



Relatório do IPCC/ONU

**Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Quarto
Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental
Sobre Mudança Climática**

**Mudança Climática 2007:
Mitigação e Mudanças Climáticas**

- **Português**
- **Inglês**

Versão em Português: Iniciativa da Ecolatina
www.ecolatina.com.br

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA

Contribuição do grupo de trabalho III para o quarto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudança climática

Mudança Climática 2007: Mitigação e Mudanças Climáticas.

RESUMO DO RELATÓRIO PARA OS ELABORADORES DA POLÍTICA

Este relatório para os elaboradores de políticas foi aprovado na nona sessão do Grupo de Trabalho III do IPCC em Bangkok, Tailândia – 30 de abril a 4 de maio.

Esta versão ainda tem que ser editada

Autores colaboradores:

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, Bertjan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

Índice

A – Introdução	3
B– Tendências da Emissão de gás estufa	3
C- Abrandamento no curto e médio prazo (até 2030).....	10
D – Abrandamento no longo Prazo (depois de 2030).....	22
E – Políticas, medidas e instrumentos para abrandar a mudança climática	28
F – Desenvolvimento Sustentável e o abrandamento da mudança climática	34
G – Lacunas no conhecimento	35
Caixa 1– Representação Incerta	36

A. INTRODUÇÃO:

A contribuição do grupo de trabalho III para o quarto relatório de avaliação (AR4) está focada na nova literatura dos aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, econômicos e sociais do abrandamento da mudança climática, publicada desde o terceiro relatório de avaliação (TAR) e o relatório especial sobre a captura e o armazenamento do CO₂ (SRCC) e sobre a preservação da camada de ozônio e do sistema climático global.

Este resumo do relatório está organizado em seis sessões depois desta introdução:

- Tendência da emissão do gás estufa (GHG)
- Mitigação no médio e curto prazo, referente aos diferentes setores da economia (até 2030)
- Mitigação no longo prazo (após 2030)
- Políticas, medidas e instrumentos para abrandar a mudança climática
- Desenvolvimento sustentável e abrandamento da mudança climática
- Lacunas no conhecimento.

As referências correspondentes às sessões dos capítulos são indicadas em cada parágrafo em colchetes. As explicações dos termos, dos acrônimos e dos símbolos químicos usados neste SPM podem ser encontradas no glossário do relatório principal.

B. Tendências da emissão do gás estufa

2. A emissão do gás estufa em termos globais tem crescido desde o período pré-industrial, com um aumento de 70% entre 1970 e 2004 (alta concordância /alta evidência)¹

- Desde a era pré-industrial, o aumento de emissão de GHGs devido às atividades humanas tem levado a um acréscimo do nível de concentração de GHG na atmosfera [1.3; Grupo de trabalho I SPM].
- Entre 1970 e 2004, as emissões de CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, e SF₆, medidos pela seus potenciais de aquecimento global (GWP), têm aumentado em 70% (24% entre 1990 e 2004), de 28.7 para 49 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂-eq)² (veja figura SPM.1). A emissão destes gases tem aumentado em taxas diferentes. A emissão de CO₂ tem aumentado em torno de 80% entre 1970 e 2004 (28% entre 1990 e 2004) e representa 77% do total de emissão de antropogênicos GHG em 2004.
- O maior aumento de emissão global de GHG entre 1970 e 2004 se deve ao setor de fornecimento de energia (aumento de 145%). O aumento de emissões diretas³ neste período oriundas do transporte foi de 120%, indústria 65% e uso da terra, mudança no uso da terra e floresta (LULUCF)⁴ 40%⁵. Entre 1970 e 1990 emissões diretas oriundas da [Página 4](#) agricultura cresceram 27%

¹ Cada afirmação tem uma avaliação de “concordância/evidência” anexada que tem como base as balas abaixo. Isto não quer dizer necessariamente que este nível de “concordância/evidência” se aplica a cada bala. A caixa 1 fornece uma explicação desta representação de incerteza.

² A definição da equivalência do dióxido de carbono (CO₂-eq) é a quantidade de emissão de CO₂ que causaria a mesma força radioativa que uma quantidade emitida de gás estufa bem misturado ou uma variedade de gases estufas bem misturadas, todos multiplicados pelos seus respectivos GWPs levando em consideração a diferenciação do tempo em que eles permanecem na atmosfera [WGI AR4 Glossário].

³ As emissões diretas de cada setor não incluem as emissões do setor de eletricidade para a eletricidade consumida em prédios, indústria e agricultura ou as emissões relativas às operações de refino de combustível para suprir o setor de transporte.

⁴ O termo uso da terra, mudança no uso da terra e florestas são usados aqui para descrever as emissões conjuntas de CO₂, CH₄, N₂O oriundas de desmatamento, da biomassa e queimadas, da deterioração da biomassa devido ao desmatamento e do uso da madeira para lenha, da deterioração

da camada orgânica da terra e dos incêndios [1.3.1]. Esta é uma emissão maior que aquelas oriundas de desmatamento, que é incluída com sendo um subconjunto. As emissões relatadas aqui não incluem a absorção do carbono (remoção).

e as oriundas da construção 26% e o restante depois permaneceram nos níveis após 1990 aproximadamente. No entanto, o setor da construção demanda um alto nível no uso da eletricidade e assim o total de emissões diretas e indiretas neste setor é muito maior (75%) do que as emissões diretas [1.3, 6.1, 11.3, figura 1.1 e 1.3]

- O efeito sobre a emissão global da diminuição da intensidade da energia global (-33%) durante o período de 1970 e 2004 tem sido menor do que o efeito combinado do crescimento da renda global (77%) e o aumento da população global (69%); ambos contribuem para o aumento da emissão de CO₂ associada à energia (figura SPM.2). A tendência no longo prazo de um declínio da intensidade de carbono de suprimento de energia reverteu após 2000. As diferenças em termos de renda per capita, emissões per capita e intensidade de energia entre os países ainda é significativa. (figura SPM.3). De acordo com o anexo I UNCFCC os países que detêm 20% da população mundial produzem 57% do PIB mundial baseado na paridade de compra (PIB ppp)⁶ e são responsáveis por 46% da emissão global de GHG (figura SPM.3 a) [1.3]
- A emissão de substâncias danosas à camada de ozônio (ODS) controladas através do protocolo de Montreal⁷ que também são GHGs tem declinado substancialmente desde 1990. Até 2004 a emissão destes gases era em torno de 20% do nível de 1990. [1.3]
- Várias políticas, incluindo aquelas sobre mudança climática, segurança energética⁸, e desenvolvimento sustentável têm sido eficazes na redução de emissão de GHG em setores diferentes em muitos países. A abrangência destas medidas, no entanto, não tem sido suficiente para conter o aumento da emissão global [1.3, 12.2].

3. Com a política de mitigação atual da mudança climática e as práticas relativas de desenvolvimento sustentável, a emissão global de GHG continuará a crescer durante as próximas décadas (alta concordância/muita evidência)

- Os cenários de não mitigação do SRES projeta um aumento da base de emissão global de GHG em um intervalo de 9.7 GTCO₂-eq (25-90%) entre 2000 e 2030 ⁹ (caixa SPM.1 e figura SPM.4). Neste cenário, os combustíveis fósseis manterão suas posições de domínio na produção mista de energia global até 2030 e após. Desta forma, as emissões de CO₂ entre 2000 e 2030 oriundas da produção de energia são estimadas em crescer 45 a 100% durante este período. Dois ou três quartos do aumento de emissão de CO₂ oriundas da produção de energia virão das regiões do Non-Annex I tendo sua emissão média de CO₂ per capita mantida menor (2.8-5.1 tCO₂/cap) do que aqueles nas regiões do Annex I (9.6-15.1 tCO₂/cap) até 2030. de acordo com os cenários do SRES, suas economias são estimadas em apresentar um menor uso de energia por unidade do PIB (6.2-9.9 MJ/US\$PIB) do que aqueles países do Annex I (11.0-21.6 MJUS\$PIB). [1.3, 3.2]

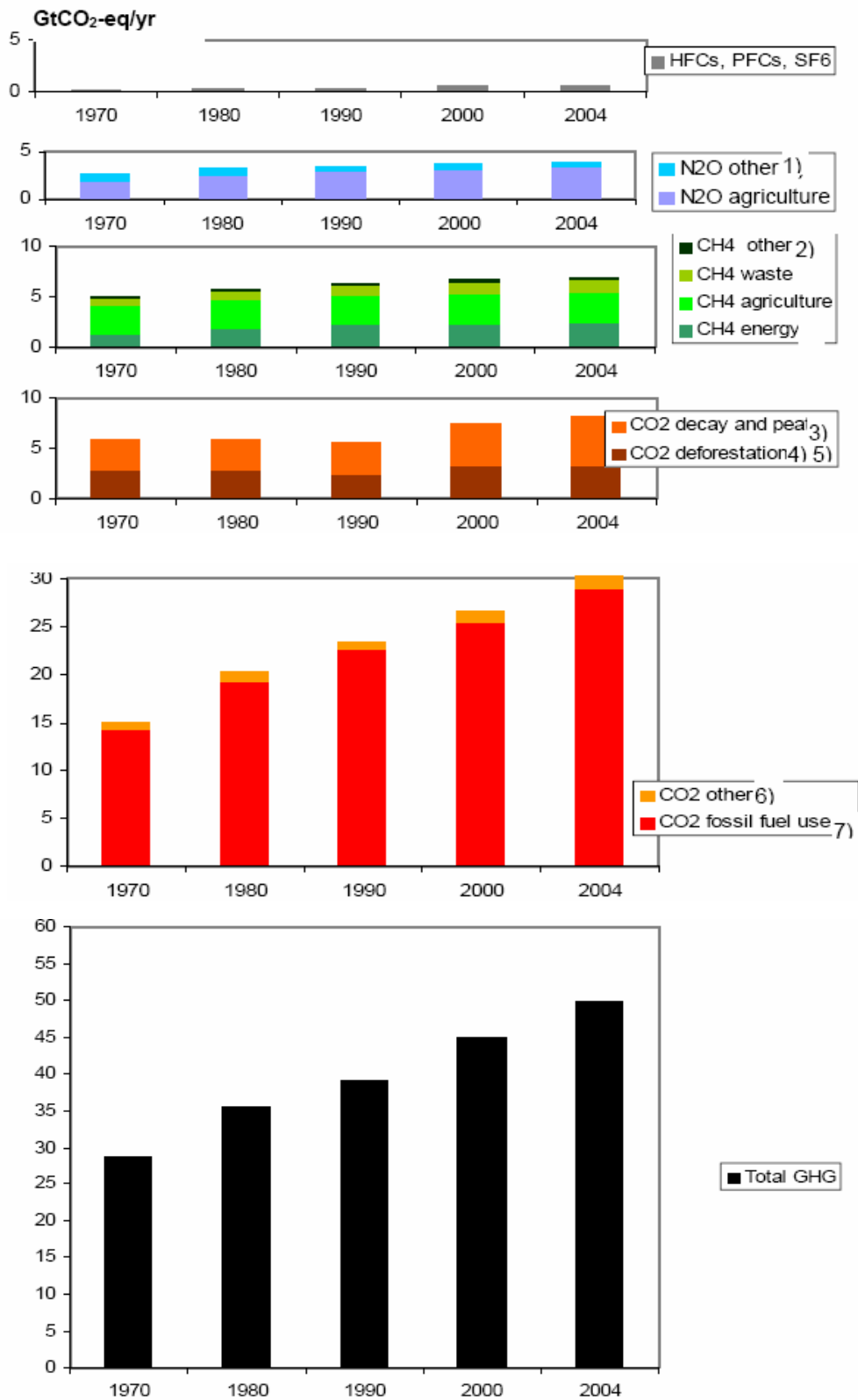
⁵ Esta tendência é para o total de emissões de LULUCF, onde as emissões de desmatamento são um subconjunto e, devido ao grande número de dados incertos, são significativamente menos certas do que em outros setores. A taxa de desmatamento global foi um pouco menor no período de 2000-2005 do que no período 1990-2000 [9.2.1].

⁶ O PIBppp é usado com fins ilustrativos somente para este relatório. Par uma explicação do ppp e da taxa de cambio de mercado (MER) cálculo do PIB veja pé de página 12.

⁷ Halons, Clorofluorcarbono (CFCs), hidroclorofluorcarbono (HCFCs), metil clorofórmio (CH₃CCl₃), tetracloreto de carbono (CCl₄) e metil brometo (CH₃Br).

⁸ Segurança energética está relacionada à segurança no fornecimento de energia.

⁹ As emissões de GHG de 2000 do SRES estimadas aqui são 39.8 GtCO₂-eq, ex: menor que as emissões reportadas na base de dados EDGARD para 2000 (45 GtCO₂-eq). Isto é devido às diferenças nas emissões de LULUCF.



[As representações das notas de referências serão melhoradas]

Figura SPM 1: Potencial de aquecimento global (GWP) peso da emissão global do gás estufa 1970-2004. Os potenciais de aquecimento global de 100 anos do IPCC de 1996 foram usados para converter emissões para CO₂-eq. (cf. diretrizes do UNFCCC). CO₂, CH₄, N₂O, PFCs e SFs de todas as fontes foram incluídos.

As duas categorias de emissão de CO₂, oriundas da produção e uso da energia (segunda de baixo para cima) e oriundas da mudança do uso da terra (terceiro de baixo para cima) [figura 1.1 a]

Notas:

1. Outro N₂O inclui os processos industriais, desmatamento/queimadas das savanas.
2. Outro é CH₄ oriundo de processos industriais e queimadas de savanas.
3. Emissões de CO₂ oriundas da deterioração de solos orgânicos drenados e de queimadas.
4. Bem como o uso de 10% do total da tradicional biomassa, estimando que 90% vêm da produção da biomassa sustentável. Corrigido por 10% de carbono da biomassa que são estimados de permanecer como carvão após a combustão.
5. Para queimadas em grande escala de florestas e cerrado em média no período de 1997-2002 com base no banco de dados por satélite sobre a emissão global causada por incêndios.
6. Produção de cimento e queima de gás natural.
7. Uso de combustível fóssil inclui emissões oriundas de insumos.

Renda (PIBppp)
 Energia (TPES)
 Emissão de CO₂
 População
 Renda per capita (PIBppp/população)
 Intensidade de carbono (TPES/PIBppp)
 Intensidade de emissões (CO₂/PIBppp)

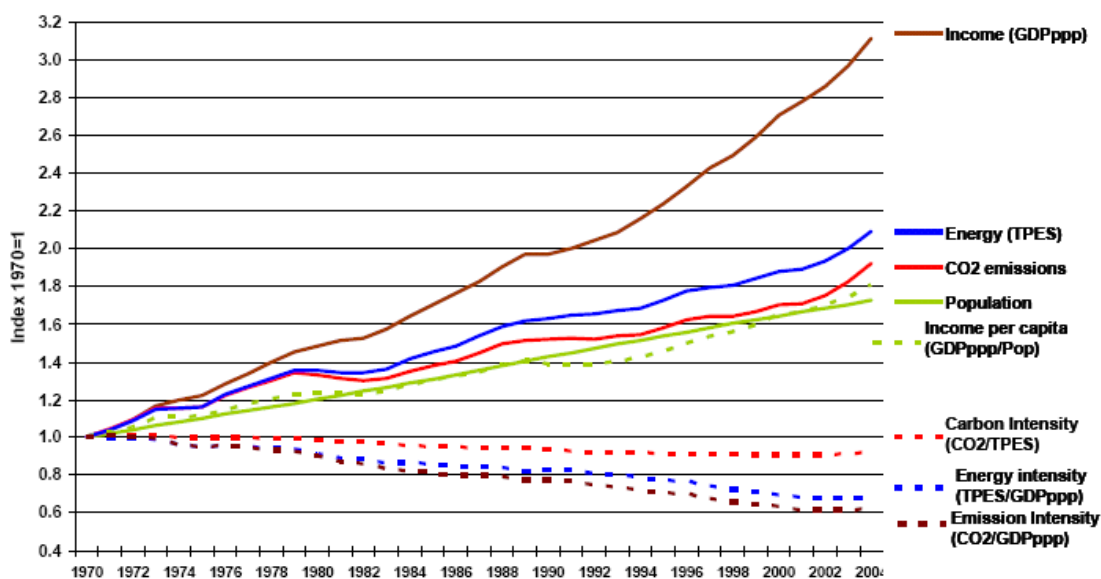


Figura SPM 2: Desenvolvimento relativo global do PIB medido em ppp (PIBppp). Suprimento básico total de energia (TPES), emissão de CO₂ (oriundo da queima de combustível fóssil, de gás natural e da produção de cimento) e população (pop). Além disto, nas linhas pontilhadas a figura mostra a renda per capita (PIBppp/pop), a intensidade de energia (TPES/PIBppp), a intensidade de carbono no fornecimento de energia (CO₂/TPES), e a intensidade da emissão no processo da produção econômica (CO₂/PIBppp) no período de 1970-2004. [figura 1.5]

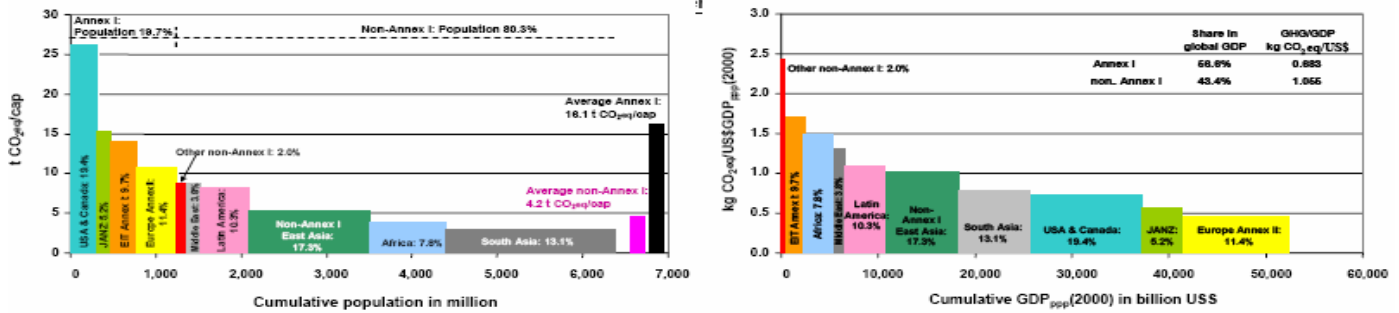


Gráfico 1
 TCO₂eq/cap X acúmulo populacional em milhões
 Annex I: população 19,7%
 Média Annex I: 16.1 t CO₂eq/cap
 Média nan-Annex I: 4.2 t CO₂eq/cap
 EUA e Canadá
 Europa
 Outro non-Annex I
 Oriente Médio
 América Latina
 Sudeste Asiático
 África
 Sul da Ásia

non-Annex I: população 80,3%

Figura SPM 3 a: Distribuição regional per capita das emissões de GHG no ano de 2004 (todos os gases de Kyoto, incluindo aqueles oriundos do uso da terra) nas populações de diferentes grupos de países. A porcentagem dentro das colunas indica a parcela que cada região contribui para com a emissão global de GHG [figura 1.4 a].

Gráfico 2
 Kg CO₂eq/US\$PIB_{ppp}(2000) X Acúmulo do PIB_{ppp}(2000) em bilhões de US\$
 Parcela no PIB global
 GHG/PIB

Figura SPM 3 b: Distribuição regional per capita das emissões de GHG no ano de 2004 (todos os gases de Kyoto, incluindo aqueles oriundos do uso da terra) por US\$ de PIB_{ppp} sobre os PIB de diferentes grupos de países. A porcentagem dentro das colunas indica a parcela que cada região contribui para com a emissão global de GHG [figura 1.4 b].

[Os autores explicarão o grupamento dos países no TS e nas figuras do capítulo 1; melhorarão a representação editorial (aumento) da figura, incluindo a possibilidade de impressão em preto/branco]
 [incluir título nas figuras acima]

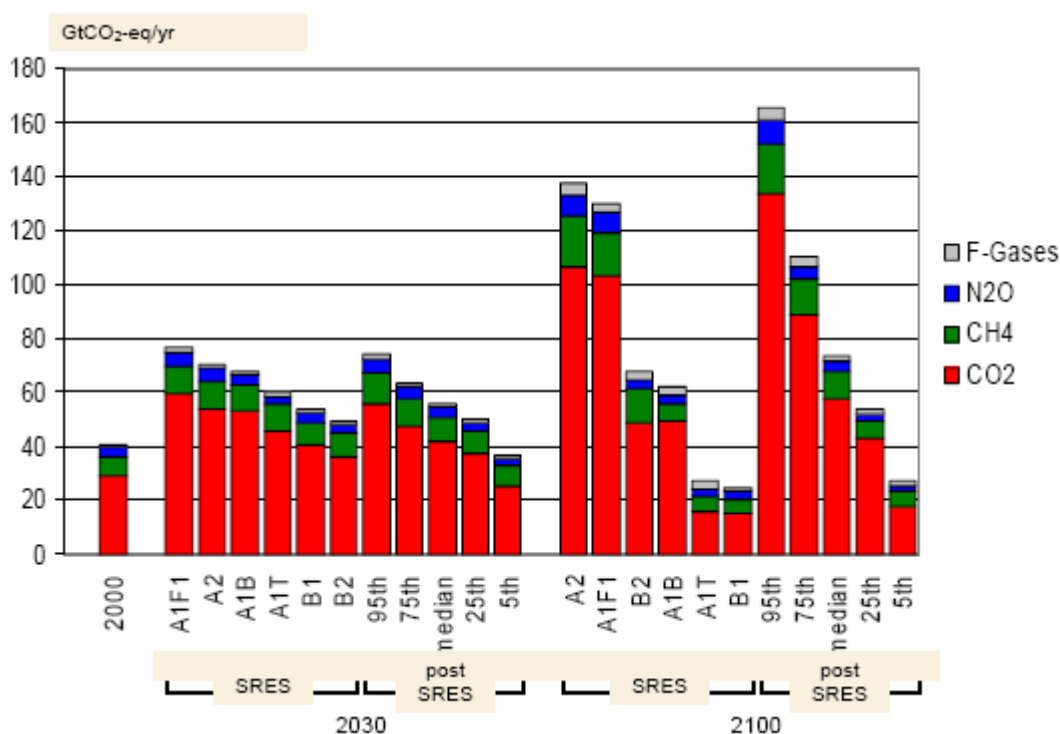


Figura SPM 4: Emissão estimada de GHG para 2000 e a base estimada de emissões para 2030 e 2100 com base no IPCC SRES e a literatura pós-SRES. A figura fornece as emissões oriundas de seis cenários ilustrativos do SRES. A figura também proporciona a frequência da distribuição das emissões nos cenários pós SRES (5, 25, mediano, 75, 95 percentil), como coberto no capítulo 3. Os Gases –F encampam HFCs, PFCs e SF6 [1.3, 3.2, figura 1.7].

4. Os cenários, com as bases das emissões, publicados desde o SRES¹⁰ são comparáveis com aqueles apresentados no Relatório Especial Sobre os Cenários de Emissão (SRES) no IPCC 25-135 GtCO₂-eq/ano em 2010, veja a figura SPM.40. (alta concordância, muita evidência)

- Os estudos desde o SRES usaram valores menores para alguns fatores que causam a emissão, notadamente a projeção populacional. No entanto, para aqueles estudos que incorporaram as novas projeções populacionais, mudanças em outros fatores tais como o crescimento da economia resultou em uma pequena mudança no nível total de emissão. As projeções para o crescimento econômico na África, América Latina e Oriente Médio para 2030 nos cenários base pós SRES são menores do que no SRES, mas isto tem um efeito pequeno no crescimento econômico global e nas emissões como um todo [3.2]
- Representações do aerossol e do precursor de emissões do aerossol, que têm um efeito de resfriamento em rede¹¹ tem melhorado. Elas são geralmente projetadas para ser menores do que aquelas citadas no SRES [3.2].
- Estudos disponíveis indicam que a escolha da taxa de câmbio para o PIB (MER ou PPP) não afeta de forma considerável as projeções de emissões, quando usadas consistentemente¹². As diferenças, se houver,

¹⁰ Os cenários base não incluem políticas climáticas adicionais sobre as políticas atuais; estudos mais recentes diferem com respeito da inclusão do UNFCCC e do Protocolo de Kyoto

¹¹ Veja AR4 Grupo de trabalho I, capítulo 10.2

¹² Desde o TAR tem havido um debate sobre o uso de diferentes taxas de câmbio nos cenários de emissão. Duas medidas são usadas para comparar os PIBs entre os países. O uso do MER é preferido para análises que envolvem comércio internacional de produtos. O uso de PPP é preferido para análises que envolvem as comparações da renda entre os países em diferentes estágios de desenvolvimento. A maioria das unidades monetárias deste relatório sé expressa em MER. Isto reflete fazendo que a grande maioria

são pequenas comparadas com as incertezas causadas por outras considerações sobre outros parâmetros nos cenários, ex: mudança tecnológica [3.2].

Caixa SPM 1: Os cenários de emissões do Relatório Especial sobre os Cenários de Emissão (SRES) do IPCC

A1. A linha de história e cenário família do A1 descrevem um mundo futuro com rápido crescimento econômico, população global que atinge seu pico na metade do século e declina após, e a rápida introdução de novas tecnologias. Importantes temas são as convergências entre regiões, capacidade de construção e o aumento das interações culturais e sociais, com redução substancial das diferenças de renda per capita entre as regiões. O cenário A1 desenvolve-se dentro de três grupos que descrevem mudanças tecnológicas em direções alternativas no sistema de energia. Os três grupos do A1 se diferem devido às suas ênfases tecnológicas: energia fóssil intensa (A1F1), fontes de energia não fóssil (A1T) ou um equilíbrio entre as todas as fontes (A1B). (onde o equilíbrio é definido através da não dependência total em uma determinada fonte de energia, considerando que as taxas similares de melhoramento se aplicam a todos os fornecimentos de energia e ao uso de tecnologias)

A2. A linha de história e cenário família do A2 descrevem um mundo muito heterogêneo. O tema importante é a alto-confiança e a preservação de identidades locais. Os padrões de fertilidade entre as regiões convergem muito lentamente resultando em um contínuo aumento populacional. O desenvolvimento econômico é basicamente regional e o crescimento econômico per capita e as mudanças tecnológicas mais fragmentadas e mais lentas do que nas outras linhas de história.

B1. A linha de história e cenário família do B1 descrevem um mundo convergente com a mesma população global, que atinge seu pico no meio do século e declina após, como no A1, mas com rápida mudança nas estruturas econômicas caminhando para uma economia de serviço e informação com redução da intensidade dos materiais e a introdução de recursos limpos e eficientes de tecnologia. A ênfase cai sobre as soluções globais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, incluindo melhoria da igualdade/justiça, mas sem iniciativas climáticas adicionais.

B2. A linha de história e o cenário família do B2 descrevem um mundo onde as soluções para a sustentabilidade econômica, social e ambiental são locais. É um mundo que apresenta crescimento populacional global contínuo, com uma taxa menor do que o cenário A2, níveis intermediários de crescimento econômico e mudança tecnológica menos rápida e mais diversa do que em B1 e A1. Enquanto este cenário caminha em direção à proteção ambiental e à igualdade social, ele está focado em níveis locais e regionais.

Um cenário ilustrativo foi escolhido para cada um dos seis grupos de cenários A1b, A1F1, A1t, A2, B1 e B2. Todos eles devem ser considerados igualmente

Os cenários do SRES não incluem iniciativas climáticas adicionais, isto quer dizer que nenhum cenário que explicitamente considera a implementação da Convenção das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas ou os objetivos de emissão do Protocolo de Kyoto.

Esta caixa resumindo os cenários do SRES é tirada do Terceiro Relatório de Avaliação e foi submetido à aprovação de linha por linha previamente.

da literatura da mitigação das emissões seja em MER. Quando as unidades monetárias são expressas em PPP, é denotado por PIBppp.

C. Mitigação no curto e médio prazo (até 2030)

Caixa SPM 2: Potencial de mitigação e abordagens analíticas

O conceito de “potencial de mitigação” foi desenvolvido para avaliar a escala de redução de GHG que poderia ser feito, com relação às emissões, por um nível dado do preço do carbono (expresso em custo por unidade de dióxido de carbono equivalente às emissões reduzidas ou evitadas). O potencial de mitigação é diferenciado mais a frente em termos de “potencial de mercado” e “potencial econômico”.

Potencial de mercado é o potencial de mitigação baseado em custos privados e taxas de desconto privado¹³, que pode ocorrer sob condições de previsão do mercado, incluindo políticas e medidas atualmente em curso, percebendo que as barreiras limitam o consumo atual. [2.4]

Potencial econômico é o potencial de mitigação que considera custos e benefícios sociais e taxas de desconto social¹⁴, levando em conta que a eficiência do mercado é melhorada pelas políticas e medidas e a barreiras são removidas.

Os estudos de potencial de mercado podem ser usados para informar os elaboradores de políticas sobre o potencial de mitigação com a existência de políticas e barreiras, enquanto os estudos de potencial econômico mostram o que pode ser alcançado se novas políticas adicionais apropriadas forem postas em ação para remover as barreiras e incluir os custos e benefícios sociais.

O potencial de mitigação é projetado utilizando diferentes tipos de abordagens. Existem duas classes “Bottom-up” e “top-down” que basicamente têm sido usadas para avaliar o potencial econômico

Os estudos ‘bottom-up’ são baseados na avaliação das opções de mitigação, com ênfase em regulamentações e tecnologias específicas. Eles são típicos estudos setoriais considerando a macroeconomia como imutável. As estimativas dos setores têm sido agregadas, como no TAR, para proporcionar uma estimativa do potencial de mitigação global para esta avaliação.

Os estudos “top-down” avaliam o tamanho do potencial econômico das opções de mitigação. Eles usam projetos com consistência global e agregam informações sobre as opções de mitigação e captam os feedbacks do mercado e macroeconômicos.

Os modelos bottom-up e top-down se tornaram similares desde o TAR tendo o modelo top-down incorporado mais opções de mitigação tecnológica e o modelo bottom-up incorporado mais feedbacks sobre o mercado e a macroeconomia bem como adotando as análises de barreiras dentro das estruturas de seus modelos.

Os estudos “bottom-up” são úteis para a avaliação de opções de políticas setoriais específicas, ex: opções para melhorar e eficiência energética, enquanto os estudos “top-down” são úteis para

¹³ os custos privados e as taxas de desconto refletem a perspectiva dos consumidores privados e das empresas; veja o glossário para uma descrição mais completa.

¹⁴ os custos sociais e as taxas de descontos refletem a perspectiva da sociedade. As taxas de desconta social são menores do que aquelas usadas pelos os investidores privados; veja o glossário para uma descrição mais completa.

avaliar as políticas entre setores e as políticas sobre as mudanças climáticas que envolvem a economia, tais como taxas de carbono e políticas de estabilização.

No entanto, os estudos “bottom-up e top-down” atuais de potencial econômico têm limitações quando consideramos as escolhas do estilo de vida e também apresenta limitações porque não inclui fatores externos como a poluição do ar local. Eles têm representação limitada em alguns países, setores, gases e também algumas barreiras. O custo de mitigação estimado não leva em consideração o benefício potencial de evitar mudanças climáticas.

Caixa SPM 3: As hipóteses dos estudos sobre as pastas de mitigação e custos macroeconômicos

Os estudos sobre a pasta de mitigação e os custos macroeconômicos avaliadas neste relatório ao baseados no modelo “top-down”. A maioria dos modelos utilizam uma abordagem de custo mínima para a pasta de mitigação e com a troca de emissões universal, considerando mercados transparentes, nenhum custo de transação e assim a perfeita implementação das medidas de mitigação durante o século XXI. Os custos são dados para um ponto específico no tempo.

Os modelos globais de custos aumentarão se em algumas regiões e alguns setores (ex. uso da terra), as opções ou os gases são excluídos. Os custos do modelo global diminuirão com linhas de base menores, com o uso da receita oriunda da taxa de carbono e a permissão de leilões e se o aprendizado de tecnologia induzida for incluída. Estes modelos não consideram os benefícios climáticos e geralmente também co-beneficiam as medidas de mitigação, ou problemas de injustiça/ imparcialidade.

5. Ambos os estudos indicam que há um grande potencial econômico para a mitigação da emissão global de GHG durante as décadas que virão, que pode equilibrar as estimativas de crescimento das emissões globais ou reduzir as emissões abaixo do nível atual. (alto concordância, evidência alta)

As incertezas nas estimativas são mostradas como escalas nas tabelas abaixo para refletir as escalas das linhas de base/padrão, taxas de mudança tecnológicas e outros fatores que são específicos para abordagens diferentes. Além do mais, as incertezas surgem por causa da limitação de informação para a cobertura global dos países, setores e gases.

Os estudos “bottom-up”:

- Em 2030, o potencial econômico estimado para esta avaliação com a abordagem “bottom-up” (veja caixa SPM.2) é apresentado na tabela SPM 1 abaixo e na figura SPM 5 A. Para referência: as emissões em 2000 eram iguais à 43 GtCO₂-eq. [11.3]:

Tabela SPM 1: Potencial de mitigação econômico global em 2030 estimado dos estudos “bottom-up”
Preço do carbono potencial econômico redução relativa ao SRES A1 B redução relativa ao SRES B2

Carbon price (US\$/tCO ₂ -eq)	Economic potential (GtCO ₂ -eq/yr)	Reduction relative to SRES A1 B (68 GtCO ₂ - eq/yr) (%)	Reduction relative to SRES B2 (49 GtCO ₂ - eq/yr) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

- Os estudos sugerem que as oportunidades de mitigação com custo líquido negativo¹⁵ têm o potencial de reduzir as emissões em até aproximadamente 6 GtCO₂-eq/ano em 2030. Para a realização destes requerimentos é necessário lidar com a implementação de barreiras. [11.3]
- Nenhum setor ou tecnologia pode formular todo o desafio da mitigação. Todos os setores avaliados contribuem para o total (veja figura SPM 6). As tecnologias com maior potencial econômico para os setores respectivos são mostrados na tabela SPM.3 [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4]

Os estudos “top-down”

- Os estudos “top-down” calculam uma redução de emissões para 2030 como apresentado na tabela abaixo SPM 2 e na figura SPM 5B. O potencial econômico global encontrado nestes estudos estão alinhados com os estudos “bottom-up” (veja caixa SPM 2), apesar de haver consideráveis diferenças a nível setorial. [3.6]

Tabela SPM 2: potencial de mitigação econômica global em 2030 estimado de estudos “top-down”
Preço do carbon potencial econômico redução relativa ao SRES A1 B redução relativa ao SRES B2

Carbon price (US\$/tCO ₂ -eq)	Economic potential (GtCO ₂ -eq/yr)	Reduction relative to SRES A1 B (68 GtCO ₂ eq/yr) (%)	Reduction relative to SRES B2 (49 GtCO ₂ eq/yr) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

- As estimativas na tabela SPM 2 são oriundas dos cenários de estabilização, ex.elas caminham em direção a estabilização no longo prazo da concentração de GHG na atmosfera.

¹⁵ Neste relatório, tanto como no SAR e como no TAR, as opções, com custos negativos líquidos, (sem oportunidades dos pesares) são definidas como aquelas opções cujo benefício tais como redução do custo de energia e a redução das emissões dos poluentes locais ou regionais iguala ou excede seus custos para a sociedade, excluindo os benefícios conquistados quando se evita a mudança climática.

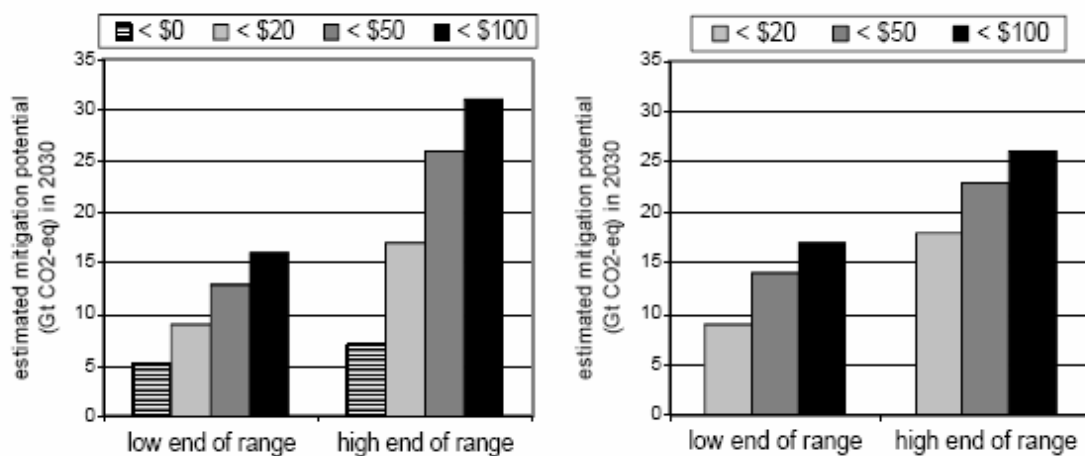


Figura SPM 5 A : Potencial econômico global em 2030 estimados dos estudos “bottom-up” (dados da tabela SPM 1)

Potencial de mitigação estimado X mínima da escala máxima da escala

Figura SPM 5 B : Potencial econômico global em 2030 estimados dos estudos “top-down” (dados da tabela SPM 2)

Potencial de mitigação estimado X mínima da escala máxima da escala

Tabela SPM 3: as tecnologias de mitigação chaves e sua práticas por setor. Os setores e as tecnologias são listados aleatoriamente. As práticas não tecnológicas como as mudanças do estilo de vida não estão incluídas nesta tabela (mas são direcionadas no parágrafo 7 neste SPM).

Setor	as tecnologias de mitigação chaves e as práticas atualmente disponíveis para comercialização	as tecnologias de mitigação chaves e as práticas atualmente estimadas para comercialização antes de 2030.
Fornecimento de energia	melhorar a eficiência na distribuição e fornecimento; troca de combustível, carvão por gás, usinas nucleares, renovar a energia e o calor (hidrelétrica, energia solar, vento, geotérmico, bioenergia); combinado aquecimento e energia; aplicação cedo de CCS (estocagem ou remoção de CO ₂ do gas natural)	Captura e armazenamento de carbono (CCS) para gás; instalações com geração de energia através da queima de carvão ou através da biomassa; usinas nucleares avançadas; renovação de energia avançada; concentração solar e de PV solar.
Transporte:	mais veículos com combustível eficiente, veículos híbridos, veículos com diesel mais limpo, biocombustível, mudança do modelo de transporte, das rodovias para as ferrovias e sistema de transporte público, transporte sem motor (bicicletas, caminhadas); uso da terra e planejamento de transporte.	segunda geração de biocombustíveis; aeronaves com maior eficiência; veículos híbridos e elétricos mais avançados e com maior potencia e com baterias mais confiáveis.
Construção	iluminação do dia mais eficientes, eletrodomésticos aquecedores e sistemas de refrigeração mais eficientes; melhoria dos fogões e dos isolamentos; design solar ativo e passivo para aquecimento e refrigeração; fluidos de refrigeração alternativos, reciclagem e recuperação dos gases fluorinados.	design integrado de prédio comerciais incluindo tecnologias tais como um medidor inteligente que proporcione controle e feedbacks, PV solar integrado nos construções
Indústria	Equipamentos de uso elétrico final mais eficientes, recuperação da energia e do calor; substituição e reciclagem de materiais; controle da emissão de gases sem CO ₂ e um grande leque de processos específicos para tecnologias.	eficiência da energia avançada; CCS para a manufatura de cimento, amônia e ferro, eletrodos inertes para a manufatura de alumínio.
Agricultura	melhoria no gerenciamento das plantações e dos pastos com intuito de aumentar a armazenagem de solo com carbono; restauração de solos com turfa e das áreas degradadas; melhoria das técnicas para plantação de arroz e para a pecuária e de adubação; gerenciamento para reduzir as emissões de CH ₄ ; melhoria na aplicação de fertilizante com nitrogênio para reduzir as emissões de N ₂ O; plantações dedicadas à substituição do uso de combustível fóssil; melhorias na eficiência da energia.	melhoria da produção das plantações
Florestas	plântio de florestas; reflorestamento; gerenciamento de florestas; reduzir o desmatamento; gerenciamento para produtos de madeira; uso de produtos da floresta para substituir o uso do combustível fóssil pela bioenergia.	melhoria das espécies de árvores para aumentar a produtividade da biomassa e a absorção de carbono. Melhoria das tecnologias para obtenção de dados para análises da vegetação, do potencial de absorção de carbono do solo e mudança no mapeamento do uso da terra.
Lixo	recuperação do metano oriundo dos aterros; incineração do lixo com a recuperação de energia; adubos de lixo orgânico; controle do lixo e tratamento de água; reciclagem e redução de lixo.	Biocoberturas e biofiltros para otimizar a oxidação de CH ₄

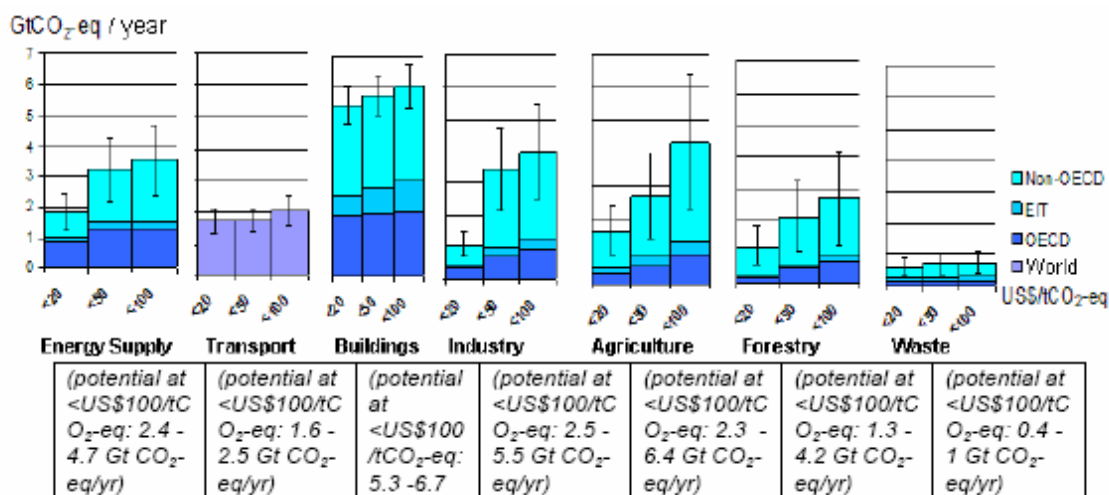


Figura SPM 6: potencial econômico setorial estimado para a mitigação global para diferentes regiões em função do preço do carbono em 2030 baseado nos estudos “botom-up”, comparado com as respectivas linhas de base/padrão consideradas nas avaliações do setor. Uma completa explicação da derivação desta figura é encontrada em 11.3.

Fornecimento de energia potencial de
 Transporte potencial de
 Construção potencial de
 Indústria potencial de
 Agricultura potencial de
 Florestas potencial de
 Lixo potencial de
 Notas:

1. As escalas para o potencial econômico global como avaliado em cada setor são mostradas através de linhas verticais. As escalas são baseadas nas alocações finais de emissão, significando que as emissões para uso de eletricidade são consideradas de acordo com a finalidade final do uso da eletricidade do setor e não pelo fornecimento de energia do setor.
2. Os potenciais estimados têm sido limitados pela disponibilidade de estudos particularmente os com níveis altos do preço do carbono.
3. Setores usarão linhas de base/padrão diferentes. Para a indústria a linha de base/padrão do SER B2 foi tirada, para o fornecimento de energia e transporte a linha de base/padrão do WEO 2004 foi utilizada; o setor de construção tem uma linha de base/padrão entre o SRES B2 e A1B; para o lixo, a orientação do SRES A1B foi utilizada para construir uma linha de base/padrão específica para o lixo, a agricultura e as florestas utilizaram as linhas de base/padrão orientadas pelo B2.
4. Somente o total global para o transporte é mostrado porque a aviação internacional está incluída [5.4].
5. As categorias excluídas são: emissões de gases sem CO₂ no transporte e nas construções, opções para a eficiência de parte dos materiais, produção de calor/aquecimento e co-geração de fornecimento de energia, veículos para carga pesada, transporte com alta capacidade de ocupação de passageiro e carga, opções de alto custo par as construções, tratamento da água utilizada, redução das emissões em minas de carvão e gasodutos, gases fluorinado oriundos do fornecimento de energia e transporte. Uma estimativa feita por baixo do total do potencial econômico destas emissões está na ordem de 10-15%.

6. Em 2030, os custos macroeconômico para o gás múltiplo, consistentes com a trajetória das emissões para uma estabilidade entre 445 e 710 ppm são estimados entre um decréscimo de 3% do PIB global e um pequeno aumento, comparado com as linhas de base/padrão (veja tabela SPM 4). No entanto, os custos regionais podem ser significativamente diferentes das médias globais. (alta concordância, evidência média) (veja caixa SPM 3 para as metodologias e considerações deste resultado).

- A maioria dos estudos concluiu que a redução do PIB relativa à linha de base/padrão do PIB aumenta com o rigor da meta de estabilização.

Tabela SPM.4: Custos macroeconômicos globais estimados em 2030 para as trajetórias de custo mínimo em diferentes níveis de estabilização no longo prazo.^{17,18}

Stabilization levels (ppm CO ₂ -eq)	Median GDP reduction ¹⁹ (%)	Range of GDP reduction ^{19,20} (%)	Reduction of average annual GDP growth rates ^{19,21} (percentage points)
590-710	0.2	-0.6 – 1.2	< 0.06
535-590	0.6	0.2 – 2.5	<0.1
445-535 ²²	not available	< 3	< 0.12

Níveis de estabilização

Média da redução do PIB Não disponível

Escala de redução do PIB^{19,20}

Redução da taxa média de crescimento do PIB^{19,21} (pontos percentuais)

- Dependendo do sistema de impostos vigente e do gasto da receita, os estudos modelos indicam que os custos podem ser substancialmente menores considerando que as receitas provenientes das taxas de carbono ou leilões permitam sob um sistema de troca de emissões que sejam usadas para promover o desenvolvimento de tecnologias com baixo nível de carbono ou reforma de impostos existentes. [11.4].
- Estudos que consideram a possibilidade da política de mudança climática induzir uma ênfase na mudança de tecnologia também têm seus custos mais baixos. No entanto, isto pode requerer um investimento inicial mais alto para poder alcançar as reduções do custo depois [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6].
- Apesar da maioria dos modelos apresentar uma perda do PIB, alguns apresentam ganho porque eles consideram que a linha de base/padrão não está otimizada e que as políticas de mitigação melhoram a eficiência do mercado; eles consideram que mais mudanças tecnológicas podem ser induzidas pelas políticas de mitigação. Exemplos das ineficiências do mercado incluem recursos não empregados, impostos distorcidos/ou subsídios [3.3, 11.4].
- Uma abordagem do gás múltiplo e a inclusão dos dissipadores de carbono geralmente reduzem os custos substancialmente se comparado com a luta contra a emissão de CO₂ somente.

¹⁶ A redução do PIB, para um dado nível de estabilização, aumentaria durante um tempo em todos os modelos após 2030. Os custos no longo prazo também se tornam mais incertos. [figura 3.25]

¹⁷ Resultados baseados em vários estudos com diversas linhas de base/padrão.

¹⁸ Estudos variam em estimar datas. Em que ponto do tempo a estabilização é alcançada; geralmente em 2100 ou depois.

¹⁹ Este é o PIB global baseado nas taxas de câmbio do mercado.

²⁰ A média e o 10º e 90º escala do percentil dos dados analisados são dados.

²¹ O cálculo da taxa da taxa de redução do crescimento anual é baseada na média de redução durante o período até 2030 que poderia resultar na diminuição indicada do PIB em 2030.

²² O número de estudos que reportam os resultados do PIB é relativamente pequeno e ele geralmente utilizam linhas base/padrão baixas.

- Os custos regionais dependem muito do nível de estabilização considerado e da linha de base/padrão do cenário. O regime de alocação também é importante, mas menos importante em certos países do que o nível de estabilização [11.4, 13.3]

7. **As mudanças nos padrões de comportamento e estilo de vida podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas em todos os setores. As práticas de gerenciamento também podem ter um papel positivo.** (alto concordância, evidência média)

- As mudanças no estilo de vida podem reduzir as emissões de GHG. As mudanças nos padrões de estilo de vida e do consumo podem contribuir para o desenvolvimento de uma economia com baixo uso de carbono, que é ao mesmo tempo justa e sustentável.

- A educação e os programas de treinamento podem ajudar a superar a resistência do mercado com relação à eficiência da energia, particularmente em combinação com outras medidas [tabela 6.6].

- Mudanças na ocupação comportamental, padrões de cultura, escolhas de consumo e o uso de tecnologias podem resultar em uma considerável redução da emissão de CO₂ associada à utilização de energia em construções [6.7].

- Gerenciamento da demanda dos transportes, isto inclui planejamento urbano (que pode reduzir a demanda por viagens) e provisão de informação e técnicas educacionais (que podem reduzir o uso de carros e levar a um eficiente estilo de dirigir), contribui para a mitigação da GHG [5.1].

- Na indústria, instrumentos de gerenciamento que incluam treinamento de pessoal, sistema de recompensa, feedbacks regulares, documentos de práticas já existentes podem ajudar a superar as barreiras organizacionais industriais, reduzir o uso da energia e das emissões de GHG [7.3].

8. **Enquanto os estudos utilizam diferentes metodologias, em todas as regiões do mundo analisadas, no curto prazo, a saúde se co-beneficia da redução da poluição do ar. Como os resultados das ações para reduzir as emissões de GHG podem ser significativos, eles podem equilibrar grande parte dos custos de mitigação** (alta concordância, larga evidência).

- A inclusão de outros co-benefícios além da saúde, tais como aumento da segurança no fornecimento de energia, aumento da produção agrícola e a redução da pressão sobre ecossistemas naturais, devido à diminuição da concentração de ozônio troposférico, reduziria os custos no futuro.

- A integração do combate à poluição do ar com as políticas de mitigação das mudanças climáticas oferece um grande potencial de redução de custos em comparação com o tratamento dado a estas políticas isoladamente.

9. **A literatura desde o TAR confirma que talvez os efeitos, dos países do Annex I, na economia global e na emissão global existam, apesar da escala de vazamento de carbono permanecer incerta** (alta concordância, larga evidência).

- As nações que exportam combustível fóssil (em ambos os conjuntos de países Annex I e não-Annex I) podem esperar, como indicado no TAR 23, menor demanda e preços e menor crescimento do PIB devido

²³ Veja TAR WG III parágrafo 16 SPM.

às políticas de mitigação. A extensão desde transbordamento²⁴ depende fortemente das considerações relacionadas às políticas de decisão e as condições do mercado do petróleo [11.7].

- As incertezas cruciais permanecem na avaliação do vazamento de carbono²⁵. A maioria dos modelos de equilíbrio apóia a conclusão no TAR de vazamento da economia em larga escala incluindo as ações do Protocolo de Kyoto na ordem de 5-20%, isto poderia ser menor se tecnologias competitivas para baixas emissões fossem efetivamente mais difundidas [11.7].

10. Novos investimentos para infraestrutura em energia nos países em desenvolvimento, melhorar a infraestrutura para energia nos países industrializados, e políticas que promovam a segurança da energia podem, em muitos casos, criar oportunidades para conseguir a redução da emissão de GHG, se comparada com as linhas de base/padrão dos cenários. Os co-benefícios adicionais são específicos dos países, mas freqüentemente incluem o combate à poluição do ar, a melhoria da balança comercial, provisão de serviço de energia moderno para as áreas rurais e emprego (alta concordância, larga evidência).

- As decisões de investimento futuro em infraestrutura para energia são estimadas acima de 20 trilhões de dólares 26 entre agora e 2030, isto terá impactos no longo prazo na emissão de GHG, devido à longevidade das plantas energéticas e outra infraestrutura do estoque de capital. A difusão das tecnologias de baixo carbono pode levar muitas décadas, mesmo se os investimentos iniciais nestas tecnologias forem atraentes. As estimativas iniciais mostram que o retorno das emissões globais de CO2 relacionadas com a energia aos níveis de 2005 até 2030 demandariam uma grande mudança nos padrões de investimento, embora o investimento adicional líquido tenha requerido escalas que vão do insignificante à 5-10% [4.1, 4.4, 11.6].
- Em termos da eficácia dos custos, é melhor investir na melhoria da eficiência final do uso da energia do que no aumento do fornecimento de energia para satisfazer a demanda por serviços de energia. A melhoria na eficiência tem efeitos positivos na segurança do fornecimento da energia, no combate local e regional à poluição do ar e emprego [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8]
- A renovação da energia geralmente tem um efeito positivo na segurança do fornecimento de energia, emprego e na qualidade do ar. Comparando os custos com outras opções de fornecimento, a eletricidade renovável, que compreendeu 18% do total de eletricidade fornecida em 2005, pode ter uma parcela de 30-35% do total de energia fornecida em 2030 com os preços do carbono até 50US\$/tCO2-eq [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8].
- Quanto mais alto o preço de mercado dos combustíveis fósseis, mais competitivas as alternativas para baixo carbono serão, embora a volatilidade dos preços seja um fator que não incentiva os investidores. O aumento de preço de reservas tradicionais de petróleo, por outro lado, podem induzir sua substituição por alternativas com alto carbono tais como o óleo pesado, o óleo de terreno argiloso e o combustível sintético de carvão e gás, levando a emissão de GHG a aumentar a menos que as usinas sejam equipadas com CCS [4.2, 4.3, 4.4, 4.5].
- Os custos relativos a outras opções de fornecimento de energia, usina nuclear, que compreenderam 16% do total do fornecimento de energia em 2005, pode alcançar 18% do total de eletricidade

²⁴ Os efeitos do transbordamento da mitigação na perspectiva dos setores são os efeitos das políticas de mitigação e suas medidas em um país ou em um grupo de países sobre os setores em outros países.

²⁵ Vazamento de carbono é definido como um aumento da emissão de CO2 fora dos países considerando ações de mitigação domésticas dividida pela redução das emissões nestes países.

²⁶ 20 trilhões=2000bilhoes=20*10¹²

- CCS em formações geológicas de subsolo é uma nova tecnologia com o potencial de realizar uma importante contribuição para a redução até 2030.²⁷ Desenvolvimentos regulatórios, tecnológicos e econômicos afetarão a contribuição atual [4.3, 4.4, 7.3]. (27)

11. Há múltiplas opções de redução no setor de transporte²⁸, mas seu efeito pode ser neutralizado pelo crescimento no setor. As opções de mitigação são encaradas com muitas barreiras, tais como preferência dos consumidores e falta de estrutura de políticas (concordância média, evidência média).

- Medidas aperfeiçoadas de eficiência veicular, levando a economia de combustível, em muitos casos têm resultado positivo (ao menos para veículos de carga leve), mas o potencial de mercado é muito menor do que o potencial econômico devido à influência de outras considerações dos consumidores, tais como desempenho e tamanho. Não há informação suficiente para a avaliação do potencial de redução para veículos de carga pesada. Não se espera, dessa forma, que as forças de mercado sozinhas, incluindo os crescentes custos de combustível, gerem reduções significantes de emissão [5.3, 5.4].
- Os biocombustíveis podem vir a desempenhar importante papel na abordagem das emissões de gás de efeito estufa no setor de transporte, dependendo da sua rota de produção. Os Biocombustíveis utilizados como aditivos/substitutos de gasolina e óleo diesel têm crescimento projetado de 3%, em relação à demanda energética total dos transportes para o ano base de 2030. Tal crescimento pode subir até entre 5-10%, dependendo dos preços futuros de óleo e carbono, melhoramentos na eficiência veicular e o sucesso na utilização de biomassa de celulose [5.3, 5.4].
- Alterações modais, de estrada para trilhos, transporte fluvial de cargas e de transportes de baixa para alta ocupação²⁹, bem como uso do solo, planejamento urbano e transporte não motorizado oferecem oportunidades para a redução de gás de efeito estufa, dependendo das políticas e condições locais [5.3, 5.5].
- O potencial mitigador de médio prazo para emissões de CO₂ por parte do setor aéreo pode advir do aperfeiçoamento de eficiência energética, a qual pode ser atingida por uma variedade de meios, incluindo tecnologia, operações e gerenciamento de tráfego aéreo. No entanto, espera-se que tais aperfeiçoamentos apenas parcialmente neutralizem o crescimento das emissões do setor aéreo. O potencial de redução total no setor também precisaria considerar os impactos climáticos provenientes de emissões sem CO₂ por parte do setor aéreo [5.3, 5.4].
- A obtenção da redução de emissões no setor de transporte, freqüentemente é benefício comum à abordagem de congestionamento de tráfego, de qualidade do ar e de segurança energética [5.5]

12. As opções de eficiência energética para edifícios novos e existentes poderiam reduzir consideravelmente as emissões de CO₂, com resultado econômico positivo. Existem muitas barreiras contra a exploração desse potencial, mas existem também grande benefícios (concordância alta, muita evidência).

- Até 2030, cerca de 30% das emissões previstas de gás de efeito estufa no setor da construção podem ser evitados, com resultado econômico favorável [6.4, 6.5].

²⁷ A Áustria não concordou com essa afirmação.

²⁸ Ver tabela SPM.1 e Figura SPM.6.

²⁹ Incluindo compartilhamento de veículos e transporte de massa ferroviário, rodoviário e marítimo.

- Edifícios energeticamente eficientes, na medida em que limitam o crescimento de emissões de CO₂, podem também melhorar a qualidade do ar interno e externo, melhorar o bem estar social e aprimorar a segurança energética [6.6, 6.7].
- Oportunidades de realização de reduções gás de efeito estufa no setor da construção existem em escala global. No entanto, múltiplas barreiras dificultam a utilização desse potencial. Essas barreiras incluem disponibilidade de tecnologia, financiamento da pobreza, custos mais altos de informação confiável, limitações inerentes no projeto de edificações e um portfólio de políticas e programas [6.7, 6.8].
- A magnitude das barreiras acima é maior nos países em desenvolvimento, e isso torna mais difícil para eles o alcance do potencial de redução de gás de efeito estufa do setor construtivo [6.7].

13. O potencial econômico no setor industrial está predominantemente localizado nas indústrias com uso intensivo de energia. O completo uso das opções de mitigação não está sendo atingido, nem nas nações industrializadas nem nas em desenvolvimento (*alta concordância, baixa evidência*).

- Muitas instalações industriais em países em desenvolvimento são novas e incluem a tecnologia mais recente, com as mais baixas emissões específicas. No entanto, muitas instalações antigas e ineficientes sobrevivem em ambos, países industrializados e em desenvolvimento. A atualização dessas instalações pode produzir reduções significantes de emissões [7.1, 7.3, 7.4].
- A pequena taxa de giro de capital, falta de recursos técnicos e financeiros, e limitações na habilidade de empresas, principalmente as pequenas e médias operações, de avaliar e absorver informação tecnológica são barreiras chave ao total uso das opções de mitigação [7.6].

14. As práticas agrícolas podem, coletivamente, prover contribuição significativa a custo baixo para o aumento de bacias de carbono no solo, para a redução da emissão de gás de efeito estufa, e por meio da contribuição de biomassa de alimento animal para uso energético (*concordância média, evidência média*).

- Uma grande porção do potencial mitigador da agricultura (exceto a bioenergia) surge da captura de carbono no solo, a qual tem fortes sinergias com a agricultura sustentável e geralmente reduz a vulnerabilidade à alteração climática [8.4, 8.5, 8.8].
- O carbono armazenado no solo pode ser vulnerável à perda por meio de ambos, alteração no manejo do solo e alteração climática [8.10].
- Potencial mitigador considerável também está disponível para reduções de emissões de metano e óxidos nítricos em alguns sistemas agrícolas [8.4, 8.5].
- Não há uma lista universal de práticas aplicáveis de mitigação; as práticas precisam ser avaliadas para sistemas e cenários agrícolas individuais [8.4].
- A biomassa de resíduos agrícolas e safras de energia dedicada pode ser um importante insumo bioenergético, mas sua contribuição para a mitigação depende da demanda por bioenergia por parte do transporte e fornecimento de energia, da disponibilidade de água e das exigências de solo para a produção de alimentos e fibras. O uso generalizado de solo para a produção de biomassa para energia pode competir com outros usos do solo e pode ter impactos e implicações ambientais positivos e negativos para a segurança alimentar [8.4, 8.8].

15. Atividades de mitigação relacionadas a florestas podem consideravelmente reduzir emissões das fontes e aumentar a remoção de CO₂ por bacias a custos baixos, e podem ser projetadas para criar sinergias com desenvolvimento de adaptação e sustentável (alta concordância, muita evidência)³⁰

- Cerca de 65% do potencial total de mitigação (até US\$100/tCO₂-eq) estão localizados nos trópicos e cerca de 50% da quantidade total poderia ser atingido por meio da redução de emissões por desflorestamento [9.4].
- A alteração climática pode afetar o potencial mitigador do setor florestal (ou seja, florestas nativas e cultivadas), e espera-se que seja diferente entre regiões e sub-regiões, tanto em magnitude quanto em direção [9.5].
- As opções de mitigação relacionadas a florestas podem ser projetadas e implementadas de forma a serem compatíveis com a adaptação, e ter benefícios substanciais em termos de emprego, geração de renda, manutenção da biodiversidade e das bacias, fornecimento de energia renovável e alívio da pobreza [9.5, 9.6, 9.7].

16. A produção de lixo por parte de consumidores³¹ é um pequeno contribuidor para as emissões totais de gás de efeito estufa³² (<5%), mas o setor de lixo pode contribuir positivamente para a mitigação de gás estufa a custo baixo e promover desenvolvimento sustentável (concordância alta, muita evidência).

- As práticas existentes de manejo de lixo podem fornecer mitigação efetiva de emissões de gás estufa por parte do setor: uma grande variedade de tecnologias testadas, ambientalmente eficazes está disponível comercialmente para mitigar emissões e fornecer benefícios, e fornecimento local de energia [10.3, 10.4, 10.5].
- A redução de lixo e a reciclagem fornecem benefícios indiretos importantes por meio da conservação de energia e materiais [10.4].
- A falta de capital local é um impedimento chave para o manejo de lixo e de água utilizada em países em desenvolvimento e países com economias em transição. A falta de conhecimento específico sobre tecnologia sustentável também é um importante impedimento [10.6].

17. As opções de geo-engenharia, tais como fertilização oceânica para a remoção de CO₂ diretamente da atmosfera, ou o bloqueio de luz solar, por meio de depósito de material na atmosfera superior, permanecem especulativas e infundadas, e com o risco de efeitos colaterais desconhecidos. Estimativas confiáveis de custo para essas opções não foram publicadas (concordância média, evidência limitada).

³⁰ Tuvalu mencionou dificuldades com relação a ‘baixos custos’, conforme o Capítulo 9, página 15 do relatório WG III afirma, que: “o custo de projetos de mitigação de florestas aumentam significativamente quando os custos de potencial do solo são considerados”.

³¹ O lixo industrial é coberto no setor indústria.

³² Os gases causadores do efeito estufa incluem metano oriundo de aterros sanitários e de água suja, N₂O de água suja e CO₂ da incineração de carbono fóssil.

D. Mitigação de longo prazo (após 2030)

18. Com a intenção de estabilizar a concentração de gases causadores do efeito estufa na atmosfera, as emissões precisariam atingir seu pico e declinar após essa data. Quanto mais baixo o nível de estabilização, mais rápido o pico e o declínio precisariam ocorrer. Os esforços de mitigação durante as próximas duas ou três décadas terão um grande impacto sobre as oportunidades de atingir níveis de estabilização menores (ver tabela SPM.5, e Figura SPM. 8)³³ (alta concordância, muita evidência).

- Estudos recentes utilizando redução multi-gás exploraram níveis de estabilização mais baixos do que os relatados no Terceiro Relatório de Avaliação.
- Os estudos avaliados contêm uma variedade e perfis de emissão para se atingir a estabilização de concentrações de gases de efeito estufa³⁴. A maioria desses estudos utilizou uma abordagem do menor custo e inclui tanto reduções de emissão iniciais quanto tardias (Figura SPM. 7) [Caixa SPM 2]. A tabela SPM.5 resume os níveis de emissões necessários para diferentes grupos de concentração de estabilização e o equilíbrio associado ao aumento global de temperatura³⁵, utilizando a ‘melhor estimativa’ de sensibilidade climática (ver também Figura SPM.8 para o alcance provável de incerteza)³⁶. A estabilização em concentração mais baixa e níveis de temperatura de equilíbrio relacionados atrasam a data em que as emissões precisam atingir o pico, e exige reduções de emissão maiores até 2050.

³³ O parágrafo 2A aborda as emissões históricas de gases causadores do efeito estufa desde tempos pré-industriais.

³⁴ Estudos variam em termos do ponto no tempo em que a estabilização é atingida; geralmente isso acontece por volta de 2100 ou mais tarde.

³⁵ A informação sobre temperatura média global é tomada do relatório AR4 WGI, capítulo 10.8. Essas temperaturas são atingidas bem depois que as concentrações se estabilizarem.

³⁶ A sensibilidade climática de equilíbrio é uma medida da resposta do sistema de clima a força concêntrica sustentada.

Tabela SPM5

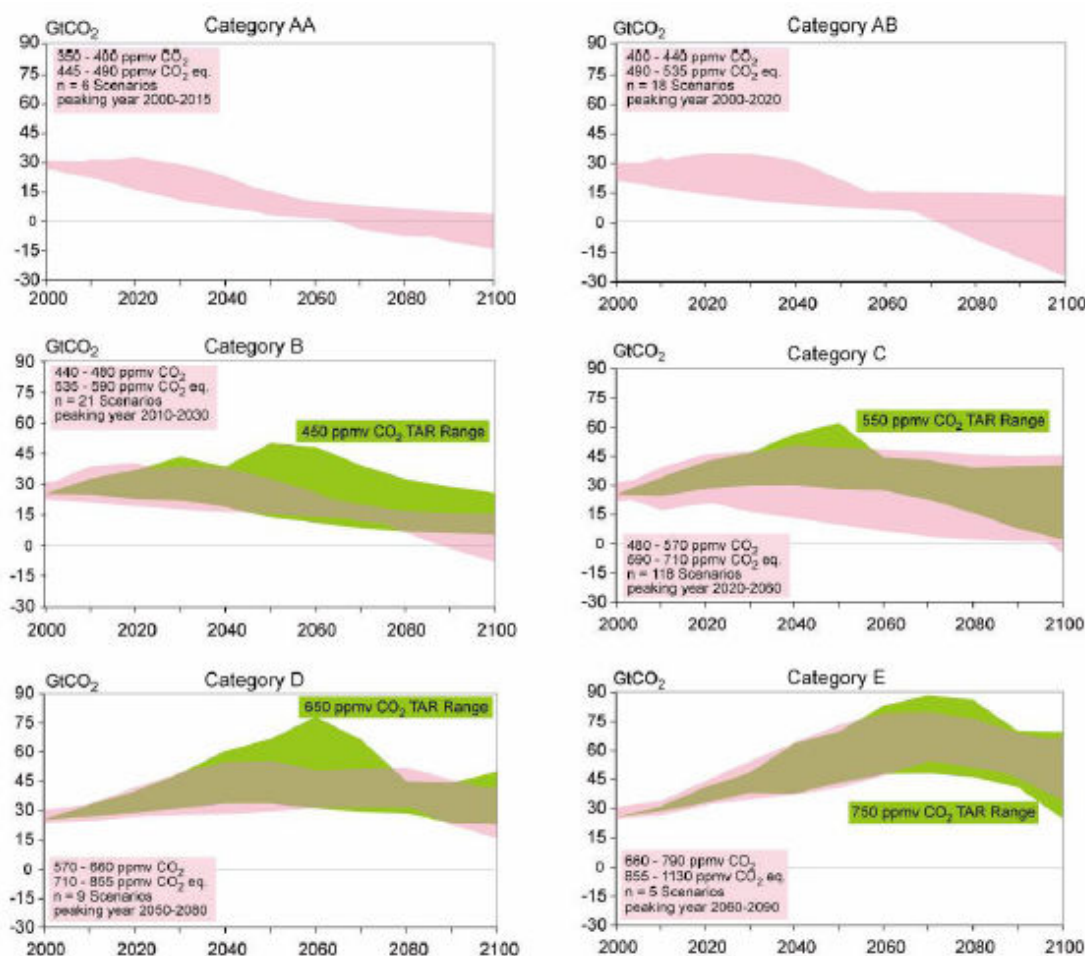
Category	Radiative Forcing (W/m ²)	CO ₂ Concentration ³⁹ (ppm)	CO ₂ -eq Concentration (ppm)	Global mean temperature increase above pre-industrial at equilibrium, using "best estimate" climate sensitivity ^{38, 39} (°C)	Peaking year for CO ₂ emissions ⁴⁰ (year)	Change in global CO ₂ emissions in 2050 (% of 2000 emissions) ⁴⁰ (%)	No. of assessed scenarios
AA	2.5 – 3.0	350 – 400	445 – 490	2.0 – 2.4	2000 - 2015	-85 to -50	6
AB	3.0 – 3.5	400 – 440	490 – 535	2.4 – 2.8	2000 - 2020	-60 to -30	18
B	3.5 – 4.0	440 – 485	535 – 590	2.8 – 3.2	2010 - 2030	-30 to +5	21
C	4.0 – 5.0	485 – 570	590 – 710	3.2 – 4.0	2020 - 2060	+10 to +60	118
D	5.0 – 6.0	570 – 660	710 – 855	4.0 – 4.9	2050 - 2080	+25 to +85	9
E	6.0 – 7.5	660 – 790	855 – 1130	4.9 – 6.1	2060 - 2090	+90 to +140	5
Total							177

³⁷ A compreensão do sistema de resposta climática à força concêntrica, bem como feedbacks é avaliada em detalhe no Relatório AR4 WGI. Taxas de retorno entre o ciclo do carbono e alterações no clima afetam a mitigação necessária para um nível de estabilização particular da concentração de dióxido de carbono. Espera-se que essas taxas de retorno aumentem a fração das emissões antropogênicas que permanece na atmosfera a medida em que os sistemas de temperatura aquecem. Por isso, as reduções de emissão que atendem a um determinado nível de estabilização relatado nos estudos de mitigação avaliados aqui, podem estar sub avaliadas.

³⁸ a melhor estimativa de sensibilidade climática é 3° C [WG I SPM]

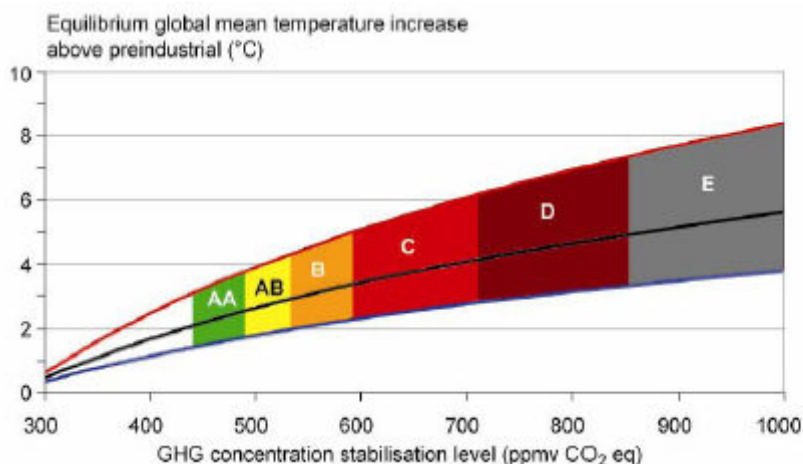
³⁹ Notar que a temperatura global média de equilíbrio é diferente da temperatura média global -esperada no ponto de estabilização das concentrações de gases do efeito estufa, devido à inércia do sistema climático. Para a maioria dos cenários avaliados, a estabilização das concentrações de gases do efeito estufa ocorre entre 2100 e 2150.

⁴⁰ Alcances correspondem ao 15° a 85° percentis da distribuição de cenário pós TAR.



[As categorias serão alteradas para I a VI; ppmv será substituído por ppm; GtCO₂ precisa de GtCO₂/ano]

Figura SPM 7: As trajetórias das emissões dos cenários de mitigação para categorias alternativas de níveis de estabilização (Categoria I a VI, como definido na caixa em cada painel). As trajetórias são para emissões de CO₂, apenas. As áreas coloridas de rosa (escuras) fornecem as emissões de CO₂ para os cenários de emissão após o Terceiro Relatório de Avaliação. As áreas coloridas de verde (claras) mostram o alcance de mais de 80 cenários de estabilização. As emissões para o ano base podem diferir entre modelos devido a diferenças em setor e cobertura da indústria. Para alcançar os níveis mais baixos de estabilização alguns cenários empregam a remoção de CO₂ da atmosfera (emissões negativas) utilizando tecnologias tais como produção de energia de biomassa, utilizando captura e acúmulo de carbono. [Figura 3.17]



(letras maiúsculas serão alteradas de AA, BB etc para I a IV. Ppmv (eixo X) será alterado para ppm. Estabilização na estabilização)

Figura SPM 8: Categorias do Cenário de Estabilização conforme relatados na Figura SPM.7 (faixas coloridas) e sua relação com a alteração na temperatura global média de equilíbrio acima da pré-industrial, usando (i) “melhor estimativa” sensibilidade climática de 3 graus C (linha preta no meio da área escurecida), (ii) limite superior de alcance provável de sensibilidade climática de 4.5 graus Celsius (linha vermelha no topo da área escurecida) (iii) limite inferior de influencia provável de sensibilidade climática de 2 graus Celsius (linha azul na base da área escurecida). O campo colorido mostra as faixas de concentração para a estabilização de gases de efeito estufa na atmosfera correspondendo às categorias I a VI do cenário de estabilização, conforme indicado na Figura SPM.7. Os dados são retirados de AR4 WGI, capítulo 10.8.

19. O alcance dos níveis de estabilização avaliados pode ser atingido pelo emprego de uma variedade de tecnologias que estão atualmente disponíveis e aqueles que esperam ser comercializados nas próximas décadas. Isso supõe que incentivos apropriados e eficazes estão a postos para desenvolvimento, aquisição, aplicação e difusão de tecnologias e para a abordagem de barreiras relacionadas (alta concordância, muita evidencia).

- A contribuição de diferentes tecnologias para a redução de emissões necessária para a estabilização variará ao longo do tempo, região e nível de estabilização.
 - A eficiência energética desempenha papel chave através de vários cenários para a maioria das regiões e escalas de tempo.
 - Para níveis de estabilização mais baixos, os cenários colocam mais ênfase na utilização de fontes energéticas com baixo teor de carbono, tais como energia renovável e energia nuclear, e o uso do CO2 capturado e armazenado (CCS).
 - Incluir opções de abrandamento de florestas e uso do solo, com e sem CO2 fornece maior flexibilidade e eficácia em termos de custos para o alcance da estabilização. A bioenergia moderna poderia contribuir substancialmente para o compartilhamento de energia renovável no portfólio de abrandamento.

- Para exemplos de portfólios de opções de abrandamento, ver figura SPM.9 (3.3, 3.4)
- Investimentos em e aplicação em escala mundial de tecnologias de baixa emissão de gases do efeito estufa, bem como melhoramentos nas tecnologias por meio de Pesquisa pública e privada, Desenvolvimento e Demonstração exigiriam atingir metas de estabilização bem como custos de redução. Quanto mais baixos os níveis de estabilização, especialmente aqueles em torno de 550 ppm ou abaixo, maior a necessidade de esforços de pesquisa, desenvolvimento e demonstrações mais eficientes e investimentos em novas tecnologias durante as próximas décadas.
- Incentivos adequados poderiam abordar essas barreiras e contribuir para a realização das metas através de um diversificado portfólio de tecnologias. Isso requer que as barreiras ao desenvolvimento, aquisição, aplicação e difusão de tecnologias sejam abordadas eficazmente. (2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6)

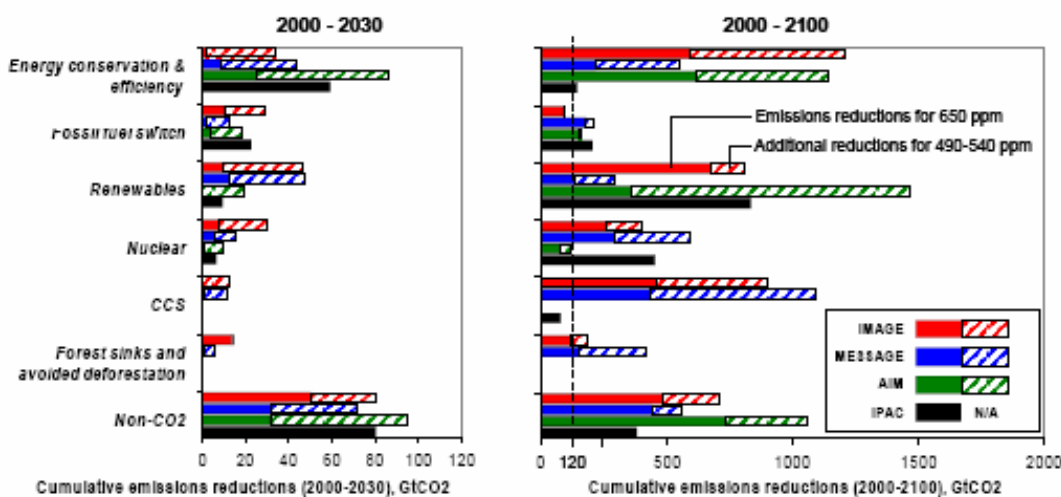


Figura SPM 9: Reduções de emissões cumulativas para medidas de abrandamento alternativas para 2000 a 2030 (painel esquerdo) e para 2000 a 2100 (painel direito). A figura mostra os cenários ilustrativos de quatro modelos (AIM, IMAGE, IPAC e MESSAGE) focando na estabilização entre 490-540 ppm CO₂-eq e níveis de 650 ppm CO₂-eq, respectivamente. As barras escuras mostram as reduções para uma meta de 650 ppm CO₂-eq e as barras claras as reduções adicionais para se atingir 490-540 ppm CO₂-eq. Note que alguns modelos não consideram o abrandamento por meio de melhorias de bacias de florestas (AIM e IPAC) ou CCS (AIM) e que a participação de opções de energia de baixo teor de carbono no suprimento total de energia também é determinado pela inclusão dessas opções na base de tempo. O CCS inclui a captura e armazenamento de carbono para biomassa. Bacias florestais incluem a redução de emissões por desflorestamento. (Figura 3.23)

20. Em 2050⁴¹, os custos médios globais macro econômicos para a mitigação de gases múltiplos em direção a estabilização entre 710 e 445 ppm CO₂-eq estão entre um ganho de 1% e decréscimo de 5.5% do PIB global (ver tabela SPM.6). Para países e setores específicos, os custos variam consideravelmente da média global. (ver Caixa SPM.3 para as metodologias e suposições e parágrafo 5 para a explicação de custos negativos) (alta concordância evidência média).

Tabela SPM.6: Custos globais macro econômicos estimados em 2050 relativos a base de tempo para trajetórias de menor custo, em relação a diferentes metas de estabilização de longo prazo⁴² (3.3, 13.3)

Níveis de estabilização (ppm CO ₂ -eq)	Redução média do PIB ⁴³ (%)	Alcance da redução do PIB ^{43,44} (%)	Redução das taxas anuais de crescimento do PIB ^{43,45} (pontos percentuais)
590-710	0.5	-1-2	<0.05
535-590	1.3	Levemente negativo	<0.1
445-535 ⁴⁶	Não disponível	<5.5	<0.12

21. A tomada de decisões sobre o nível apropriado de mitigação global ao longo do tempo envolve um processo de gerenciamento de risco interativo que inclui a mitigação e adaptação, considerando-se danos presentes e desprezados da alteração climática, benefícios, sustentabilidade, equidade e atitudes de risco. As escolhas sobre a escala e sobre o tempo de mitigação dos gases causadores do efeito estufa envolvem o equilíbrio dos custos econômicos de reduções de emissão mais rápidas agora, contra os correspondentes riscos de atraso de médio e longo prazos. (alta concordância, muita evidência).

- Resultados analíticos limitados e precoces de análises integradas dos custos e benefícios da mitigação indicam que esses são largamente comparáveis em magnitude, mas ainda não permitem uma determinação precisa da trajetória de emissões ou níveis de estabilização a partir dos quais os benefícios excedem os custos (3.5)
- A avaliação integrada dos custos e benefícios econômicos de trajetórias diferentes de mitigação mostra que o tempo economicamente ótimo e o nível de mitigação dependem da forma e característica incertas da suposta curva de custo de danos das alterações globais. Para ilustrar essa dependência:
 - Se a curva de custo de danos das alterações climáticas aumentar lenta e regularmente, e houver boa previsão (o que aumenta o potencial de adaptação em tempo), mitigação mais tardia e menos restritiva e economicamente justificável.
 - Alternativamente, se a curva de custo de danos aumentar radicalmente, ou contiver linearidades (por exemplo, patamares de vulnerabilidade ou mesmo pequenas probabilidades de

⁴¹ Estimativas de custo para 2030 são apresentadas no parágrafo 5.

⁴² Isso corresponde a toda a literatura através de todas as datas base e cenários de mitigação que fornecem números de PIB.

⁴³ Isso são taxas de câmbio de mercado do PIB global

⁴⁴ A mediana e o alcance dos percentis 10^o e 90^o são dados

⁴⁵ O cálculo da redução da taxa anual de crescimento é baseado na redução média durante o período até 2050, que resultariam na queda indicada do PIB em 2050.

⁴⁶ O número de estudos é relativamente pequeno e eles geralmente usam bases de cálculo baixas.

eventos catastróficos), abrandamento mais imediato e restritivo e economicamente justificável (3.6).

- A sensibilidade climática é uma incerteza chave para cenários de mitigação que visam atender a um nível específico de temperatura. Estudos mostram que se a sensibilidade climática é alta, então o tempo e nível de mitigação é anterior e mais restritivo do que quando ela é baixa (3.5, 3.6)
- O atraso na redução de emissões leva a investimentos que comprometem mais as trajetórias de desenvolvimento e infra-estrutura de emissão intensiva. Isso significativamente limita as oportunidades para se atingir níveis de estabilização mais baixos (como mostrados na tabela SPM.5) e aumenta o risco de impactos mais severos de alterações climáticas (3.4, 3.1, 3.5, 3.6)

Caixa SPM.4: Modelando alterações tecnológicas induzidas

Literatura relevante sugere que políticas e medidas podem induzir alterações tecnológicas. Progresso memorável foi alcançado na aplicação de abordagens baseadas em alteração tecnológica induzida para estudos. No entanto, questões conceituais permanecem. Nos modelos, que adotam essas abordagens, os custos projetados para dado nível de estabilização são reduzidos. As reduções são maiores em níveis de estabilização mais baixos.

E. Políticas, medidas e instrumentos de abrandamento de alterações climáticas.

22. Uma grande variedade de políticas nacionais e instrumentos está disponível para governos criar os incentivos para ação de mitigação. Sua aplicabilidade depende de circunstâncias nacionais e de compreensão de suas interações, mas a experiência da implementação em vários países e setores mostra que há vantagens e desvantagens para qualquer instrumento dado. (alta concordância, alta evidencia).

- Quatro critérios principais são usados para avaliar políticas e instrumentos: eficácia ambiental, eficácia econômica, efeitos distributivos, incluindo equidade, e exequibilidade institucional (13.2).
- Todos os instrumentos podem ser desenvolvidos bem ou pobremente, e ser restritivos ou folgados. Além disso, o monitoramento para melhoria da implementação é uma importante questão para todos os instrumentos. Resultados gerais acerca do desempenho de políticas são: (7.9, 12.2, 13.2)
 - Integrar políticas climáticas a políticas mais amplas de desenvolvimento torna a implementação e superação de obstáculos mais fácil.
 - Regulamentos e padrões geralmente fornecem alguma certeza sobre níveis de emissão. Eles podem ser preferíveis a outros instrumentos quando a informação ou quando outras barreiras impedem que produtores e consumidores respondam a sinais de preço. No entanto, eles podem não induzir a inovações e tecnologias mais avançadas.
 - Impostos e taxas podem estabelecer um preço para o carbono, mas não podem garantir um nível particular de emissões. A literatura identifica os impostos como uma forma eficiente de internalizar custos de emissões de gases geradores de efeito estufa.

- Permissões negociáveis estabelecerão um preço para o carbono. O volume de emissões permitidas determina sua eficácia ambiental, ao passo que a alocação de permissões tem conseqüências distributivas. A flutuação no preço do carbono torna difícil à estimativa do custo total de obediência a permissões de emissão.
 - Incentivos financeiros (subsídios e créditos de impostos) freqüentemente são usados por governos para estimular o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias. Enquanto os custos econômicos são geralmente mais altos do que aqueles para os instrumentos listados acima, eles têm papel crítico na superação de barreiras.
 - Acordos voluntários entre a indústria e governos são politicamente atrativos, aumentam a consciência entre envolvidos, e têm desempenhado papel importante na evolução de muitas políticas nacionais. A maioria dos acordos ainda não atingiu reduções significantes de emissões, além do negócio comum. No entanto, alguns acordos recentes, em alguns países, aceleraram a aplicação da melhor tecnologia disponível e levou a reduções de emissão mensuráveis.
 - Instrumentos de informação (por exemplo, campanhas de conscientização) podem afetar positivamente a qualidade ambiental por meio da promoção de escolhas informadas e possivelmente contribuindo para a mudança comportamental, no entanto, seu impacto sobre as emissões ainda não foi mensurado.
 - A pesquisa, desenvolvimento e demonstração podem estimular avanços tecnológicos, reduzir custos, e permitir progresso em direção à estabilização.
- Algumas corporações autoridades locais e regionais, ONGs e grupos civis estão adotando uma larga variedade de ações voluntárias. Essas ações voluntárias podem limitar as emissões de gases de efeito estufa, estimular políticas inovadoras, e encorajar a utilização de novas tecnologias. Elas geralmente têm, por si só, impacto limitado sobre os níveis de emissões nacionais e regionais [13.4].
 - As lições aprendidas da aplicação de um setor específico das políticas nacionais e instrumentos são mostradas na Tabela SPM.7.

23. Políticas que fornecem um preço real um implícito para o carbono podem criar incentivos para produtores e consumidores, de forma a investir significativamente em produtos, tecnologias e processos com baixo índice de gases de efeito estufa. Tais processos podem incluir instrumentos econômicos, financiamento governamental e regulamentação (alta concordância, muita evidência).

- Um sinal de preço de carbono eficaz poderia realizar potencial mitigador em todos os setores [11.3, 13.2].
- Estudos de modelo (ver caixa SPM.3) mostram os preços do carbono aumentando para 20 a 80 US\$/tCO₂-eq até 2030 e 30 a 155 US\$/tCO₂-eq até 2050 são consistentes com a estabilização em torno de 550 ppm CO₂-eq até 2100. Para o mesmo nível de estabilização, estudos desde de o Terceiro Relatório de Avaliação consideram alterações tecnológicas induzidas reduzem essa faixa de preço para 5 a 65 US\$/tCO₂-eq em 2030 e 15 a 130 US\$/tCO₂-eq em 2050 [3.3, 11.4, 11.5]
- A maioria das avaliações de topo para base, bem como algumas da base para o topo sugerem que os preços reais ou implícitos do carbono de 20 a 50US\$/tCO₂-eq, sustentado os aumentado ao longo das décadas, poderia levar a um setor de geração de força com baixa emissão de GHG até 2050 e tornar muitas opções de mitigação para o consumidor final economicamente atrativas [4.4,11.6].

- Barreiras para a implementação de opções de mitigação são diversificadas e variam por país e setor. Elas podem estar relacionadas à informação aspectos financeiros tecnológicos, institucionais, informacionais e comportamentais [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

Tabela SPM.7: Políticas setoriais selecionadas, medidas e instrumentos que têm mostrado ser ambientalmente eficazes em seus respectivos setores, em pelo menos um número de casos nacionais.

Setor	Políticas⁴⁷, medidas e instrumentos mostrados como ambientalmente eficazes.	Oportunidades ou restrições chave
Fornecimento de energia [4.5]	Redução de subsídios a combustíveis fósseis	Resistência por parte de interesses instituídos pode torná-los difícil de implementar
	Tarifas de alimentação para tecnologias de energia renovável	Podem ser inapropriadas para a criação de mercados para tecnologias de baixa emissão
	Obrigações de energia renovável	
	Subsídios para produtores	
Transporte [5.5]	Economia obrigatória de combustível, mistura com biocombustível e padrões de CO2 para transporte viário.	Cobertura parcial da frota de veículos pode limitar a eficácia
	Impostos sobre a compra de veículos, registro, uso e combustíveis automotores, preço de estacionamento e estradas.	Eficácia pode cair com rendas mais altas
	Influência das necessidades de mobilidade por meio de regelações do uso da terra, e planejamento de infra-estrutura.	Particularmente apropriados para países que estão construindo seus sistemas de transporte
	Investimento em instalações atrativas de transporte público e formas não motorizadas de transporte	
Construção [6.8]	Padrões de equipamento e identificações	Revisão periódica de padrões necessária
	Códigos de edificação e certificação	Atrativos para novas edificações. Aplicação pode ser difícil
	Programas de gerenciamento de demanda	Necessidade de regulamentos para que edificações tenham lucro
	Programas de liderança do setor público	Compra governamental pode expandir a demanda por produtos energeticamente eficientes
	Incentivos para companhias de serviço de energia	Fator de sucesso: acesso a financiamento de terceiros
Indústria [7.9]	Provisão para informação de benchmarking	Pode ser inapropriado o estímulo de absorção de tecnologia. A estabilidade de políticas nacionais importante em vista da competitividade internacional
	Padrões de desempenho	
	Subsídios, créditos de impostos	
	Permissões comerciáveis	Mecanismos de alocação previsíveis e sinais de preço estáveis importantes para investimentos
	Acordos voluntários	Fatores de sucesso incluem: metas claras, cenário de ano base, envolvimento de terceiros no projeto e revisão e provisões formais para o monitoramento, cooperação próxima entre governo e indústria.

Agricultura [8.6, 8.7, 8.8]	Incentivos e regulamentações financeiras para a melhoria do manejo do solo, manutenção do conteúdo de carbono do solo, uso eficiente e fertilizantes e irrigação	Podem encorajar a sinergia com desenvolvimento sustentável e com a redução da vulnerabilidade às alterações climáticas, assim transpondo barreiras à implementação
Florestas/Plantio de florestas [9.6]	Incentivos financeiros (nacionais e internacionais) para aumentar a área de florestas, para redução do desflorestamento, e para manutenção de administração de florestas	Restrições incluem falta de capital de investimento e questões de posse da terra. Pode ajudar o alívio da pobreza.
	Regulação e aplicação do uso da terra	
Gerenciamento de lixo [10.5]	Incentivos financeiros para resíduo beneficiado e para gerenciamento de água poluída	Podem estimular a difusão de tecnologia
	Incentivos energéticos renováveis ou obrigações	Disponibilidade local de combustível de baixo custo
	Regulamentação para gerenciamento de lixo	Mais eficazmente aplicados em nível nacional com estratégias de aplicação

24. O apoio governamental por meio de contribuições financeiras, crédito de impostos, estabelecimento de padrões e criação de mercado é importante para o desenvolvimento eficaz de tecnologia, inovação e aplicação. A transferência de tecnologia para países em desenvolvimento depende do fomento às condições (*alta concordância, muita evidência*)

- os benefícios públicos de investimento em pesquisa, desenvolvimento e demonstração são maiores do que os benefícios capturados pelo setor privado, justificando apoio governamental de PD&D.
- financiamento governamental em termos reais e absolutos para a maioria dos programas de pesquisa de energia tem sido baixo ou decrescente nas últimas duas décadas (mesmo após o UNFCCC ter sido aprovado) e está agora em cerca de metade da década de 1980 [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- os governos têm papel de apoio crucial no fornecimento do ambiente de fomento apropriado, tais como estrutura institucional, política, legal e regulatória⁴⁸, para sustentar os fluxos de investimento e para a transferência eficaz de tecnologia – sem a qual pode ser difícil alcançar reduções significantes de emissões. A mobilização

⁴⁸ Ver O Relatório Especial do IPCC sobre questões metodológicas e tecnológicas na transferência de tecnologia.

de custos de incremento financeiro de tecnologias de baixo carbono é importante. Os acordos internacionais de tecnologia podem fortalecer a infra-estrutura de conhecimento [13.3].

- o efeito benéfico potencial da transferência de tecnologia para países em desenvolvimento apresentado por ações dos países do Anexo I pode ser substancial, mas estimativas não confiáveis estão disponíveis [11.7].
- Fluxos financeiros para países em desenvolvimento por meio de projetos CDM têm o potencial de atingir níveis da ordem de vários bilhões de dólares ao ano⁴⁹, o que é mais alto do que os fluxos através GEF, comparáveis ao fluxo de desenvolvimento de assistência orientada para a energia. Os fluxos financeiros através do CDM, GEF e assistência de desenvolvimento para a transferência de tecnologia estão, até agora, limitados e mal distribuídos geograficamente [12.3, 13.3]

25. Realizações notáveis do UNFCCC e seu Protocolo de Kyoto são o estabelecimento de uma resposta global para o problema climático, estímulo de uma variedade de políticas nacionais, a criação de um mercado internacional de carbono e o estabelecimento de novos mecanismos institucionais que podem fornecer a fundação para futuros esforços de mitigação (alta concordância, muita evidência).

- O impacto do primeiro período de comprometimento relativo a emissões globais deve ser limitado. Seus impactos econômicos nos países participantes do Anexo-B devem ser menores do que os apresentados no Terceiro Relatório de Avaliação, que mostrou 0.2-2% de PIB mais baixo em 2012 sem o comércio de emissões, e 0.1-1.1% de PIB mais baixo com comércio de emissões entre os países do Anexo-B [1.4, 11.4, 13.3].

26. A literatura identifica muitas opções para o alcance de reduções de emissão de gás estufa global, no nível da cooperação internacional. Ela também sugere que acordos exitosos são ambientalmente eficazes, eficazes em termos de custo, incorporam considerações distributivas e de equidade, e são institucionalmente realizáveis (alta concordância, muita evidência).

- Grandes esforços cooperativos para a redução de emissões ajudará a reduzir os custos globais para se atingir dado nível de mitigação, ou melhorarão a eficácia ambiental [13.3].
- Melhorar e expandir o alcance de mecanismos de mercado (tais como comércio de emissões, implementação conjunta e CDM) poderiam reduzir os custos totais de mitigação [13.3].
- Esforços de abordagem da alteração climática incluem elementos diversos tais como metas de emissões, ações setoriais, locais, sub-nacionais e regionais; programas de PD&D; adoção de políticas comuns; implementação de ações orientadas de desenvolvimento; ou expansão de instrumentos financeiros. Esses elementos podem ser implementados de maneira integrada, mas a comparação dos esforços seria complexa e demandaria muitos recursos [13.3].

⁴⁹ Depende fortemente do preço de mercado que flutuou entre 4 e 26 US\$/tCO₂-eq e baseado em aproximadamente 1000 CDM propostos mais projetos registrados com probabilidade de gerar mais de 1.3 bilhão de créditos de redução de emissão antes de 2012.

- As ações que poderiam ser adotadas pelos países participantes podem ser diferenciadas tanto em termos de quando tal ação é tomada, quem participa e o que a ação vai ser. Ações podem ser de comprometimento legal ou não, incluir metas fixas ou dinâmicas e a participação pode ser estática ou variar ao longo do tempo [13.3].

F. Desenvolvimento sustentável e mitigação de alterações climáticas

27. Tornar o desenvolvimento mais sustentável por meio da alteração das rotas de desenvolvimento pode causar uma contribuição grande à mitigação da alteração climática, mas a implementação pode exigir recursos para a transposição de várias barreiras. Há compreensão crescente das possibilidades de escolha e implementação de opções de mitigação em vários setores, de forma a criar sinergias e evitar conflitos com outras dimensões de desenvolvimento sustentável (*alta concordância, muita evidência*).

- A despeito da escala das medidas de mitigação, medidas de adaptação são necessárias [1.2].
- A abordagem da alteração climática pode ser considerada um elemento integral de políticas de desenvolvimento sustentável. Circunstâncias nacionais e a força das instituições determinam como as políticas de desenvolvimento impactam as emissões de gases de efeito estufa. Alterações nas trajetórias de desenvolvimento surgem das interações de processos de decisões públicas e privadas envolvendo governos, empresas e a sociedade civil, muitos dos quais não são tradicionalmente considerados como políticas de clima. Esse processo é mais eficaz quando os atores participam de forma equitativa e processos de decisão descentralizados são coordenados [2.2, 3.3, 12.2].
- Alterações climáticas e outras políticas de desenvolvimento sustentável freqüentemente são, mas nem sempre, sinérgicas. Existe crescente evidência de que as decisões sobre políticas macro-econômicas, política agrícola, empréstimos multilaterais de bancos de desenvolvimento, práticas de seguro, reforma do mercado elétrico, segurança energética e conservação de florestas, por exemplo, as quais freqüentemente são tratadas como estando à parte da política climática, podem significativamente reduzir as emissões. Por outro lado, decisões sobre a melhoria do acesso a fontes modernas de energia, por exemplo, podem não ter muita influência sobre as emissões globais de gás de efeito estufa [12.2].
- Políticas de alteração climática relacionadas à eficiência energética e energia renovável freqüentemente são economicamente benéficas, melhoram a segurança energética e reduzem emissões locais de poluidores. Outras opções de mitigação de fornecimento de energia podem ser projetadas para também atingir benefícios do desenvolvimento sustentável, tais como evito de gentrificação, criação de empregos e benefícios à saúde [4.5, 12.3].
- A redução de ambos, perda do habitat natural e desflorestamento podem ter benefícios significantes, em relação à biodiversidade, solo e conservação da água, e podem ser implementados de maneira econômica e socialmente sustentável. Reflorestamento e plantações para bioenergia podem levar ao restauro de terra degradada, gerenciamento de seca, retenção de carbono no solo e beneficiar economias rurais, mas podem competir com terra para produção de alimento e podem ser negativos para a biodiversidade, se não propriamente projetados [9.7, 12.3].

- Existem também boas possibilidades para a aplicação de desenvolvimento sustentável, por meio de ações de abrandamento no gerenciamento de lixo, transporte e setor da construção [5.4, 6.6, 10.5, 12.3]
- Tornar o desenvolvimento mais sustentável pode aumentar tanto a capacidade mitigadora quanto à de adaptação, e reduzir emissões e vulnerabilidade a alterações climáticas. Sinergia entre a mitigação e a adaptação existem, por exemplo, produção de biomassa adequadamente projetada, formação de áreas protegidas, manejo do solo, uso de energia em edificações e florestamento. Em outras situações, pode haver compensações, tais como aumento de emissões de gases estufa, devido ao aumento no consumo de energia relacionado a respostas adaptativas [2.5,3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1]

G. Falhas no Conhecimento

28. Ainda há falhas relevantes no conhecimento atual disponível, relativos a alguns aspectos da mitigação de alterações climáticas, especialmente em países em desenvolvimento. Pesquisa adicional abordando essas falhas reduziria ainda mais as incertezas e, assim, facilitariam a tomada de decisões relativa à mitigação de alterações climáticas [TS.14].

Caixa final 1: representação da incerteza

A incerteza é uma característica inerente a qualquer avaliação. O quarto relatório de avaliação clareia as incertezas associadas com declarações essenciais.

Diferenças fundamentais entre as ciências disciplinares associadas dos três grupos de trabalho tornam uma abordagem comum impraticável. A abordagem de ‘probabilidade’ aplicada em ‘Alteração Climática 2007, a base científica física’ e as abordagens de ‘confiança’ e ‘probabilidade’ usadas em ‘Alterações Climáticas 2007, impactos, adaptação e vulnerabilidade’ foram consideradas inadequadas para lidar com as incertezas específicas envolvidas nesse relatório de mitigação, assim como aqui as escolhas humanas são consideradas.

Nesse relatório uma escala bi-dimensional é usada para o tratamento da incerteza. A escala é baseada no julgamento educado dos autores do WGIII sobre o nível de concorrência na literatura em um nível particular de descoberta (nível de concordância), e o número e qualidade de fontes independentes qualificados sob as regras do IPCC define sobre qual descoberta é baseado (quantidade de evidência) (50) (ver tabela SPM.E.1). Essa não é uma abordagem quantitativa, a partir da qual as probabilidades relacionadas à incerteza podem ser derivadas.

Tabela SPM E.1: Definição qualitativa de incerteza

Nível de acordo sobre uma descoberta em particular ↑	Alta concordância, evidência limitada	Alta concordância, evidência média	Alta concordância, muita evidência
	Concordância média, evidência limitada	Concordância média, evidência média	Concordância média, muita evidência
	Baixa concordância, evidência limitada	Baixa concordância, evidência média	Baixa concordância, muita evidência
Quantidade de evidência ⁵⁰ (número e qualidade de fontes independentes)			

Por causa disso, a incerteza é inerente ao futuro; os cenários, isto é, imagens internamente consistentes de diferentes futuros – não previsões do futuro – foram extensivamente usadas nesse relatório.

⁵⁰ “Evidência” neste relatório é definida como: informação ou sinais indicando se determinada crença ou proposição é verdadeira ou válida. Veja glossário.



**Working Group III contribution to the
Intergovernmental Panel on Climate Change
Fourth Assessment Report**

Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change

Summary for Policymakers

This Summary for Policymakers was formally approved at the 9th Session of Working Group III of the IPCC, Bangkok, Thailand • 30 April – 4 May 2007.

**Note: text, table and figures given here are final
but subject to checking and copy-editing and editorial adjustments to figures**

Based on a draft prepared by:

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, Bertjan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

Contents

A. Introduction.....	3
B. Greenhouse gas emission trends.....	3
C. Mitigation in the short and medium term (until 2030).....	10
D. Mitigation in the long term (after 2030)	22
E. Policies, measures and instruments to mitigate climate change.....	28
F. Sustainable development and climate change mitigation.....	34
G. Gaps in knowledge.....	35
Endbox 1: Uncertainty representation.....	36

A. Introduction

1. The Working Group III contribution to the IPCC Fourth Assessment Report (AR4) focuses on new literature on the scientific, technological, environmental, economic and social aspects of mitigation of climate change, published since the IPCC Third Assessment Report (TAR) and the Special Reports on CO₂ Capture and Storage (SRCCS) and on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System (SROC).

The following summary is organised into six sections after this introduction:

- Greenhouse gas (GHG) emission trends
- Mitigation in the short and medium term, across different economic sectors (until 2030)
- Mitigation in the long-term (beyond 2030)
- Policies, measures and instruments to mitigate climate change
- Sustainable development and climate change mitigation
- Gaps in knowledge.

References to the corresponding chapter sections are indicated at each paragraph in square brackets. An explanation of terms, acronyms and chemical symbols used in this SPM can be found in the glossary to the main report.

B. Greenhouse gas emission trends

2. **Global greenhouse gas (GHG) emissions have grown since pre-industrial times, with an increase of 70% between 1970 and 2004 (*high agreement, much evidence*)¹.**

- Since pre-industrial times, increasing emissions of GHGs due to human activities have led to a marked increase in atmospheric GHG concentrations [1.3; Working Group I SPM].
- Between 1970 and 2004, global emissions of CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs and SF₆, weighted by their global warming potential (GWP), have increased by 70% (24% between 1990 and 2004), from 28.7 to 49 Gigatonnes of carbon dioxide equivalents (GtCO₂-eq)² (see Figure SPM.1). The emissions of these gases have increased at different rates. CO₂ emissions have grown between 1970 and 2004 by about 80% (28% between 1990 and 2004) and represented 77% of total anthropogenic GHG emissions in 2004.
- The largest growth in global GHG emissions between 1970 and 2004 has come from the energy supply sector (an increase of 145%). The growth in direct emissions³ in this period from transport was 120%, industry 65% and land use, land use change, and forestry (LULUCF)⁴ 40%⁵. Between 1970 and 1990 direct emissions from agriculture grew by 27%

¹ Each headline statement has an “agreement/evidence” assessment attached that is supported by the bullets underneath. This does not necessarily mean that this level of “agreement/evidence” applies to each bullet. Endbox 1 provides an explanation of this representation of uncertainty.

² The definition of carbon dioxide equivalent (CO₂-eq) is the amount of CO₂ emission that would cause the same radiative forcing as an emitted amount of a well mixed greenhouse gas or a mixture of well mixed greenhouse gases, all multiplied with their respective GWPs to take into account the differing times they remain in the atmosphere [WGI AR4 Glossary].

³ Direct emissions in each sector do not include emissions from the electricity sector for the electricity consumed in the building, industry and agricultural sectors or of the emissions from refinery operations supplying fuel to the transport sector.

⁴ The term “land use, land use change and forestry” is used here to describe the aggregated emissions of CO₂, CH₄, N₂O from deforestation, biomass and burning, decay of biomass from logging and deforestation, decay of peat and peat fires [1.3.1]. This is broader than emissions from deforestation, which is included as a subset. The emissions reported here do not include carbon uptake (removals).

and from buildings by 26%, and the latter remained at approximately at 1990 levels thereafter. However, the buildings sector has a high level of electricity use and hence the total of direct and indirect emissions in this sector is much higher (75%) than direct emissions [1.3, 6.1, 11.3, Figures 1.1 and 1.3].

- The effect on global emissions of the decrease in global energy intensity (-33%) during 1970 to 2004 has been smaller than the combined effect of global income growth (77 %) and global population growth (69%); both drivers of increasing energy-related CO₂ emissions (Figure SPM.2). The long-term trend of a declining carbon intensity of energy supply reversed after 2000. Differences in terms of per capita income, per capita emissions, and energy intensity among countries remain significant. (Figure SPM.3). In 2004 UNFCCC Annex I countries held a 20% share in world population, produced 57% of world Gross Domestic Product based on Purchasing Power Parity (GDP_{ppp})⁶, and accounted for 46% of global GHG emissions (Figure SPM.3a) [1.3].
- The emissions of ozone depleting substances (ODS) controlled under the Montreal Protocol⁷, which are also GHGs, have declined significantly since the 1990s. By 2004 the emissions of these gases were about 20% of their 1990 level [1.3].
- A range of policies, including those on climate change, energy security⁸, and sustainable development, have been effective in reducing GHG emissions in different sectors and many countries. The scale of such measures, however, has not yet been large enough to counteract the global growth in emissions [1.3, 12.2].

3. With current climate change mitigation policies and related sustainable development practices, global GHG emissions will continue to grow over the next few decades (*high agreement, much evidence*).

- The SRES (non-mitigation) scenarios project an increase of baseline global GHG emissions by a range of 9.7 GtCO₂-eq to 36.7 GtCO₂-eq (25-90%) between 2000 and 2030⁹ (Box SPM.1 and Figure SPM.4). In these scenarios, fossil fuels are projected to maintain their dominant position in the global energy mix to 2030 and beyond. Hence CO₂ emissions between 2000 and 2030 from energy use are projected to grow 45 to 110% over that period. Two thirds to three quarters of this increase in energy CO₂ emissions is projected to come from non-Annex I regions, with their average per capita energy CO₂ emissions being projected to remain substantially lower (2.8-5.1 tCO₂/cap) than those in Annex I regions (9.6-15.1 tCO₂/cap) by 2030. According to SRES scenarios, their economies are projected to have a lower energy use per unit of GDP (6.2 – 9.9 MJ/US\$ GDP) than that of non-Annex I countries (11.0 – 21.6 MJ/US\$ GDP). [1.3, 3.2]

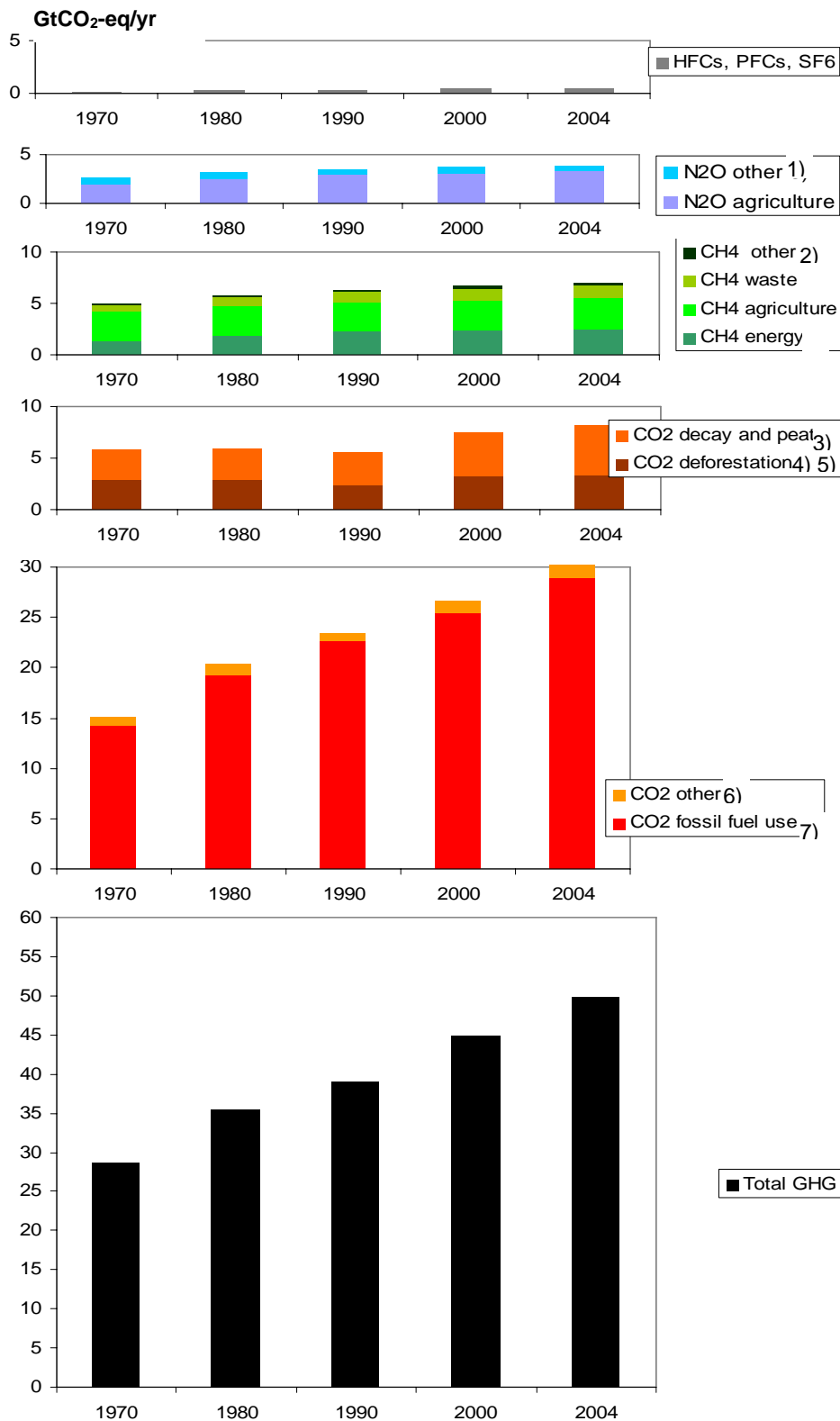
⁵ This trend is for the total LULUCF emissions, of which emissions from deforestation are a subset and, owing to large data uncertainties, is significantly less certain than for other sectors. The rate of deforestation globally was slightly lower in the 2000-2005 period than in the 1990-2000 period [9.2.1].

⁶ The GDP_{ppp} metric is used for illustrative purposes only for this report. For an explanation of PPP and Market Exchange Rate (MER) GDP calculations, see footnote 12.

⁷ Halons, chlorofluorocarbons (CFCs), hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), methyl chloroform (CH₃CCl₃), carbon tetrachloride (CCl₄) and methyl bromide (CH₃Br).

⁸ Energy security refers to security of energy supply.

⁹ The SRES 2000 GHG emissions assumed here are 39.8 GtCO₂-eq, i.e. lower than the emissions reported in the EDGAR database for 2000 (45 GtCO₂-eq). This is mostly due to differences in LULUCF emissions.



*[2000 and 2004 bars will be placed closer to reflect the smaller period between the years]
 [Representation of note references will be improved]*

Figure SPM 1: Global Warming Potential (GWP) weighted global greenhouse gas emissions 1970-2004. 100 year GWPs from IPCC 1996 (SAR) were used to convert emissions to CO₂-eq. (cf. UNFCCC reporting guidelines). CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs and SF₆ from all sources are included.

The two CO₂ emission categories reflect CO₂ emissions from energy production and use (second from bottom) and from land use changes (third from the bottom) [Figure 1.1a].

Notes:

1. Other N₂O includes industrial processes, deforestation/savannah burning, waste water and waste incineration.
2. Other is CH₄ from industrial processes and savannah burning.
3. CO₂ emissions from decay (decomposition) of above ground biomass that remains after logging and deforestation and CO₂ from peat fires and decay of drained peat soils.
4. As well as traditional biomass use at 10% of total, assuming 90% is from sustainable biomass production. Corrected for 10% carbon of biomass that is assumed to remain as charcoal after combustion.
5. For large-scale forest and scrubland biomass burning averaged data for 1997-2002 based on Global Fire Emissions Data base satellite data.
6. Cement production and natural gas flaring.
7. Fossil fuel use includes emissions from feedstocks.

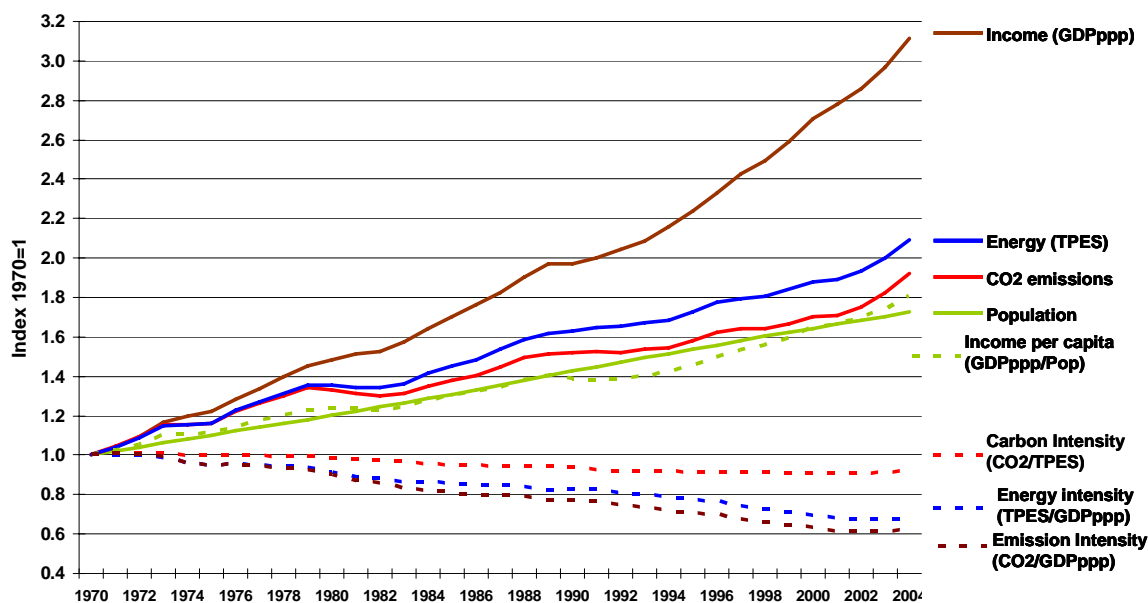


Figure SPM 2: Relative global development of Gross Domestic Product measured in PPP (GDP_{ppp}), Total Primary Energy Supply (TPES), CO₂ emissions (from fossil fuel burning, gas flaring and cement manufacturing) and Population (Pop). In addition, in dotted lines, the figure shows Income per capita (GDP_{ppp}/Pop), Energy Intensity (TPES/GDP_{ppp}), Carbon Intensity of energy supply (CO₂/TPES), and Emission Intensity of the economic production process (CO₂/GDP_{ppp}) for the period 1970-2004. [Figure 1.5]

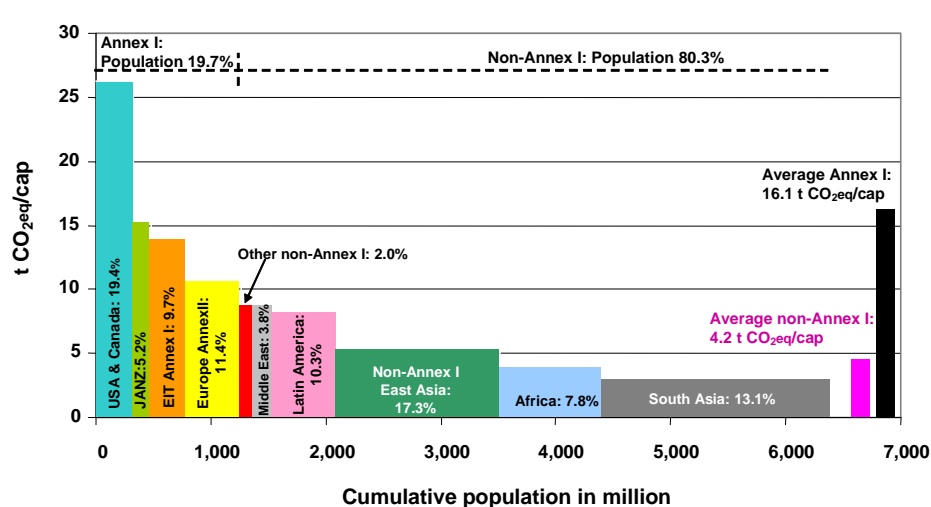


Figure SPM 3a: Year 2004 distribution of regional per capita GHG emissions (all Kyoto gases, including those from land-use) over the population of different country groupings. The percentages in the bars indicate a regions share in global GHG emissions [Figure 1.4a].

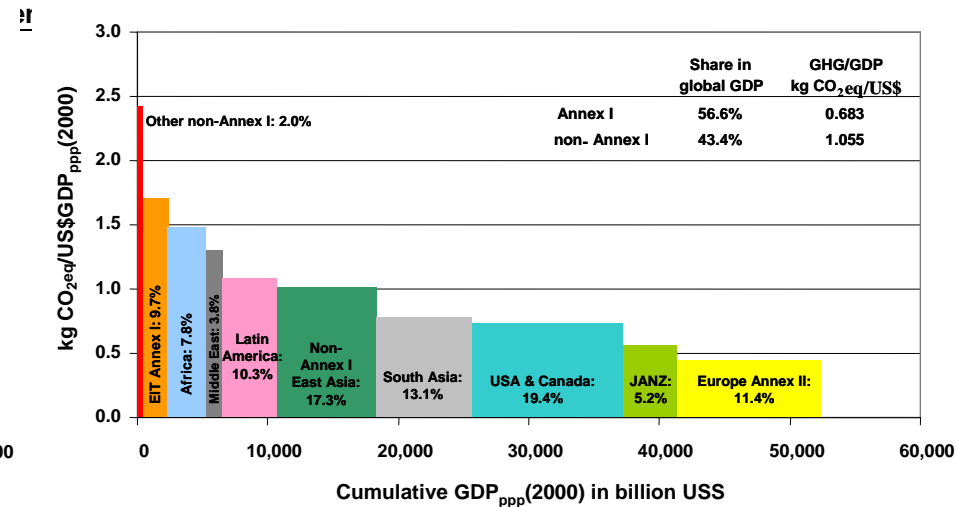


Figure SPM 3b: Year 2004 distribution of regional GHG emissions (all Kyoto gases, including those from land-use) per US\$ of GDP_{ppp} over the GDP_{ppp} of different country groupings. The percentages in the bars indicate a regions share in global GHG emissions [Figure 1.4b].

[Authors will clarify country groupings in TS and chapter 1 figures; improve the editorial representation (enlarge) of the figure, including allowing for b/w printing]
 [Include title above figures]

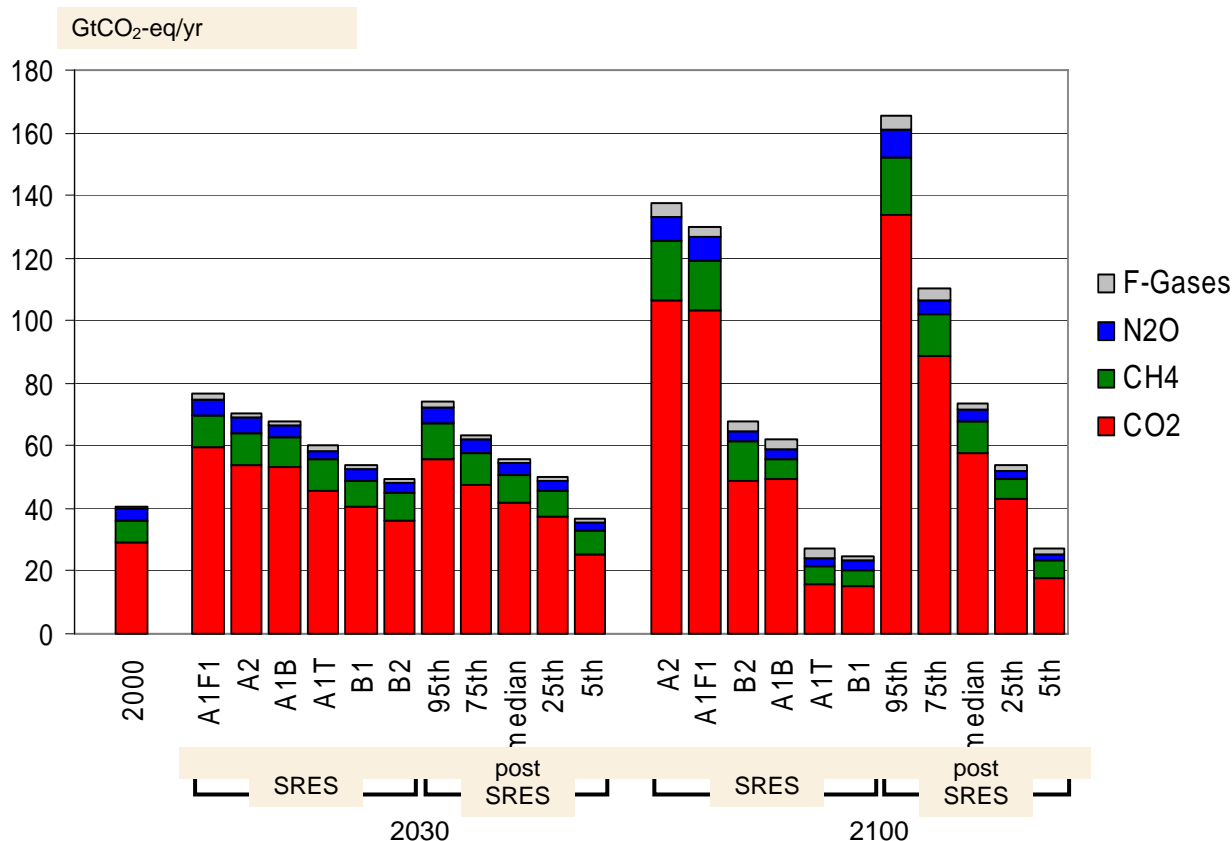


Figure SPM 4: Global GHG emissions for 2000 and projected baseline emissions for 2030 and 2100 from IPCC SRES and the post-SRES literature. The figure provides the emissions from the six illustrative SRES scenarios. It also provides the frequency distribution of the emissions in the post-SRES scenarios (5th, 25th, median, 75th, 95th percentile), as covered in chapter 3. F-gases cover HFCs, PFCs and SF₆ [1.3, 3.2, Figure 1.7].

4. Baseline emissions scenarios published since SRES¹⁰, are comparable in range to those presented in the IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES) (25- 135 GtCO₂-eq/yr in 2100, see Figure SPM.4). (high agreement, much evidence)

- Studies since SRES used lower values for some drivers for emissions, notably population projections. However, for those studies incorporating these new population projections, changes in other drivers, such as economic growth, resulted in little change in overall emission levels. Economic growth projections for Africa, Latin America and the Middle East to 2030 in post-SRES baseline scenarios are lower than in SRES, but this has only minor effects on global economic growth and overall emissions [3.2].
- Representation of aerosol and aerosol precursor emissions, including sulphur dioxide, black carbon, and organic carbon, which have a net cooling effect¹¹ has improved. Generally, they are projected to be lower than reported in SRES [3.2].
- Available studies indicate that the choice of exchange rate for GDP (MER or PPP) does not appreciably affect the projected emissions, when used consistently¹². The differences, if any,

¹⁰ Baseline scenarios do not include additional climate policy above current ones; more recent studies differ with respect to UNFCCC and Kyoto Protocol inclusion.

¹¹ see AR4 WG I report, chapter 10.2.

¹² Since TAR, there has been a debate on the use of different exchange rates in emission scenarios. Two metrics are used to compare GDP between countries. Use of MER is preferable for analyses involving internationally traded products. Use of PPP, is preferable for analyses involving comparisons of income between countries at very different stages of development. Most of the monetary units in this report are expressed in MER. This reflects the large majority

are small compared to the uncertainties caused by assumptions on other parameters in the scenarios, e.g. technological change [3.2].

Box SPM.1: The emission scenarios of the IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES)

A1. The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. Major underlying themes are convergence among regions, capacity building and increased cultural and social interactions, with a substantial reduction in regional differences in per capita income. The A1 scenario family develops into three groups that describe alternative directions of technological change in the energy system. The three A1 groups are distinguished by their technological emphasis: fossil intensive (A1FI), non fossil energy sources (A1T), or a balance across all sources (A1B) (where balanced is defined as not relying too heavily on one particular energy source, on the assumption that similar improvement rates apply to all energy supply and end use technologies).

A2. The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self reliance and preservation of local identities. Fertility patterns across regions converge very slowly, which results in continuously increasing population. Economic development is primarily regionally oriented and per capita economic growth and technological change more fragmented and slower than other storylines.

B1. The B1 storyline and scenario family describes a convergent world with the same global population, that peaks in mid-century and declines thereafter, as in the A1 storyline, but with rapid change in economic structures toward a service and information economy, with reductions in material intensity and the introduction of clean and resource efficient technologies. The emphasis is on global solutions to economic, social and environmental sustainability, including improved equity, but without additional climate initiatives.

B2. The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social and environmental sustainability. It is a world with continuously increasing global population, at a rate lower than A2, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented towards environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

An illustrative scenario was chosen for each of the six scenario groups A1B, A1FI, A1T, A2, B1 and B2. All should be considered equally sound.

The SRES scenarios do not include additional climate initiatives, which means that no scenarios are included that explicitly assume implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change or the emissions targets of the Kyoto Protocol.

This box summarizing the SRES scenarios is taken from the Third Assessment Report and has been subject to prior line by line approval by the Panel.

of emissions mitigation literature that is calibrated in MER. When monetary units are expressed in PPP, this is denoted by GDP_{PPP}.

C. Mitigation in the short and medium term (until 2030)

Box SPM 2: Mitigation potential and analytical approaches

The concept of “mitigation potential” has been developed to assess the scale of GHG reductions that could be made, relative to emission baselines, for a given level of carbon price (expressed in cost per unit of carbon dioxide equivalent emissions avoided or reduced). Mitigation potential is further differentiated in terms of “market potential” and “economic potential”.

Market potential is the mitigation potential based on private costs and private discount rates¹³, which might be expected to occur under forecast market conditions, including policies and measures currently in place, noting that barriers limit actual uptake [2.4].

Economic potential is the mitigation potential, which takes into account social costs and benefits and social discount rates¹⁴, assuming that market efficiency is improved by policies and measures and barriers are removed [2.4].

Studies of market potential can be used to inform policy makers about mitigation potential with existing policies and barriers, while studies of economic potentials show what might be achieved if appropriate new and additional policies were put into place to remove barriers and include social costs and benefits. The economic potential is therefore generally greater than the market potential.

Mitigation potential is estimated using different types of approaches. There are two broad classes – “bottom-up” and “top-down” approaches, which primarily have been used to assess the economic potential.

Bottom-up studies are based on assessment of mitigation options, emphasizing specific technologies and regulations. They are typically sectoral studies taking the macro-economy as unchanged. Sector estimates have been aggregated, as in the TAR, to provide an estimate of global mitigation potential for this assessment.

Top-down studies assess the economy-wide potential of mitigation options. They use globally consistent frameworks and aggregated information about mitigation options and capture macro-economic and market feedbacks.

Bottom-up and top-down models have become more similar since the TAR as top-down models have incorporated more technological mitigation options and bottom-up models have incorporated more macroeconomic and market feedbacks as well as adopting barrier analysis into their model structures.

Bottom-up studies in particular are useful for the assessment of specific policy options at sectoral level, e.g. options for improving energy efficiency, while top-down studies are useful for

¹³ Private costs and discount rates reflect the perspective of private consumers and companies; see Glossary for a fuller description.

¹⁴ Social costs and discount rates reflect the perspective of society. Social discount rates are lower than those used by private investors; see Glossary for a fuller description.

assessing cross-sectoral and economy-wide climate change policies, such as carbon taxes and stabilization policies.

However, current bottom-up and top-down studies of economic potential have limitations in considering life-style choices, and in including all externalities such as local air pollution. They have limited representation of some regions, countries, sectors, gases, and barriers. The projected mitigation costs do not take into account potential benefits of avoided climate change.

Box SPM 3: Assumptions in studies on mitigation portfolios and macro-economic costs

Studies on mitigation portfolios and macro-economic costs assessed in this report are based on top-down modelling. Most models use a global least cost approach to mitigation portfolios and with universal emissions trading, assuming transparent markets, no transaction cost, and thus perfect implementation of mitigation measures throughout the 21st century. Costs are given for a specific point in time.

Global modelled costs will increase if some regions, sectors (e.g. land-use), options or gases are excluded. Global modelled costs will decrease with lower baselines, use of revenues from carbon taxes and auctioned permits, and if induced technological learning is included. These models do not consider climate benefits and generally also co-benefits of mitigation measures, or equity issues.

5. Both bottom-up and top-down studies indicate that there is substantial economic potential for the mitigation of global GHG emissions over the coming decades, that could offset the projected growth of global emissions or reduce emissions below current levels (*high agreement, much evidence*).

Uncertainties in the estimates are shown as ranges in the tables below to reflect the ranges of baselines, rates of technological change and other factors that are specific to the different approaches. Furthermore, uncertainties also arise from the limited information for global coverage of countries, sectors and gases.

Bottom-up studies:

- In 2030, the economic potential estimated for this assessment from bottom-up approaches (see Box SPM.2) is presented in Table SPM 1 below and Figure SPM 5A. For reference: emissions in 2000 were equal to 43 GtCO₂-eq. [11.3]:

Table SPM 1: Global economic mitigation potential in 2030 estimated from bottom-up studies.

Carbon price (US\$/tCO ₂ -eq)	Economic potential (GtCO ₂ -eq/yr)	Reduction relative to SRES A1 B (68 GtCO ₂ - eq/yr) (%)	Reduction relative to SRES B2 (49 GtCO ₂ - eq/yr) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

- Studies suggest that mitigation opportunities with net negative costs¹⁵ have the potential to reduce emissions by around 6 GtCO₂-eq/yr in 2030. Realizing these requires dealing with implementation barriers [11.3].
- No one sector or technology can address the entire mitigation challenge. All assessed sectors contribute to the total (see Figure SPM 6). The technologies with the largest economic potential for the respective sectors are shown in Table SPM.3 [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4].

Top-down studies:

- Top-down studies calculate an emission reduction for 2030 as presented in Table SPM 2 below and Figure SPM 5B. The global economic potentials found in the top-down studies are in line with bottom-up studies (see Box SPM 2), though there are considerable differences at the sectoral level [3.6].

Table SPM.2: Global economic mitigation potential in 2030 estimated from top-down studies.

Carbon price (US\$/tCO ₂ -eq)	Economic potential (GtCO ₂ -eq/yr)	Reduction relative to SRES A1 B (68 GtCO ₂ eq/yr) (%)	Reduction relative to SRES B2 (49 GtCO ₂ eq/yr) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

- The estimates in Table SPM 2 were derived from stabilization scenarios, i.e., runs towards long-run stabilization of atmospheric GHG concentration [3.6].

¹⁵ In this report, as in the SAR and the TAR, options with net negative costs (no regrets opportunities) are defined as those options whose benefits such as reduced energy costs and reduced emissions of local/regional pollutants equal or exceed their costs to society, excluding the benefits of avoided climate change (see Box SPM 1).

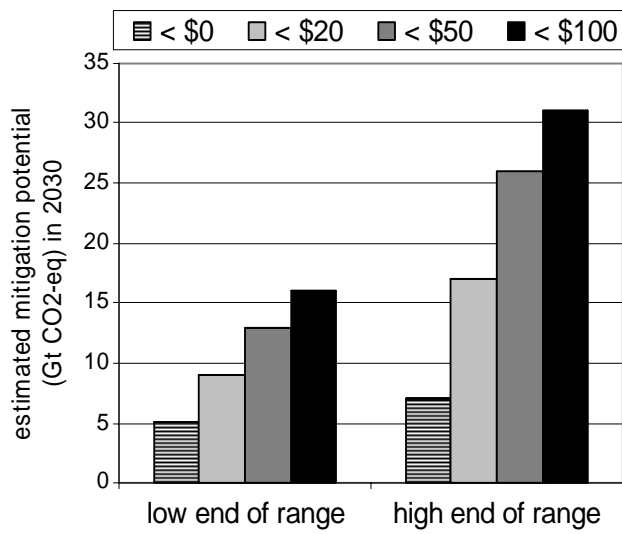


Figure SPM 5A:
Global economic potential in 2030 estimated from bottom-up studies (data from Table SPM 1)

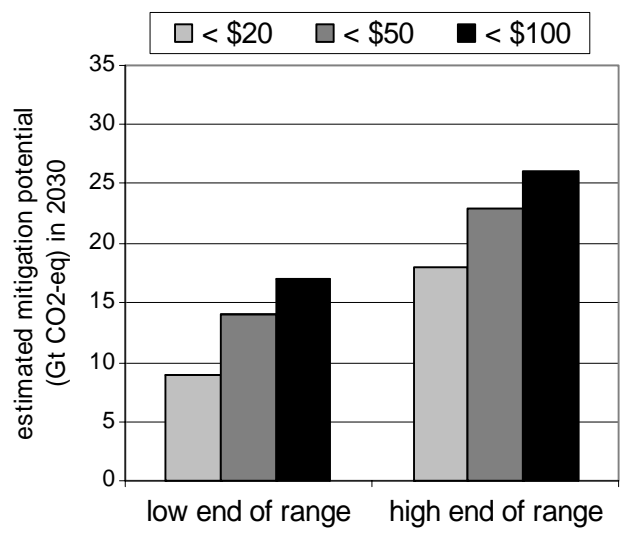


Figure SPM 5B:
Global economic potential in 2030 estimated from top-down studies (data from Table SPM 2)

Table SPM 3: Key mitigation technologies and practices by sector. Sectors and technologies are listed in no particular order. Non-technological practices, such as lifestyle changes, which are cross-cutting, are not included in this table (but are addressed in paragraph 7 in this SPM).

Sector	Key mitigation technologies and practices currently commercially available.	Key mitigation technologies and practices projected to be commercialized before 2030.
Energy Supply [4.3, 4.4]	Improved supply and distribution efficiency; fuel switching from coal to gas; nuclear power; renewable heat and power (hydropower, solar, wind, geothermal and bioenergy); combined heat and power; early applications of CCS (e.g. storage of removed CO ₂ from natural gas)	Carbon Capture and Storage (CCS) for gas, biomass and coal-fired electricity generating facilities; advanced nuclear power; advanced renewable energy, including tidal and waves energy, concentrating solar, and solar PV.
Transport [5.4]	More fuel efficient vehicles; hybrid vehicles; cleaner diesel vehicles; biofuels; modal shifts from road transport to rail and public transport systems; non-motorised transport (cycling, walking); land-use and transport planning	Second generation biofuels; higher efficiency aircraft; advanced electric and hybrid vehicles with more powerful and reliable batteries
Buildings [6.5]	Efficient lighting and daylighting; more efficient electrical appliances and heating and cooling devices; improved cook stoves, improved insulation ; passive and active solar design for heating and cooling; alternative refrigeration fluids, recovery and recycle of fluorinated gases	Integrated design of commercial buildings including technologies, such as intelligent meters that provide feedback and control; solar PV integrated in buildings
Industry [7.5]	More efficient end-use electrical equipment; heat and power recovery; material recycling and substitution; control of non-CO ₂ gas emissions; and a wide array of process-specific technologies	Advanced energy efficiency; CCS for cement, ammonia, and iron manufacture; inert electrodes for aluminium manufacture
Agriculture [8.4]	Improved crop and grazing land management to increase soil carbon storage; restoration of cultivated peaty soils and degraded lands; improved rice cultivation techniques and livestock and manure management to reduce CH ₄ emissions; improved nitrogen fertilizer application techniques to reduce N ₂ O emissions; dedicated energy crops to replace fossil fuel use; improved energy efficiency	Improvements of crops yields
Forestry/forests [9.4]	Afforestation; reforestation; forest management; reduced deforestation; harvested wood product management; use of forestry products for bioenergy to replace fossil fuel use	Tree species improvement to increase biomass productivity and carbon sequestration. Improved remote sensing technologies for analysis of vegetation/ soil carbon sequestration potential and mapping land use change
Waste [10.4]	Landfill methane recovery; waste incineration with energy recovery; composting of organic waste; controlled waste water treatment; recycling and waste minimization	Biocovers and biofilters to optimize CH ₄ oxidation

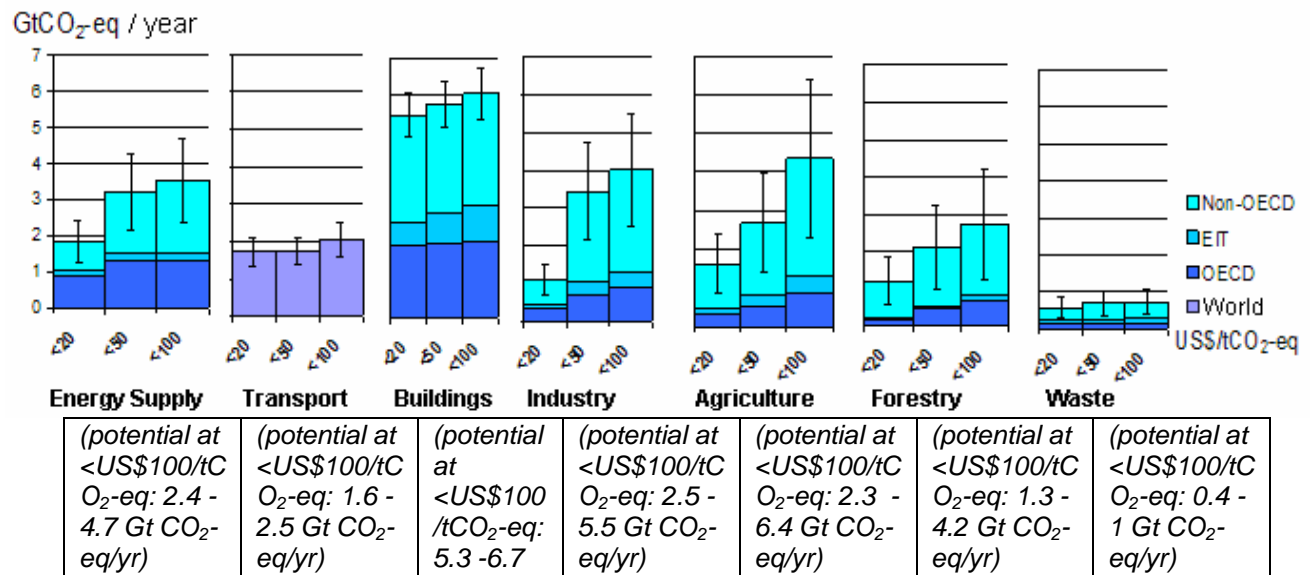


Figure SPM 6: Estimated sectoral economic potential for global mitigation for different regions as a function of carbon price in 2030 from bottom-up studies, compared to the respective baselines assumed in the sector assessments. A full explanation of the derivation of this figure is found in 11.3.

Notes:

1. The ranges for global economic potentials as assessed in each sector are shown by vertical lines. The ranges are based on end-use allocations of emissions, meaning that emissions of electricity use are counted towards the end-use sectors and not to the energy supply sector.
2. The estimated potentials have been constrained by the availability of studies particularly at high carbon price levels.
3. Sectors used different baselines. For industry the SRES B2 baseline was taken, for energy supply and transport the WEO 2004 baseline was used; the building sector is based on a baseline in between SRES B2 and A1B; for waste, SRES A1B driving forces were used to construct a waste specific baseline, agriculture and forestry used baselines that mostly used B2 driving forces.
4. Only global totals for transport are shown because international aviation is included [5.4].
5. Categories excluded are: non-CO₂ emissions in buildings and transport, part of material efficiency options, heat production and cogeneration in energy supply, heavy duty vehicles, shipping and high-occupancy passenger transport, most high-cost options for buildings, wastewater treatment, emission reduction from coal mines and gas pipelines, fluorinated gases from energy supply and transport. The underestimation of the total economic potential from these emissions is of the order of 10-15%.

6. In 2030 macro-economic costs for multi-gas mitigation, consistent with emissions trajectories towards stabilization between 445 and 710 ppm CO₂-eq, are estimated at between a 3% decrease of global GDP and a small increase, compared to the baseline (see Table SPM.4). However, regional costs may differ significantly from global averages (*high agreement, medium evidence*) (see Box SPM.3 for the methodologies and assumptions of these results).

- The majority of studies conclude that reduction of GDP relative to the GDP baseline increases with the stringency of the stabilization target.

10 **Table SPM.4:** Estimated global macro-economic costs in 2030¹⁶ for least-cost trajectories towards different long-term stabilization levels.^{17, 18}

Stabilization levels (ppm CO ₂ -eq)	Median GDP reduction ¹⁹ (%)	Range of GDP reduction ^{19, 20} (%)	Reduction of average annual GDP growth rates ^{19, 21} (percentage points)
590-710	0.2	-0.6 – 1.2	< 0.06
535-590	0.6	0.2 – 2.5	<0.1
445-535 ²²	not available	< 3	< 0.12

- Depending on the existing tax system and spending of the revenues, modelling studies indicate that costs may be substantially lower under the assumption that revenues from carbon taxes or auctioned permits under an emission trading system are used to promote low-carbon technologies or reform of existing taxes [11.4].
- Studies that assume the possibility that climate change policy induces enhanced technological change also give lower costs. However, this may require higher upfront investment in order to achieve costs reductions thereafter [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6].
- Although most models show GDP losses, some show GDP gains because they assume that baselines are non-optimal and mitigation policies improve market efficiencies, or they assume that more technological change may be induced by mitigation policies. Examples of market inefficiencies include unemployed resources, distortionary taxes and/or subsidies [3.3, 11.4].
- A multi-gas approach and inclusion of carbon sinks generally reduces costs substantially compared to CO₂ emission abatement only.

¹⁶ For a given stabilization level, GDP reduction would increase over time in most models after 2030. Long-term costs also become more uncertain. [Figure 3.25]

¹⁷ Results based on studies using various baselines.

¹⁸ Studies vary in terms of the point in time stabilization is achieved; generally this is in 2100 or later.

¹⁹ This is global GDP based market exchange rates.

²⁰ The median and the 10th and 90th percentile range of the analyzed data are given.

²¹ The calculation of the reduction of the annual growth rate is based on the average reduction during the period till 2030 that would result in the indicated GDP decrease in 2030.

²² The number of studies that report GDP results is relatively small and they generally use low baselines.

- Regional costs are largely dependent on the assumed stabilization level and baseline scenario. The allocation regime is also important, but for most countries to a lesser extent than the stabilization level [11.4, 13.3].

5 **7. Changes in lifestyle and behaviour patterns can contribute to climate change mitigation across all sectors. Management practices can also have a positive role.**
(high agreement, medium evidence)

- 10 • Lifestyle changes can reduce GHG emissions. Changes in lifestyles and consumption patterns that emphasize resource conservation can contribute to developing a low-carbon economy that is both equitable and sustainable [4.1, 6.7].
- Education and training programmes can help overcome barriers to the market acceptance of energy efficiency, particularly in combination with other measures [Table 6.6].
- 15 • Changes in occupant behaviour, cultural patterns and consumer choice and use of technologies can result in considerable reduction in CO₂ emissions related to energy use in buildings [6.7].
- Transport Demand Management, which includes urban planning (that can reduce the demand for travel) and provision of information and educational techniques (that can reduce car usage and lead to an efficient driving style) can support GHG mitigation [5.1].
- 20 • In industry, management tools that include staff training, reward systems, regular feedback, documentation of existing practices can help overcome industrial organization barriers, reduce energy use, and GHG emissions [7.3].

25

8. While studies use different methodologies, in all analyzed world regions near-term health co-benefits from reduced air pollution as a result of actions to reduce GHG emissions can be substantial and may offset a substantial fraction of mitigation costs *(high agreement, much evidence)*.

30

- Including co-benefits other than health, such as increased energy security, and increased agricultural production and reduced pressure on natural ecosystems, due to decreased tropospheric ozone concentrations, would further enhance cost savings [11.8].
- 35 • Integrating air pollution abatement and climate change mitigation policies offers potentially large cost reductions compared to treating those policies in isolation [11.8].

35

9. Literature since TAR confirms that there may be effects from Annex I countries action on the global economy and global emissions, although the scale of carbon leakage remains uncertain *(high agreement, medium evidence)*.

40

- Fossil fuel exporting nations (in both Annex I and non-Annex I countries) may expect, as indicated in TAR²³, lower demand and prices and lower GDP growth due

²³ See TAR WG III (2001) SPM paragraph 16.

to mitigation policies. The extent of this spill over²⁴ depends strongly on assumptions related to policy decisions and oil market conditions [11.7].

- Critical uncertainties remain in the assessment of carbon leakage²⁵. Most equilibrium modelling support the conclusion in the TAR of economy-wide leakage from Kyoto action in the order of 5-20%, which would be less if competitive low-emissions technologies were effectively diffused [11.7].

10. New energy infrastructure investments in developing countries, upgrades of energy infrastructure in industrialized countries, and policies that promote energy security, can, in many cases, create opportunities to achieve GHG emission reductions compared to baseline scenarios. Additional co-benefits are country-specific but often include air pollution abatement, balance of trade improvement, provision of modern energy services to rural areas and employment (*high agreement, much evidence*).

- Future energy infrastructure investment decisions, expected to total over 20 trillion US\$²⁶ between now and 2030, will have long term impacts on GHG emissions, because of the long life-times of energy plants and other infrastructure capital stock. The widespread diffusion of low-carbon technologies may take many decades, even if early investments in these technologies are made attractive. Initial estimates show that returning global energy-related CO₂ emissions to 2005 levels by 2030 would require a large shift in the pattern of investment, although the net additional investment required ranges from negligible to 5-10% [4.1, 4.4, 11.6].
- It is often more cost-effective to invest in end-use energy efficiency improvement than in increasing energy supply to satisfy demand for energy services. Efficiency improvement has a positive effect on energy security, local and regional air pollution abatement, and employment [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8].
- Renewable energy generally has a positive effect on energy security, employment and on air quality. Given costs relative to other supply options, renewable electricity, which accounted for 18% of the electricity supply in 2005, can have a 30-35% share of the total electricity supply in 2030 at carbon prices up to 50 US\$/tCO₂-eq [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8].
- The higher the market prices of fossil fuels, the more low-carbon alternatives will be competitive, although price volatility will be a disincentive for investors. Higher priced conventional oil resources, on the other hand, may be replaced by high carbon alternatives such as from oil sands, oil shales, heavy oils, and synthetic fuels from coal and gas, leading to increasing GHG emissions, unless production plants are equipped with CCS [4.2, 4.3, 4.4, 4.5].
- Given costs relative to other supply options, nuclear power, which accounted for 16% of the electricity supply in 2005, can have an 18% share of the total electricity

²⁴ Spill over effects of mitigation in a cross-sectoral perspective are the effects of mitigation policies and measures in one country or group of countries on sectors in other countries.

²⁵ Carbon leakage is defined as the increase in CO₂ emissions outside the countries taking domestic mitigation action divided by the reduction in the emissions of these countries.

²⁶ 20 trillion = 20000 billion = 20*10¹².

supply in 2030 at carbon prices up to 50 US\$/tCO₂-eq, but safety, weapons proliferation and waste remain as constraints [4.2, 4.3, 4.4]²⁷.

- CCS in underground geological formations is a new technology with the potential to make an important contribution to mitigation by 2030. Technical, economic and regulatory developments will affect the actual contribution [4.3, 4.4, 7.3].

11. There are multiple mitigation options in the transport sector²⁸, but their effect may be counteracted by growth in the sector. Mitigation options are faced with many barriers, such as consumer preferences and lack of policy frameworks (*medium agreement, medium evidence*).

- Improved vehicle efficiency measures, leading to fuel savings, in many cases have net benefits (at least for light-duty vehicles), but the market potential is much lower than the economic potential due to the influence of other consumer considerations, such as performance and size. There is not enough information to assess the mitigation potential for heavy-duty vehicles. Market forces alone, including rising fuel costs, are therefore not expected to lead to significant emission reductions [5.3, 5.4].
- Biofuels might play an important role in addressing GHG emissions in the transport sector, depending on their production pathway. Biofuels used as gasoline and diesel fuel additives/substitutes are projected to grow to 3% of total transport energy demand in the baseline in 2030. This could increase to about 5-10%, depending on future oil and carbon prices, improvements in vehicle efficiency and the success of technologies to utilise cellulose biomass [5.3, 5.4].
- Modal shifts from road to rail and inland waterway shipping and from low-occupancy to high-occupancy passenger transportation²⁹, as well as land-use, urban planning and non-motorized transport offer opportunities for GHG mitigation, depending on local conditions and policies [5.3, 5.5].
- Medium term mitigation potential for CO₂ emissions from the aviation sector can come from improved fuel efficiency, which can be achieved through a variety of means, including technology, operations and air traffic management. However, such improvements are expected to only partially offset the growth of aviation emissions. Total mitigation potential in the sector would also need to account for non-CO₂ climate impacts of aviation emissions [5.3, 5.4].
- Realizing emissions reductions in the transport sector is often a co-benefit of addressing traffic congestion, air quality and energy security [5.5].

12. Energy efficiency options for new and existing buildings could considerably reduce CO₂ emissions with net economic benefit. Many barriers exist against tapping this potential, but there are also large co-benefits (*high agreement, much evidence*).

- By 2030, about 30% of the projected GHG emissions in the building sector can be avoided with net economic benefit [6.4, 6.5].

²⁷ Austria could not agree with this statement.

²⁸ See Table SPM.1 and Figure SPM.6.

²⁹ Including rail, road and marine mass transit and carpooling

- Energy efficient buildings, while limiting the growth of CO₂ emissions, can also improve indoor and outdoor air quality, improve social welfare and enhance energy security [6.6, 6.7].
- Opportunities for realising GHG reductions in the building sector exist worldwide. However, multiple barriers make it difficult to realise this potential. These barriers include availability of technology, financing, poverty, higher costs of reliable information, limitations inherent in building designs and an appropriate portfolio of policies and programs [6.7, 6.8].
- The magnitude of the above barriers is higher in the developing countries and this makes it more difficult for them to achieve the GHG reduction potential of the building sector [6.7].

13. The economic potential in the industrial sector is predominantly located in energy intensive industries. Full use of available mitigation options is not being made in either industrialized or developing nations (*high agreement, much evidence*).

- Many industrial facilities in developing countries are new and include the latest technology with the lowest specific emissions. However, many older, inefficient facilities remain in both industrialized and developing countries. Upgrading these facilities can deliver significant emission reductions [7.1, 7.3, 7.4].
- The slow rate of capital stock turnover, lack of financial and technical resources, and limitations in the ability of firms, particularly small and medium-sized enterprises, to access and absorb technological information are key barriers to full use of available mitigation options [7.6].

14. Agricultural practices collectively can make a significant contribution at low cost to increasing soil carbon sinks, to GHG emission reductions, and by contributing biomass feedstocks for energy use (*medium agreement, medium evidence*).

- A large proportion of the mitigation potential of agriculture (excluding bioenergy) arises from soil carbon sequestration, which has strong synergies with sustainable agriculture and generally reduces vulnerability to climate change [8.4, 8.5, 8.8].
- Stored soil carbon may be vulnerable to loss through both land management change and climate change [8.10].
- Considerable mitigation potential is also available from reductions in methane and nitrous oxide emissions in some agricultural systems [8.4, 8.5].
- There is no universally applicable list of mitigation practices; practices need to be evaluated for individual agricultural systems and settings [8.4].
- Biomass from agricultural residues and dedicated energy crops can be an important bioenergy feedstock, but its contribution to mitigation depends on demand for bioenergy from transport and energy supply, on water availability, and on requirements of land for food and fibre production. Widespread use of agricultural land for biomass production for energy may compete with other land uses and can have positive and negative environmental impacts and implications for food security [8.4, 8.8].

15. Forest-related mitigation activities can considerably reduce emissions from sources and increase CO₂ removals by sinks at low costs, and can be designed to create synergies with adaptation and sustainable development (*high agreement, much evidence*)³⁰.

- 5
- About 65% of the total mitigation potential (up to 100 US\$/tCO₂-eq) is located in the tropics and about 50% of the total could be achieved by reducing emissions from deforestation [9.4].
 - Climate change can affect the mitigation potential of the forest sector (i.e., native and planted forests) and is expected to be different for different regions and sub-
- 10
- Forest-related mitigation options can be designed and implemented to be compatible with adaptation, and can have substantial co-benefits in terms of employment, income generation, biodiversity and watershed conservation, renewable energy supply and poverty alleviation [9.5, 9.6, 9.7].
- 15

16. Post-consumer waste³¹ is a small contributor to global GHG emissions³² (<5%), but the waste sector can positively contribute to GHG mitigation at low cost and promote sustainable development (*high agreement, much evidence*).

- 20
- Existing waste management practices can provide effective mitigation of GHG emissions from this sector: a wide range of mature, environmentally effective technologies are commercially available to mitigate emissions and provide co-benefits for improved public health and safety, soil protection and pollution prevention, and local energy supply [10.3, 10.4, 10.5].
 - Waste minimization and recycling provide important indirect mitigation benefits through the conservation of energy and materials [10.4].
 - Lack of local capital is a key constraint for waste and wastewater management in developing countries and countries with economies in transition. Lack of expertise on sustainable technology is also an important barrier [10.6].
- 25

30 **17. Geo-engineering options, such as ocean fertilization to remove CO₂ directly from the atmosphere, or blocking sunlight by bringing material into the upper atmosphere, remain largely speculative and unproven, and with the risk of unknown side-effects. Reliable cost estimates for these options have not been published** (*medium agreement, limited evidence*) [11.2].

³⁰ Tuvalu noted difficulties with the reference to “low costs” as Chapter 9, page 15 of the WG III report states that: “the cost of forest mitigation projects rise significantly when opportunity costs of land are taken into account”.

³¹ Industrial waste is covered in the industry sector.

³² GHGs from waste include landfill and wastewater methane, wastewater N₂O, and CO₂ from incineration of fossil carbon.

D. Mitigation in the long term (after 2030)

5 **18. In order to stabilize the concentration of GHGs in the atmosphere, emissions would need to peak and decline thereafter. The lower the stabilization level, the more quickly this peak and decline would need to occur. Mitigation efforts over the next two to three decades will have a large impact on opportunities to achieve lower stabilization levels (see Table SPM.5, and Figure SPM. 8)³³ (*high agreement, much evidence*).**

- 10
- Recent studies using multi-gas reduction have explored lower stabilization levels than reported in TAR.
 - Assessed studies contain a range of emissions profiles for achieving stabilization of GHG concentrations³⁴. Most of these studies used a least cost approach and include both early and delayed emission reductions (Figure SPM.7) [Box SPM 2]. Table

15 SPM.5 summarizes the required emissions levels for different groups of stabilization concentrations and the associated equilibrium global mean temperature increase³⁵, using the ‘best estimate’ of climate sensitivity (see also Figure SPM.8 for the likely range of uncertainty)³⁶. Stabilization at lower concentration and related equilibrium temperature levels advances the date when emissions need to peak, and requires

20 greater emissions reductions by 2050.

³³ Paragraph 2A addresses historical GHG emissions since pre-industrial times.

³⁴ Studies vary in terms of the point in time stabilization is achieved; generally this is around 2100 or later.

³⁵ The information on global mean temperature is taken from the AR4 WGI report, chapter 10.8. These temperatures are reached well after concentrations are stabilized.

³⁶ The equilibrium climate sensitivity is a measure of the climate system response to sustained radiative forcing. It is not a projection but is defined as the global average surface warming following a doubling of carbon dioxide concentrations [AR4 WGI SPM].

Table SPM.5: Characteristics of post-TAR stabilization scenarios [Table TS 2, 3.10]³⁷

Category	Radiative Forcing (W/m ²)	CO ₂ Concentration ³⁹ (ppm)	CO ₂ -eq Concentration (ppm)	Global mean temperature increase above pre-industrial at equilibrium, using “best estimate” climate sensitivity ^{38, 39} (°C)	Peaking year for CO ₂ emissions ⁴⁰ (year)	Change in global CO ₂ emissions in 2050 (% of 2000 emissions) ⁴⁰ (%)	No. of assessed scenarios
AA	2.5 – 3.0	350 – 400	445 – 490	2.0 – 2.4	2000 - 2015	-85 to -50	6
AB	3.0 – 3.5	400 – 440	490 – 535	2.4 – 2.8	2000 - 2020	-60 to -30	18
B	3.5 – 4.0	440 – 485	535 – 590	2.8 – 3.2	2010 - 2030	-30 to +5	21
C	4.0 – 5.0	485 – 570	590 – 710	3.2 – 4.0	2020 - 2060	+10 to +60	118
D	5.0 – 6.0	570 – 660	710 – 855	4.0 – 4.9	2050 - 2080	+25 to +85	9
E	6.0 – 7.5	660 – 790	855 – 1130	4.9 – 6.1	2060 - 2090	+90 to +140	5
Total							177

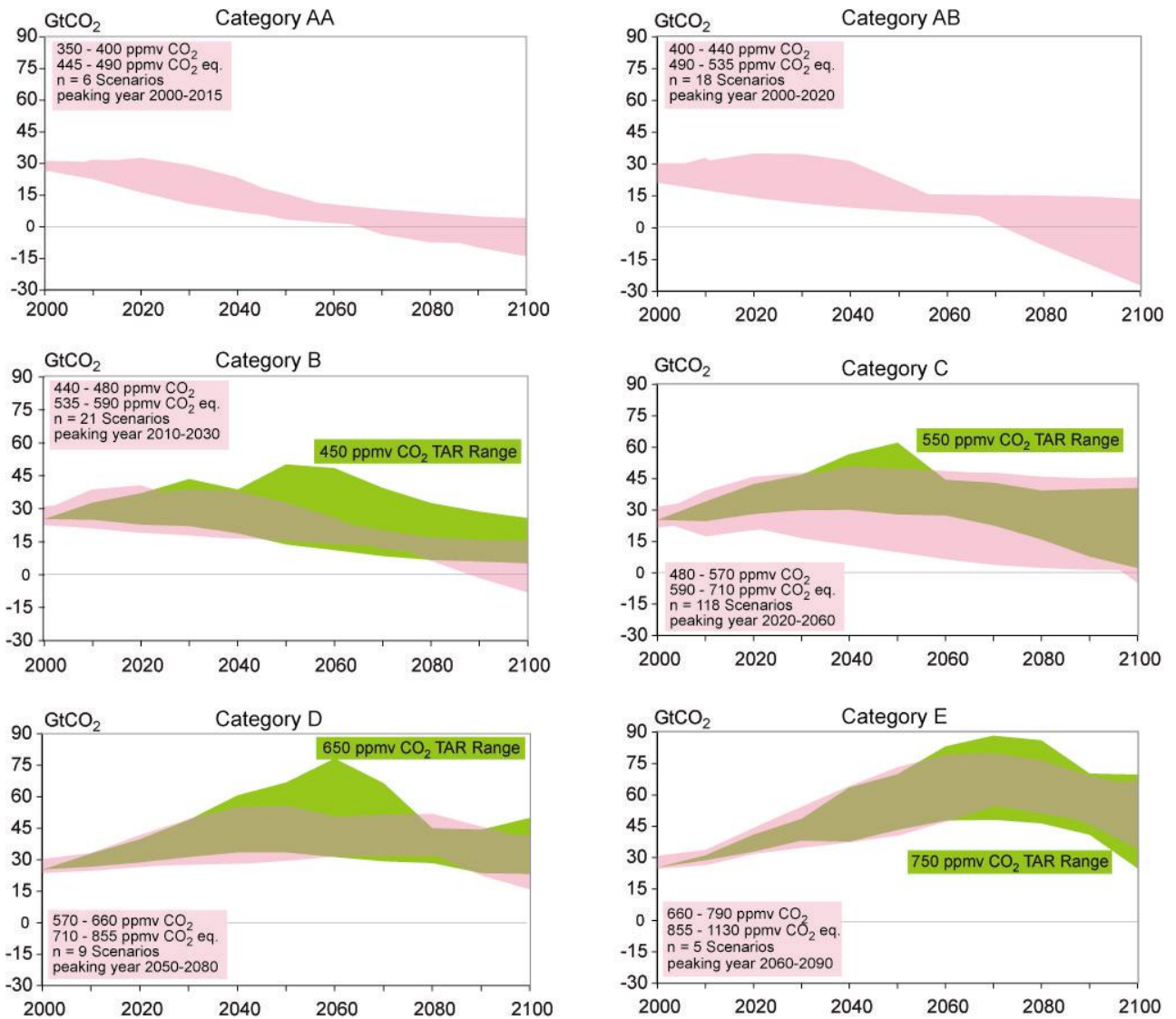
[Editorial Note: In the column titled “Category”, AA, AB, B..., will be changed to Roman numerals (I, II, III...)]

³⁷ The understanding of the climate system response to radiative forcing as well as feedbacks is assessed in detail in the AR4 WGI Report. Feedbacks between the carbon cycle and climate change affect the required mitigation for a particular stabilization level of atmospheric carbon dioxide concentration. These feedbacks are expected to increase the fraction of anthropogenic emissions that remains in the atmosphere as the climate system warms. Therefore, the emission reductions to meet a particular stabilization level reported in the mitigation studies assessed here might be underestimated.

³⁸ The best estimate of climate sensitivity is 3°C [WG 1 SPM].

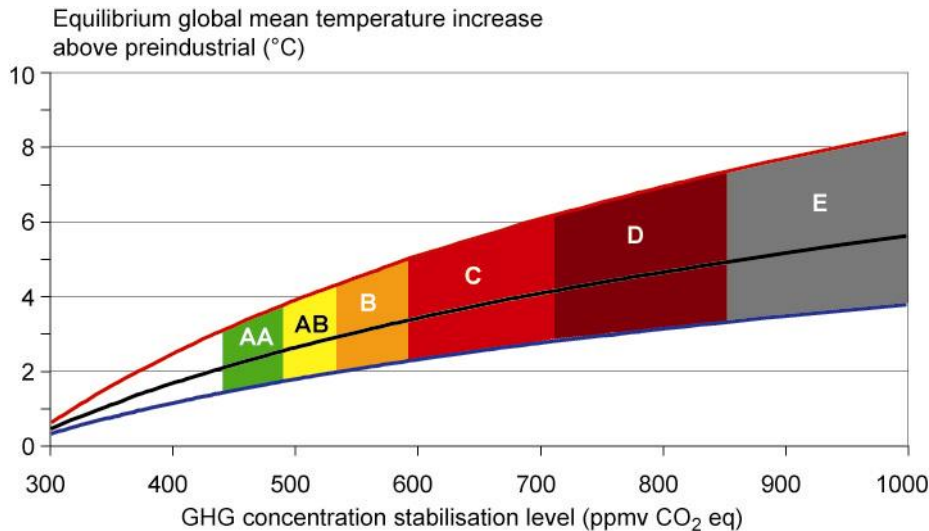
³⁹ Note that global mean temperature at equilibrium is different from expected global mean temperature at the time of stabilization of GHG concentrations due to the inertia of the climate system. For the majority of scenarios assessed, stabilisation of GHG concentrations occurs between 2100 and 2150.

⁴⁰ Ranges correspond to the 15th to 85th percentile of the post-TAR scenario distribution. CO₂ emissions are shown so multi-gas scenarios can be compared with CO₂-only scenarios.



[Categories will be changed to I to VI; ppmv will be replaced with ppm; GtCO₂ needs to GtCO₂ / year]

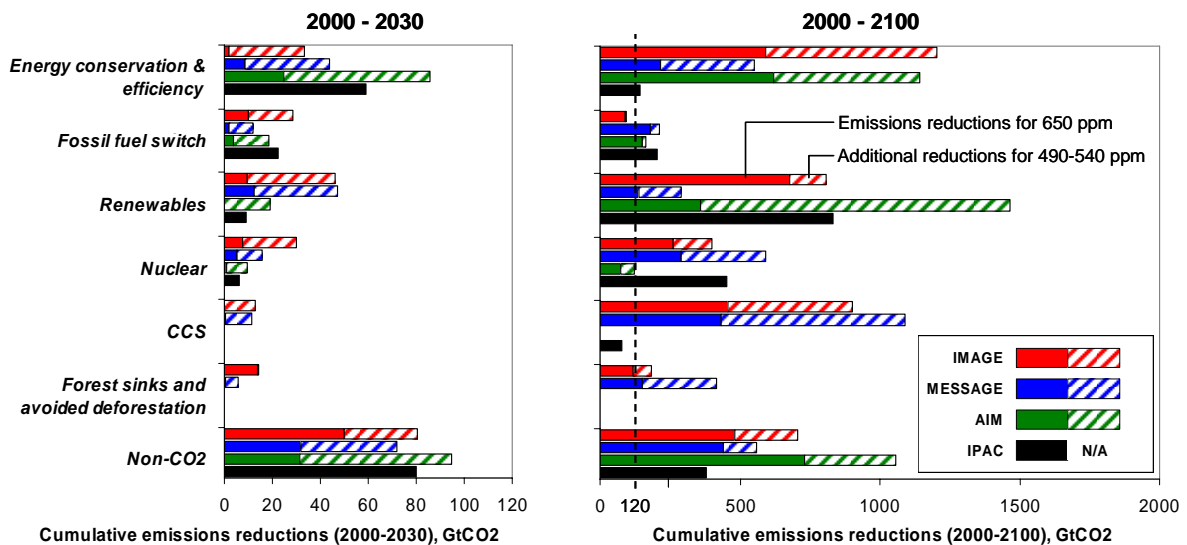
- 5 **Figure SPM 7:** Emissions pathways of mitigation scenarios for alternative categories of stabilization levels (Category I to VI as defined in the box in each panel). The pathways are for CO₂ emissions only. Pink shaded (dark) areas give the CO₂ emissions for the post-TAR emissions scenarios. Green shaded (light) areas depict the range of more than 80 TAR stabilization scenarios. Base year emissions may differ between models due to differences in sector and industry coverage. To reach the lower stabilization levels some scenarios deploy removal of CO₂ from the atmosphere (negative emissions) using technologies such as biomass energy production utilizing carbon capture and storage. [Figure 3.17]
- 10



[Capital letters will be changed from AA, AB etc into I to VI; ppmv (x-axis) will be changed to ppm; stabilisation in stabilization]

- 5 **Figure SPM 8:** Stabilization scenario categories as reported in Figure SPM.7 (coloured bands) and their relationship to equilibrium global mean temperature change above pre-industrial, using (i) “best estimate” climate sensitivity of 3°C (black line in middle of shaded area), (ii) upper bound of likely range of climate sensitivity of 4.5°C (red line at top of shaded area) (iii) lower bound of likely range of climate sensitivity of 2°C (blue line at bottom of shaded area). Coloured shading shows the concentration bands for stabilization of greenhouse gases in the atmosphere corresponding to the stabilization scenario categories I to VI as indicated in Figure SPM.7. The data are drawn from AR4 WGI, Chapter 10.8.
- 10
- 15 **19. The range of stabilization levels assessed can be achieved by deployment of a portfolio of technologies that are currently available and those that are expected to be commercialised in coming decades. This assumes that appropriate and effective incentives are in place for development, acquisition, deployment and diffusion of technologies and for addressing related barriers (high agreement, much evidence).**
- 20
- The contribution of different technologies to emission reductions required for stabilization will vary over time, region and stabilization level.
 - Energy efficiency plays a key role across many scenarios for most regions and timescales.
 - For lower stabilization levels, scenarios put more emphasis on the use of low-carbon energy sources, such as renewable energy and nuclear power, and the use of CO₂ capture and storage (CCS). In these scenarios improvements of carbon intensity of energy supply and the whole economy need to be much faster than in the past.
 - Including non-CO₂ and CO₂ land-use and forestry mitigation options provides greater flexibility and cost-effectiveness for achieving stabilization. Modern bioenergy could contribute substantially to the share of renewable energy in the mitigation portfolio.
- 25
- 30

- For illustrative examples of portfolios of mitigation options, see figure SPM.9 [3.3, 3.4].
- Investments in and world-wide deployment of low-GHG emission technologies as well as technology improvements through public and private Research, Development & Demonstration (RD&D) would be required for achieving stabilization targets as well as cost reduction. The lower the stabilization levels, especially those of 550 ppm CO₂-eq or lower, the greater the need for more efficient RD&D efforts and investment in new technologies during the next few decades.
- Appropriate incentives could address these barriers and help realize the goals across a wide portfolio of technologies. This requires that barriers to development, acquisition, deployment and diffusion of technologies are effectively addressed. [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6].



15 *[In figure, “and avoided deforestation” will be removed]*

20 **Figure SPM 9:** Cumulative emissions reductions for alternative mitigation measures for 2000 to 2030 (left-hand panel) and for 2000-2100 (right-hand panel). The figure shows illustrative scenarios from four models (AIM, IMAGE, IPAC and MESSAGE) aiming at the stabilization at 490-540 ppm CO₂-eq and levels of 650 ppm CO₂-eq, respectively. Dark bars denote reductions for a target of 650 ppm CO₂-eq and light bars the additional reductions to achieve 490-540 ppm CO₂-eq. Note that some models do not consider mitigation through forest sink enhancement (AIM and IPAC) or CCS (AIM) and that the share of low-carbon energy options in total energy supply is also determined by inclusion of these options in the baseline. CCS includes carbon capture and storage from biomass. Forest sinks include reducing emissions from deforestation. [Figure 3.23]

25

- 5 **20. In 2050⁴¹ global average macro-economic costs for multi-gas mitigation towards stabilization between 710 and 445 ppm CO₂-eq, are between a 1% gain to a 5.5% decrease of global GDP (see Table SPM.6). For specific countries and sectors, costs vary considerably from the global average. (See Box SPM.3 for the methodologies and assumptions and paragraph 5 for explanation of negative costs) (*high agreement, medium evidence*).**

Table SPM.6: Estimated global macro-economic costs in 2050 relative to the baseline for least-cost trajectories towards different long-term stabilization targets⁴² [3.3, 13.3]

Stabilization levels (ppm CO ₂ -eq)	Median GDP reduction ⁴³ (%)	Range of GDP reduction ^{43, 44} (%)	Reduction of average annual GDP growth rates ^{43, 45} (percentage points)
590-710	0.5	-1 – 2	< 0.05
535-590	1.3	slightly negative – 4	< 0.1
445- 535 ⁴⁶	not available	< 5.5	< 0.12

10

- 15 **21. Decision-making about the appropriate level of global mitigation over time involves an iterative risk management process that includes mitigation and adaptation, taking into account actual and avoided climate change damages, co-benefits, sustainability, equity, and attitudes to risk. Choices about the scale and timing of GHG mitigation involve balancing the economic costs of more rapid emission reductions now against the corresponding medium-term and long-term climate risks of delay [*high agreement, much evidence*].**

15

20

- Limited and early analytical results from integrated analyses of the costs and benefits of mitigation indicate that these are broadly comparable in magnitude, but do not as yet permit an unambiguous determination of an emissions pathway or stabilization level where benefits exceed costs [3.5].
- Integrated assessment of the economic costs and benefits of different mitigation pathways shows that the economically optimal timing and level of mitigation depends upon the uncertain shape and character of the assumed climate change damage cost curve. To illustrate this dependency:
 - if the climate change damage cost curve grows slowly and regularly, and there is good foresight (which increases the potential for timely adaptation), later and less stringent mitigation is economically justified;
 - alternatively if the damage cost curve increases steeply, or contains non-linearities (e.g. vulnerability thresholds or even small probabilities of

25

30

⁴¹ Cost estimates for 2030 are presented in paragraph 5.

⁴² This corresponds to the full literature across all baselines and mitigation scenarios that provide GDP numbers.

⁴³ This is global GDP based market exchange rates.

⁴⁴ The median and the 10th and 90th percentile range of the analyzed data are given.

⁴⁵ The calculation of the reduction of the annual growth rate is based on the average reduction during the period until 2050 that would result in the indicated GDP decrease in 2050.

⁴⁶ The number of studies is relatively small and they generally use low baselines. High emissions baselines generally lead to higher costs.

catastrophic events), earlier and more stringent mitigation is economically justified [3.6].

- Climate sensitivity is a key uncertainty for mitigation scenarios that aim to meet a specific temperature level. Studies show that if climate sensitivity is high then the timing and level of mitigation is earlier and more stringent than when it is low [3.5, 3.6].
- Delayed emission reductions lead to investments that lock in more emission-intensive infrastructure and development pathways. This significantly constrains the opportunities to achieve lower stabilization levels (as shown in Table SPM.5) and increases the risk of more severe climate change impacts [3.4, 3.1, 3.5, 3.6]

Box SPM.4: Modelling induced technological change

Relevant literature implies that policies and measures may induce technological change. Remarkable progress has been achieved in applying approaches based on induced technological change to stabilisation studies; however, conceptual issues remain. In the models that adopt these approaches, projected costs for a given stabilization level are reduced; the reductions are greater at lower stabilisation levels.

E. Policies, measures and instruments to mitigate climate change

22. A wide variety of national policies and instruments are available to governments to create the incentives for mitigation action. Their applicability depends on national circumstances and an understanding of their interactions, but experience from implementation in various countries and sectors shows there are advantages and disadvantages for any given instrument (*high agreement, much evidence*).

- Four main criteria are used to evaluate policies and instruments: environmental effectiveness, cost effectiveness, distributional effects, including equity, and institutional feasibility [13.2].
- All instruments can be designed well or poorly, and be stringent or lax. In addition, monitoring to improve implementation is an important issue for all instruments. General findings about the performance of policies are: [7.9, 12.2, 13.2]
 - *Integrating climate policies in broader development policies* makes implementation and overcoming barriers easier.
 - *Regulations and standards* generally provide some certainty about emission levels. They may be preferable to other instruments when information or other barriers prevent producers and consumers from responding to price signals. However, they may not induce innovations and more advanced technologies.
 - *Taxes and charges* can set a price for carbon, but cannot guarantee a particular level of emissions. Literature identifies taxes as an efficient way of internalizing costs of GHG emissions.

- *Tradable permits* will establish a carbon price. The volume of allowed emissions determines their environmental effectiveness, while the allocation of permits has distributional consequences. Fluctuation in the price of carbon makes it difficult to estimate the total cost of complying with emission permits.
- *Financial incentives* (subsidies and tax credits) are frequently used by governments to stimulate the development and diffusion of new technologies. While economic costs are generally higher than for the instruments listed above, they are often critical to overcome barriers.
- *Voluntary agreements* between industry and governments are politically attractive, raise awareness among stakeholders, and have played a role in the evolution of many national policies. The majority of agreements has not achieved significant emissions reductions beyond business as usual. However, some recent agreements, in a few countries, have accelerated the application of best available technology and led to measurable emission reductions.
- *Information instruments* (e.g. awareness campaigns) may positively affect environmental quality by promoting informed choices and possibly contributing to behavioural change, however, their impact on emissions has not been measured yet.
- *RD&D* can stimulate technological advances, reduce costs, and enable progress toward stabilization.
- Some corporations, local and regional authorities, NGOs and civil groups are adopting a wide variety of voluntary actions. These voluntary actions may limit GHG emissions, stimulate innovative policies, and encourage the deployment of new technologies. On their own, they generally have limited impact on the national or regional level emissions [13.4].
- Lessons learned from specific sector application of national policies and instruments are shown in Table SPM.7.

23. Policies that provide a real or implicit price of carbon could create incentives for producers and consumers to significantly invest in low-GHG products, technologies and processes. Such policies could include economic instruments, government funding and regulation (*high agreement, much evidence*).

- An effective carbon-price signal could realize significant mitigation potential in all sectors [11.3, 13.2].
- Modelling studies (see Box SPM.3) show carbon prices rising to 20 to 80 US\$/tCO₂-eq by 2030 and 30 to 155 US\$/tCO₂-eq by 2050 are consistent with stabilization at around 550 ppm CO₂-eq by 2100. For the same stabilization level, studies since TAR that take into account induced technological change lower these price ranges to 5 to 65 US\$/tCO₂-eq in 2030 and 15 to 130 US\$/tCO₂-eq in 2050 [3.3, 11.4, 11.5].
- Most top-down, as well as some 2050 bottom-up assessments, suggest that real or implicit carbon prices of 20 to 50 US\$/tCO₂-eq, sustained or increased over decades, could lead to a power generation sector with low-GHG emissions by 2050 and make many mitigation options in the end-use sectors economically attractive. [4.4,11.6]

- Barriers to the implementation of mitigation options are manifold and vary by country and sector. They can be related to financial, technological, institutional, informational and behavioural aspects [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

Table SPM.7: Selected sectoral policies, measures and instruments that have shown to be environmentally effective in the respective sector in at least a number of national cases.

Sector	Policies⁴⁷, measures and instruments shown to be environmentally effective	Key constraints or opportunities
Energy supply [4.5]	Reduction of fossil fuel subsidies	Resistance by vested interests may make them difficult to implement
	Taxes or carbon charges on fossil fuels	
	Feed-in tariffs for renewable energy technologies	May be appropriate to create markets for low emissions technologies
	Renewable energy obligations	
	Producer subsidies	
Transport [5.5]	Mandatory fuel economy, biofuel blending and CO ₂ standards for road transport	Partial coverage of vehicle fleet may limit effectiveness
	Taxes on vehicle purchase, registration, use and motor fuels, road and parking pricing	Effectiveness may drop with higher incomes
	Influence mobility needs through land use regulations, and infrastructure planning	Particularly appropriate for countries that are building up their transportation systems
	Investment in attractive public transport facilities and non-motorised forms of transport	
Buildings [6.8]	Appliance standards and labelling	Periodic revision of standards needed
	Building codes and certification	Attractive for new buildings. Enforcement can be difficult
	Demand-side management programmes	Need for regulations so that utilities may profit
	Public sector leadership programmes, including procurement	Government purchasing can expand demand for energy-efficient products
	Incentives for energy service companies (ESCOs)	Success factor: Access to third party financing
Industry [7.9]	Provision of benchmark information	May be appropriate to stimulate technology uptake. Stability of national policy important in view of international competitiveness
	Performance standards	
	Subsidies, tax credits	
	Tradable permits	Predictable allocation mechanisms and stable price signals important for investments
	Voluntary agreements	Success factors include: clear

⁴⁷ Public RD&D investment in low emission technologies have proven to be effective in all sectors.

Sector	Policies ⁴⁷ , measures and instruments shown to be environmentally effective	Key constraints or opportunities
		targets, a baseline scenario, third party involvement in design and review and formal provisions of monitoring, close cooperation between government and industry.
Agriculture [8.6, 8.7, 8.8]	Financial incentives and regulations for improved land management, maintaining soil carbon content, efficient use of fertilizers and irrigation	May encourage synergy with sustainable development and with reducing vulnerability to climate change, thereby overcoming barriers to implementation
Forestry/Forests [9.6]	Financial incentives (national and international) to increase forest area, to reduce deforestation, and to maintain and manage forests	Constraints include lack of investment capital and land tenure issues. Can help poverty alleviation.
	Land use regulation and enforcement	
Waste management [10.5]	Financial incentives for improved waste and wastewater management	May stimulate technology diffusion
	Renewable energy incentives or obligations	Local availability of low-cost fuel
	Waste management regulations	Most effectively applied at national level with enforcement strategies

24. Government support through financial contributions, tax credits, standard setting and market creation is important for effective technology development, innovation and deployment. Transfer of technology to developing countries depends on enabling conditions and financing (*high agreement, much evidence*).

- Public benefits of RD&D investments are bigger than the benefits captured by the private sector, justifying government support of RD&D.
- Government funding in real absolute terms for most energy research programmes has been flat or declining for nearly two decades (even after the UNFCCC came into force) and is now about half of the 1980 level [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- Governments have a crucial supportive role in providing appropriate enabling environment, such as, institutional, policy, legal and regulatory frameworks⁴⁸, to sustain investment flows and for effective technology transfer – without which it may be difficult to achieve emission reductions at a significant scale. Mobilizing

⁴⁸ See the IPCC Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer.

financing of incremental costs of low-carbon technologies is important. International technology agreements could strengthen the knowledge infrastructure [13.3].

- The potential beneficial effect of technology transfer to developing countries brought about by Annex I countries action may be substantial, but no reliable estimates are available [11.7].
- Financial flows to developing countries through CDM projects have the potential to reach levels of the order of several billions US\$ per year⁴⁹, which is higher than the flows through the Global Environment Facility (GEF), comparable to the energy oriented development assistance flows, but at least an order of magnitude lower than total foreign direct investment flows. The financial flows through CDM, GEF and development assistance for technology transfer have so far been limited and geographically unequally distributed [12.3, 13.3].

25. Notable achievements of the UNFCCC and its Kyoto protocol are the establishment of a global response to the climate problem, stimulation of an array of national policies, the creation of an international carbon market and the establishment of new institutional mechanisms that may provide the foundation for future mitigation efforts (*high agreement, much evidence*).

- The impact of the protocol's first commitment period relative to global emissions is projected to be limited. Its economic impacts on participating Annex-B countries are projected to be smaller than presented in TAR, that showed 0.2-2% lower GDP in 2012 without emissions trading, and 0.1-1.1% lower GDP with emissions trading among Annex-B countries [1.4, 11.4, 13.3].

26. The literature identifies many options for achieving reductions of global GHG emissions at the international level through cooperation. It also suggests that successful agreements are environmentally effective, cost-effective, incorporate distributional considerations and equity, and are institutionally feasible (*high agreement, much evidence*).

- Greater cooperative efforts to reduce emissions will help to reduce global costs for achieving a given level of mitigation, or will improve environmental effectiveness [13.3].
- Improving, and expanding the scope of, market mechanisms (such as emission trading, Joint Implementation and CDM) could reduce overall mitigation costs [13.3].
- Efforts to address climate change can include diverse elements such as emissions targets; sectoral, local, sub-national and regional actions; RD&D programmes; adopting common policies; implementing development oriented actions; or expanding financing instruments. These elements can be implemented in an integrated fashion, but comparing the efforts made by different countries quantitatively would be complex and resource intensive [13.3].

⁴⁹ Depends strongly on the market price that has fluctuated between 4 and 26 US\$/tCO₂-eq and based on approximately 1000 CDM proposed plus registered projects likely to generate more than 1.3 billion emission reduction credits before 2012.

- Actions that could be taken by participating countries can be differentiated both in terms of when such action is undertaken, who participates and what the action will be. Actions can be binding or non-binding, include fixed or dynamic targets, and participation can be static or vary over time [13.3].

5

F. Sustainable development and climate change mitigation

27. Making development more sustainable by changing development paths can make a major contribution to climate change mitigation, but implementation may require resources to overcome multiple barriers. There is a growing understanding of the possibilities to choose and implement mitigation options in several sectors to realize synergies and avoid conflicts with other dimensions of sustainable development (high agreement, much evidence).

10

15

20

25

30

35

40

- Irrespective of the scale of mitigation measures, adaptation measures are necessary [1.2].
- Addressing climate change can be considered an integral element of sustainable development policies. National circumstances and the strengths of institutions determine how development policies impact GHG emissions. Changes in development paths emerge from the interactions of public and private decision processes involving government, business and civil society, many of which are not traditionally considered as climate policy. This process is most effective when actors participate equitably and decentralized decision making processes are coordinated [2.2, 3.3, 12.2].
- Climate change and other sustainable development policies are often but not always synergistic. There is growing evidence that decisions about macroeconomic policy, agricultural policy, multilateral development bank lending, insurance practices, electricity market reform, energy security and forest conservation, for example, which are often treated as being apart from climate policy, can significantly reduce emissions. On the other hand, decisions about improving rural access to modern energy sources for example may not have much influence on global GHG emissions [12.2].
- Climate change policies related to energy efficiency and renewable energy are often economically beneficial, improve energy security and reduce local pollutant emissions. Other energy supply mitigation options can be designed to also achieve sustainable development benefits such as avoided displacement of local populations, job creation, and health benefits [4.5,12.3].
- Reducing both loss of natural habitat and deforestation can have significant biodiversity, soil and water conservation benefits, and can be implemented in a socially and economically sustainable manner. Forestation and bioenergy plantations can lead to restoration of degraded land, manage water runoff, retain soil carbon and benefit rural economies, but could compete with land for food production and may be negative for biodiversity, if not properly designed [9.7, 12.3].

- There are also good possibilities for reinforcing sustainable development through mitigation actions in the waste management, transportation and buildings sectors [5.4, 6.6, 10.5, 12.3].
- Making development more sustainable can enhance both mitigative and adaptive capacity, and reduce emissions and vulnerability to climate change. Synergies between mitigation and adaptation can exist, for example properly designed biomass production, formation of protected areas, land management, energy use in buildings and forestry. In other situations, there may be trade-offs, such as increased GHG emissions due to increased consumption of energy related to adaptive responses [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1].

G. Gaps in knowledge

- 15 **28. There are still relevant gaps in currently available knowledge regarding some aspects of mitigation of climate change, especially in developing countries. Additional research addressing those gaps would further reduce uncertainties and thus facilitate decision-making related to mitigation of climate change [TS.14].**

20

Endbox 1: Uncertainty representation

Uncertainty is an inherent feature of any assessment. The fourth assessment report clarifies the uncertainties associated with essential statements.

5

Fundamental differences between the underlying disciplinary sciences of the three Working Group reports make a common approach impractical. The “likelihood” approach applied in "Climate change 2007, the physical science basis" and the “confidence” and “likelihood” approaches used in "Climate change 2007, impacts, adaptation, and vulnerability" were judged to be inadequate to deal with the specific uncertainties involved in this mitigation report, as here human choices are considered.

10

In this report a two-dimensional scale is used for the treatment of uncertainty. The scale is based on the expert judgment of the authors of WGIII on the level of concurrence in the literature on a particular finding (level of agreement), and the number and quality of independent sources qualifying under the IPCC rules upon which the finding is based (amount of evidence⁵⁰) (see Table SPM.E.1). This is not a quantitative approach, from which probabilities relating to uncertainty can be derived.

15

20 **Table SPM E.1:** *Qualitative definition of uncertainty*

	High agreement, limited evidence	High agreement, medium evidence	High agreement, much evidence
↑	Medium agreement, limited evidence	Medium agreement, medium evidence	Medium agreement, much evidence
Level of agreement (on a particular finding)	Low agreement, limited evidence	Low agreement, medium evidence	Low agreement, much evidence

Amount of evidence⁵⁰ (number and quality of independent sources)



Because the future is inherently uncertain, scenarios i.e. internally consistent images of different futures - not predictions of the future - have been used extensively in this report.

25

⁵⁰ “Evidence” in this report is defined as: Information or signs indicating whether a belief or proposition is true or valid. See Glossary.