores muito altos, que prejudicariam a visualização da Figura. Pelo mesmo motivo, os custos referentes à expansão de veículos leves elétricos foram excluídos, por se tratarem de valores muito baixos.

CMA - Valor Presente de 2021 a taxa de desconto de 8% a.a. (US\$/tCO₂e) - 2021-2030

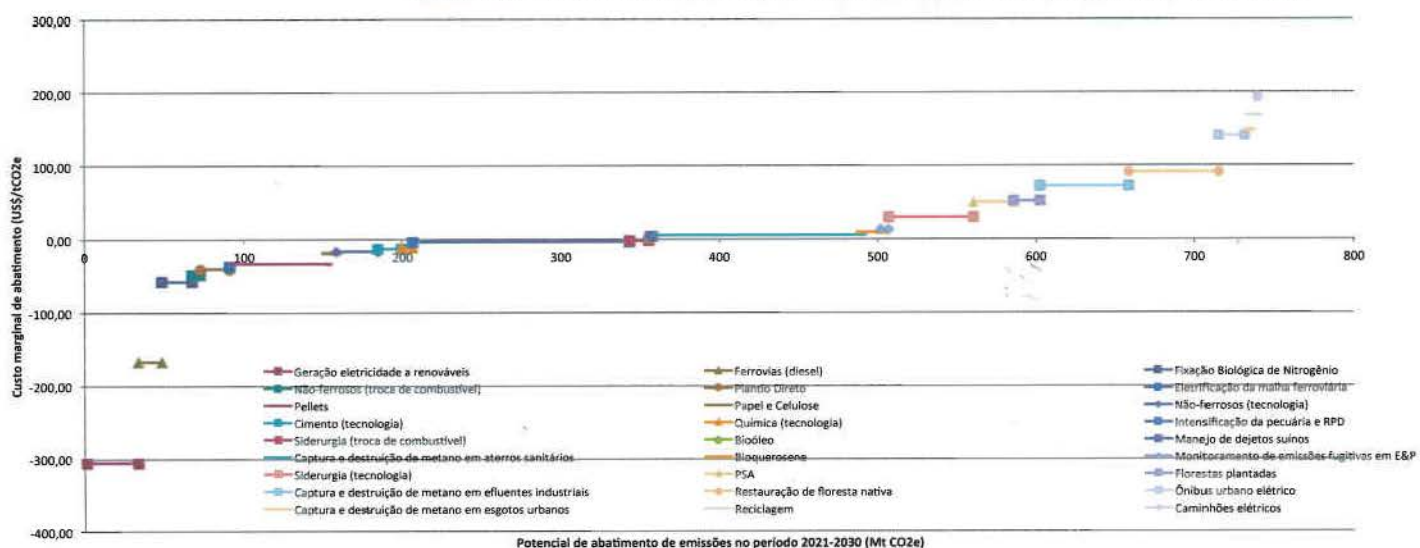


Figura 2:

Curva de custo marginal de abatimento – Cenário 1,5°C – período 2021-2030 (US\$ de 2015/tCO₂e, com fluxo de caixa descontado em 8% a.a., trazido para valor presente no ano de 2021)

CMA - Valor Presente de 2031 a taxa de desconto de 8% a.a. (US\$/tCO₂e) - 2031-2050

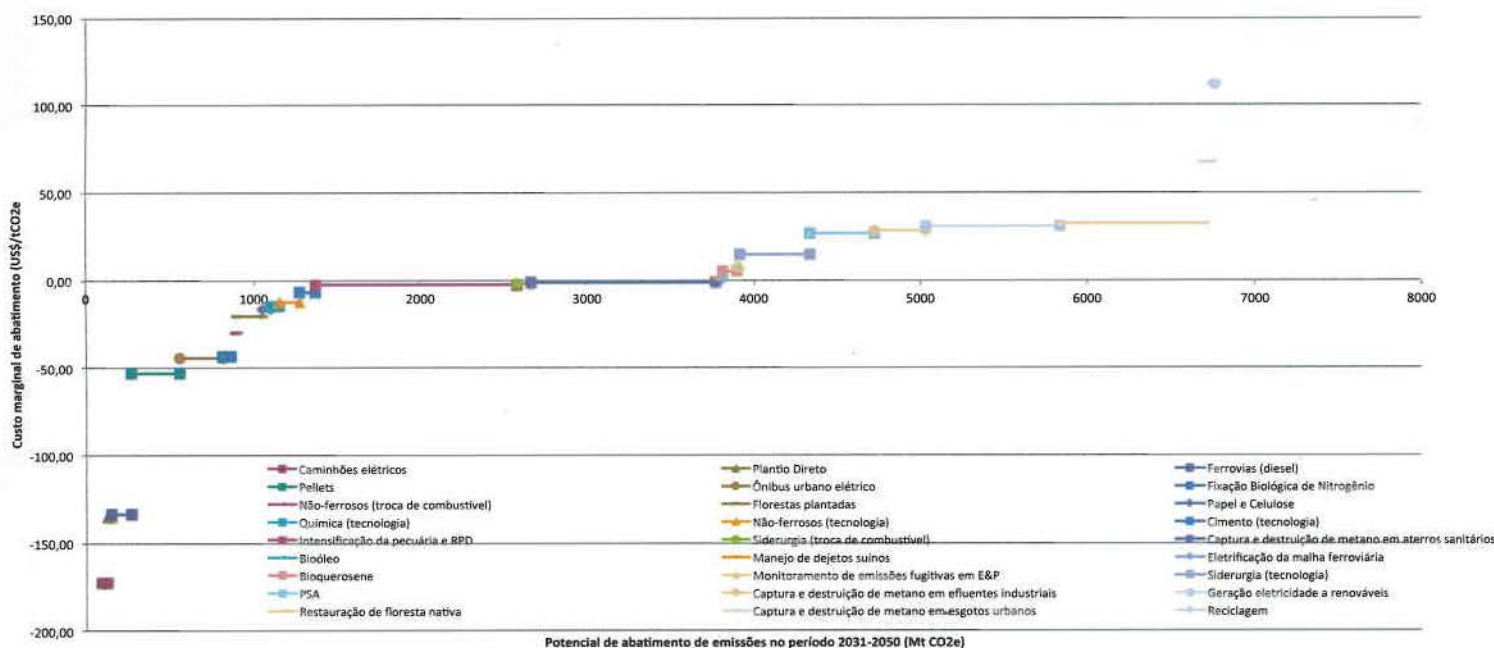


Figura 3:

Curva de custo marginal de abatimento – Cenário 1,5°C – período 2031-2050 (US\$ de 2015/tCO₂e, com fluxo de caixa descontado em 8% a.a., trazido para valor presente no ano de 2031)

03.

Evolução das Emissões nos Cenários e Potencial de Mitigação

As emissões do Cenário de Referência e do Cenário 1,5°C estão consolidadas na Tabela 3 a seguir e representadas nas Figuras 3 e 4. Observa-se que no Cenário de Referência, as emissões seriam reduzidas em 20% e que no Cenário 1,5°C seriam reduzidas em 86%, em 2050, relativamente a 2010. Comparando-se os dois cenários, o Cenário

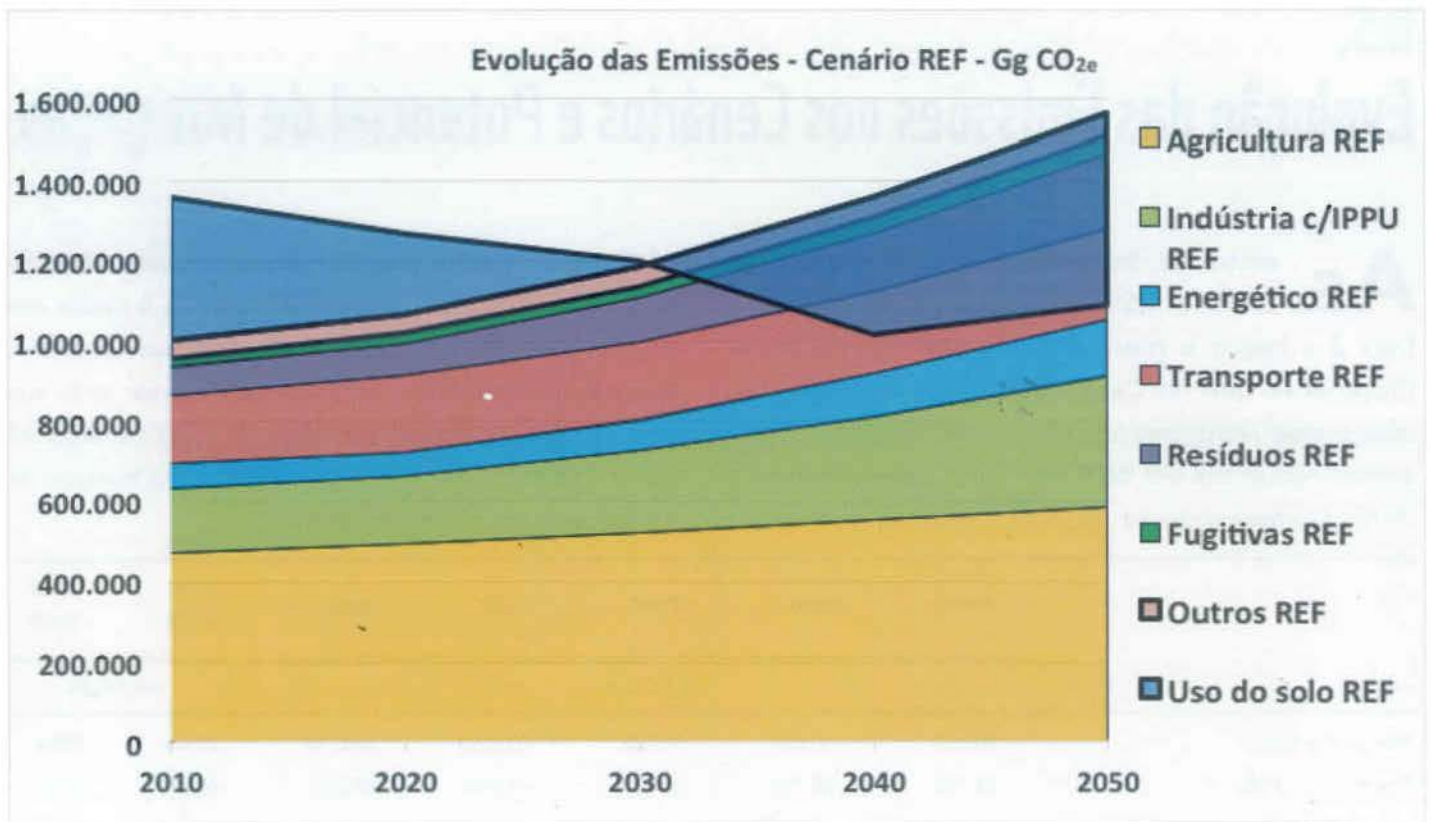
1,5°C emitiria 83% menos que o Cenário de Referência em 2050. Em ambos os cenários a maior mitigação adviria do setor de uso do solo, sendo que no Cenário de Referência nenhum outro setor teria suas emissões reduzidas e no Cenário 1,5°C a segunda maior mitigação seria obtida no setor de transportes e a terceira no setor energético.

	2010	2020	2030	2040	2050	2010 2030	2010 2050
	Gg CO ₂ e					variação	
Energético REF	61.153	60.413	76.333	105.241	139.216	25%	128%
Energético 1,5 °C	61.153	59.779	67.922	61.048	47.032	11%	-23%
Transporte REF	170.517	192.389	194.729	205.962	227.745	14%	34%
Transporte 1,5 °C	170.517	192.389	166.995	132.357	106.205	-2%	-38%
Indústria (Energia e Processos) REF	161.614	167.544	206.345	260.040	326.792	28%	102%
Indústria (Energia e Processos) 1,5 °C	161.614	159.920	174.550	190.918	212.671	8%	32%
Resíduos REF	71.045	79.736	108.580	144.107	184.362	53%	160%
Resíduos 1,5 °C	71.045	79.736	76.434	77.863	65.346	8%	-8%
Uso do solo REF	355.006	199.845	12.205	- 342.724	- 474.957	- 97%	- 234%
Uso do solo 1,5 °C	355.006	199.872	- 36.922	- 466.683	- 829.488	- 110%	- 334%
Agricultura REF	472.741	495.613	521.459	553.345	585.272	10%	24%
Agricultura 1,5 °C	472.741	495.534	500.475	520.242	500.381	6%	6%
Fugitivas REF	20.384	25.468	29.284	39.189	45.446	44%	123%
Fugitivas 1,5 °C	20.384	25.457	27.908	32.904	33.870	37%	66%
Outros REF	47.181	46.913	50.777	53.527	54.324	8%	15%
Outros 1,5 °C	47.181	46.913	49.337	50.702	50.829	5%	8%
Total REF	1.359.641	1.267.922	1.199.711	1.018.687	1.088.199	-12%	-20%
Total 1,5 °C	1.359.641	1.259.599	1.026.699	599.350	186.846	-24%	-86%

Nota: "Outros" inclui emissões dos setores residencial, comercial, serviços e agricultura (energia).

Tabela 3:

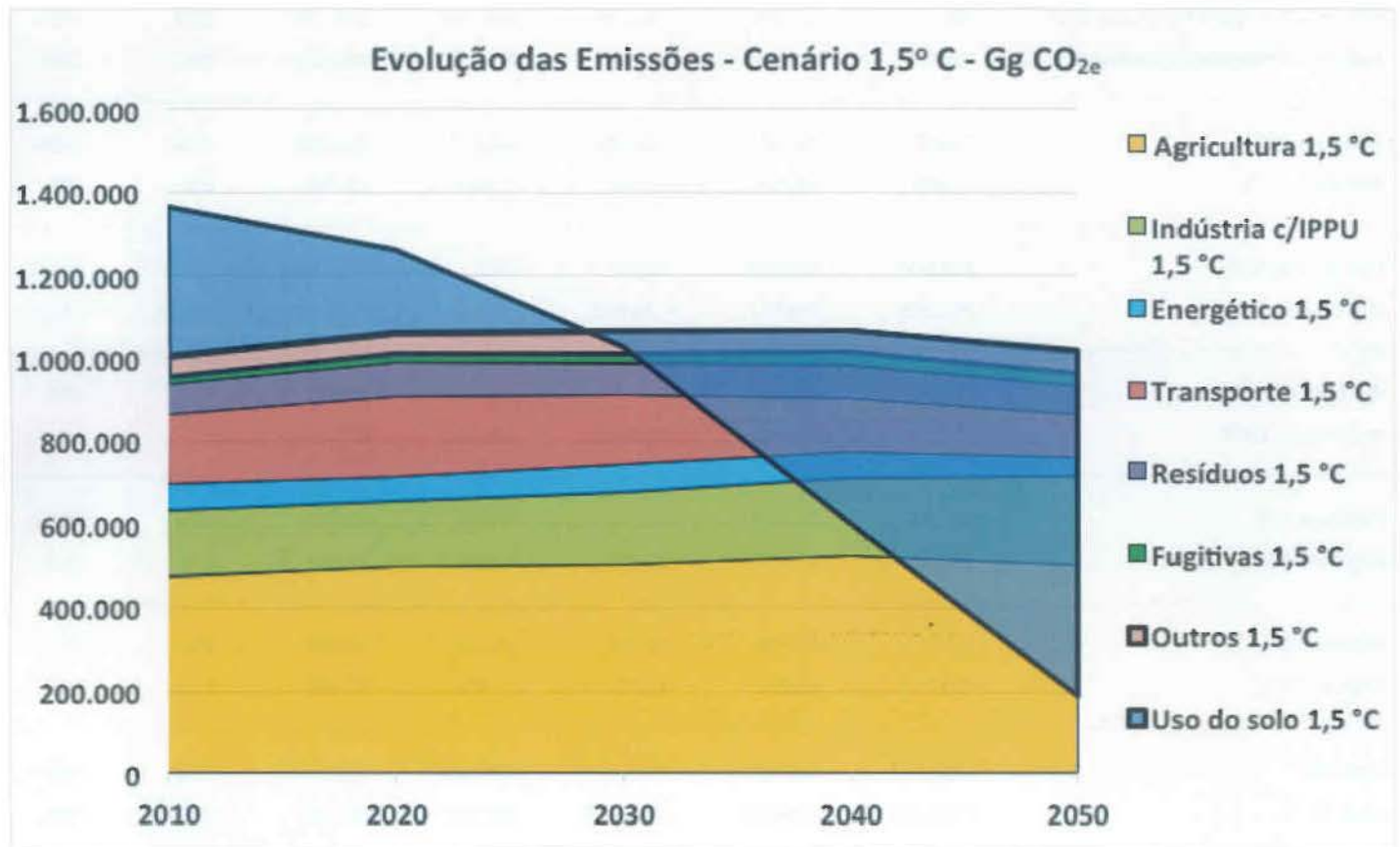
Evolução setorial das emissões nos cenários e potencial de mitigação



Nota: "Outros" inclui emissões dos setores residencial, comercial, serviços e agricultura (energia).

Figura 4:

Consolidação das emissões do cenário de Referência - 2010 -2050 (Gg CO_{2e})

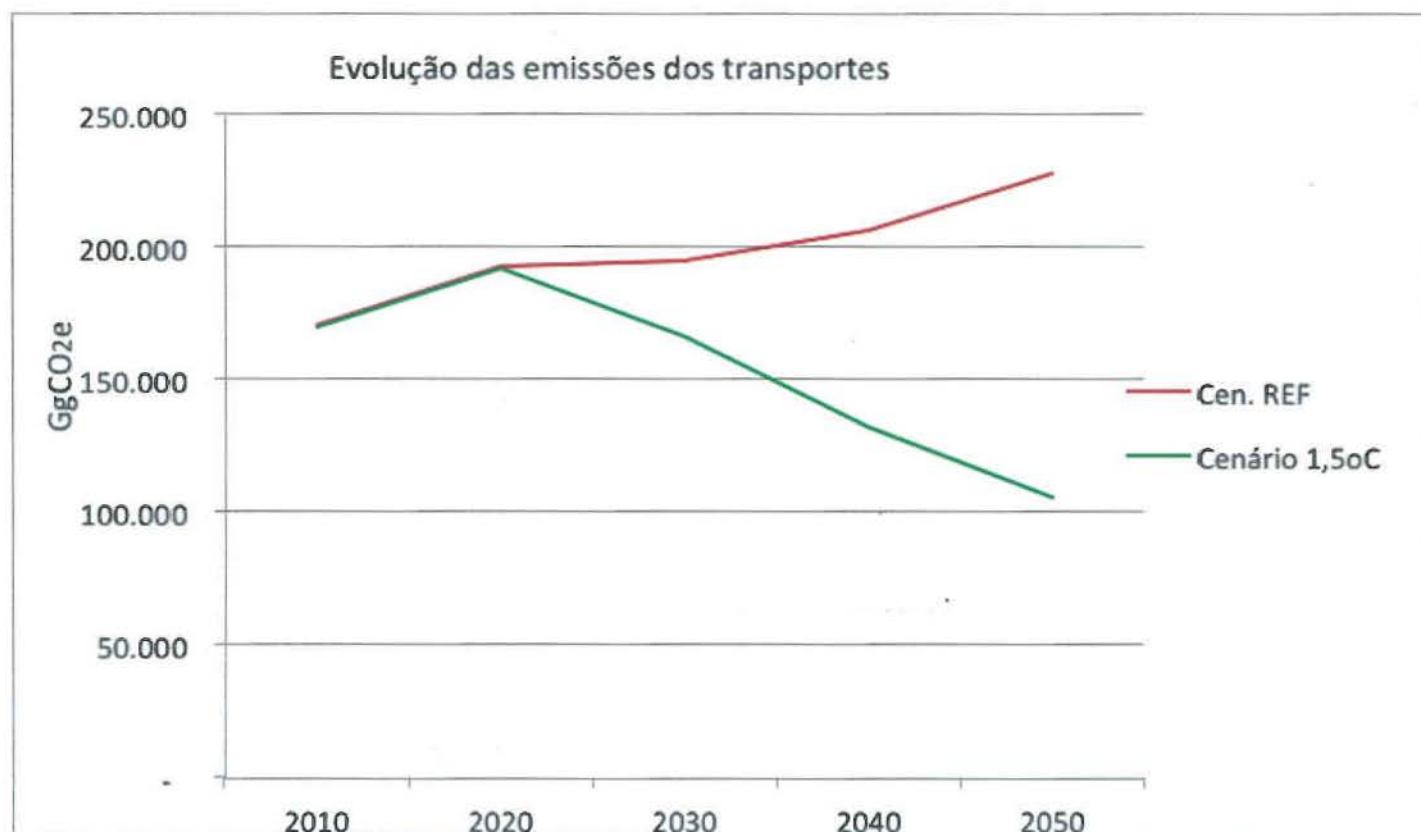
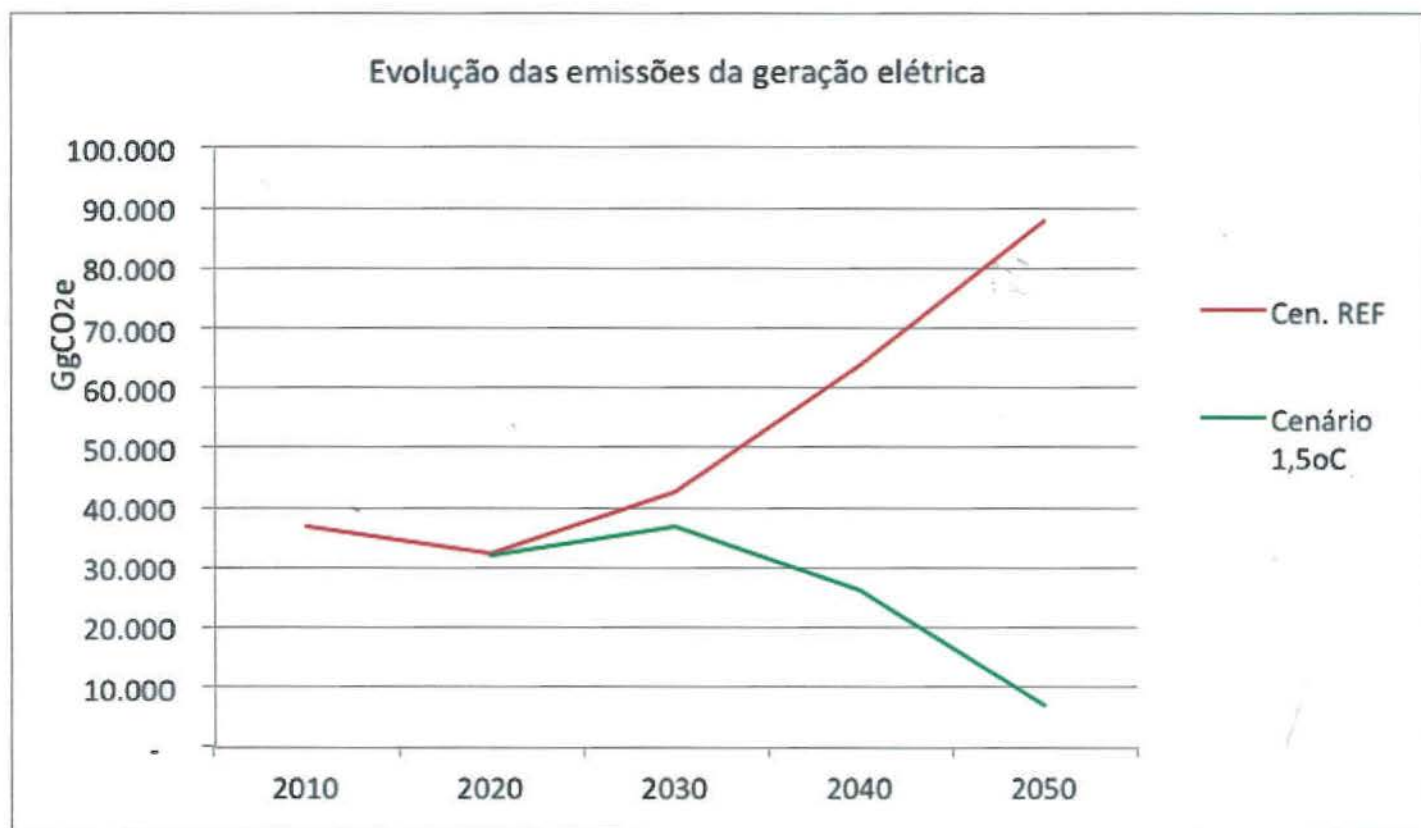


Nota: "Outros" inclui emissões dos setores residencial, comercial, serviços e agricultura (energia).

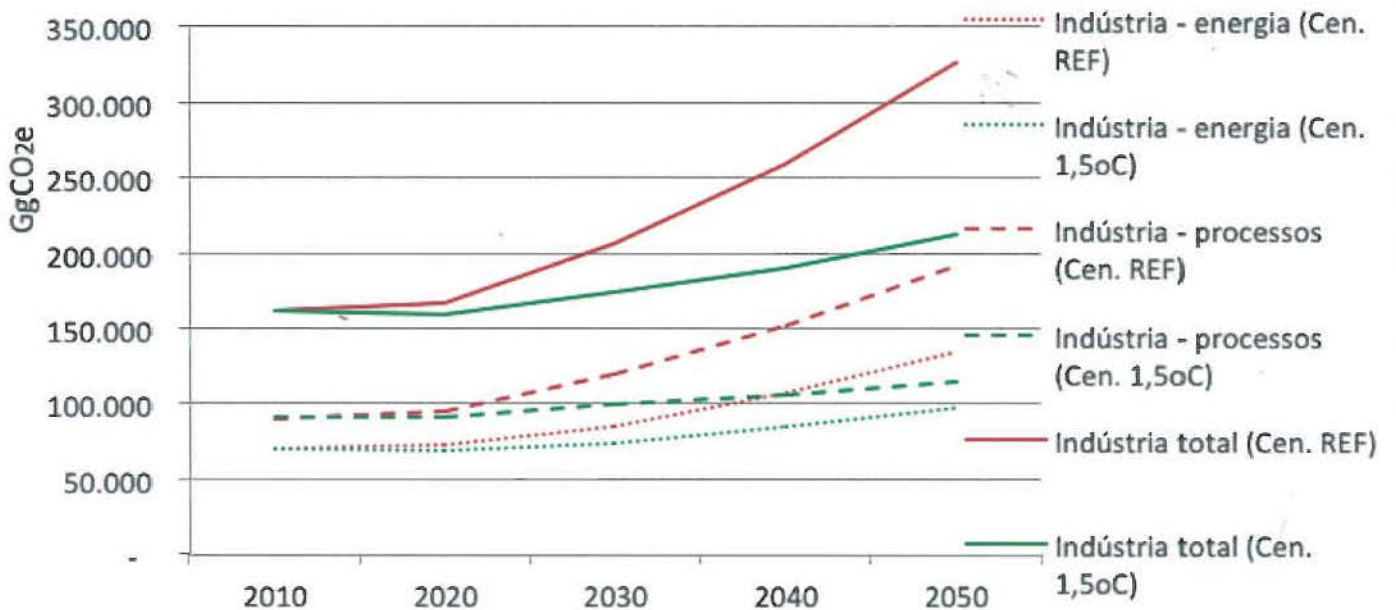
Figura 5:

Consolidação das emissões do cenário 1,5oC - 2010 -2050 (Gg CO_{2e})

Gráficos das Emissões de GEE por Setor, 2010-2050



Evolução das emissões da indústria



Evolução das emissões de uso da terra

