

# MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Volume 3 - Primeiro relatório de avaliação nacional



**pbmc**

painel brasileiro de mudanças climáticas



# Mitigação das mudanças climáticas

## Volume 3 - Primeiro relatório de avaliação nacional



Carlos Afonso Nobre  
Presidente do Conselho Diretor

Suzana Kahn Ribeiro  
Presidente do Comitê Científico

Andrea Souza Santos  
Secretária-Executiva

Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni  
Vivien Green Short Baptista  
Assessoras Técnicas do Grupo de Trabalho 3

Daniela de Oliveira  
Leandra Fatorelli  
Unidade de Apoio Técnico do Grupo de Trabalho 3

Papier Brasil  
Revisão ortográfica

Duoeme Brasil  
Projeto gráfico

#### Ficha Técnica

PBMC, 2014: Mitigação das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Bustamante, M. M. C., Rovere E.L.L, (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 463 pp.

ISBN: 978-85-285-0207-7

## INDICE GERAL

<b>CAPÍTULO 1</b>	
INTRODUÇÃO	7
<b>CAPÍTULO 2</b>	
TEMAS ESTRUTURANTES	27
<b>CAPÍTULO 3</b>	
CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	89
<b>CAPÍTULO 4</b>	
AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS, INSTITUIÇÕES E RECURSOS FINANCEIROS	394





# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

**Autores Coordenadores:** Emilio Lèbre La Rovere (UFRJ) Mercedes Bustamante (UnB)  
**Autores Principais:** Emilio Lèbre La Rovere (UFRJ)

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1 A NECESSIDADE DE MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM NÍVEL GLOBAL</b>	<b>9</b>
<b>1.2 A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL ATÉ 2020</b>	<b>12</b>
<b>1.3 PERSPECTIVAS PARA A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA A LONGO PRAZO</b>	<b>16</b>
<b>1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>21</b>
<b>1.5 APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>25</b>



## INTRODUÇÃO

Nesta introdução são primeiramente destacadas:

- i) a evolução recente das emissões mundiais e as necessidades de mitigação em nível global;
- ii) a recente evolução das emissões brasileiras e os objetivos voluntários de mitigação estabelecidos na Política Nacional de Mudanças Climáticas;
- iii) as perspectivas da mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) a longo prazo, ressaltando-se o fosso entre os objetivos de limitação de emissões já aprovados pelos principais países emissores e a trajetória compatível com a estabilização da temperatura 2 graus acima do nível pré-Revolução Industrial, e a posição do Brasil frente às negociações da Plataforma de Ação de Durban.

Em seguida, apresenta-se a estrutura e o conteúdo dos capítulos que compõem este relatório.

### 1.1 A NECESSIDADE DE MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM NÍVEL GLOBAL

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês), constituído por mais de mil cientistas, publica periodicamente o estado do conhecimento sobre este tema, incorporando os recentes avanços das pesquisas, com base na revisão dos trabalhos publicados na literatura especializada. Esses relatórios forneceram elementos importantes para a implementação da Convenção do Clima, principalmente através do Tratado de Quioto. Em 2007, o IPCC publicou seu quarto Relatório de Avaliação (AR4), que subsidia o processo de negociação pelos governos de novas medidas nesse campo, dando continuidade às metas do Tratado de Quioto após 2012. Esta seção sumariza os principais pontos da contribuição do grupo de trabalho III, sobre a Mitigação das Mudanças Climáticas, para este quarto relatório de avaliação do IPCC (IPCC, 2007). Um novo relatório, o quinto Relatório de Avaliação (AR5) está previsto para ser lançado em 2014.

As emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE), entre 1970 e 2004, cresceram 70%, sendo 24% desde 1990. As liberações de CO<sub>2</sub> – que configuraram 77% do total das liberações em 2004 - aumentaram 80% naquele período (28% desde 1990). A explicação está no fato de que a redução da intensidade do uso de energia pela economia internacional (-33%) não contrabalançou o crescimento do PIB (77%) e da população (69%), o que gerou um incremento de 145% das emissões resultantes do uso de combustíveis fósseis.

Os países industrializados, que concentram 20% da população mundial, responderam por 57% do PIB e emitiram 46% do total de GEE em 2004. No caso de não serem implantadas políticas adicionais para restringir as emissões, calcula-se uma expansão das emissões globais de GEE de 25% a 90% em 2030. Nessa hipótese, as liberações de CO<sub>2</sub> pela queima de combustíveis fósseis cresceriam de 45% a 110% até lá. A maior parte desse aumento entra na conta das nações em desenvolvimento. Entretanto, suas emissões médias de CO<sub>2</sub> per capita seguiriam bem inferiores que as dos países industrializados (de 2,8t a 5,1t CO<sub>2</sub> per capita contra 9,6t a 15,1 t CO<sub>2</sub> per capita). Se as emissões de gases continuarem aumentando de acordo com as tendências atuais, estima-se que a temperatura da superfície do planeta cresça de 2°C a 4,5°C no final deste século. Este intervalo de variação se explica por diferentes tipos de incertezas sobre a evolução futura de variáveis de natureza distinta, tais como:

- os fatores determinantes das emissões globais de GEE no longo prazo: trajetórias de crescimento demográfico e econômico, da demanda de energia e do peso dos combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) na estrutura da oferta mundial de energia;
- as concentrações de GEE na atmosfera correspondentes às diversas trajetórias possíveis de emissões, em função do comportamento de fatores como a absorção de CO<sub>2</sub> pelos

- oceanos;
- as variações de temperatura do planeta correspondentes aos diversos níveis de concentração de GEE a serem atingidos no futuro, resultam do comportamento de outros fenômenos naturais e de outras ações antropogênicas que também influenciam as trocas de calor entre a superfície terrestre e a atmosfera.

O objetivo principal da Convenção do Clima<sup>1</sup> é estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em um nível seguro, que não comprometa a segurança alimentar e permita a adaptação natural dos ecossistemas, dentro de um modelo de desenvolvimento sustentável. É ainda imprecisa a extensão dos impactos das mudanças climáticas em âmbito regional, o que torna difícil definir qual seria exatamente o índice seguro de concentração de GEE. Mas os estudos mostram que os impactos das mudanças climáticas crescem fortemente a partir de um aumento de temperatura de 2°C a 3°C. Com base neles, na Conferência das Partes de Copenhague (COP15) foi definido um limite aceitável de no máximo 2°C, como objetivo da Convenção do Clima.

A concentração de GEE na atmosfera correspondente a esse objetivo depende da resposta da biosfera às emissões antropogênicas de GEE (a absorção de carbono pelos oceanos) e, principalmente, da chamada sensibilidade do clima, que está associada à quantidade de nuvens. Usando a melhor estimativa atual dessa sensibilidade, a Tabela 1.1 sintetiza as estimativas revisadas no capítulo 3 da contribuição do GT3 ao quarto relatório do IPCC, apresentando os níveis de estabilização das concentrações de GEE na atmosfera correspondentes a diferentes faixas de aumento da temperatura média global.

**Tabela 1.1** Mitigação das Mudanças Climáticas Globais no Longo Prazo.

CENÁRIOS DE ESTABILIZAÇÃO	MAIS AMBICIOSOS	INTERMEDIÁRIOS	MENOS AMBICIOSOS
Aumento da Temperatura *	2 – 2,4 °C	2,8 – 3,2 °C	3,2 – 4,0 °C
Concentração de GEE (em ppm CO <sub>2</sub> -eq **)	445 – 490	535 – 590	590 – 710
Concentração de CO <sub>2</sub> (ppm)	350 – 400	440 – 485	485 – 570
Ano de Pico das Emissões de CO <sub>2</sub>	2000 – 2015	2010 – 2030	2020 – 2060
Emissões Globais de CO <sub>2</sub> em 2050 (% do valor no ano 2000)	-85 % a -50%	-30% a +5%	+10% a +60%
Custos de Mitigação em 2050 (% do PIB mundial)	< 5,5% ****	-0,0 a 4% ****	-1% a 2% ****
Redução da Taxa Média de Crescimento da Economia Mundial 2000-2050	< 0,12% a.a. ***	< - 0,1% a.a.***	< -0,05 % a.a.***

**OBS.:**ppm = partes por milhão (em volume)

\* em relação ao nível médio de temperatura da superfície do planeta anterior à Revolução

<sup>1</sup>Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Sob o princípio da precaução, os países signatários comprometeram-se a elaborar uma estratégia global “para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras”. Não obstante, ela enfatiza que as responsabilidades das partes signatárias, embora comuns, devem ser diferenciadas, observando-se as necessidades específicas dos países em desenvolvimento e as dos países mais vulneráveis. Convém destacar que o Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção, que somente começou a vigorar em 29 de maio de 1994, 90 dias depois de ter sido aprovada e ratificada pelo Congresso Nacional. A Convenção estabeleceu como seu objetivo principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Para tanto, foram definidos compromissos e obrigações para todos os países (denominados Partes da Convenção), e, levando em consideração o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, foram determinados compromissos específicos para os países desenvolvidos (Brasil, 2013).

Industrial (desde então já ocorreu até hoje um aumento de 0,7 °C)

\*\* cálculo efetuado com base no potencial de aquecimento global (GWP), coeficiente que fornece a contribuição para o aquecimento de cada GEE em relação ao CO<sub>2</sub>; entretanto esses coeficientes estão em fase de revisão pelo IPCC

\*\*\* relativos aos níveis de estabilização entre 445 e 535 ppm CO<sub>2</sub>-eq

\*\*\*\* PIB mundial calculado com base em taxas de câmbio de mercado; as faixas excluem os cenários da literatura com resultados extremos (os 10% maiores e os 10% menores).

Fonte: IPCC, 2007

A estabilização das concentrações de CO<sub>2</sub> implica que suas emissões anuais sigam constantes, tanto quanto os oceanos possam absorvê-las. Estima-se que em 2004 as emissões globais de CO<sub>2</sub> atingiram, aproximadamente, 32 bilhões de t de CO<sub>2</sub> por ano, das quais 7 bilhões de t vão para os oceanos, 7 bilhões para as florestas e 18 bilhões invadem a atmosfera. Contudo, no longo prazo, apenas os oceanos serão capazes de sequestrar permanentemente este carbono. Em 2004, 25,6 bilhões de t de CO<sub>2</sub> acabaram se concentrando na atmosfera, aumentando o acúmulo de GEE e induzindo ao aquecimento global. O maior problema é que tudo indica que essa propriedade dos oceanos pode vir a ser reduzida no futuro, em consequência da progressiva acidificação da água do mar. Sob esta perspectiva, calcula-se que as emissões atuais devam ser minimizadas em pelo menos 80% para possibilitar uma estabilização da concentração dos GEE na atmosfera.

Naturalmente, quanto mais ambiciosa for a meta de limitação do aquecimento global, mais cedo as emissões globais têm de começar a declinar, para se estabilizar a concentração de GEE em nível menos elevado, e maiores os custos de mitigação das emissões, conforme ilustrado na Tabela 1.1: os custos de mitigação são mais elevados para os cenários de estabilização mais ambiciosos, que admitem menores concentrações finais de GEE na atmosfera para estabilizar a temperatura entre 2 e 2,5° C acima do nível anterior à Revolução Industrial. Dedicamos um subcapítulo inteiro deste relatório para descrever as opções de mitigação e as análises de diferentes cenários que descrevem seus custos e benefícios (subcapítulo 3.1). A Tabela 1.1 acima apresenta os principais resultados levantados na literatura científica a este respeito, revisados no capítulo 3 do GT3 do IPCC, que fornecem importantes subsídios para as negociações dos países participantes da Convenção do Clima. É importante ressaltar que estes resultados se baseiam na melhor estimativa atual da sensibilidade do clima, ou seja, caso haja no futuro uma deterioração da capacidade dos oceanos de absorverem carbono, os aumentos de temperatura podem ser superiores aos indicados para cada uma das faixas de concentração de GEE na atmosfera.

A solução desse problema no curtíssimo prazo, entretanto, através de um corte abrupto no nível das emissões globais de GEE, implicaria em custos elevados e exigiria altos investimentos para a economia mundial: por exemplo, uma queda de até 5,5% do PIB mundial, em um único ano, conforme reportado na Tabela 1.1. Dessa forma, os cenários de estabilização da concentração dos GEE consideram hipóteses que permitem, inicialmente, um aumento das emissões mundiais, a taxas decrescentes, até um determinado ano em que alcancem um máximo e passem a decair gradativamente até se fixarem em um nível entre 10% e 20% das emissões atuais. Esta é uma trajetória mais factível para a curva de emissões de GEE, através de um ajuste da economia mundial, em um prazo que possibilite a introdução progressiva de tecnologias limpas e a custos ainda razoáveis: por exemplo, uma queda de apenas 0,12% na taxa média anual de crescimento do PIB mundial, num período de 2000 a 2050, conforme reportado na Tabela 1.1. Quanto mais agressiva for a meta de limitação do aquecimento global, mais cedo as emissões globais precisam sofrer queda e maiores os custos de sua mitigação.

Os cenários de mitigação indicam para 2030 um potencial economicamente viável de redução das emissões mundiais a um preço de carbono de US\$ 20 por tonelada da ordem de 13% a 27% em comparação com os 68 bilhões de t de CO<sub>2</sub> projetados em uma conjuntura de referência. Já a US\$ 50 por tonelada de CO<sub>2</sub>, o potencial seria de 20% a 38% e, a US\$ 100, de 23% a 46% do total do quadro estimado para 2030.

Para restringir o aumento de temperatura a uma faixa entre 2°C a 3°C acima da temperatura da época pré-industrial, é fundamental solucionar o problema nas próximas duas décadas. O custo para evitar mudanças climáticas mais graves é estimado em 0,12% do PIB global até 2030 e em até 2% do PIB mundial em 2050. Os prejuízos que podem ser causados à economia mundial em razão dos impactos das mudanças climáticas com o prosseguimento das tendências atuais foram estimados pelo *Stern Review* de 2007 numa faixa em torno de 10% do PIB mundial. Em síntese, esses estudos indicam que é muito mais barato mitigar as emissões do que arcar com seus impactos.

É preciso lembrar que ao postergar a adoção de políticas de mitigação das emissões o objetivo de manter o aumento da temperatura dentro de limites seguros pode ser prejudicado. Pelas dúvidas ainda existentes quanto à definição de que nível seria realmente seguro à concentração de GEE na atmosfera e, também, quanto à capacidade de absorção de carbono pelos oceanos no futuro, uma estratégia que considere o “princípio da precaução” vem sendo recomendada pelo IPCC para minimizar o valor total dos custos das mudanças climáticas dentro da economia mundial (IPCC, 2007). Este valor é composto pelo somatório dos custos dos danos causados pelos impactos das mudanças climáticas, da adaptação a esses impactos e da mitigação das emissões de GEE. Sob essa ótica, minimizar somente a parcela da mitigação significará gastos maiores de adaptação, sem contar os impactos ainda mais elevados nas mudanças climáticas. Os custos de mitigação podem ser reduzidos e mesmo parcialmente compensados por ganhos agregados produzidos por ações que reduzam a poluição atmosférica urbana e gerem outros benefícios socioambientais.

O quarto relatório do IPCC (2007) revela o efeito de políticas adotadas no passado recente, apontando os ganhos que elas proporcionaram até hoje e o quanto vão colaborar no futuro. Os biocombustíveis, por exemplo, podem incrementar sua participação de 3% para 5% a 10% no setor de transportes em 2030.

Nesse mesmo ano, as fontes renováveis de energia elétrica, que em 2005 configuravam 18% da oferta, têm a possibilidade de atingir de 30% a 35 % da geração mundial, com preços do carbono de até US\$ 50 por tonelada. Para este mesmo patamar de preços, a energia nuclear, responsável pelo suprimento de 16% da eletricidade mundial em 2005, pode crescer sua participação em mais 2% em 2030, se vencer as restrições de segurança, proliferação e resíduos radioativos.

Entre as iniciativas para mitigação das emissões de gases, sobressaem as decisões a respeito da ampliação da infraestrutura energética em âmbito mundial, que deverá envolver recursos na casa de US\$ 20 trilhões até 2030. Políticas públicas capazes de criar um valor, real ou implícito, para ações que evitem emissões de GEE podem constituir estímulos a produtores e consumidores para investimentos em tecnologias, processos e produtos com esse fim. Os quadros de estabilização sugerem que o aumento dos preços do carbono é consistente com trajetórias de equilíbrio da concentração de gases. No entanto, no caso de políticas públicas que optem por uma conjunção de instrumentos econômicos com outros instrumentos de regulação que levem ao desenvolvimento tecnológico para redução de GEE, os preços de carbono necessários para sustentar essa trajetória cairiam.

## **1.2 A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL ATÉ 2020**

A principal fonte de emissões de GEE no Brasil é o desmatamento causado pela expansão das fronteiras agrícolas, principalmente na região amazônica. As atividades agrícola e pecuária tem participação expressiva no PIB brasileiro e são referências no cenário global no suprimento da demanda por várias commodities. Por serem setores-chave da economia brasileira, não só por sua expressiva participação nas exportações, mas também por seu encadeamento com os demais setores da economia, ocupam o segundo lugar entre as principais fontes de emissões de GEE (ver subcapítulo 3.6). O setor de energia vem apenas na terceira posição, devido ao papel da energia hidrelétrica e da biomassa renovável (etanol de cana de açúcar, madeira e carvão vegetal de plantações florestais, bem como biodiesel de óleos vegetais a partir do cultivo) que permitem uma

participação de 45% de energias renováveis no abastecimento energético total do país. A evolução nacional das emissões pode ser observada na Tabela 1.2 a seguir.

**Tabela 1.2** Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa no Brasil, de 1990 a 2005.

<b>Emissões de GEE (Mt CO<sub>2</sub>-eq / ano)</b>	<b>1990</b>	<b>1994</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>Variação % 1990/2005</b>	<b>Part % 1990</b>	<b>Part % 2005</b>
Mudanças no Uso da Terra e Florestas	813	883	1328	1329	63%	58%	61%
Agropecuária	304	329	348	416	37%	22%	19%
Energia	192	217	301	329	71%	14%	15%
Processos Industriais	53	59	72	78	47%	4%	4%
Resíduos	29	32	39	41	41%	2%	2%
<b>TOTAL</b>	<b>1389</b>	<b>1520</b>	<b>2088</b>	<b>2193</b>	<b>58%</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Fonte: Brasil, 2010

A análise das estimativas das emissões brasileiras de gases de efeito estufa, através da evolução de 1990 a 2005, apresentada na Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima (Brasil, 2010a), mostra o crescimento significativo das emissões da agropecuária, da energia, dos processos industriais e dos resíduos. Ao longo de todo o período, o valor total das emissões foi fortemente influenciado pelas flutuações das emissões provenientes das mudanças no uso da terra e florestas. Em particular, o desmatamento na Amazônia e no cerrado é determinante no estabelecimento da tendência de aumento ou redução do valor total das emissões anuais. A elevação do desmatamento foi a principal causa do aumento das emissões brasileiras de 1,5 para quase 2,1 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq em 2000. A seguir, as emissões nacionais aumentaram levemente de 2,1 para 2,2 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq/ano, entre 2000 e 2005. Das 44 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq emitidas globalmente no ano de 2005, as emissões nacionais representariam 6%, colocando o Brasil como o quarto maior emissor mundial, atrás da China, com 17%, dos EUA, com 16% e da União Europeia (27 países), com 12% (WRI, 2012).

Para o futuro, o Plano Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC (Brasil, 2008) estabeleceu uma meta de drástica redução no desmatamento da Amazônia: após recente revisão, o objetivo fixado corresponde à ambiciosa meta de até 2020 eliminar 80% do desmatamento médio verificado na Amazônia, no período de 1996 a 2005, que era de 19.500 km<sup>2</sup> por ano.

Esta meta do PNMC balizou o anúncio, em 13 de novembro de 2009, dos objetivos voluntários de limitação de emissões de GEE apresentados pelo Brasil para a conferência das partes COP15. Estes objetivos, de reduzir entre 36,1 e 38,9% as emissões projetadas para 2020, em relação a um cenário de referência<sup>2</sup>, foram aprovados pelo Congresso Nacional e incluídos na Lei Federal nº 12.187, que instituiu a Política Nacional de Mudança do Clima, sancionada pelo Presidente da República em 29 de Dezembro de 2009. Após a publicação da Segunda Comunicação Nacional

(Brasil, 2010a), alguns ajustes foram efetuados no cenário de referência e em 9 de dezembro de 2010, durante a COP16 em Cancún, o governo publicou um decreto (Decreto Federal nº 7.390)

<sup>2</sup>Na Convenção do Clima, foi adotado o princípio da “responsabilidade comum, mas diferenciada”. Segundo este princípio, as partes do Anexo I da Convenção (os países industrializados), devido à sua responsabilidade histórica pelo aquecimento global, devem reduzir, em termos absolutos, suas emissões de GEE. Já para as partes não incluídas no Anexo I, os países em desenvolvimento, se admite um aumento das emissões, pois uma redução poderia comprometer a realização de seus objetivos de desenvolvimento. Assim, os países emergentes apresentaram na COP15 objetivos voluntários de limitação de suas emissões de GEE expressos em termos de uma redução no crescimento de suas emissões, em comparação com um cenário de referência (linha de base) em que suas emissões cresceriam ainda mais rapidamente. O Brasil observou esta métrica na apresentação de seus objetivos à COP15, apesar do corte de emissões da proposta ter sido tão significativo que representou uma redução em termos absolutos, em comparação com o nível de 2005.

regulamentando os artigos da Lei nº 12.187 referentes aos valores finais dos objetivos voluntários, resumidos na Tabela 1.3.

**Tabela 1.3** Ações de Mitigação da Política Nacional sobre Mudança do Clima.

Setores	1990	2005	Variação 1990 – 2005	2020	Variação 2005–2020 Cenário de Referência	Redução de Emissões no ano de 2020 em relação ao Cenário de Referência
	Dados do Inventário	Dados do Inventário		Cenário de Referência		
	(Mt CO <sub>2</sub> -eq)	(Mt CO <sub>2</sub> -eq)	%	(Mt CO <sub>2</sub> -eq)	%	(Mt CO <sub>2</sub> -eq)
<b>Mudança de Uso do Solo</b>	813	1329	63%	1404	6%	
<b>Amazônia</b>				948		
<b>Cerrado</b>				323		
<b>Outros</b>				133		
<b>Agropecuária</b>	304	416	37%	730	75%	
<b>Energia</b>	192	329	71%	868	164%	234
<b>Processos Indus- triais + Resíduos</b>	82	119	45%	234	97%	
<b>TOTAL</b>	1389	2193	58%	3236	48%	1168 a 1259

Fonte: Decreto Federal do Brasil nº 7.390 de 09 de dezembro de 2010

O cenário de referência simula a manutenção da média histórica do desmatamento na Amazônia, entre 1996 e 2005, e o cenário de mitigação inclui as emissões evitadas com o atingimento do objetivo fixado pelo PNMC em 2020. O governo acrescentou ainda, no uso da terra, um objetivo de evitar emissões devidas ao desmatamento do cerrado, graças ao monitoramento e vigilância deste bioma, que deverá ser intensificado. O resultado final é que o país se compromete, voluntariamente, a reduzir significativamente suas emissões de mudanças no uso da terra e florestas em 2020, com relação ao nível observado em 2005. Entretanto, os resultados dos últimos anos mostram que esta meta parece ser factível, caso o governo tome as medidas necessárias para disciplinar o uso do solo na Amazônia (Assunção *et al.*, 2012). Os dados do desmatamento na Amazônia indicaram (INPE, 2013) em 2007 um nível de 12 mil km<sup>2</sup>/ano, cerca de 40% menores que a média histórica. Isto permitiu reduzir em cerca de 500 Mt CO<sub>2</sub>/ano as emissões de gases de efeito estufa oriundas das mudanças no uso da terra e florestas, entre 2005 e 2007, segundo estimativas do MMA. O número para 2008 foi ainda menor, cerca de 7 mil km<sup>2</sup>/ano, e em 2012 se chegou a 2 mil km<sup>2</sup>/ano, o mínimo de toda a série temporal desde que começou sua mensuração, há 25 anos. Os esforços governamentais no sentido da aplicação de leis e regulamentos que impedem o desmatamento ilegal de unidades de conservação e propriedades privadas surtiram efeito. Segundo Assunção *et al.* (2012), as políticas recentes evitaram o desmatamento de cerca de metade da cobertura florestal que teria sido derrubada se as políticas adotadas não tivessem sido implementadas. Assim, o declínio observado nos níveis de desmatamento não foi apenas uma resposta às condições de mercado e à dinâmica da economia (preços agropecuários), mas foi também o resultado do conjunto de políticas implementadas, que se demonstrou efetivo na contenção do desmatamento.

Complementarmente, o governo apresentou no Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) um cenário de referência para os demais setores de emissões de GEE, para servir como linha de base dos objetivos setoriais de limitação do crescimento das emissões. Assim, as premissas desse cenário são cruciais para a análise do alcance dos objetivos voluntários propostos pelo



Brasil. Diferentemente da projeção das emissões provenientes de mudanças no uso da terra e de florestas, as projeções dos demais setores não se baseiam em médias históricas, mas em hipóteses de evolução futura das emissões dessas fontes. O cenário tendencial das emissões da agropecuária projeta um crescimento de 75% entre 2005 e 2020, acima dos 37% registrados no período anterior, de 1990 a 2005, dado o recente dinamismo das exportações de grãos e de carne do país. Entretanto, alternativas de mitigação economicamente viáveis já existem e têm grande potencial (recuperação de pastagens degradadas, e a integração lavoura / pecuária, por exemplo, dada a baixíssima relação média de 0,5 unidades animais por hectare de nossa pecuária), algumas com um histórico recente de rápida expansão na sua adoção (a fixação biológica do nitrogênio e a área cultivada com técnicas de plantio direto, que já supera 20 milhões de ha no país). O Plano Setorial da Agropecuária, conhecido como Plano ABC – Agricultura de Baixo Carbono, estabelece os meios de se alcançar estes objetivos (Brasil, 2010b).

No caso das emissões de processos industriais e da disposição de resíduos – agrupadas em outros setores por sua menor contribuição ao total – a exemplo do setor de agropecuária o cenário tendencial projetou um crescimento maior do que no período anterior. Novamente, existem opções de mitigação de baixo custo nesses setores (como por exemplo, a captura, queima e/ou aproveitamento energético do biogás de aterros sanitários) que podem viabilizar a consecução desse objetivo.

O caso do setor energético requer especial atenção. Vêm crescendo significativamente no país as emissões devidas ao uso de energia fóssil, na forma de derivados de petróleo, gás natural e carvão mineral. Estes combustíveis desempenham papel fundamental na movimentação dos setores modernos da economia brasileira, como a indústria e os transportes, além da agropecuária, e dos setores residencial, comércio e serviços. Também tem sido crescente sua participação na geração de energia elétrica no país, em complementação ao aproveitamento do potencial hidroelétrico brasileiro, que é a fonte energética predominante para geração de eletricidade no país. Assim, as emissões de gases de efeito estufa devidas ao uso de energia, principalmente o dióxido de carbono resultante da queima dos combustíveis fósseis, apresentaram a mais alta taxa de crescimento setorial no período de 1990 a 2005, situando-se em 2005 num patamar 71% acima do valor de 1990.<sup>3</sup> De fato, o crescimento econômico, a urbanização crescente e a predominância do transporte rodoviário na matriz de deslocamento de cargas no país são fatores determinantes do aumento do consumo de energia fóssil e das emissões de CO<sub>2</sub> associadas.

Assim, diferentemente dos outros setores, o cenário de referência projetado pelo governo apresenta um crescimento expressivo para as emissões devidas ao consumo de energia fóssil até 2020: um aumento de 164 % em relação a 2005. Esta elevação é muito maior do que a registrada no período precedente dos 15 anos entre 1990 e 2005, que foi de 71%. Parte dessa diferença se explica pela preocupação do governo em evitar que os objetivos voluntários de limitação de emissões criem qualquer restrição ao crescimento da economia brasileira: foram adotadas como premissas das projeções taxas médias de crescimento do PIB de 4 a 6 % ao ano, ao longo de todo o período até 2020. Os valores apresentados pelo governo para as emissões de GEE em 2020 no cenário de referência são consistentes com a manutenção de um coeficiente de elasticidade de crescimento das emissões em relação ao PIB similar ao observado no período de 1990 a 2005.

Outro fator que explica uma projeção tão elevada é de ordem conceitual: o governo se posicionou no sentido de que parcelas significativas dos programas de expansão da geração hidroelétrica, de aumento da eficiência no uso de energia elétrica e da produção de etanol de cana de açúcar no país devem ser consideradas como ações de mitigação. No cenário de referência, a hipótese para a expansão do Proálcool incluiu somente o aumento da produção de álcool anidro para manter a adição de 25% ao volume crescente de gasolina consumida, mantendo-se constante

<sup>3</sup>Foram utilizados os dados do Balanço Energético Nacional (BEN), 2005, pois possibilita a comparação entre outras fontes de emissões, cujo dado mais recente é 2005 (emissões derivadas da atividade produtiva contidas no inventário nacional). Apesar de existirem fontes mais recentes, tal como o BEN 2011, este não apresenta resultados finais das emissões relacionadas ao uso de combustíveis, ou as conversões para as emissões.



a produção de etanol hidratado no mesmo nível atingido em 2007. O cenário de referência para a hidroeletricidade somou, ao nível de 2007, apenas a geração de novas usinas hidroelétricas já licitadas (leilões de energia nova). O nível de eficiência energética no uso de eletricidade permaneceria constante, no nível de 2005. O atendimento ao restante do crescimento da demanda de eletricidade e de combustível veicular projetada até 2020 no cenário tendencial se daria pelo uso de combustíveis fósseis (gás natural e gasolina, respectivamente), elevando o nível de emissões de CO<sub>2</sub> neste cenário.

No cenário de mitigação, foram então incluídos os níveis de geração hidroelétrica, de eficiência energética e de produção de álcool projetados no Plano Decenal de Expansão (PDE) para 2020 (EPE, 2011). Além disso, foram incluídas como ações de mitigação a produção e uso de biodiesel em mistura de 5% ao óleo diesel, no nível de sua demanda projetada para 2020 (B5) e o incremento da geração de eletricidade por meio de outras fontes renováveis: pequenas centrais hidroelétricas, biomassa (principalmente bagaço de cana) e energia eólica, conforme projetado no PDE. Ainda assim, as emissões totais no cenário de mitigação atingem o dobro do nível das emissões devidas ao uso de combustíveis fósseis no país em 2005.

O detalhamento das ações de mitigação incluídas nos objetivos voluntários de limitação das emissões brasileiras de gases de efeito estufa até 2020 foi objeto de Planos Setoriais de Mitigação, elaborados pelos ministérios pertinentes para o período 2012-2020. Além dos Planos para o controle das emissões de GEE dos setores de Energia, Uso do Solo e Agropecuária, elaborados anteriormente, os de Indústria, Transporte e Mobilidade Urbana, Mineração e Saúde foram submetidos à consulta pública em 2012 (disponíveis em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)). Assim, as medidas governamentais de mitigação de emissões de GEE abrangem o período até 2020.

### **1.3 PERSPECTIVAS PARA A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA A LONGO PRAZO**

O anúncio dos objetivos voluntários de limitação das emissões de GEE representa um marco da evolução da posição do governo brasileiro em relação a este tema. Tal anúncio ainda reforça a credibilidade pela discussão prévia com representantes de diversos segmentos da sociedade (comunidade científica, indústria, organizações não governamentais), promovida no âmbito do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sua importância, porém, transcendeu as fronteiras nacionais, e significou o início de uma nova postura dos países emergentes na negociação de acordos com os países industrializados sobre a mitigação das emissões de gases de efeito estufa após 2012, quando se encerrou o 1º período de compromisso do Tratado de Quioto.

No âmbito da Convenção do Clima, os países do Anexo I (países industrializados) que ratificaram o Protocolo de Quioto se comprometeram com metas vinculantes de redução de suas emissões de GEE em relação ao nível absoluto de 1990 (o objetivo era de obter uma redução de 5,2% para o conjunto dos países do Anexo I), a serem atingidas até 2012, ao final do 1º período de compromisso do Protocolo. Para o próximo período, até 2020, a discussão de novas metas para os países do Anexo I vem sendo balizada por duas vertentes:

- de um lado, os cenários de estabilização apresentados no 4º relatório de avaliação do IPCC indicam que uma trajetória das emissões mundiais, consistente com o objetivo de limitar o aumento final de temperatura do planeta em 2 – 2,4 °C acima da média pré-Revolução Industrial, provavelmente requer o início do declínio das emissões mundiais de GEE já por volta de 2015, para atingirem em 2050 um nível de 50 a 85% inferior ao do ano 2000 (IPCC, 2007);
- por outro lado, o anúncio dos principais países do Anexo I do nível máximo de redução de suas emissões que estão dispostos a atingir em 2020: 30 a 40% abaixo de 1990 no caso da União Europeia, 25% abaixo de 1990 para o Japão, e 17% abaixo de 2005 no caso dos Estados Unidos (conforme o projeto de lei que chegou a ser formulado pelo Governo Obama mas que não foi aprovado pelo Congresso americano).

Como bem notaram Winkler *et al.* (2009), com este balizamento a pressão sobre os países em desenvolvimento é enorme, pois uma vez fixados a quantidade total permissível para as emissões mundiais, e o valor das emissões dos países do Anexo I, então o limite para as emissões dos países não-Anexo I fica determinado por diferença, como o resíduo da equação:

$$\text{Emissões não-Anexo I} = \text{Emissões mundiais} - \text{Emissões Anexo I} \text{ (Equação 1)}$$

Aos olhos da opinião pública mundial, o ônus de um eventual fracasso das negociações internacionais de um acordo para a mitigação das mudanças climáticas pode então recair sobre os países não-Anexo I, caso sejam incapazes de aceitar os objetivos que lhe são impostos por esta lógica, controvérsia sempre presente nas Conferências das Partes da Convenção do Clima, como observam Winkler *et al.* (2009).

A formulação de objetivos voluntários de limitação de emissões de GEE por parte dos principais países emergentes fornece uma oportunidade para reverter esta lógica. O simples anúncio dos objetivos brasileiros na COP15 de Copenhague, em 2009, já contribuiu para que China e Índia adotassem postura semelhante, estabelecendo objetivos voluntários de limitação de suas emissões de GEE em 2020. A China o formulou em termos de uma redução de 40 a 45% na intensidade de emissão de carbono por unidade adicional de PIB. Ora, a China emitiu 6 bilhões de t CO<sub>2</sub> em 2008; caso sua economia cresça em média 6% ao ano até 2020, numa projeção bastante conservadora, este objetivo corresponde a uma emissão em torno de 9,5 bilhões de t CO<sub>2</sub> em 2020, contra 12 bilhões de t CO<sub>2</sub> no cenário tendencial, ou seja, um total expressivo de emissões evitadas, da ordem de 2,5 bilhões de t CO<sub>2</sub> em 2020, cerca de 20% abaixo do cenário tendencial. A Índia anunciou uma redução de 25% de suas emissões de GEE em 2020, em relação a um cenário tendencial que deverá ser melhor detalhado. Indonésia (20% abaixo do cenário tendencial em 2020), México (redução de 50% de suas emissões em 2050 com relação às de 2002) e África do Sul também anunciaram objetivos análogos (UNFCCC, 2009). De 2009 até hoje, a discussão sobre objetivos voluntários de limitação de emissões de GEE por todos os países, Anexo I e não-Anexo I, vem evoluindo, tendo sido uma das bases da Plataforma de Ação de Durban, aprovada na COP17 da Convenção do Clima.

Conforme preconizado por Winkler *et al.* (2009), uma consolidação dos objetivos voluntários dos países emergentes em 2020 pode permitir a inversão dos termos da equação anterior, colocando os países do Anexo I diante da responsabilidade de complementarem os esforços possíveis para os países não-Anexo I, de forma a atingir os limites preconizados pela ciência para permitir a estabilização do clima mundial em nível seguro:

$$\text{Emissões Anexo I} = \text{Emissões mundiais} - \text{Emissões não-Anexo I} \text{ (Equação 2)}$$

Dada não só a maior responsabilidade histórica dos países do Anexo I como causadores das mudanças climáticas, mas também sua maior capacidade de resposta ao problema, graças a seus recursos financeiros e tecnológicos, esta forma de colocar a negociação internacional parece não só mais justa como também mais eficaz para a resolução do problema Winkler *et al.* (2009).

Neste enfoque, a eventual diferença entre o total de metas dos países do Anexo I mais objetivos voluntários de países não-Anexo I e o esforço requerido para estabilizar a temperatura média global em 2 – 2,4 °C acima da média pré-Revolução Industrial deveria ser coberta por ações dos países do Anexo I.

Deve-se lembrar que essas ações podem ser de três tipos:

- reduzir as emissões de GEE dentro de suas fronteiras;
- usar os mecanismos de flexibilidade (comércio de emissões, atividades implementadas em conjunto e o mecanismo de desenvolvimento limpo) para complementar o atingimento de sua meta nacional de redução de emissões; e,

- financiar, ao menos parcialmente, os esforços dos países não-Anexo I para implementarem ações de mitigação apropriadas a seu desenvolvimento, as chamadas NAMAs (*nationally appropriate mitigation actions*).

Para um objetivo global de aumentar em apenas 10% as emissões de GEE até 2020, e considerando-se que os países não-Anexo I desviem suas trajetórias para 20% abaixo do cenário tendencial em 2020, os países do Anexo I teriam de assumir a responsabilidade de reduzir suas emissões para um nível de 35 a 52% abaixo de 1990, segundo os cálculos de Winkler *et al.* (2009). Parte desse total poderia ser alcançada através do MDL e do financiamento de NAMAs, devendo-se evitar, porém, o risco de dupla contagem dos esforços de mitigação.<sup>4</sup>

Por outro lado, Heller (2009) estimou em 17 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq o esforço global de mitigação requerido até 2020, baixando de 61 em um cenário tendencial para 44 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq de forma a colocar o mundo numa trajetória com cerca de 50% de probabilidade de estabilização da temperatura média global em 2 °C acima da média pré-Revolução Industrial. Partindo da hipótese de que em 2020 os países do Anexo I evitariam a emissão de 5 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq dentro de suas fronteiras, de que 3 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq seriam compradas através dos mecanismos de flexibilidade, mais 3 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq seriam resultantes de esforços domésticos de países não-Anexo I (através de ações economicamente viáveis, com valor presente líquido - VPL positivo), então caberia aos países do Anexo I financiarem a mitigação de 6 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq adicionais, a serem realizadas nos países não-Anexo I através de ações envolvendo um custo incremental (Heller, 2009). Estimativas mais recentes tal como UNEP (2012), do fosso entre os objetivos de limitação de emissões já aprovados pelos principais países emissores e a trajetória compatível com a estabilização da temperatura 2 graus acima do nível pré-Revolução Industrial chegam a 8 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq em 2020, na melhor das hipóteses (mais precisamente, de 8 a 13 bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq, dependendo de como serão implementados esses objetivos) contra 6 (6 a 11) bilhões de t CO<sub>2</sub>-eq na estimativa feita 1 ano antes, indicando que o fosso está aumentando.

Tão ou mais importante que a própria localização dos esforços de mitigação, nos países do Anexo I ou não-Anexo I, é saber quem é responsável pelo ônus de seu pagamento. Para que os acordos internacionais sobre mudanças climáticas possam estimular a adoção de políticas e medidas de mitigação em países em desenvolvimento, caberá aos países em desenvolvimento identificarem NAMAs e estabelecerem suas necessidades de financiamento e tecnologia para viabilizar sua execução. Por sua vez, caberá aos países industrializados, além de reduzirem significativamente suas emissões domésticas, fornecerem o financiamento e a tecnologia necessárias.

No caso do Brasil, diversos programas podem ser desenhados de forma a contribuir para desenvolvimento sustentável do país e simultaneamente contribuir para evitar emissões de gases de efeito estufa, constituindo-se em NAMAs. Por exemplo, pode-se destacar algumas das ações a serem utilizadas para atingir os objetivos voluntários pelo governo (ver Tabela 1.2) e alguns programas tal como:

- redução do desmatamento na Amazônia;
- redução do desmatamento no cerrado;
- reflorestamento para produção de carvão vegetal de origem renovável, a ser utilizado no setor siderúrgico;
- integração lavoura/pecuária, para limitar as emissões do setor agropecuário;
- eficiência energética;
- expansão da produção e uso de biocombustíveis;
- expansão da geração de energia elétrica de fontes renováveis; e,

<sup>4</sup>Os projetos MDL que obtiverem créditos de carbono não podem ser incluídos novamente na contabilização das emissões reduzidas por programas e políticas públicas dos países em desenvolvimento (NAMAs) que venham a ser apoiadas através da Convenção do Clima.

- adequada coleta, disposição e tratamento de resíduos, incluindo a captura, queima e possível utilização como energético do biogás proveniente de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e de estações de tratamento de esgotos.

Após o comprometimento político das lideranças mundiais com um acordo, vinculado a objetivos quantitativos, para a limitação das emissões de GEE, a tarefa seguinte será o detalhamento dos NAMAs, incluindo os custos de sua execução a serem assumidos pelos países do Anexo I, as formas de monitoramento, relato e verificação de sua realização, e os mecanismos operacionais de transferência de recursos financeiros e de tecnologia dos países do Anexo I para os países não-Anexo I, necessários à sua viabilização.

Os compromissos voluntários brasileiros de redução de emissões até 2020 devem ser alcançados graças às ações de mitigação previstas nos Planos Setoriais, destacando-se a contribuição do controle do desmatamento, responsável pela maior parte desta redução. Com efeito, as estimativas anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil recentemente publicadas pelo MCTI (2013) indicam uma queda de 2,03 para 1,25 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq entre 2005 e 2010, registrada graças à redução das emissões do desmatamento, de 1,17 para 0,28 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq, conforme ilustrado na Tabela 1.4 a seguir.

**Tabela 1.4** Estimativas anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, de 1990 a 2010 (em Mt CO<sub>2</sub>-eq = milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq).

Setores	1990 Mt CO <sub>2</sub> -eq	1995 Mt CO <sub>2</sub> -eq	2000 Mt CO <sub>2</sub> -eq	2005 Mt CO <sub>2</sub> -eq	2010 Mt CO <sub>2</sub> -eq	Variação de 2005 a 2010 (%)
Florestas	816	1950	1324	1168	279	-76,1%
Agropecuária	304	336	348	416	437	5,2%
Energia	192	232	301	329	399	21,4%
Processos Industriais	53	63	72	78	82	5,3%
Resíduos	29	34	39	42	49	16,4%
TOTAL	1393	2615	2084	2032	1246	-38,7%

Fonte: MCTI, 2013

No entanto, após 2020, depois que as emissões por desmatamento diminuirão e se estabilizarem em um nível baixo, como projetado, o total de emissões nacionais deverá subir novamente, caso não sejam tomadas novas medidas de mitigação. Isto porque o crescimento econômico induzirá um aumento do consumo de energia, que a partir de 2020 já será a principal fonte de emissões de GEE no país, pois sua dinâmica é ainda mais acelerada do que a das emissões de GEE da agropecuária, devido principalmente ao maior crescimento das emissões do setor de transportes (La Rovere *et al.*, 2013).

Na Convenção do Clima, o Plano de Ação de Durban, aprovado na COP17 em dezembro de 2011, estabeleceu o prazo de 2015 para as negociações internacionais em torno de compromissos de mitigação para todas as partes, considerando um horizonte que deve se estender até o longo prazo, após 2020, possivelmente com objetivos de mitigação para 2030, 2040 e 2050.

Exercícios sobre cenários de emissões de GEE no país até 2030 (McKinsey e Company, 2009; Gouvello *et al.*, 2010; La Rovere *et al.*, 2011) identificaram possíveis ações de mitigação, avaliando o potencial de redução de emissões e respectivos custos sob as óticas pública e privada.

No entanto, as implicações macroeconômicas e sociais mais amplas de cenários de mitigação ainda têm de ser avaliadas de modo a subsidiar a discussão de objetivos nacionais de mitigação até 2030, conforme apontam os resultados preliminares de algumas pesquisas

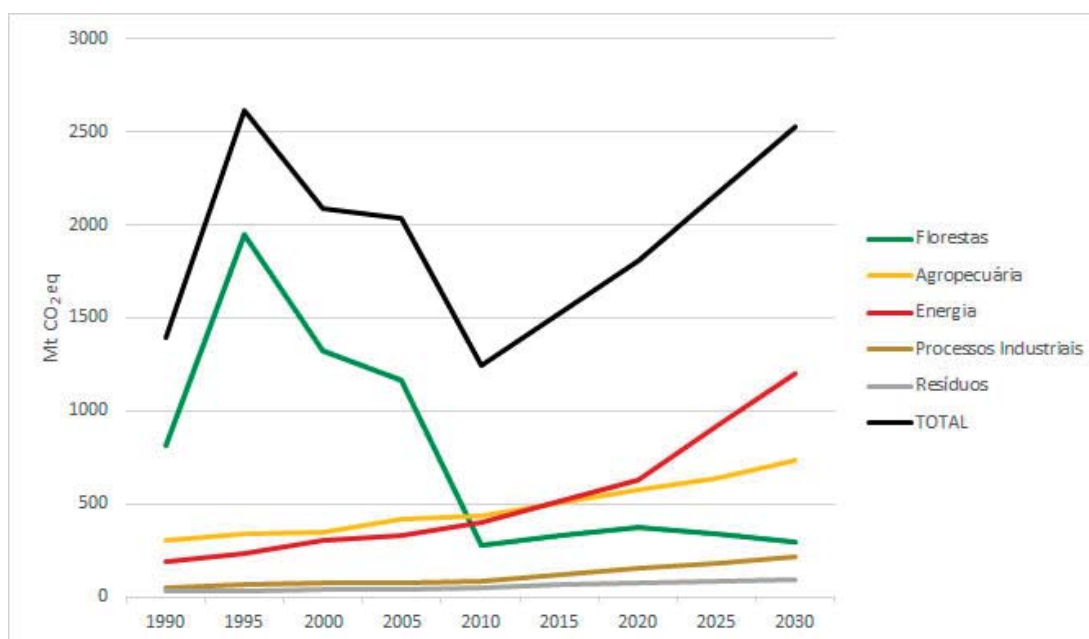
acadêmicas nesse campo, que devem ser objeto de análise mais aprofundada (Rathmann, 2012; Wills, 2013; Grottera, 2013).

Um horizonte de mais longo prazo, até 2050, também é necessário para identificar as implicações do uso dos recursos de petróleo e gás natural encontrados recentemente na camada do pré-sal, do pleno aproveitamento do potencial hidrelétrico nacional e da difusão de novas tecnologias (como por exemplo, veículos elétricos, biocombustíveis de segunda geração, geração elétrica descentralizada em *smart grids*, dentre outras), e fornecer subsídios para a política nacional de desenvolvimento científico-tecnológico.

A Figura 1.1 mostra as emissões históricas no Brasil de 1990 a 2010, as políticas governamentais para reduzir as emissões de 2010 a 2020, e o cenário central de emissões estimadas no estudo do CentroClima para o PNUD/MMA (La Rovere *et al.*, 2011) de 2020 a 2030. A partir desta figura podemos ver que há uma perspectiva de retomada do crescimento das emissões de GEE do país no longo prazo, mesmo com a implantação das ações de mitigação previstas para cumprir os objetivos voluntários de 2020. Verifica-se assim que o país caminha para uma situação, no longo prazo, análoga à do resto do mundo, pois com raras exceções, as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis são as mais importantes em todos os países, sendo responsáveis pela maior parte da intensificação do efeito estufa. Com efeito, a anomalia da situação brasileira até recentemente era devida à excessiva contribuição do desmatamento para as emissões totais do país. Caso, como se espera, estas emissões possam ser controladas no futuro, o desafio será a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável, com um perfil menos intensivo no uso de energia fóssil: uma sociedade de baixa emissão de carbono (La Rovere *et al.*, 2013). Por outro lado, o Brasil se encontra em forte posição para assumir uma liderança na promoção de um desenvolvimento social e econômico de baixo carbono, devido à sua grande riqueza em recursos energéticos renováveis, permitindo ações de mitigação adicionais a serem adotadas depois de 2020 (Gouvello *et al.*, 2010 e La Rovere *et al.*, 2011). Este posicionamento brasileiro pode ser relevante para superar o impasse na política climática global, através das negociações no âmbito da Plataforma de Durban que preconiza um “protocolo, instrumento legal ou acordo legal vinculante” a entrar em vigor a partir de 2020.

---

<sup>5</sup>Para o estudo foram formulados três cenários de emissão de GEE baseados nas atividades socioeconômicas do país. O cenário B – cenário central mais dois cenários contrastados: cenário A (contrafactual) e cenário C (adição de medidas).



**Figura 1.1** Projeção das emissões brasileiras de GEE até 2050, totais e por fonte: Uso do Solo, Energia, Agropecuária, Processos Industriais e Resíduos.

**Fonte:** 1990 – 2010 = emissões históricas (MCTI, 2013) 2010 – 2020 = cenário de mitigação com os objetivos de Copenhague (metas voluntárias) (Decreto Federal 7.390, 2010) 2020 – 2030 = Cenário B (cenário central)<sup>5</sup>, elaborado pelo CentroClima/COPPE/UFRJ para o Ministério do Meio Ambiente/PNUD (La Rovere et al., 2011)

## 1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do panorama apresentado, destacam-se os seguintes pontos:

- A quase impossibilidade de estabilização da temperatura em apenas 2 graus acima do nível pré-Revolução Industrial em planos e ações de curto prazo;
- A viabilidade de se alcançar os objetivos voluntários de limitação de emissões já aprovados pelo Governo brasileiro até 2020, graças ao êxito das ações de combate ao desmatamento;
- A tendência de retomada do crescimento das emissões brasileiras após 2020, caso não sejam aprovadas medidas adicionais de mitigação;
- A necessidade de se discutir cenários de mitigação das emissões brasileiras após 2020, além do controle do desmatamento.

Este relatório fornece subsídios para a discussão da posição brasileira nas negociações da Plataforma de Ação de Durban, contribuindo para o debate dos diversos segmentos da sociedade nacional sobre os custos, benefícios e meios de uma transição para uma sociedade a baixa emissão de GEE, com perfil menos intensivo no uso de energia fóssil.

Na seção seguinte é apresentada a estrutura e o conteúdo de cada capítulo do relatório.

## 1.5 APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório foi estruturado de forma semelhante ao do Grupo de trabalho 3 (Mitigação) do 5º Relatório de Avaliação do IPCC, atualmente em elaboração. Está dividido em 4 grandes capítulos: a Introdução (capítulo 1), Temas Estruturantes (capítulo 2), Caminhos para a Mitigação das Mudanças Climáticas (capítulo 3) e Avaliação de Políticas, Instituições e Recursos Financeiros (capítulo 4).



## **O capítulo 2, sobre Temas Estruturantes, abrange três subcapítulos:**

### **2.1 Riscos e incertezas das políticas de resposta às mudanças climáticas**

Neste subcapítulo relata-se a percepção e comunicação do risco e da incerteza da mudança climática. A distinção fundamental entre 'risco' e 'incerteza' foi contemplada buscando evidenciar que o risco pode ser definido como a probabilidade de se obter resultados que podem ser verificados através de teorias bem estabelecidas, que se utilizam de informações confiáveis e completas, enquanto a incerteza refere-se a situações em que as informações podem ser fragmentadas ou não disponíveis.

### **2.2 Desenvolvimento e equidade: desafios das políticas de mitigação**

Este subcapítulo apresenta uma discussão sobre as forças determinantes e as barreiras existentes para o Desenvolvimento Sustentável e a Equidade no que diz respeito à mudança global do clima. São apresentados diferentes indicadores recentemente propostos no âmbito das mudanças climáticas. O foco do capítulo é em Mitigação considerando, entretanto, as ligações existentes entre mitigação e adaptação às mudanças climáticas. São abordados os desafios para a implementação de políticas para o desenvolvimento sustentável no Brasil, com exemplos de políticas de melhoria da qualidade de vida conjugadas com redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

### **2.3 Forças motrizes, tendências e mitigação**

Este subcapítulo tem a finalidade de identificar estudos sobre as causas básicas e forças motrizes das emissões de GEE no Brasil, com o objetivo de fornecer insumos para políticas capazes de mitigar as emissões, ao menor custo econômico e social possível na realidade do século XXI e dentro das necessidades de desenvolvimento do país.

**O capítulo 3, sobre Caminhos para a Mitigação das Mudanças Climáticas, abrange sete subcapítulos, sendo um subcapítulo introdutório sobre a avaliação das trajetórias de transformação e seis subcapítulos setoriais:**

### **3.1 Avaliação das Trajetórias de Transformação**

Este subcapítulo analisa os cenários de transformação da economia convencional para a economia de baixo carbono construídos para o Brasil, sob a ótica econômica. São descritos as ferramentas e o instrumental de análise de que se dispõe na literatura especializada e levantados estudos referentes ao País, bem como apresentados seus resultados. Para esta análise são usados modelos *top-down*, *bottom-up* e híbridos utilizados nos diferentes estudos e que têm por finalidade descrever distintas trajetórias (cenários) e respectivos custos, de modo que se possa estimar o "potencial de mitigação" da economia brasileira em curto e médio prazos (dependendo do horizonte temporal de cada estudo).

### **3.2 Sistemas Energéticos**

Este subcapítulo analisa a situação do setor de energia (tendências de desenvolvimento e de emissão de gases de efeito estufa); o potencial de recursos energéticos primários (grandes hidrelétricas, nuclear, fósseis e renováveis); a indústria de energia elétrica (geração, transmissão e distribuição); os potenciais e os custos de mitigação; as políticas e instrumentos para a redução de emissões, fomento às renováveis, eficiência energética, P&D e financiamento; e as políticas energéticas no contexto do desenvolvimento sustentável e as lacunas de conhecimento.

### **3.3 Transportes**

Este subcapítulo aborda o potencial de mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> (políticas, práticas e opções tecnológicas) associado ao consumo de combustíveis fósseis na operação dos transportes de carga e de passageiros no Brasil. Aborda também os riscos tecnológicos, incertezas ambientais e aceitação social de determinadas ações para mitigação dos GEE e os custos para adequação da infraestrutura.



### **3.4 Edificações e Entorno Construído**

Este subcapítulo aborda o potencial de mitigações de CO<sub>2</sub> associado às edificações (onde o setor residencial responde a 80% dessas emissões). Apresenta as opções de mitigação de emissões: políticas, ações em desenvolvimento, implementação de medidas para melhoria do desempenho energético de edificações, bem como as lacunas de conhecimento.

### **3.5 Indústria**

Este subcapítulo analisa a situação do setor (emissões totais de gases de efeito estufa relacionados ao consumo de energia); as tendências identificadas na evolução de emissões devido à indústria brasileira (médio e longo prazo); as opções de mitigação para a indústria brasileira (tecnológicas - equipamentos e novos processos, suprimentos alternativos e ecologia industrial - reciclagem); o potencial de implementação das medidas (técnico e curvas de custo marginal de abatimento de CO<sub>2</sub>), e as políticas nacionais vigentes com impacto sobre mitigação de emissões de CO<sub>2</sub> na indústria.

### **3.6 Agricultura e Silvicultura**

Este subcapítulo analisa a situação do setor agropecuário brasileiro em relação as emissões absolutas de gases de efeito estufa; e identifica o potencial de redução de emissão de GEE através das práticas que estimulam o dreno de carbono pelo solo ou pela planta ou que contribuem para reduzir das emissões.

### **3.7 Mudança e Uso da Terra**

Este subcapítulo apresenta em sua parte introdutória uma caracterização biofísica e o histórico do uso e mudanças na cobertura da terra para cada bioma brasileiro. Em seguida identifica e analisa as tecnologias, práticas de mitigação em florestas, a efetividade de mitigação (estimativas de estoques e análise de custos) e as implicações para o desenvolvimento sustentável.

**O capítulo 4, sobre Avaliação de Políticas, Instituições e Recursos Financeiros, abrange três subcapítulos:**

#### **4.1 O Brasil na política global sobre clima: desafios de governança**

Este capítulo adota, como ponto de partida, o campo de estudos das relações internacionais no Brasil e a questão da mudança global do clima, a partir da perspectiva dos estudiosos dessa área acadêmica, e considera a política global do clima como uma questão que envolve atores estatais, do mercado e da sociedade civil, tendo se tornado uma problemática central da política mundial contemporânea, que compreende relações inter-estatais, transnacionais e transgovernamentais num contexto de interdependência complexa e assimétrica. Neste contexto, aborda os temas: (i) estrutura do sistema internacional e a política climática; (ii) arquitetura da governança global do clima (acordos e instrumentos, e o Brasil na governança do clima); (iii) e o papel dos outros segmentos e atores.

#### **4.2 Políticas Nacionais e Subnacionais**

Apresenta em sua parte introdutória com as características e classificação das políticas, planos e instrumentos, bem como as abordagens e instrumentos utilizados para avaliar tais políticas e instituições. Em seguida analisa as Políticas de Mitigação e Adaptação, a Política Nacional de Mudanças Climática e as Políticas Regionais a luz da(s): (i) tipologias e formatos das políticas propostas; (ii) regulamentação e transparência da governança; (iii) compatibilização entre as políticas nacionais e subnacionais; (iv) solução de conflitos de implementação das leis de políticas do clima; e (v) convergência regulatória com outras políticas de meio ambiente.

#### **4.3 Temas transversais em investimentos e recursos financeiros**

Este capítulo trata de temas transversais em investimentos e recursos financeiros. O investimento em tecnologias que emitem menos gases de efeito estufa (GEE) relaciona-se de modo essencial com o desenvolvimento sustentável, que está associado a uma maior equidade entre gerações. Analisa os instrumentos financeiros adequados para sua efetiva implementação e que

viabilizem os mecanismos de flexibilização introduzidos no Protocolo de Quioto.

Este trabalho é fruto do esforço de mais de 100 autores, entre coordenadores, autores principais, colaboradores e revisores, pertencentes à comunidade científico-tecnológica nacional, provenientes de universidades, centros de pesquisa, órgãos de governo, indústrias e organizações não governamentais, selecionados exclusivamente por critérios de mérito. Espera-se poder atualizar periodicamente esta contribuição para o debate pela sociedade brasileira das opções de mitigação das emissões de GEE no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assunção, J., C.C. Gandour, e R. Rocha, 2012: A Queda do Desmatamento na Amazônia Brasileira: Preços ou Políticas? Climate Policy Initiative Rio de Janeiro. Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas, PUC-Rio de Janeiro.

Brasil, 2008: Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNUMC. Brasília – DF.

Brasil, 2010a: Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Brasília: MCT. p. 280 Disponível em: [www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima)

Brasil -Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010b: Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : Mapa/SPA, 2010.46 p. ISBN 1982-4033

Brasil, - Ministério de Meio Ambiente , 2013: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Clima. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas>.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2011: Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (PDE 2020).

Gouvello, C.D. *et al.*, 2010 : Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Departamento de Desenvolvimento Sustentável – Região da América Latina e Caribe/Banco Mundial. Washington DC, p. 280.

Grottera, C., 2013:Impactos de políticas de redução de emissões de gases do efeito estufa sobre a desigualdade de renda no Brasil, Rio de Janeiro - dissertação de mestrado, PPE/COPPE/UFRJ.

Heller, T., 2009: Finance and investment: economy toward low carbon society. Presentation of Project Catalyst: Carbon Finance after Copenhagen at the Low Carbon Society Network Meeting, Bologna (Italy), October 2009

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007: Climate Change 2007 - The Mitigation of Climate Change. Contribuição do grupo de trabalho III para o quarto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Cambridge University Press, New York / London, 851 p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2013. Projeto PRODES – Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Coordenação de Observação da Terra. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>

La Rovere, E.L. *et al.*, 2011: Estudo Comparativo entre Três Cenários de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil e uma Análise de Custo-Benefício. Projeto BRA /00/020 MMA/PNUD.

La Rovere, E.L., C.B.S. Dubeux, A.O. Pereira Jr e W.Wills, 2013:. Brazil beyond 2020: from deforestation to the energy challenge, Climate Policy, volume 13, supplement 01, p.70-86.

McKinsey & Company, 2009: Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil.

MCTI, 2013: Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.

Rathmann, R., 2012: Impactos da adoção de metas de redução de emissão de gases de efeito estufa sobre a competitividade de setores industriais energointensivos do Brasil, Rio de Janeiro – tese

de doutorado, PPE/COPPE/UFRJ.

Stern, N. 2007: The Economics of Climate Change - The Stern Review Office - HM Treasury. ISBN:9780521700801. Disponível em: [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hml/treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hml/treasury.gov.uk/sternreview_index.htm)

UNEP - United Nations Environment Program, 2012: The Emissions Gap Report 2012.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, 2009: 15th Conference of the Parties, Copenhagen Disponível em: [www.unfccc.org](http://www.unfccc.org)

Wills, W., 2013: Modelagem dos efeitos de longo prazo de políticas de mitigação de emissão de gases de efeito estufa na economia do Brasil, Rio de Janeiro - tese de doutorado, PPE/COPPE/UFRJ.

Winkler, H., S. Vorster, S., e A. Marquard, 2009: Who picks the remainder? Mitigation in developed and developing countries, *Climate Policy*, vol. 9, issue 6, November / December 2009, p.634-651

WRI - World Resources Institute, 2012: Climate Analysis Indicator Tool. Disponível em: <http://cait.wri.org/> Acessado em 1 de outubro de 2012