

**Contribuição do Grupo de Trabalho II ao
Quarto Relatório de Avaliação do
Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima**

**Mudança do Clima 2007:
Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança do Clima**

Sumário para os Formuladores de Políticas

Esta versão ainda será submetida a revisão de texto

Autores Redatores:

Neil Adger, Pramod Aggarwal, Shardul Agrawala, Joseph Alcamo, Abdelkader Allali, Oleg Anisimov, Nigel Arnell, Michel Boko, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Gino Casassa, Ulisses Confalonieri, Rex Victor Cruz, Edmundo de Alba Alcaraz, William Easterling, Christopher Field, Andreas Fischlin, B. Blair Fitzharris, Carlos Gay García, Clair Hanson, Hideo Harasawa, Kevin Hennessy, Saleemul Huq, Roger Jones, Lucka Kajfež Bogataj, David Karoly, Richard Klein, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Rodol Lasco, Geoff Love, Xianfu Lu, Graciela Magrín, Luis José Mata, Roger McLean, Bettina Menne, Guy Midgley, Nobuo Mimura, Monirul Qader Mirza, José Moreno, Linda Mortsch, Isabelle Niang-Diop, Robert Nicholls, Béla Nováky, Leonard Nurse, Anthony Nyong, Michael Oppenheimer, Jean Palutikof, Martin Parry, Anand Patwardhan, Patricia Romero Lankao, Cynthia Rosenzweig, Stephen Schneider, Serguei Semenov, Joel Smith, John Stone, Jean-Pascal van Ypersele, David Vaughan, Coleen Vogel, Thomas Wilbanks, Poh Poh Wong, Shaohong Wu, Gary Yohe

A. Introdução

Este Sumário apresenta as principais descobertas, no que se refere à formulação de políticas, da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho II do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC).

A Avaliação tem por objeto o entendimento científico atual dos impactos da mudança do clima nos sistemas naturais, manejados e humanos, a capacidade de adaptação desses sistemas e sua vulnerabilidade¹. Baseia-se nas avaliações anteriores do IPCC e incorpora novos conhecimentos gerados desde a Terceira Avaliação.

As declarações deste Sumário baseiam-se nos capítulos da Avaliação, e as fontes principais são informadas no final de cada parágrafo².

B. Conhecimento atual sobre os impactos observados da mudança do clima no meio ambiente natural e humano

Uma análise completa da mudança do clima observada é feita na Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I do IPCC. Esta parte do Sumário trata da relação entre a mudança do clima observada e as mudanças recentes observadas no meio ambiente natural e humano.

As declarações aqui apresentadas baseiam-se, em grande parte, em conjuntos de dados que cobrem o período desde 1970. O número de estudos das tendências observadas no meio ambiente físico e biológico e sua relação com as mudanças climáticas regionais aumentou bastante desde a Terceira Avaliação, em 2001. A qualidade dos conjuntos de dados também melhorou. Há, contudo, uma evidente falta de equilíbrio geográfico nos dados e publicações sobre as mudanças observadas, com uma escassez acentuada nos países em desenvolvimento.

Esses estudos possibilitaram uma avaliação mais ampla e segura da relação entre o aquecimento observado e os impactos, do que foi possível realizar na Terceira Avaliação. Essa Avaliação concluiu que “há uma confiança alta³ de que as mudanças regionais recentes na temperatura tenham tido impactos discerníveis em muitos sistemas físicos e biológicos”.

¹ Ver definições no Quadro 1.

² As fontes das declarações são apresentadas entre colchetes. Por exemplo, [3.3] refere-se ao Capítulo 3, seção 3. Usam-se também as seguintes indicações: F = Figura, T = Tabela, Q = Quadro e SE = Sumário Executivo.

³ Ver o Quadro 2.

Da presente Avaliação conclui-se o seguinte:

As evidências obtidas por meio de observações de todos os continentes e da maior parte dos oceanos mostram que muitos sistemas naturais estão sendo afetados pelas mudanças climáticas regionais, principalmente pelos aumentos de temperatura.

Com relação às mudanças na neve, no gelo e no solo congelado (inclusive no *permafrost* – solo e subsolo permanentemente congelados)⁴, há uma confiança alta de que os sistemas naturais sejam afetados. Exemplos disso são:

- O aumento do volume e do número dos lagos glaciais; [1.3]
- O aumento da instabilidade do solo nas regiões de *permafrost* e avalanches de pedras nas regiões montanhosas; [1.3]
- As mudanças em alguns ecossistemas árticos e antárticos, inclusive nos biomas do gelo marinho, bem como nos predadores no alto da cadeia alimentar. [1.3, 4.4, 15.4]

Com base em um número cada vez maior de evidências, há uma confiança alta de que os seguintes tipos de sistemas hidrológicos estejam sendo afetados no mundo:

- Aumento do escoamento superficial e antecipação da descarga de pico durante a primavera em muitos rios alimentados por geleiras e neve; [1.3]
- Aquecimento de lagos e rios em muitas regiões, afetando a estrutura térmica e a qualidade da água. [1.3]

Há uma confiança muito alta, com base em um número maior de evidências obtidas de uma gama mais ampla de espécies, de que o aquecimento recente esteja afetando fortemente os sistemas biológicos terrestres, inclusive com mudanças como:

- Antecipação da época dos eventos da primavera, como a emissão de folhas, migração dos pássaros e posturas de ovos; [1.3]
- Deslocamento, em direção aos pólos e para cima, da distribuição das espécies vegetais e animais. [1.3, 8.2, 14.2]

Com base em observações de satélite feitas desde o início da década de 80, há uma confiança alta de que houve, em muitas regiões, uma tendência de esverdeamento⁵ precoce da vegetação na primavera, relacionada com épocas de cultivo mais longas provocadas pelo aquecimento recente. [1.3, 14.2]

Há uma confiança alta, com base em novas e significativas evidências, de que as mudanças observadas nos sistemas biológicos marinhos e de água doce estão relacionadas com temperaturas mais elevadas da água, bem como com as correspondentes mudanças na cobertura de gelo, salinidade, níveis de oxigênio e circulação [1.3]. Entre essas mudanças estão:

- Deslocamentos da distribuição e mudanças na quantidade de algas, plânctons e peixes em oceanos de latitude alta; [1.3]

⁴ Ver a Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I do IPCC.

⁵ Medido pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, que é uma medida relativa da quantidade de vegetação verde em uma área, com base em imagens de satélite.

- Aumentos na quantidade de algas e zooplânctons em lagos de latitude e altitude altas; [1.3]
- Deslocamentos da distribuição e migrações antecipadas dos peixes nos rios. [1.3]

A absorção de carbono antrópico desde 1750 fez com que o oceano ficasse mais ácido, com uma redução média do pH de 0,1 unidade [Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I do IPCC]. Contudo, os efeitos da acidificação dos oceanos observada na biosfera marinha ainda não foram documentados. [1.3]

Uma avaliação global dos dados desde 1970 mostrou ser provável⁶ que o aquecimento antrópico tenha tido uma influência discernível em muitos sistemas físicos e biológicos.

Acumularam-se muito mais evidências ao longo dos últimos cinco anos que indicam que as mudanças em muitos sistemas físicos e biológicos estão relacionadas com o aquecimento antrópico. Há quatro conjuntos de evidências que, juntos, respaldam essa conclusão:

1. A Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I concluiu ser muito provável que a maior parte do aumento observado na temperatura global média desde meados do século XX se deva ao aumento observado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa.
2. Das mais de 29.000 séries de dados observacionais⁷, de 75 estudos, que mostram uma mudança significativa em muitos sistemas físicos e biológicos, mais de 89% concordam com a direção da mudança esperada em resposta ao aquecimento (Figura SFP-1). [1.4]
3. Uma síntese global de estudos, feita nesta Avaliação, demonstra ser muito improvável que a concordância espacial entre as regiões de aquecimento significativo no globo e os locais de mudanças significativas, condizentes com o aquecimento, observadas em muitos sistemas se deva unicamente à variabilidade natural das temperaturas ou à variabilidade natural dos sistemas (ver a Figura SFP-1). [1.4]
4. Finalmente, vários estudos de modelagem relacionaram as respostas de alguns sistemas físicos e biológicos com o aquecimento antrópico, comparando as respostas observadas nesses sistemas com as respostas modeladas em que os forçamentos naturais (atividade solar e vulcões) e os forçamentos antrópicos (gases de efeito estufa e aerossóis) são separados explicitamente. Os modelos que combinam os forçamentos naturais e os antrópicos simulam as respostas observadas significativamente melhor do que os modelos com apenas o forçamento natural. [1.4]

⁶ Ver o Quadro 2.

⁷ Um subconjunto de cerca de 29.000 séries de dados foi selecionado de cerca de 80.000 séries de dados, de 577 estudos, com base nos seguintes critérios: (1) término em 1990 ou depois; (2) cobertura de um período de pelo menos 20 anos; e (3) indicação de uma mudança significativa em qualquer direção, como avaliado individualmente nos estudos.

Limitações e ausência de dados impedem uma atribuição mais completa das causas das respostas observadas dos sistemas ao aquecimento antrópico. Em primeiro lugar, as análises existentes são limitadas no número de sistemas e locais considerados. Em segundo lugar, a variabilidade natural da temperatura é maior em escala regional do que global, afetando, assim, a identificação das mudanças decorrentes do forçamento externo. Finalmente, na escala regional, há a influência de outros fatores (como a mudança no uso da terra, poluição e espécies invasoras). [1.4]

Entretanto, a coerência entre as mudanças observadas e as mudanças modeladas em muitos estudos e a concordância espacial entre o aquecimento regional significativo e os impactos correspondentes na escala global são suficientes para que se conclua, com uma confiança alta, que o aquecimento antrópico ao longo das últimas três décadas exerceu uma influência discernível em muitos sistemas físicos e biológicos. [1.4]

Outros efeitos das mudanças climáticas regionais no meio ambiente natural e humano estão surgindo, embora seja difícil identificar muitos deles em razão da adaptação e dos fatores não-climáticos que os influenciam.

Efeitos dos aumentos de temperatura foram documentados nos seguintes sistemas (confiança média):

- Manejo agrícola e florestal nas latitudes mais altas do Hemisfério Norte, como a antecipação do plantio das culturas na primavera e alterações nos regimes de perturbação das florestas por causa de incêndios e pragas; [1.3]
- Alguns aspectos da saúde humana, como a mortalidade relacionada com o calor na Europa, vetores de doenças infecciosas em algumas áreas e pólen alérgico nas latitudes altas e médias do Hemisfério Norte; [1.3, 8.2, 8.SE]
- Algumas atividades humanas no Ártico (por exemplo, caça e transporte na neve e no gelo) e em áreas alpinas de elevação mais baixa (como os esportes de montanha). [1.3]

As recentes mudanças climáticas e variações do clima estão começando a afetar muitos outros sistemas naturais e humanos. Contudo, com base nas publicações, os impactos ainda não se tornaram tendências estabelecidas. São exemplos disso:

- Os assentamentos humanos nas regiões montanhosas correm maior risco de inundações por ruptura dos lagos glaciais ocasionada pelo derretimento das geleiras. As instituições governamentais em alguns lugares começaram a agir, construindo barragens e sistemas de drenagem. [1.3]
- Na região Saheliana da África, as condições mais quentes e secas provocaram uma redução da duração da época de cultivo, com efeitos prejudiciais às culturas. No sul da África, as estações secas mais longas e a precipitação mais incerta estão gerando medidas de adaptação. [1.3]
- A elevação do nível do mar e o desenvolvimento humano estão contribuindo juntos para as perdas das várzeas e manguezais costeiros e aumentando os danos causados pelas inundações do litoral em muitas áreas. [1.3]

Mudanças nos sistemas físicos e biológicos e na temperatura da superfície de 1970 a 2004

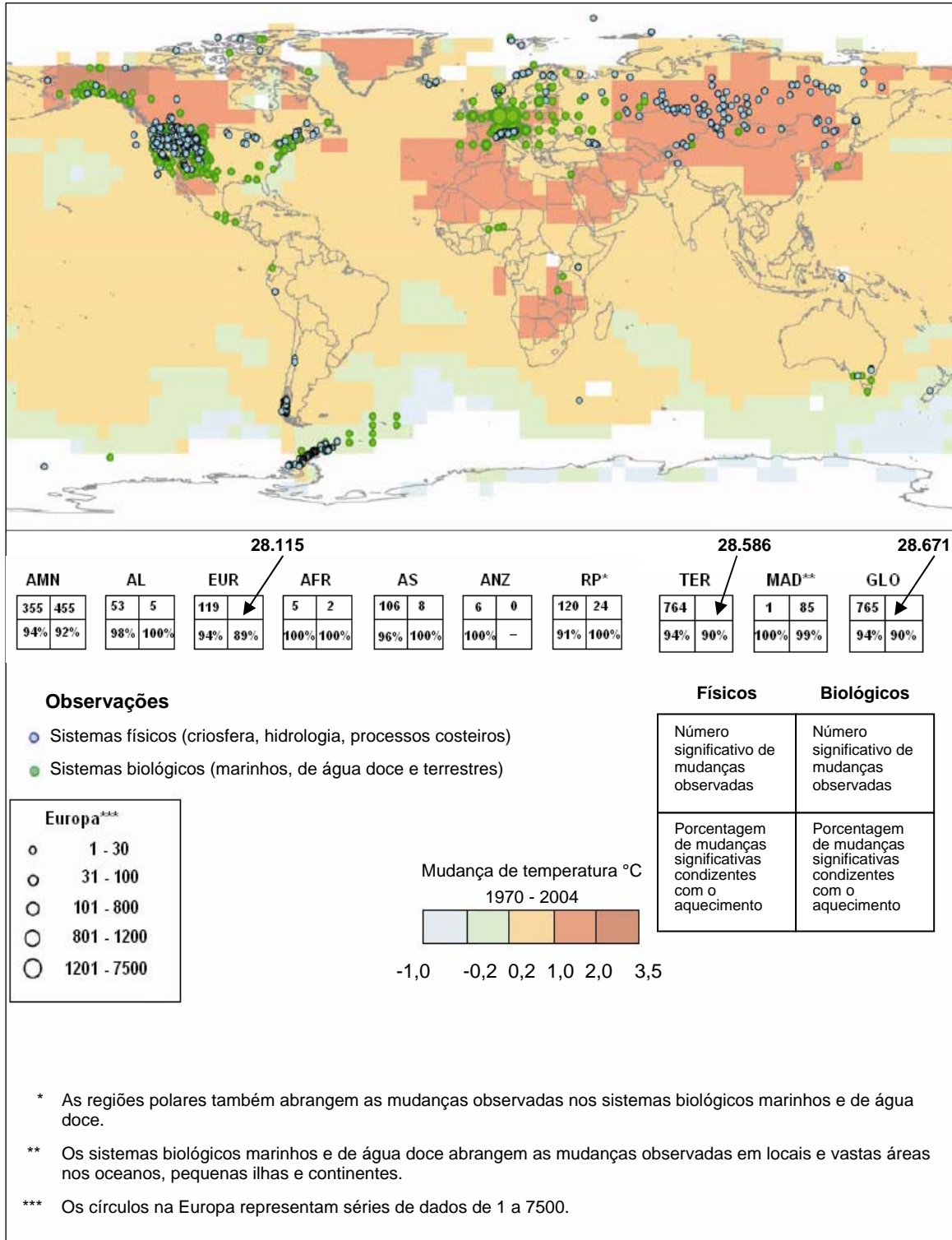


Figura SFP-1. Os locais de mudanças significativas nas observações dos sistemas físicos (neve, gelo e solo congelado; hidrologia; e processos costeiros) e sistemas biológicos (terrestres, marinhos e de água doce) são mostrados juntamente com as mudanças na temperatura do ar da superfície ao longo do período de 1970 a 2004. Um subconjunto de cerca de 29.000 séries de dados foi selecionado de cerca de 80.000 séries de dados de 577 estudos, com base nos seguintes critérios: (1) término em 1990 ou depois; (2) cobertura de um período de pelo menos 20 anos; e (3) indicação de uma mudança significativa em qualquer direção, como avaliado individualmente nos estudos. Essas séries de dados provêm de 75 estudos (dos quais cerca de 70 são novos desde a Terceira Avaliação) e contêm por volta de 29.000 séries de dados, das quais em torno de 28.000 são de estudos europeus. As áreas brancas não dispõem de dados suficientes de observação do clima para que se possa estimar uma tendência da temperatura. Os quadros 2 x 2 mostram o número total de séries de dados com mudanças significativas (coluna de cima) e a porcentagem dessas mudanças que são condizentes com o aquecimento (coluna de baixo) para (i) as regiões continentais: América do Norte (AMN), América Latina (AL), Europa (EUR), África (AFR), Ásia (AS), Austrália e Nova Zelândia (ANZ) e Regiões Polares (RP) e (ii) escala global: terrestre (TER), marinha e de água doce (MAD) e global (GLO). Os números dos estudos dos sete quadros regionais (AMN, ... RP) não se somam aos totais globais (GLO) porque os dados das regiões, exceto a polar, não contêm números relativos aos sistemas marinhos e de água doce (MAD). [F1.8, F1.9; F3.9b da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I]

C. Conhecimento atual sobre os impactos futuros

Apresenta-se a seguir uma seleção das principais descobertas acerca dos impactos projetados, bem como algumas descobertas sobre vulnerabilidade e adaptação, em cada sistema, setor e região para a faixa de mudanças climáticas (não mitigadas) projetadas pelo IPCC ao longo deste século⁸, e que são consideradas importantes para as pessoas e o meio ambiente⁹. Os impactos refletem com frequência as mudanças projetadas na precipitação e outras variáveis do clima além de temperatura, nível do mar e concentrações de dióxido de carbono na atmosfera. A magnitude e a duração dos impactos irão variar de acordo com a magnitude e a duração da mudança do clima e, em alguns casos, com a capacidade de adaptação. Essas questões serão discutidas em seções mais adiante do Sumário.

Existem agora informações mais específicas de uma ampla gama de sistemas e setores acerca da natureza dos impactos futuros, inclusive para alguns campos que não foram tratados nas avaliações anteriores.

Recursos hídricos e sua gestão

Até meados do século, projeta-se que o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem em 10-40% nas altas latitudes e em algumas áreas tropicais úmidas e diminua em 10-30% em algumas regiões secas nas latitudes médias e nos trópicos secos, algumas das quais já sofrem atualmente de escassez de água. Em alguns lugares e determinadas estações, as mudanças diferem desses valores anuais. ** D¹⁰ [3.4]

É provável que aumente a extensão das áreas afetadas por secas. Os eventos de forte precipitação, cuja frequência é muito provável que aumente, elevarão o risco de inundações. ** N [Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I, 3.4]

Procedimentos de adaptação e práticas de gerenciamento de riscos para o setor hídrico estão sendo desenvolvidos em alguns países e regiões que reconheceram as mudanças hidrológicas projetadas com as incertezas correspondentes. *** N [3.6]

Projeta-se que, ao longo do século, os estoques de água armazenados nas geleiras e na cobertura de neve diminuam, reduzindo a disponibilidade de água em regiões

⁸ As mudanças de temperatura são expressas como a diferença em relação ao período de 1980 a 1999. Para expressar a mudança relativa ao período de 1850 a 1899, acrescenta-se 0,5°C.

⁹ Critérios de escolha: magnitude e duração do impacto, confiança na avaliação, cobertura representativa do sistema, setor e região.

¹⁰ No texto da seção C, as seguintes convenções são usadas:

Relação com a Terceira Avaliação:

D Desenvolvimento de uma conclusão da Terceira Avaliação

N Nova conclusão, não contida na Terceira Avaliação

Nível de confiança na declaração completa:

*** Confiança muito alta

** Confiança alta

* Confiança média

abastecidas pela água derretida de grandes cadeias montanhosas, onde atualmente mora mais de um sexto da população mundial. ** N [3.4]

Ecosistemas

É provável que a resiliência de muitos ecossistemas seja superada neste século por uma combinação sem precedentes de mudança do clima, perturbações associadas (por exemplo, inundações, secas, incêndios florestais, proliferação de insetos, acidificação dos oceanos) e outros fatores de mudança global (por exemplo, mudança no uso da terra, poluição, exploração excessiva dos recursos). ** N [4.1 a 4.6]

Ao longo deste século, é provável que a absorção líquida de carbono pelos ecossistemas terrestres atinja o ápice antes de meados do século e então diminua ou até mesmo se reverta¹¹, ampliando a mudança do clima. *** [4.SE]

É provável que aumente o risco de extinção de aproximadamente 20% a 30% das espécies vegetais e animais avaliadas até agora se os aumentos da temperatura global média ultrapassarem 1,5 a 2,5°C. * N [4.4, T4.1]

Para os aumentos da temperatura global média que ultrapassem 1,5 a 2,5°C e os aumentos das concentrações correspondentes de dióxido de carbono na atmosfera, projeta-se que haja grandes mudanças na estrutura e na função do ecossistema, e nas interações ecológicas e distribuições geográficas das espécies, com conseqüências predominantemente negativas para a biodiversidade e bens e serviços do ecossistema, como por exemplo, a oferta de água e alimento. ** N [4.4]

A acidificação progressiva dos oceanos decorrente do aumento do dióxido de carbono na atmosfera deve ter impactos negativos nos organismos marinhos formadores de conchas (por exemplo, os corais) e as espécies que deles dependem. * N [B4.4, 6.4]

Alimento, fibra e produtos florestais

Projeta-se que a produtividade das culturas aumente levemente nas latitudes médias a altas para aumentos da temperatura local média de até 1 a 3°C, dependendo da cultura, e então diminua em algumas regiões. * D [5.4]

Nas latitudes mais baixas, em especial nas regiões secas sazonalmente e nas regiões tropicais, projeta-se que a produtividade das culturas diminua até mesmo em função de aumentos leves da temperatura local (1 a 2°C), o que aumentaria o risco de fome. * D [5.4]

Globalmente, projeta-se que o potencial de produção de alimentos se eleve com os aumentos da temperatura local média em uma faixa de 1 a 3°C, mas diminua acima dessa faixa. * D [5.4, 5.SE]

¹¹ Supondo-se a continuação das emissões de gases de efeito estufa nos níveis atuais ou acima deles e outras mudanças globais, inclusive mudanças no uso da terra.

Adaptações como alterações nos cultivares e nas épocas de plantio permitem que as safras de cereais em latitudes baixa e média a alta mantenham-se nos níveis da linha de base ou acima deles para um aquecimento modesto. * N [5.5]

Projeta-se que os aumentos na frequência de secas e inundações afetem negativamente a produção local, principalmente nos setores de subsistência nas latitudes baixas. ** D [5.4, 5.SE]

Em âmbito global, a produtividade da madeira comercial aumenta levemente com a mudança do clima em curto a médio prazo, com uma grande variabilidade regional em torno da tendência global. * D [5.4]

Prevêem-se mudanças regionais na distribuição e produção de determinadas espécies de peixes em consequência da continuação do aquecimento, com efeitos adversos projetados para a aqüicultura e os criatórios de peixes. ** D [5.4.6]

Sistemas costeiros e áreas de baixa altitude

Projeta-se que o litoral fique exposto a maiores riscos, inclusive à erosão, em consequência da mudança do clima e da elevação do nível do mar, e o efeito seja exacerbado pelas crescentes pressões induzidas pelo homem nas áreas costeiras. *** D [6.3, 6.4]

Os corais são vulneráveis ao estresse térmico e têm baixa capacidade de adaptação. Projeta-se que os aumentos na temperatura da superfície do mar de cerca de 1 a 3°C provoquem eventos mais frequentes de branqueamento de corais e mortalidade generalizada, a menos que haja adaptação térmica ou aclimatização dos corais. *** D [B6.1, 6.4]

Projeta-se que as várzeas litorâneas, inclusive os pântanos salgados e os manguezais sejam afetados negativamente pela elevação do nível do mar, especialmente quando restringidos no lado voltado para a terra ou privados de sedimento. *** D [6.4]

Projeta-se que muitos milhões a mais de pessoas sejam atingidos por inundações a cada ano, em razão da elevação do nível do mar, até a década de 2080. Essas áreas densamente povoadas e de baixa altitude em que a capacidade de adaptação é relativamente baixa e que já enfrentam outros desafios, como as tempestades tropicais ou a subsidência costeira local, correm mais riscos. Os números afetados serão maiores nos grandes deltas da Ásia e da África, enquanto que as pequenas ilhas são especialmente vulneráveis. *** D [6.4]

A adaptação das regiões costeiras representará um desafio maior para os países em desenvolvimento do que para os países desenvolvidos, em razão das limitações da capacidade de adaptação. ** D [6.4, 6.5, T6.11]

Indústria, Assentamento Humano e Sociedade

Os custos e benefícios da mudança do clima para a indústria, o assentamento humano e a sociedade irão variar amplamente em função do local e da escala. No agregado,

contudo, os efeitos líquidos tenderão a ser mais negativos quanto maior for a mudança do clima. ** N [7.4, 7.6]

As indústrias, assentamentos humanos e sociedades mais vulneráveis são, em geral, os localizados em planícies de inundação costeiras e de rios, aqueles cujas economias estejam intimamente relacionadas com recursos sensíveis ao clima e aqueles em áreas propensas a eventos climáticos extremos, especialmente onde esteja ocorrendo uma rápida urbanização. ** D [7.1, 7.3, 7.4, 7.5]

As comunidades pobres podem ser especialmente vulneráveis, em particular aquelas concentradas em áreas de alto risco. Elas costumam ter capacidades de adaptação mais limitadas e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimento. ** N [7.2, 7.4, 5.4]

Nos locais em que os eventos climáticos extremos se tornarem mais intensos e/ou mais frequentes, os custos econômicos e sociais desses eventos aumentarão e esses aumentos serão substanciais nas áreas afetadas mais diretamente. Os impactos da mudança do clima se espalham das áreas e setores afetados diretamente para outras áreas e setores, por meio de ligações extensas e complexas. ** N [7.4, 7.5]

Saúde

É provável que as exposições projetadas relacionadas com a mudança do clima afetem o estado de saúde de milhões de pessoas, em especial as com baixa capacidade de adaptação, mediante:

- O aumento da subnutrição e de disfunções conseqüentes, com implicações no crescimento e desenvolvimento infantil;
- O aumento de mortes, doenças e ferimentos por causa das ondas de calor, inundações, tempestades, incêndios e secas;
- O aumento das conseqüências da diarreia;
- O aumento da frequência de doenças cardiorrespiratórias por causa das concentrações mais elevadas de ozônio no nível do solo relacionadas com a mudança do clima; e
- A alteração da distribuição espacial de alguns vetores de doenças infecciosas. ** D [8.4, 8. SE, 8.2]

A mudança do clima deve ter alguns efeitos mistos, como a redução ou o aumento da amplitude e do potencial de transmissão da malária na África. ** D [8.4]

Os estudos das áreas temperadas¹² mostraram que a mudança do clima deve trazer alguns benefícios, como menos mortes por exposição ao frio. Em geral, prevê-se que esses benefícios sejam superados pelos efeitos negativos na saúde decorrentes de temperaturas mais elevadas em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. ** D [8.4]

O balanço dos impactos positivos e negativos na saúde irá variar de um local para o outro e mudará ao longo do tempo à medida que as temperaturas continuem subindo.

¹² Estudos principalmente dos países industrializados.

De importância crucial serão os fatores que definem diretamente a saúde das populações, como educação, atendimento médico, prevenção e infra-estrutura da saúde pública e desenvolvimento econômico. *** N [8.3]

Há agora informações mais específicas para as regiões do mundo acerca da natureza dos impactos futuros, inclusive para alguns lugares que não foram cobertos nas avaliações anteriores.

África

Até 2020, projeta-se que entre 75 e 250 milhões de pessoas sejam expostas a maior escassez de água por causa da mudança do clima. Se conjugada com um aumento da demanda, a escassez de água afetará adversamente os meios de subsistência e acentuará os problemas relacionados com a água. ** D [9.4, 3.4, 8.2, 8.4]

Projeta-se que a produção agrícola, inclusive o acesso aos alimentos, em muitos países e regiões da África fique seriamente comprometida pela variabilidade e mudança do clima. Prevê-se uma redução da área adequada à agricultura, da duração das épocas de cultivo e do potencial de produção, principalmente ao longo das margens das áreas semi-áridas e áridas. Isso acentuaria os efeitos adversos na segurança alimentar e exacerbaria a má nutrição no continente. Em alguns países, poderia haver uma redução da produção da agricultura irrigada pela chuva de até 50% até 2020. ** D [9.2, 9.4, F9.4, 9.6, 8.4]

Projeta-se que a oferta local de alimento seja afetada negativamente pela redução dos recursos pesqueiros em grandes lagos por causa do aumento das temperaturas da água, o que pode ser exacerbado pela continuação do excesso de pesca. ** N [9.4, 5.4, 8.4]

Próximo ao final do século XXI, a elevação projetada do nível do mar afetará as áreas costeiras de baixa altitude e com grandes populações. O custo da adaptação poderia chegar a 5 a 10% do PIB. Projeta-se que os manguezais e recifes de corais sejam ainda mais degradados, com conseqüências adicionais para a pesca e o turismo. ** D [9.4]

Novos estudos confirmam que a África é um dos continentes mais vulneráveis à variabilidade e mudança do clima por causa de múltiplas tensões e da baixa capacidade de adaptação. Um pouco de adaptação à variabilidade climática atual está ocorrendo, contudo pode não ser suficiente para as futuras mudanças do clima. ** N [9.5]

Ásia

Projeta-se que o derretimento das geleiras no Himalaia aumente as inundações, avalanches de pedras de encostas desestabilizadas e afetem os recursos hídricos nas próximas duas a três décadas. A isso se seguirá a redução dos fluxos dos rios à medida que as geleiras diminuem. * N [10.2, 10.4]

Projeta-se que a disponibilidade de água doce no centro, sul, leste e sudeste da Ásia, especialmente em grandes bacias de rios, diminua em razão da mudança do clima,

juntamente com o crescimento da população e a crescente demanda decorrente de padrões mais altos de vida, podendo afetar adversamente mais de um bilhão de pessoas até 2050. ** N [10.4.2]

As áreas costeiras, especialmente as regiões densamente povoadas de grandes deltas no sul, leste e sudeste da Ásia, correrão os maiores riscos em razão do aumento das inundações do mar e, em alguns grandes deltas, das inundações dos rios. ** D [10.4]

Projeta-se que a mudança do clima afete o desenvolvimento sustentável da maior parte dos países em desenvolvimento da Ásia, uma vez que se soma às pressões sobre os recursos naturais e o meio ambiente associadas à rápida urbanização, industrialização e desenvolvimento econômico. ** D [10.5]

Projeta-se que as safras poderiam aumentar em até 20% no leste e sudeste da Ásia, ao passo que poderiam diminuir em até 30% no centro e sul da Ásia até meados do século XXI. Como um todo e considerando-se a influência do rápido aumento da população e da rápida urbanização, projeta-se que o risco de fome continue muito alto em vários países em desenvolvimento. * N [10.4.1]

Prevê-se o aumento da morbidade e mortalidade endêmicas da diarreia por causa de inundações e secas no leste, sul e sudeste da Ásia, como consequência das mudanças projetadas no ciclo hidrológico relacionadas com o aquecimento global. Os aumentos da temperatura da água no litoral exacerbariam a magnitude e/ou a toxidade da cólera no sul da Ásia. ** N [10.4.5]

Austrália e Nova Zelândia

Em consequência da redução da precipitação e aumento da evaporação, projeta-se que os problemas de segurança da água se intensifiquem até 2030 no sul e leste da Austrália e em Northland e algumas regiões ao leste da Nova Zelândia. ** D [11.4]

Projeta-se que uma perda significativa de biodiversidade ocorra até 2020 em alguns locais ecologicamente ricos, inclusive o Great Barrier Reef e o Queensland Wet Tropics. Outros locais ameaçados são as várzeas de Kakadu, o sudoeste da Austrália, as ilhas sub-Antárticas e as áreas alpinas de ambos os países. *** D [11.4]

Projeta-se que o desenvolvimento e o crescimento populacional ocorrendo atualmente no litoral de áreas como Cairns e sudeste de Queensland (Austrália) e de Northland a Bay of Plenty (Nova Zelândia) aumentem os riscos de elevação do nível do mar e aumentos na severidade e frequência das tempestades e inundações costeiras até 2050. *** D [11.4, 11.6]

Projeta-se que as produções da agricultura e da silvicultura sofram uma queda até 2030 na maior parte do sul e do leste da Austrália e em partes do leste da Nova Zelândia, em razão do aumento das secas e dos incêndios. Contudo, na Nova Zelândia, projetam-se benefícios iniciais para a agricultura e a silvicultura nas áreas ao oeste e ao sul e próximo aos maiores rios, por causa de uma época de cultivo mais longa, menos geadas e mais chuvas. ** N [11.4]

A região tem uma capacidade substancial de adaptação por causa das economias bem desenvolvidas e das capacidades científicas e técnicas, mas há limitações consideráveis à implantação e grandes desafios impostos pelas mudanças nos eventos extremos. Os sistemas naturais têm pouca capacidade de adaptação. ** N [11.2, 11.5]

Europa

Pela primeira vez foi documentada uma vasta gama de impactos das mudanças do clima atual: retração de geleiras, épocas de cultivo mais longas, deslocamento da distribuição das espécies e impactos na saúde decorrentes de uma onda de calor de magnitude sem precedentes. As mudanças observadas descritas acima condizem com as projetadas para a futura mudança do clima. *** N [12.2, 12.4, 12.6]

Prevê-se que quase todas as regiões da Europa sejam afetadas negativamente por alguns impactos futuros da mudança do clima, os quais representarão desafios para muitos setores econômicos. Prevê-se que a mudança do clima amplie as diferenças regionais nos recursos naturais da Europa. Os impactos negativos envolvem um maior risco de inundações repentinas, a inundação mais freqüente do litoral e o aumento da erosão (por causa de tempestades e da elevação do nível do mar). A maior parte dos organismos e ecossistemas terá dificuldade de se adaptar à mudança do clima. As áreas montanhosas enfrentarão retração das geleiras, redução da cobertura de neve e do turismo no inverno, e extensas perdas de espécies (em algumas áreas de até 60% nos cenários com altas emissões até 2080). *** D [12.4]

No sul da Europa, uma região já vulnerável à variabilidade climática, projeta-se que a mudança do clima piore as condições (altas temperaturas e seca), reduzindo a disponibilidade de água, o potencial de geração hidrelétrica, o turismo no verão e, em geral, a produtividade agrícola. Também se projeta que aumente os riscos à saúde devidos às ondas de calor e à freqüência dos incêndios florestais. ** D [12.2, 12.4, 12.7]

No centro e leste da Europa, projeta-se que a precipitação no verão diminua, provocando maiores tensões relacionadas com o abastecimento de água. Projeta-se que os riscos à saúde decorrentes das ondas de calor aumentem. Prevê-se uma queda na produtividade florestal e um aumento da freqüência de incêndios em áreas de turfa. ** D [12.4]

No norte da Europa, projeta-se que a mudança do clima inicialmente provoque efeitos mistos, inclusive alguns benefícios, como uma redução da demanda de aquecimento, aumento das safras e aumento do crescimento florestal. Entretanto, à medida que a mudança do clima continue, é provável que os impactos negativos (inclusive inundações mais freqüentes durante o inverno, ecossistemas ameaçados e aumento da instabilidade do solo) superem os benefícios. ** D [12.4]

É provável que a adaptação à mudança do clima se beneficie da experiência adquirida com a reação aos eventos climáticos extremos, por meio, especificamente, da implantação de planos de adaptação pró-ativos de gerenciamento dos riscos da mudança do clima. *** N [12.5]

América Latina

Até meados do século, projeta-se que os aumentos de temperatura e as correspondentes reduções da água no solo acarretem uma substituição gradual da floresta tropical por savana no leste da Amazônia. A vegetação semi-árida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas. Há um risco de perda significativa de biodiversidade por causa da extinção de espécies em muitas áreas da América Latina tropical. ** D [13.4]

Nas áreas mais secas, prevê-se que a mudança do clima acarrete a salinização e a desertificação das terras agrícolas. Projeta-se que a produtividade de algumas culturas importantes diminua, bem como a produtividade da pecuária, com conseqüências adversas para a segurança alimentar. Nas zonas temperadas, projeta-se um aumento das safras de soja. ** N [13.4, 13.7]

Projeta-se que a elevação do nível do mar provoque um risco maior de inundações nas áreas de baixa altitude ** N [13.4, 13.7]. Projeta-se que os aumentos da temperatura da superfície do mar decorrentes da mudança do clima tenham efeitos adversos nos recifes de corais mesoamericanos e acarretem mudanças na localização dos estoques de peixes do sudeste do Pacífico. ** N [13.4]

Projeta-se que as mudanças nos padrões de precipitação e o desaparecimento das geleiras afetem de forma significativa a disponibilidade de água para o consumo humano, a agricultura e a geração de energia. ** D [13.4]

Alguns países promoveram esforços para adaptar, particularmente por meio da conservação de ecossistemas importantes, sistemas de alerta rápido, gerenciamento de riscos na agricultura, estratégias de gestão de inundações, secas e gestão costeira e sistemas de vigilância para doenças. Contudo, a eficácia desses esforços é superada por: falta de informação básica, sistemas de observação e monitoramento; falta de capacitação e estruturas políticas, institucionais e tecnológicas adequadas; baixa renda; e assentamentos humanos em áreas vulneráveis, entre outros. ** D [13.2]

América do Norte

Projeta-se que a mudança do clima moderada nas primeiras décadas do século aumente a produção agrícola agregada das culturas irrigadas pela chuva em 5 a 20%, mas com uma variabilidade importante entre as regiões. Projetam-se grandes desafios para as culturas que estejam próximo ao limite máximo de calor adequado a sua espécie ou que dependam de recursos hídricos intensivamente usados. ** D [14.4]

Projeta-se que o aquecimento nas montanhas a oeste provoque uma redução da camada de neve, mais inundações no inverno e uma redução dos fluxos no verão, exacerbando a competição por recursos hídricos já usados em excesso. *** D [14.4, B14.2]

Projeta-se que as perturbações provocadas por pragas, doenças e incêndios tenham impactos crescentes nas florestas, com um período mais longo de grande risco de incêndios e grandes aumentos da área queimada. *** N [14.4, B14.1]

Prevê-se que as cidades que atualmente enfrentam ondas de calor sofram ainda mais com ondas de calor de maior número, intensidade e duração ao longo do século, com potencial de impactos negativos na saúde. O número crescente da população idosa é a que corre maior risco. *** D [14.4]

As comunidades e os habitats costeiros sofrerão tensões cada vez maiores causadas pelos impactos da mudança do clima interagindo com o desenvolvimento e a poluição. O crescimento populacional e o valor cada vez mais alto da infra-estrutura nas áreas costeiras aumentam a vulnerabilidade à variabilidade climática e à futura mudança do clima, com perdas projetadas para aumentar se as tempestades tropicais se intensificarem. A adaptação atual é desequilibrada e o preparo para um aumento de exposição é baixo. *** N [14.4]

Regiões Polares

Nas regiões polares, os principais efeitos biofísicos projetados são as reduções na espessura e extensão das geleiras e mantos de gelo e mudanças nos ecossistemas naturais com efeitos deletérios em muitos organismos, inclusive os pássaros migratórios, mamíferos e predadores mais altos na cadeia alimentar. No Ártico, são impactos adicionais as reduções na extensão do gelo marinho e do *permafrost* (solo e subsolo permanentemente congelados), o aumento da erosão costeira e um aumento da profundidade do derretimento sazonal do *permafrost*. ** D [15.3, 15.4, 15.2]

Para as comunidades humanas no Ártico, projeta-se que os impactos, especialmente os resultantes de mudanças nas condições da neve e do gelo, sejam mistos. Entre os impactos prejudiciais estariam os que afetam a infra-estrutura e as formas de vida indígenas tradicionais. ** D [15.4]

Entre os impactos benéficos estariam a redução dos custos do aquecimento e mais rotas navegáveis no mar do norte. * D [15.4]

Em ambas as regiões polares, projeta-se que ecossistemas e habitats específicos fiquem vulneráveis, à medida que diminuam as barreiras climáticas às invasões das espécies. ** D [15.6, 15.4]

As comunidades humanas no Ártico já estão se adaptando à mudança do clima, mas fatores externos e internos desafiam suas capacidades de adaptação. Apesar da resiliência demonstrada historicamente pelas comunidades indígenas do Ártico, algumas formas de vida tradicionais estão sendo ameaçadas, e investimentos substanciais são necessários para adaptar ou realocar as estruturas físicas e as comunidades. ** D [15.SE]

Pequenas Ilhas

As pequenas ilhas, quer estejam localizadas nos trópicos ou em latitudes mais altas, têm características que as tornam especialmente vulneráveis aos efeitos da mudança do clima, da elevação do nível do mar e dos eventos extremos. *** [16.1, 16.5]

Prevê-se que a deterioração das condições costeiras, como a erosão das praias e o branqueamento dos corais, afete os recursos locais, como por exemplo, os criatórios de peixes, e reduzam o valor desses locais para o turismo. ** D [16.4]

Prevê-se que a elevação do nível do mar aumente as inundações, marés de tempestade, erosão e outros riscos costeiros, ameaçando, assim, a infra-estrutura vital, os assentamentos humanos e as instalações que propiciam os meios de subsistência das comunidades da ilha. *** D [16.4]

Projeta-se que a mudança do clima reduza, até meados do século, os recursos hídricos em muitas ilhas pequenas, como por exemplo, no Caribe e no Pacífico, até o ponto em que eles se tornem insuficientes para atender a demanda durante os períodos de pouca chuva. *** D [16.4]

Com temperaturas mais elevadas, prevê-se o aumento da invasão por espécies não-nativas, em especial nas ilhas de latitudes média e alta. ** N [16.4]

As magnitudes dos impactos agora podem ser estimadas de forma mais sistemática para uma série de aumentos possíveis da temperatura global média.

Desde a Terceira Avaliação do IPCC, muitos estudos adicionais, em especial nas regiões que haviam sido pouco pesquisadas anteriormente, possibilitaram um entendimento mais sistemático de como a duração e a magnitude dos impactos podem ser afetadas pelas mudanças no clima e no nível do mar associadas a diferentes quantidades e ritmos de mudança da temperatura global média.

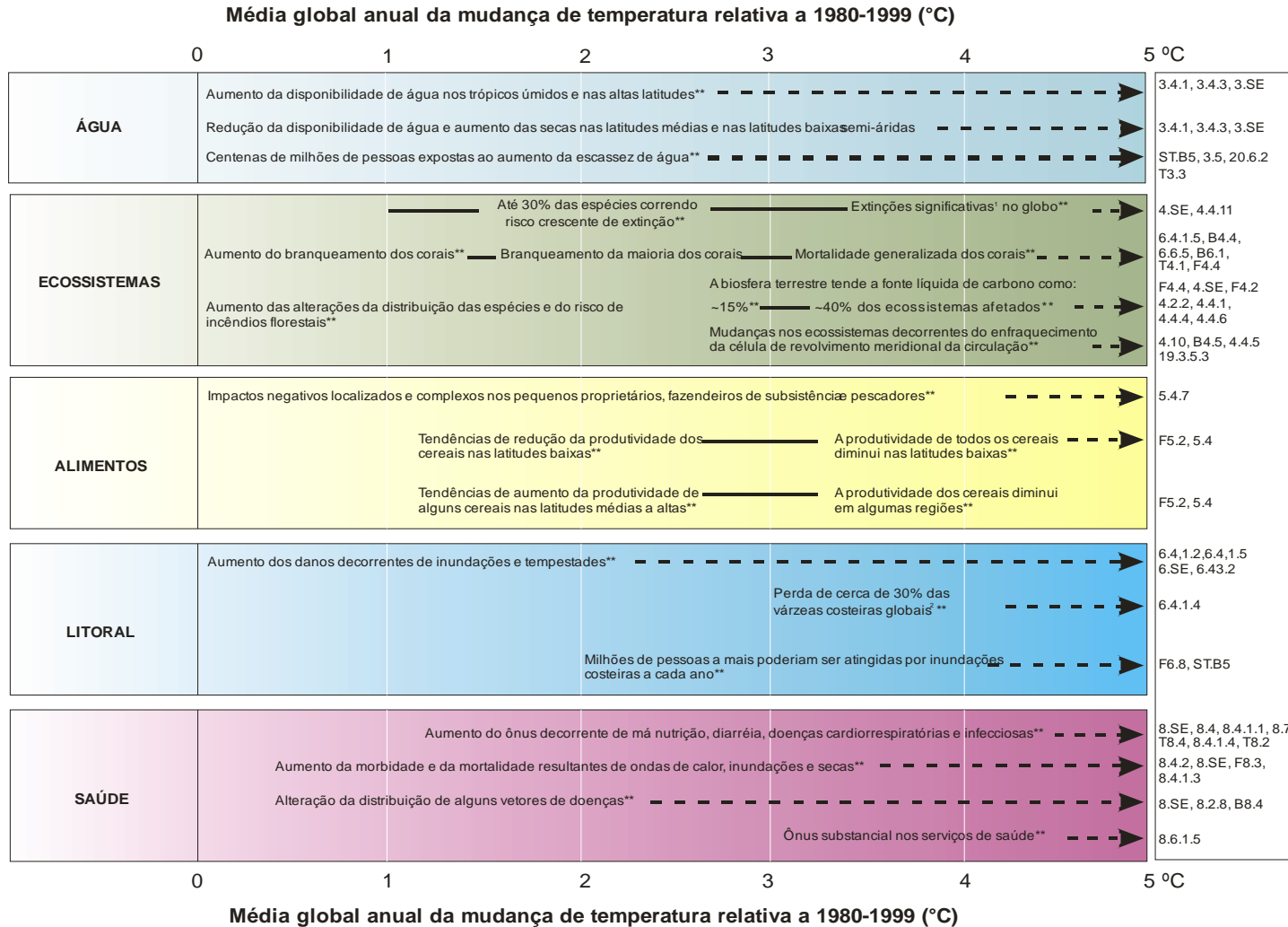
Exemplos dessas novas informações são apresentados na Tabela SFP-1. Foram selecionados dados que se acredita serem relevantes para as pessoas e o meio ambiente e em cuja avaliação há uma confiança alta¹³. Todos os dados dos impactos constam dos capítulos da Avaliação, na qual informações mais detalhadas podem ser obtidas.

Dependendo das circunstâncias, alguns desses impactos poderiam estar associados com “vulnerabilidades essenciais”, com base em uma série de critérios contidos nas publicações (magnitude, duração, persistência/reversibilidade, potencial de adaptação, aspectos de distribuição, probabilidade e “importância” dos impactos). A avaliação das possíveis vulnerabilidades essenciais visa fornecer informações sobre o ritmo e os níveis da mudança climática que ajudem os tomadores de decisão a promover respostas adequadas aos riscos da mudança do clima. [19.SE]

As “razões de preocupação” identificadas na Terceira Avaliação continuam sendo um quadro viável para se considerar as vulnerabilidades essenciais. Pesquisas recentes atualizaram algumas das descobertas da Terceira Avaliação. [19.3.7]

¹³ Ver o Quadro 2.

Principais Impactos como Função do Aumento da Mudança da Temperatura Global Média
(Os impactos irão variar em função da amplitude da adaptação, ritmo de mudança da temperatura e trajetória socioeconômica)



¹ Significativo é definido aqui como mais de 40%.

² Com base na taxa média de elevação do nível do mar de 4,2 mm/ano de 2000 a 2080.

Tabela SFP-1. Exemplos ilustrativos dos impactos globais projetados para as mudanças climáticas (e nível do mar e dióxido de carbono atmosférico, conforme o caso) associadas a diferentes quantidades de aumento da temperatura média da superfície global no século XXI [T20.7]. As linhas pretas relacionam os impactos, as setas tracejadas indicam os impactos que continuam com o aumento da temperatura. Os dados são dispostos de modo que o lado esquerdo do texto indique o início aproximado de um determinado impacto. Os dados quantitativos para a escassez de água e as inundações representam os impactos adicionais da mudança do clima relativos às condições projetadas na faixa de cenários do RECE A1F1, A2, B1 e B2 (ver o Quadro 3). A adaptação à mudança do clima não é incluída nessas estimativas. Todos os dados são provenientes de estudos publicados registrados nos capítulos da Avaliação. As fontes são apresentadas na coluna à direita da tabela. Os níveis de confiança para todas as declarações são altos.

É muito provável que haja mudança nos impactos decorrentes de alteração das freqüências e intensidades dos eventos extremos de tempo, clima e nível do mar.

Desde a Terceira Avaliação do IPCC, aumentou a confiança de que alguns eventos extremos de tempo se tornarão mais freqüentes, mais generalizados e/ou mais intensos durante o século XXI; e há mais conhecimento sobre os efeitos potenciais dessas mudanças. Uma seleção deles é apresentada na Tabela SFP-2.

Fenômenos ^a e direção da tendência [SFP do GTI]	Probabilidade da tendência futura com base nas projeções para o século XXI com o uso dos cenários do RECE [SFP do GTI]	Exemplos dos principais impactos projetados por setor			
		Agricultura, silvicultura e ecossistemas [4.4, 5.4]	Recursos hídricos [3.4]	Saúde humana [8.2]	Indústria/assentamento humano/sociedade [7.4]
Dias e noites frios em menor quantidade e mais quentes; dias e noites quentes em maior quantidade e mais quentes na maior parte das áreas terrestres	Praticamente certo ^b	Aumento da produção em ambientes mais frios; redução da produção em ambientes mais quentes; aumento da proliferação de insetos	Efeitos nos recursos hídricos que dependem do derretimento da neve; aumento das taxas de evapotranspiração	Redução da mortalidade humana em decorrência da diminuição da exposição ao frio	Redução da demanda de energia para aquecimento; aumento da demanda por refrigeração; queda da qualidade do ar nas cidades; redução da interrupção do transporte por causa da neve e do gelo; efeitos no turismo de inverno
Surtos de calor/ondas de calor: a freqüência aumenta na maior parte das áreas terrestres	Muito provável	Redução da produção nas regiões mais quentes por causa do desconforto gerado pelo calor; aumento do perigo de incêndios florestais	Aumento da demanda de água; problemas com a qualidade da água, como por exemplo, a proliferação das algas	Aumento do risco de mortalidade relacionada com o calor, especialmente para os idosos, portadores de doenças crônicas, bebês e indivíduos isolados socialmente	Redução da qualidade de vida das pessoas nas áreas quentes sem acomodações adequadas; impactos nos idosos, bebês e pobres.

Fenômenos ^a e direção da tendência [SFP do GTI]	Probabilidade da tendência futura com base nas projeções para o século XXI com o uso dos cenários do RECE [SFP do GTI]	Exemplos dos principais impactos projetados por setor			
		Agricultura, silvicultura e ecossistemas [4.4, 5.4]	Recursos hídricos [3.4]	Saúde humana [8.2]	Indústria/ assentamento humano/ sociedade [7.4]
Eventos de precipitação forte: a frequência aumenta na maior parte das áreas	Muito provável	Danos às culturas; erosão do solo, incapacidade de cultivar a terra por causa do encharcamento dos solos pela água	Efeitos adversos na qualidade da água superficial e subterrânea; contaminação do abastecimento de água; a escassez de água pode ser atenuada	Aumento do risco de mortes, ferimentos, doenças infecciosas, respiratórias e de pele, disfunções pós-traumáticas por estresse	Ruptura de assentamentos humanos, comércio, transporte e sociedades por causa de inundações; pressões nas infra-estruturas urbanas e rurais
A área afetada pelas secas: aumenta	Provável	Degradação da terra, queda de produção/danos e perdas de safras; aumento de mortes na pecuária; aumento do risco de incêndios florestais	Escassez mais generalizada de água	Aumento do risco de falta de alimento e água; aumento do risco de má nutrição; aumento do risco de doenças causadas pela água e pelos alimentos	Falta de água para os assentamentos humanos, a indústria e as sociedades; redução do potencial de geração hidrelétrica; potencial de migração populacional
A atividade intensa dos ciclones tropicais aumenta	Provável	Danos às culturas; árvores carregas pelo vento; danos aos recifes de corais	A falta de energia causa interrupção no abastecimento público de água	Aumento do risco de mortes, ferimentos e doenças causadas pela água e pelos alimentos; disfunções pós-traumáticas por estresse	Danos provocados por inundações e ventos fortes; retirada da cobertura de riscos em áreas vulneráveis pelas seguradoras privadas, potencial de migração da população

Fenômenos ^a e direção da tendência [SFP do GTI]	Probabilidade da tendência futura com base nas projeções para o século XXI com o uso dos cenários do RECE [SFP do GTI]	Exemplos dos principais impactos projetados por setor			
		Agricultura, silvicultura e ecossistemas [4.4, 5.4]	Recursos hídricos [3.4]	Saúde humana [8.2]	Indústria/ assentamento humano/ sociedade [7.4]
Aumento da incidência de nível extremamente alto do mar (exclui tsunamis) ^c	Provável ^d	Salinização da água para irrigação, estuários e sistemas de água doce	Redução da disponibilidade de água doce por causa da intrusão de água salgada	Aumento do risco de mortes e ferimentos por afogamento nas inundações; efeitos na saúde relacionados com a migração	Custos da proteção costeira <i>versus</i> custos da realocação do uso da terra; potencial de movimentação das populações e da infra-estrutura; ver também os ciclones tropicais acima

^a Consultar as definições na Tabela 3.7 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I.

^b Aquecimento dos dias e noites mais extremos a cada ano.

^c O nível extremamente alto do mar depende do nível médio do mar e dos sistemas regionais de tempo. É definido como o 1% mais elevado dos valores horários do nível do mar observados em uma estação para um determinado período de referência.

^d Em todos os cenários, a média global projetada do nível do mar em 2100 é mais alta do que no período de referência [10.6 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I]. O efeito das mudanças dos sistemas regionais de tempo nos extremos do nível do mar não foi avaliado.

Tabela SFP-2. Exemplos de possíveis impactos da mudança do clima decorrentes de mudanças nos eventos extremos de tempo e clima, com base nas projeções de meados ao final do século XXI. Não levam em conta nenhuma mudança ou desenvolvimento da capacidade de adaptação. Os exemplos de todos os dados são encontrados nos capítulos da Avaliação completa (ver a fonte no topo das colunas). As primeiras duas colunas da tabela foram tiradas diretamente do SFP do Grupo de Trabalho I (Tabela SFP-2). As estimativas de probabilidade da coluna 2 estão relacionadas com os fenômenos listados na coluna 1. A direção da tendência e a probabilidade dos fenômenos referem-se às projeções da mudança do clima do RECE do IPCC.

Alguns eventos climáticos de grande escala têm o potencial de causar impactos muito grandes, especialmente após o século XXI.

Elevações muito grandes do nível do mar que seriam ocasionadas pela deglaciação dos mantos de gelo da Groenlândia e do oeste da Antártica implicam grandes mudanças nas linhas costeiras e ecossistemas e a inundação de áreas de baixa altitude, com os maiores efeitos nos deltas dos rios. A realocação das populações, da atividade econômica e da infra-estrutura seria muito cara e complexa. Há confiança média de que pelo menos a deglaciação parcial do manto de gelo da Groenlândia e possivelmente do manto de gelo do oeste da Antártica ocorreria ao longo de um período de tempo que varia de séculos a milênios para um aumento da temperatura global média de 1 a 4°C (em relação ao período de 1990 a 2000), provocando uma contribuição à elevação do nível do mar de 4 a 6 metros ou mais. O derretimento completo do manto de gelo da Groenlândia e do manto de gelo do oeste da Antártica geraria uma contribuição à elevação do nível do mar de até 7 m e cerca de 5 m, respectivamente. [6.4, 10.7 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I; 19.3 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho II]

Com base nos resultados dos modelos climáticos, é muito improvável que a célula de revolvimento meridional (CRM) da circulação do Atlântico Norte sofra uma grande transição abrupta durante o século XXI. É muito provável que a CRM fique mais lenta neste século, mas as projeções indicam um aumento das temperaturas no Atlântico e na Europa por causa do aquecimento global. É provável que os impactos das mudanças persistentes e de grande escala na CRM envolvam mudanças na produtividade dos ecossistemas marinhos, criatórios de peixes, absorção de dióxido de carbono pelo oceano, concentrações de oxigênio no oceano e vegetação terrestre. [10.3, 10.7 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I; 12.6, 19.3 da Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho II]

D. Conhecimento atual sobre as respostas à mudança do clima

Já está ocorrendo, embora de forma limitada, um pouco de adaptação à futura mudança do clima observada e projetada.

Há evidências crescentes desde a Terceira Avaliação do IPCC de adaptação da atividade humana à mudança do clima observada e prevista. Por exemplo, a mudança do clima é levada em conta na elaboração dos projetos de infra-estrutura, como os de defesa costeira, nas Ilhas Maldivas e na Holanda, e na Confederation Bridge, no Canadá. Outros exemplos são a prevenção de inundações provocadas por ruptura dos lagos glaciais no Nepal e políticas e estratégias como a gestão dos recursos hídricos na Austrália e as repostas dos governos às ondas de calor em alguns países europeus, por exemplo. [7.6, 8.2, 8.6, 17.SE, 17.2, 16.5, 11.5]

A adaptação será necessária para tratar dos impactos provocados pelo aquecimento que já não pode ser evitado, por ser decorrente das emissões passadas.

Estima-se que as emissões passadas envolvam um pouco de aquecimento inevitável (em torno de 0,6°C a mais até o final do século), mesmo que as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa permaneçam nos níveis do ano 2000 (ver a Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho I). Há impactos para os quais a adaptação é a única resposta possível e adequada. Uma indicação desses impactos pode ser obtida na Tabela SFP-1.

Há uma vasta gama de opções de adaptação, mas é necessária uma adaptação mais ampla do que a que está ocorrendo atualmente para reduzir a vulnerabilidade à futura mudança do clima. Barreiras, limites e custos existentes ainda não são completamente conhecidos.

Prevê-se que os impactos aumentem com os aumentos da temperatura global média, como indicado na Tabela SFP-1. Embora muitos dos primeiros impactos da mudança do clima possam ser tratados de forma eficaz com a adaptação, as opções de adaptação bem-sucedida diminuem e os custos correspondentes aumentam à medida que aumenta a mudança do clima. Atualmente nós não temos uma idéia clara dos limites ou do custo da adaptação, em parte porque as medidas de adaptação eficazes dependem muito dos fatores de risco específicos, geográficos e climáticos, bem como das limitações institucionais, políticas e financeiras. [7.6, 17.2, 17.4]

A gama de possíveis respostas de adaptação existentes para as sociedades humanas é muito vasta, as quais vão desde as puramente tecnológicas (por exemplo, defesa do mar), até as de gestão (por exemplo, alteração das práticas agropecuárias) e políticas (por exemplo, planejamento de regulamentações), passando pelas comportamentais (por exemplo, alteração das escolhas de alimentação e lazer). Enquanto a maior parte das tecnologias e estratégias é conhecida e desenvolvida em alguns países, as publicações avaliadas não indicam a eficácia de várias opções¹⁴ na redução completa

¹⁴ Uma tabela de opções é apresentada no Sumário Técnico.

dos riscos, especialmente em níveis mais altos de aquecimento e impactos correspondentes e para os grupos vulneráveis. Além disso, há barreiras ambientais, econômicas, de informação, sociais, atitudinais e comportamentais descomuns para a implantação da adaptação. Para os países em desenvolvimento, a disponibilidade de recursos e a capacitação para a adaptação são especialmente importantes. [Ver as seções 5 e 6 dos Capítulos 3 a 16; também 17.2, 17.4]

Contudo, não se espera que a adaptação sozinha trate de todos os efeitos projetados da mudança do clima, especialmente em longo prazo, uma vez que a maioria dos impactos aumenta em magnitude. [Tabela SFP-1]

A vulnerabilidade à mudança do clima pode ser exacerbada pela presença de outros fatores de tensão.

Os fatores de tensão não relacionados com o clima podem aumentar a vulnerabilidade à mudança do clima, reduzindo a resiliência, e também podem reduzir a capacidade de adaptação por causa da alocação dos recursos a outras necessidades. Por exemplo, os fatores de tensão atuais em alguns recifes de corais envolvem a poluição marinha e o escoamento superficial químico da agricultura, bem como os aumentos da temperatura da água e da acidificação do oceano. As regiões vulneráveis enfrentam múltiplos fatores de tensão que afetam sua exposição e sensibilidade, bem como sua capacidade de adaptação. Esses fatores resultam, por exemplo, dos riscos climáticos atuais, pobreza e acesso desigual aos recursos, insegurança alimentar, tendências da globalização econômica, conflito e incidência de doenças como a AIDS/HIV [7.4, 8.3, 17.3, 20.3]. As medidas de adaptação são realizadas com frequência em resposta apenas à mudança do clima, mas podem ser integradas, por exemplo, ao manejo dos recursos hídricos, defesa costeira e planejamento contra desastres. [17.2, 17.5]

A vulnerabilidade futura depende não apenas da mudança do clima mas também da trajetória do desenvolvimento.

Um avanço importante feito desde a Terceira Avaliação do IPCC foi a conclusão dos estudos de impactos para uma série de diferentes trajetórias de desenvolvimento, levando-se em conta não apenas a mudança do clima projetada mas também as mudanças sociais e econômicas projetadas. A maioria baseou-se em caracterizações de população e nível de renda obtidas no Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (RECE) do IPCC. [2.4]

Esses estudos mostram que os impactos projetados da mudança do clima podem variar bastante em razão da trajetória de desenvolvimento adotada. Por exemplo, pode haver grandes diferenças regionais de população, renda e desenvolvimento tecnológico em cenários alternativos, as quais são com frequência um forte determinante do nível de vulnerabilidade à mudança do clima. [2.4]

Para ilustrar, em uma série de estudos recentes dos impactos globais da mudança do clima na oferta de alimentos, risco de inundações costeiras e escassez de água, o número projetado de pessoas afetadas é consideravelmente maior no cenário de desenvolvimento do tipo A2 (caracterizado por uma renda *per capita* relativamente baixa e grande crescimento populacional) do que nos outros futuros do RECE

[T20.6]. Essa diferença é explicada em grande parte não pelas diferenças das mudanças climáticas mas pelas diferenças de vulnerabilidade. [T6.6]

O desenvolvimento sustentável¹⁵ pode reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, e a mudança do clima poderia interferir na capacidade das nações de alcançar trajetórias de desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável pode reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, aumentando a capacidade de adaptação e aumentando a resiliência. Na atualidade, contudo, poucos planos de promoção da sustentabilidade prevêm explicitamente a adaptação aos impactos da mudança do clima ou a promoção de capacidade de adaptação. [20.3]

Entretanto, é muito provável que a mudança do clima possa desacelerar o ritmo de avanço em direção ao desenvolvimento sustentável, quer seja diretamente, por meio do aumento da exposição aos impactos adversos, quer seja indiretamente, por meio da erosão da capacidade de adaptação. Esse ponto está claramente demonstrado nas seções dos capítulos setoriais e regionais deste relatório que discutem as implicações para o desenvolvimento sustentável. [Ver a seção 7 nos Capítulos 3-8, 20.3, 20.7]

As Metas de Desenvolvimento do Milênio (MDMs) são uma medida de avanço em direção ao desenvolvimento sustentável. Ao longo da segunda metade do século, a mudança do clima poderia interferir no alcance das MDMs. [20.7]

Muitos impactos podem ser evitados, reduzidos ou adiados pela mitigação.

Finalizou-se agora um pequeno número de avaliações de impactos para cenários em que as concentrações futuras de gases de efeito estufa na atmosfera estão estabilizadas. Embora esses estudos não levem plenamente em conta as incertezas no clima projetado em uma situação de estabilização, eles fornecem indicações dos danos evitados ou da redução das vulnerabilidades e riscos para diferentes quantidades de redução de emissões. [2.4, T20.6]

Um portfólio de medidas de adaptação e mitigação pode diminuir os riscos associados à mudança do clima.

Nem mesmo os esforços mais rigorosos de mitigação conseguiriam evitar impactos adicionais da mudança do clima nas próximas décadas, o que torna a adaptação essencial, em especial para tratar dos impactos de curto prazo. É provável que a mudança do clima não mitigada supere, em longo prazo, a capacidade de adaptação dos sistemas naturais, manejados e humanos. [20.7]

¹⁵ A definição de desenvolvimento sustentável da Comissão Brundtland é usada nesta Avaliação: “desenvolvimento que atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. A mesma definição foi usada na Terceira Avaliação do Grupo de Trabalho II do IPCC e nos Relatórios Sínteses.

Isso aponta para o valor de um portfólio ou um conjunto de estratégias que envolvam mitigação, adaptação, desenvolvimento tecnológico (para melhorar tanto a adaptação quanto a mitigação) e pesquisa (em ciência do clima, impactos, adaptação e mitigação). Esses portfólios poderiam reunir políticas e abordagens baseadas em incentivos, além de ações em todos os níveis, desde cada cidadão até os governos nacionais e organizações internacionais. [18.1, 18.5]

Uma forma de aumentar a capacidade de adaptação é introduzir a consideração dos impactos da mudança do clima nos planos de desenvolvimento [18.7], por exemplo:

- Inserindo medidas de adaptação no planejamento do uso da terra e nos projetos de infra-estrutura; [17.2]
- Inserindo medidas de redução da vulnerabilidade nas estratégias existentes de redução dos riscos de desastres. [17.2, 20.8]

Os impactos da mudança do clima irão variar entre as regiões, mas agregados e antecipados para o presente, é muito provável que imponham custos anuais líquidos que aumentem ao longo do tempo na proporção do aumento das temperaturas globais.

Esta Avaliação deixa claro que os impactos da futura mudança do clima serão mistos entre as regiões. Para aumentos da temperatura global média de menos de 1 a 3°C acima dos níveis de 1990, projeta-se que alguns impactos produzam benefícios em alguns lugares e setores e produzam custos em outros locais e setores. Projeta-se, contudo, que algumas regiões de baixa latitude e algumas regiões polares tenham custos líquidos mesmo no caso de pequenos aumentos da temperatura. É muito provável que para todas as regiões haja reduções dos benefícios líquidos ou aumentos dos custos líquidos para aumentos de temperatura superiores a cerca de 2 a 3°C [9.SE, 9.5, 10.6, T109, 15.3, 15.SE]. Essas observações reconfirmam a evidência relatada na Terceira Avaliação de que, enquanto os países em desenvolvimento devem sofrer perdas percentuais maiores, as perdas globais médias poderiam ser de 1 a 5% do Produto Interno Bruto (PIB) para um aquecimento de 4°C. [F20.3]

Já existem muitas estimativas dos custos econômicos líquidos agregados dos danos da mudança do clima no globo (ou seja, o custo social do carbono (CSC), expresso em termos de benefícios e custos líquidos futuros que são antecipados para o presente). As estimativas revisadas por especialistas do custo social do carbono para 2005 têm um valor médio de US\$43 por tonelada de carbono (tC) (ou seja, US\$12 por tonelada de dióxido de carbono), mas a variação dessa média é grande. Por exemplo, em uma pesquisa de 100 estimativas, os valores variaram de US\$-10 por tonelada de carbono (US\$-3 por tonelada de dióxido de carbono) a US\$350/tC (US\$130 por tonelada de dióxido de carbono). [20.6]

As variações maiores do CSC se devem, principalmente, a diferenças nas suposições sobre a sensibilidade climática, tempos de resposta, tratamento do risco e da equidade, impactos econômicos e não-econômicos, a inclusão de perdas potencialmente catastróficas e taxas de desconto. É muito provável que os valores agregados globalmente subestimem os custos dos danos porque não podem considerar muitos impactos que não são quantificáveis. Como um todo, a variação das evidências publicadas indica a probabilidade de que os custos líquidos dos danos da mudança do clima sejam significativos e aumentem com o tempo. [T20.3, 20.6, F20.4]

É praticamente certo que as estimativas agregadas dos custos mascarem diferenças significativas nos impactos entre os setores, regiões, países e populações. Em alguns locais e entre alguns grupos de pessoas com alta exposição, alta sensibilidade e/ou baixa capacidade de adaptação, os custos líquidos serão significativamente maiores do que o valor agregado global. [20.6, 20.SE, 7.4]

E. Necessidades de observação sistemática e pesquisas

Embora, desde a Terceira Avaliação, tenham melhorado as condições da ciência de fornecer informações aos formuladores de políticas sobre os impactos da mudança do clima e o potencial de adaptação, ainda há muitas questões importantes que precisam de respostas. Os capítulos do relatório do Grupo de Trabalho II trazem uma série de avaliações das prioridades de observação e pesquisas, e essas indicações devem ser consideradas seriamente (uma lista dessas recomendações é apresentada na seção ST-6 do Sumário Técnico).

Quadro 1. Definições dos principais termos

Mudança do clima, como termo usado pelo IPCC, refere-se a qualquer mudança do clima que ocorra ao longo do tempo em decorrência da variabilidade natural ou da atividade humana. Esse uso difere do da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em que *mudança do clima* se refere a uma mudança do clima que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade humana e que altere a composição da atmosfera global, sendo adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo.

Capacidade de adaptação é a capacidade de um sistema de se ajustar à mudança do clima (inclusive à variabilidade climática e aos eventos extremos de tempo), moderando possíveis danos, tirando vantagem das oportunidades ou lidando com as consequências.

Vulnerabilidade é o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo. A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e ritmo da mudança do clima e da variação a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação.

Este quadro de definições principais é idêntico ao usado no Terceiro Relatório de Avaliação e foi submetido à aprovação prévia, linha por linha, do Painel.

Quadro 2. Definições de probabilidade e confiança

Neste Sumário para os Formuladores de Políticas, os seguintes termos foram usados para indicar: a probabilidade avaliada de uma consequência ou resultado:

Praticamente certo > 99% de probabilidade de ocorrer, *Extremamente provável* > 95%, *Muito provável* > 90%, *Provável* > 66%, *Mais provável do que não* > 50%, *Muito improvável* < 10%, *Extremamente improvável* < 5%.

Os seguintes termos foram usados para expressar a confiança em uma declaração:

Confiança muito alta Uma chance de pelo menos 9 em 10 de estar correta, *Confiança alta* Chance de cerca de 8 em 10, *Confiança média* Chance de cerca de 5 em 10, *Confiança baixa* Chance de cerca de 2 em 10, *Confiança muito baixa* Chance de menos de 1 em 10.

Quadro 3. Os Cenários de Emissões do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (RECE) do IPCC*

A1. O contexto e a família de cenários A1 descrevem um mundo futuro de crescimento econômico muito rápido, com a população global atingindo um pico em meados do século e declinando em seguida e a rápida introdução de tecnologias novas e mais eficientes. As principais questões subjacentes são a convergência entre as regiões, a capacitação e o aumento das interações culturais e sociais, com uma redução substancial das diferenças regionais na renda *per capita*. A família de cenários A1 se desdobra em três grupos que descrevem direções alternativas da mudança tecnológica no sistema energético. Os três grupos A1 distinguem-se por sua ênfase tecnológica: intensiva no uso de combustíveis fósseis (A1F1), fontes energéticas não-fósseis (A1T) ou um equilíbrio entre todas as fontes (A1B) (em que o equilíbrio é definido como não se depender muito de uma determinada fonte de energia, supondo-se que taxas similares de aperfeiçoamento apliquem-se a todas as tecnologias de oferta de energia e uso final).

A2. O contexto e a família de cenários A2 descrevem um mundo muito heterogêneo. O tema subjacente é a auto-suficiência e a preservação das identidades locais. Os padrões de fertilidade entre as regiões convergem muito lentamente, o que acarreta um aumento crescente da população. O desenvolvimento econômico é orientado primeiramente para a região e o crescimento econômico *per capita* e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos do que nos outros contextos.

B1. O contexto e a família de cenários B1 descrevem um mundo convergente com a mesma população global, que atinge o pico em meados do século e declina em seguida, como no enredo A1, mas com uma mudança rápida nas estruturas econômicas em direção a uma economia de serviços e informação, com reduções da intensidade material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes em relação ao uso dos recursos. A ênfase está nas soluções globais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, inclusive a melhoria da equidade, mas sem iniciativas adicionais relacionadas com o clima.

B2. O contexto e família de cenários B2 descrevem um mundo em que a ênfase está nas soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. É um mundo em que a população global aumenta continuamente, a uma taxa inferior à do A2, com níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudança tecnológica menos rápida e mais diversa do que nos contextos B1 e A1. O cenário também está orientado para a proteção ambiental e a equidade social, mas seu foco são os níveis local e regional.

Um cenário ilustrativo foi escolhido para cada um dos seis grupos de cenários A1B, A1F1, A1T, A2, B1 e B2. Todos devem ser considerados igualmente consistentes.

Os cenários do RECE não envolvem iniciativas adicionais em relação ao clima, o que significa que nenhum cenário adota explicitamente a implementação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima ou as metas de redução de emissões do Protocolo de Quioto.

* Este quadro com uma síntese dos cenários do RECE é idêntico ao usado no Terceiro Relatório de Avaliação e foi submetido à aprovação prévia, linha por linha, do Painel.