



Mudança Climática e Saúde Humana – Riscos e Respostas
SUMÁRIO REVISADO 2008



OMS



OPAS



OMM



PNUMA



Mudança Climática e Saúde Humana – Riscos e Respostas
SUMÁRIO REVISADO 2008



OMS



OPAS



OMM



PNUMA

(c) 2003. World Health Organization - WHO
Edição em português: abril de 2009.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Organização Pan-Americana da Saúde – Opas / OMS
Setor de Embaixadas Norte, Lote 19
Cep: 70800-400, Brasília/DF – Brasil
www.opas.org.br

Tiragem: 2.000 exemplares
Impresso no Brasil/Printed in Brazil

Ficha catalográfica elaborada pelo Centro de Documentação da Organização Pan-Americana da Saúde – Representação do Brasil

W927m

World Health Organization.

Mudança climática e saúde humana – riscos e respostas: resumo atualizado 2008. / World Health Organization; tradução de Bié Tradução de Língua Ltda. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.
37 p: il.

ISBN 978-85-87943-91-0

1. Mudanças climáticas - Brasil. 2. Efeitos do clima - Brasil. I. Bié Tradução de Língua Ltda. II. Organização Pan-Americana da Saúde. III. Título.

NLM: QT 230

Catálogo na Fonte - Biblioteca da OMS

Mudança climática e saúde humana: riscos e respostas: Sumário revisado 2008.

1. Clima 2. Efeito estufa 3. Desastres naturais 4. Transmissão de doenças
5. Raios ultravioleta – efeitos adversos 6. Avaliação de riscos I. Organização Mundial da Saúde.

ISBN 978 85 87943 81 0 (classificação NLM: WA 30)

© Organização Mundial da Saúde 2003

Todos os direitos reservados. As publicações da Organização Mundial da Saúde podem ser obtidas no setor de Marketing and Dissemination, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (tel: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; email: bookorders@who.int). Solicitações de permissão para reproduzir ou traduzir publicações da OMS – quer para venda ou distribuição não comercial – devem ser endereçadas ao setor de Publications, no endereço acima (fax: +41 22 791 4806; email: permissions@who.int).

As designações empregadas e a apresentação do material nesta publicação não implicam a expressão de qualquer opinião por parte da Organização Mundial da Saúde no que concerne à situação de qualquer país, território, cidade ou área ou suas autoridades, ou no que concerne à delimitação de suas fronteiras ou seus limites. As linhas pontilhadas nos mapas representam linhas fronteiriças aproximadas, para as quais pode não haver ainda acordo total.

A menção a empresas específicas ou a produtos de determinados fabricantes não implica que os mesmos sejam endossados ou recomendados pela Organização Mundial da Saúde, em detrimento de outros de natureza similar, não mencionados. À exceção de erros ou omissões, os nomes de produtos proprietários são diferenciados pela primeira letra em maiúsculo.

A Organização Mundial da Saúde não garante que as informações contidas nesta publicação são completas e corretas e não se responsabilizará por quaisquer danos sofridos como resultado de seu uso.

Esta publicação contém as opiniões coletivas de um grupo internacional de especialistas e não representa necessariamente as decisões ou a política declarada da Organização Mundial da Saúde, da Organização Meteorológica Mundial ou do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

Prefácio

Durante séculos, as sociedades humanas alteraram os ecossistemas locais e modificaram os climas regionais. Hoje, a influência humana atinge uma escala global, reflexo do rápido e recente aumento demográfico, do consumo de energia, da intensidade do uso da terra, do comércio e das viagens internacionais, bem como de outras atividades humanas. Essas mudanças globais têm acentuado a conscientização de que a boa saúde de longo prazo das populações depende da estabilidade e do funcionamento contínuos dos sistemas ecológico, físico e socioeconômico da biosfera.

O sistema climático mundial é parte integrante dos complexos processos de sustentação da vida. Clima e tempo sempre causaram um grande impacto na saúde e no bem-estar da humanidade. Mas como outros grandes sistemas naturais, o sistema climático mundial está sofrendo a pressão das atividades humanas. A mudança global do clima é, portanto, um desafio mais novo nos esforços contínuos para proteger a saúde humana.

Esta publicação é um sumário revisto do livro *Climate Change and Human Health – Risks and Responses (Mudança Climática e Saúde Humana, Riscos e Respostas)*, publicado pela OMS em colaboração com o PNUMA e a OMM. O volume completo busca descrever o contexto e o processo das mudanças climáticas, seus impactos reais ou prováveis na saúde, e a forma como as sociedades humanas e seus governos deveriam responder, com enfoque particular no setor de saúde.

Mudança climática global e saúde: uma velha história em destaque

A mudança climática representa um importante desafio, pouquíssimo conhecido. Esta publicação descreve o processo das mudanças climáticas globais, seus impactos atuais e futuros na saúde humana, como as sociedades podem reduzir esses impactos adversos por meio de estratégias de adaptação e da redução de gases de efeito estufa.

Em 1969, as fotos produzidas pela Apollo em sua missão à lua propiciaram cenas extraordinárias deste planeta, suspenso no espaço, transformando a forma como pensamos sobre a biosfera e seus limites. Nosso entendimento cada vez maior da mudança climática está transformando nossa visão das fronteiras e os determinantes da saúde humana. Embora nossa saúde pessoal possa parecer estar relacionada primordialmente a um comportamento prudente, hereditariedade, ocupação, exposições ao meio ambiente local e acesso a assistência médica, a saúde sustentada da população requer os “serviços” vitais da biosfera. As populações de todas as espécies animais dependem de suprimentos de alimentos e água, de estar livres de excessos de doenças infecciosas e da segurança e do conforto físico propiciados pela estabilidade climática. O sistema climático mundial é fundamental para essa sustentação da vida.

Hoje, as atividades humanas estão alterando o clima no mundo. Estamos aumentando a concentração atmosférica de gases que retêm energia, amplificando, assim, o “efeito estufa” natural que torna a Terra habitável. Esses gases de efeito estufa (GEE) compreendem principalmente, dióxido de carbono (em sua maioria proveniente da combustão de combustível fóssil e de incêndios florestais), além de outros gases que retêm calor, como, por exemplo, metano (resultante de agricultura irrigada, acasalamento de animais e extração de petróleo),

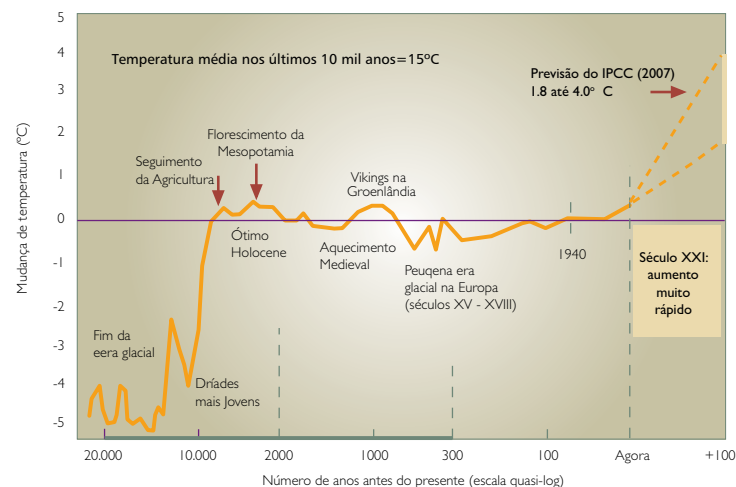
óxido nitroso e vários halocarbonetos produzidos pelo homem. Em seu Quarto Relatório de Avaliação (2007), o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), da ONU, declarou: “o entendimento das influências antropogênicas do aquecimento e do resfriamento no clima aumentou desde o TAR (Terceiro Relatório de Avaliação), resultando em um alto grau de confiança de que o efeito líquido médio global das atividades humanas desde 1750 tem sido no sentido do aquecimento”. E “o aquecimento do sistema climático é indiscutível”^{1,2}.

Durante o século XX, a temperatura média da superfície da terra aumentou em aproximadamente 0,74°C. A tendência linear de aquecimento durante os últimos 50 anos (0,13°C por década) foi quase o dobro daquela dos últimos 100 anos. Os climatologistas prevêem um aquecimento ainda maior,

aliado a mudanças em precipitação e variabilidade climática durante e após o próximo século. Suas projeções baseiam-se em modelos climáticos globais cada vez mais sofisticados, aplicados a cenários futuros plausíveis de emissões de gases de efeito estufa, que levam em conta vias alternativas de mudanças demográficas, econômicas e tecnológicas e a evolução de modelos de governança.

A escala global das mudanças climáticas difere fundamentalmente das muitas outras preocupações ambientais familiares com riscos toxicológicos ou microbiológicos localizados. De fato, mudanças climáticas significam que, hoje, estamos alterando os sistemas biofísico e ecológico da Terra na escala planetária – o que também é evidenciado pela destruição do ozônio estratosférico, que acelera perdas de biodiversidade, pela pressão nos sistemas de produção de

Figura 1.1 Variações na temperatura média da superfície da Terra durante os últimos 20 mil anos



alimentos terrestres e marinhos, pela exaustão de fontes de água potável e pela disseminação global de poluentes orgânicos persistentes.

Há muito as sociedades humanas vêm acumulando experiências com vicissitudes climáticas naturais. (Figura 1.1). Os antigos egípcios, mesopotâmios, maias e as populações europeias (durante os quatro séculos da Pequena Era Glacial) foram todos afetados pelos grandes ciclos climáticos da natureza. De forma mais intensa, desastres e surtos de doenças freqüentemente ocorrem em resposta aos extremos de ciclos climáticos regionais, como, por exemplo, o ciclo de Oscilação Sul / El Niño (ENSO).³

Segundo cálculos do IPCC (2007), a temperatura média global aumentará, na melhor das hipóteses, entre 1,8 e 4,0°C durante este

século, em relação ao período de 1980–1999. Para as próximas duas décadas, o aquecimento projetado é de cerca de 0,2°C por década. Mesmo que as concentrações de todos os gases de efeito estufa e aerossóis se mantivessem constantes às concentrações do ano 2000, um aquecimento de 0,1°C por década seria esperado. Como mostra a Figura 1.2, há uma incerteza inevitável nessa estimativa, uma vez que as complexidades do sistema climático não são totalmente entendidas e o futuro da humanidade no que se refere ao desenvolvimento não pode ser previsto com certeza.

Impactos potenciais da mudança climática na saúde

A mudança no clima mundial influenciaria o funcionamento de muitos ecossistemas e suas espécies. Da mesma forma, haveria

impactos na saúde humana. Alguns desses impactos na saúde seriam benéficos. Por exemplo, invernos mais amenos reduziriam o pique sazonal de mortes ocorridas no inverno em países temperados, enquanto em regiões atualmente quentes um maior aumento de temperaturas poderia reduzir a viabilidade de populações de mosquitos transmissores de doenças. Entretanto, no cômputo geral os cientistas consideram que a maioria dos impactos da mudança climática na saúde seria adversa.

Nas últimas décadas, a mudança climática provavelmente já provocou alguns efeitos na saúde. De fato, conforme estimativas da Organização Mundial da Saúde em seu “Relatório Mundial da Saúde 2002”, a mudança do clima teria sido responsável, em 2000, por aproximadamente 2,4% dos casos de diarreia no mundo e 6% dos casos de malária em países de renda média.⁴ No entanto, pequenas mudanças em um turbilhão de mudanças contínuas são difíceis de identificar. Uma vez localizada, a atribuição causal é fortalecida quando há observações semelhantes em diferentes cenários demográficos.

As primeiras mudanças detectáveis na saúde humana podem muito bem constituir alterações na faixa geográfica (latitude e altitude) e na sazonalidade de determinadas doenças infecciosas – inclusive infecções transmitidas por vetores, como a malária e a dengue, e doenças transmitidas por alimentos (e.g. salmonelose), que atingem

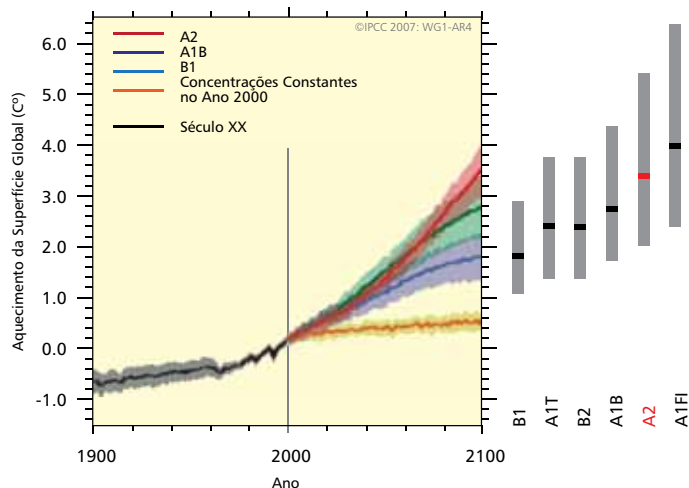
seu pico nos meses mais quentes. Temperaturas médias mais quentes combinadas a maior variabilidade climática, alterariam o padrão de exposição a extremos térmicos e impactos resultantes na saúde, tanto no verão como no inverno. Em contraste, as conseqüências, para a saúde pública, do distúrbio dos ecossistemas de produção de alimentos, quer naturais ou manipulados, o aumento do nível do mar, o deslocamento de populações devido a riscos físicos, a perda de terra, a ruptura econômica e a disputa civil poderão não se tornar evidentes até daqui a muitas décadas.

Conclusão

De forma sem precedentes, a população mundial hoje enfrenta mudanças desconhecidas induzidas pelo homem na baixa e média atmosfera, e uma exaustão mundial de vários outros sistemas naturais (e.g. fertilidade do solo, aquíferos, pesca marinha e biodiversidade em geral). Além do reconhecimento precoce de que essas mudanças afetariam atividades econômicas, infra-estrutura e ecossistemas modificados hoje se reconhece que a mudança climática global representa riscos para a saúde da população humana.

Este tópico surge como um importante tema na pesquisa da saúde da população, no desenvolvimento de políticas sociais e na defesa. De fato, a consideração dos riscos climático- ambientais para a saúde humana desempenhará um papel central no debate da transição para a sustentabilidade.

Figura 1.2 Registro da temperatura global, desde o início do registro instrumental, em 1860, e projeção para 2100, segundo o IPCC



Fonte: referência 1

2 Tempo e clima: mudança nas exposições humanas

Ao discutir “mudança climática e saúde”, devemos estabelecer a distinção entre os impactos na saúde de várias exposições meteorológicas: tempo (estado atmosférico), variabilidades climáticas e mudanças climáticas.

Tempo é a condição em permanente mutação da atmosfera, geralmente considerada em uma escala de tempo que se estende de minutos a semanas. Clima é o estado médio da baixa atmosfera e as características associadas ao solo ou água subjacentes, em uma região específica, que geralmente abrange vários anos, pelo menos. Variabilidade climática é a variação em torno do clima médio, inclusive variações sazonais e ciclos regionais de larga escala em circulações atmosféricas e oceânicas, tais como a Oscilação Sul / El Niño (ENSO) ou a Oscilação Atlântico Norte (NAO).

As mudanças climáticas ocorrem durante décadas ou em escalas de tempo mais longas. Até agora, as mudanças no clima global vêm ocorrendo naturalmente, no curso de séculos ou milênios, devido à deriva continental, diferentes ciclos astronômicos, variações na produção de energia solar e atividade vulcânica. Nas últimas décadas, tem ficado cada vez mais claro que ações humanas estão modificando a composição atmosférica, contribuindo assim, significativamente, para a mudança global do clima.¹

O Sistema Climático

O clima da Terra é determinado por interações complexas entre o Sol, os oceanos, a atmosfera, a criosfera, a superfície terrestre e a biosfera. O Sol é a principal força motriz do tempo e do clima. O aquecimento desigual da superfície da Terra (que é maior próximo ao equador) causa grandes fluxos de convecção tanto na

atmosfera como nos oceanos, sendo, portanto, uma causa importante de correntes eólicas e oceânicas.

Cinco camadas concêntricas de atmosfera circundam este planeta. A camada mais baixa (troposfera) se estende da superfície da terra até uma altitude de cerca de 10-12 km em média. O estado atmosférico que afeta a superfície da Terra se desenvolve na troposfera. A segunda grande camada (estratosfera) se estende até cerca de 50 km acima da superfície. O ozônio na estratosfera absorve a maior parte dos raios ultravioleta - de maior energia - do Sol. Acima da estratosfera há mais três camadas: a mesosfera, a termosfera e a exosfera.

Em geral, essas cinco camadas da atmosfera reduzem aproximadamente

à metade a quantidade de radiação solar que chega à superfície da Terra. Em particular, determinados gases de “efeito estufa” apresentam um rastro de concentrações na troposfera (inclusive vapor d’água, dióxido de carbono, óxido nítrico, halocarbonetos e ozônio), absorvendo cerca de 17% da energia solar que a atravessa. Da energia solar que chega à superfície da Terra, grande parte é absorvida e novamente irradiada na forma de radiação de onda longa (infravermelha). Parte dessa radiação infravermelha emitida é absorvida por gases de efeito estufa na baixa atmosfera, aquecendo ainda mais a superfície da Terra e aumentando sua temperatura em 33°C, até a média atual da superfície, de 15°C. Esse processo suplementar de aquecimento é chamado de “efeito estufa” (Figura 2.1).²

Figura 2.1. O efeito estufa

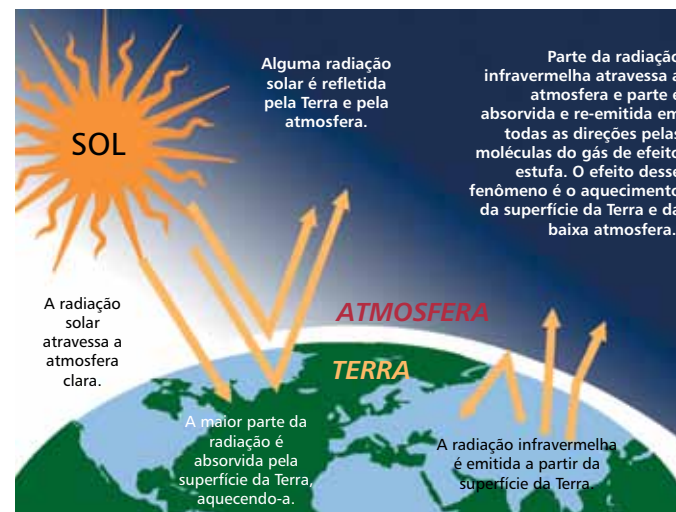
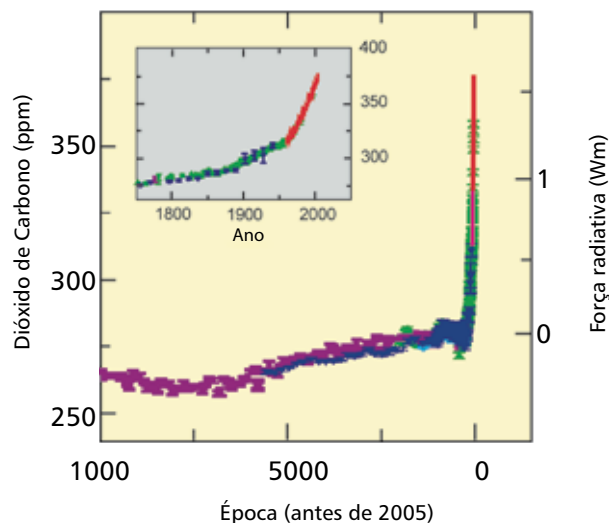


Figura 2.2. Concentração atmosférica de CO₂ do ano 1000 até o ano 2000



Fonte: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) 2007: Quarto Relatório de Avaliação (Volume I). Cambridge: Editora da Universidade de Cambridge, 2007.

Gases de Efeito Estufa

Os aumentos de gases de efeito estufa (GEE) induzidos pelo homem na concentração atmosférica de GEE estão amplificando o efeito estufa. Recentemente, o grande aumento da queima de combustível fóssil, da atividade agrícola e de várias outras atividades econômicas tem aumentado sensivelmente as emissões de gases de efeito estufa. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou em mais de 35% desde o início da revolução industrial (Figura 2.2).

A Tabela 2.1 apresenta exemplos de vários gases de efeito estufa e resume suas concentrações em 1790

e 1998, sua taxa de mudança no período de 1990 a 1999 e seu ciclo de vida atmosférico. O ciclo de vida atmosférico é altamente relevante para os formuladores de políticas, uma vez que a emissão de gases com longos ciclos de vida implica um compromisso praticamente irreversível com as mudanças climáticas sustentadas no transcorrer de décadas ou séculos.^{3,4}

Estudo dos Impactos do Clima na Saúde

O estudo do impacto de eventos relacionados ao estado atmosférico e à variabilidade climática na saúde humana requer uma especificação apropriada da “exposição” meteorológica.

Tabela 2.1: Exemplos de gases de efeito estufa afetados por atividades humanas

| | CO ₂ (Dióxido de Carbono) | CH ₄ (Metano) | N ₂ O (Óxido Nitroso) | CFC-11 (clorofluor-carboneto -11) | HFC-23 (Hidrofluor-carboneto -23) | CF ₄ (Perfluor-metano) |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Concentração pré-industrial | ~280 ppm | ~700 ppb | ~270 ppb | Zero | Zero | 40 ppt |
| Concentração em 1998 | 365 ppm | 1745 ppb | 314 ppb | 268 ppt | 14 ppt | 80 ppt |
| Taxa de mudança de Concentração ^b | 1,5 ppm/ano ^a | 7,0 ppb/ano | 0,8 ppb/ano | -1,4 ppt/ano | 0,55 ppt/ano | 1 ppt/ano |
| Ciclo de vida atmosférico | 5-200 ano ^c | 12 ano ^c | 114 ano ^c | 45 ano | 260 ano | >50.000 ano |

- A taxa flutuou entre 0,9 ppm/ano e 2,8 ppm/ano no caso do CO₂ e entre 0 e 13 ppb/ano no caso do CH₄ no período de 1990 a 1999.
- A taxa é calculada sobre o período de 1990 a 1999.
- Não é possível definir um ciclo de vida único para o CO₂ devido às diferentes taxas de assimilação por parte de diferentes processos.
- Esse ciclo de vida foi definido como um “tempo de ajuste”, que leva em conta o efeito indireto do gás em seu próprio tempo de residência.
ppm: partes por milhão; PPB: partes por bilhão; ppt: partes por trilhão.

Estado atmosférico e clima podem ser resumidos em várias escalas espaciais e temporais. A escala apropriada de análise e a escolha de qualquer período de defasagem entre exposição e efeito dependerão da natureza prevista da relação. Muitas pesquisas requerem conjuntos de dados de longo prazo, com informações sobre tempo/clima e efeito na saúde, nas mesmas escalas espaciais e temporais. Por exemplo, tem sido comprovadamente difícil avaliar a influência da variabilidade e da mudança climática na recente disseminação da malária nas terras altas africanas, porque dados apropriados sobre saúde e estado atmosférico, dentre outros dados

relevantes (ex.: mudança no uso da terra), não foram coletados nos mesmos locais e nas mesmas escalas.

Em toda pesquisa dessa natureza é preciso acomodar os vários tipos de incerteza inerentes a esses estudos. Projeções sobre como sistemas complexos tais como sistemas climáticos regionais e ecossistemas dependentes do clima responderão quando empurrados para além de limites críticos, são necessariamente incertas. Da mesma forma, há incertezas em relação às características, aos comportamentos e à capacidade de enfrentamento das populações humanas no futuro.

3 Consenso internacional sobre a ciência do clima e da saúde: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC

Por meio de pesquisas recentes, nosso entendimento das relações clima-saúde aumentou rapidamente, em grande parte devido ao estímulo do IPCC e outros exames relacionados com políticas ocorridos no nível regional e nacional.

No início da década de 1990 havia pouca conscientização dos riscos da mudança climática global para a saúde. Essa situação refletia uma falta geral de entendimento de como a ruptura dos sistemas biofísico e ecológico podem afetar o bem-estar e a saúde das populações num prazo mais longo. Havia pouca conscientização entre especialistas em ciências naturais de que as mudanças em seus objetos de estudo específicos – condições climáticas, estoques de biodiversidade, produtividade do ecossistema, dentre outros - eram potencialmente importantes para a saúde humana. De fato, isso ficou bem refletido na escassa referência aos riscos para a saúde no primeiro grande relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), da ONU, publicado em 1991.

Posteriormente, a situação mudou. O Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (1996) dedicou um capítulo inteiro aos riscos potenciais para a saúde. Os Terceiro e Quarto Relatórios de Avaliação (2001 e 2007) fizeram o mesmo, incluindo discussões de evidências precoces de impactos reais na saúde, além de avaliar os efeitos potenciais futuros na saúde. As avaliações também destacaram impactos previstos na saúde por principais áreas geográficas e para populações particularmente vulneráveis.

O IPCC foi instituído pela OMM e pelo PNUMA em 1988. O papel do IPCC é avaliar a literatura científica mundial publicada sobre: (i) como as mudanças induzidas pelo homem

na baixa atmosfera, por meio da emissão de gases de efeito estufa, têm influenciado e provavelmente influenciarão os padrões climáticos mundiais; (ii) como isso afeta e, no futuro, afetaria, vários sistemas e processos importantes para as sociedades humanas; e (iii) a faixa de opções de resposta econômica e social disponível aos formuladores de políticas para prevenir mudanças climáticas e reduzir seus impactos.

O trabalho do IPCC tem sido realizado por várias centenas de cientistas em todo o mundo. A cada cinco anos, os governos nacionais propõem os nomes de cientistas com experiência nas muitas áreas temáticas incluídas nessa abrangente tarefa de revisão. Equipes de revisão temática são então selecionadas para garantir uma representação geográfica e disciplinar apropriada. Excetuando-se o pequeno número de cientistas que trabalham no nível do secretariado do IPCC, todo esse trabalho de revisão, discussão e redação é realizado por meio de contribuição voluntária.

As minutas de avaliações do IPCC estão sujeitas a uma série de processos internos e externos de revisão por pares. A redação final dos resumos dos relatórios do IPCC está sujeita, por meio de conferências internacionais formais, ao escrutínio detalhado e sistemático dos governos.

O IPCC e a avaliação dos impactos na saúde

Em seu Quarto Relatório de Avaliação, o IPCC concluiu que: “a mudança climática atualmente contribuiu para a carga global de

doenças e mortes prematuras... Nesse estágio inicial, os efeitos são pequenos, mas estima-se que aumentarão progressivamente em todos os países e regiões”. E continua: “As exposições previstas relacionadas com a mudança climática deverão afetar o estado de saúde de milhões de pessoas, particularmente aquelas com baixa capacidade de adaptação, por meio: de aumentos da desnutrição e distúrbios consequentes, com implicações para o crescimento e o desenvolvimento infantil; do aumento no número de mortes, doenças ou danos devidos a ondas de calor, inundações, tempestades, incêndios e secas; da carga maior de doenças diarreicas; os efeitos mistos na faixa (aumento e redução) e transmissão potencial da malária na África; da maior frequência de doenças cardiorrespiratórias, devido a concentrações mais elevadas de ozônio na superfície da terra relacionadas com mudanças climáticas; e da distribuição espacial alterada de alguns vetores de doenças infecciosas”.¹ A Figura 3.1 [TS.9] resume a direção e magnitude da mudança de determinados impactos das mudanças climáticas na saúde.²

Em sentido amplo, uma mudança nas condições climáticas pode produzir três tipos de impacto na saúde:

- Aqueles que são relativamente diretos, causados por Eventos climáticos extremos.
- As conseqüências para a saúde de vários processos de mudança ambiental e do distúrbio ecológico que ocorrem em resposta a mudanças climáticas.
- As diversas conseqüências para a saúde - traumáticas, infecciosas,

nutricionais e psicológicas, dentre outras – que ocorrem em populações pervertidas e deslocadas, na esteira de deslocamento econômico, declínio ambiental e situações de conflito induzidas pelo clima.

Esses muitos caminhos são ilustrados na Figura 3.2.3.

Nosso entendimento dos impactos das mudanças e variabilidades climáticas na saúde humana aumentou consideravelmente nos últimos anos. No entanto, várias questões básicas complicam essa tarefa:

- As influências climáticas na saúde frequentemente são moduladas por interações com outros processos

ecológicos, condições sociais e políticas de adaptação. A busca por explicações deve basear-se em um equilíbrio entre complexidade e simplicidade.

- Há muitas fontes de incerteza científica e contextual. O IPCC, portanto, buscou formalizar a avaliação de nível de confiança pertinente a cada declaração de impacto na saúde.
- A mudança do clima é uma das muitas mudanças ambientais globais concomitantes, que afetam simultaneamente a saúde humana – frequentemente de forma interativa.⁴

Um bom exemplo é a transmissão de doenças infecciosas transmitidas por vetores, também afetada por condições climáticas, movimentos

demográficos, desmatamentos e padrões de uso da terra, perdas de biodiversidade (ex.: predadores naturais de mosquitos), configurações de superfícies de água doce e densidade populacional humana.⁵

Para cada impacto potencial da mudança do clima, determinados grupos estarão particularmente vulneráveis a doenças e danos. A vulnerabilidade de uma população depende de fatores como densidade demográfica, nível de desenvolvimento econômico, disponibilidade de alimentos e água potável segura, nível e distribuição de renda, condições ambientais locais, estados de saúde pré-existentes e qualidade e disponibilidade de assistência médica pública.⁶ Por exemplo, aqueles em maior risco de

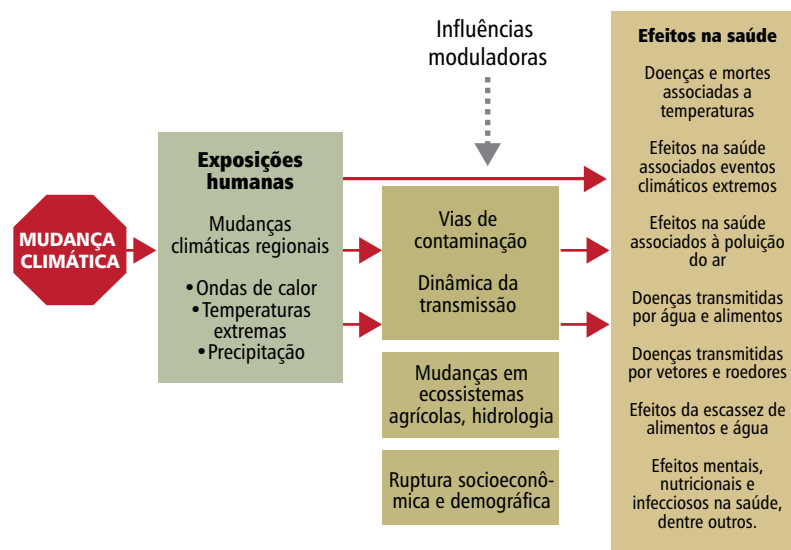
serem prejudicados por extremos térmicos incluem moradores urbanos isolados, idosos e pobres. As populações que vivem nas atuais faixas da malária e da dengue, sem atenção primária efetiva à saúde serão as mais suscetíveis caso essas doenças ampliem sua faixa geográfica em um mundo mais aquecido.

O relatório do IPCC também destaca que nosso entendimento da ligação entre clima, mudança climática e saúde humana aumentou consideravelmente. No entanto, ainda persistem muitas lacunas nos conhecimentos sobre padrões futuros de exposição a mudanças climático-ambientais e sobre a vulnerabilidade e adaptabilidade de sistemas físicos, ecológicos e sociais a essas mudanças climáticas.

Figura 3.1. Direção e magnitude da mudança de determinados impactos da mudança climática na saúde

| | Impacto negativo | Impacto positivo |
|--|------------------|------------------|
| Grau de confiança muito alto | | |
| Malária: contração e expansão, mudança da estação de transmissão | ← | → |
| Grau de confiança alto | | |
| Aumento da desnutrição | ← | |
| Aumento do número de pessoas que morrem ou são acometidas por doenças e ferimentos como resultado de eventos climáticos extremos | ← | |
| Aumento da frequência de doenças cardiorrespiratórias resultantes de alterações na qualidade do ar | ← | |
| Mudança na faixa de vetores de doenças infecciosas | ← | → |
| Redução de mortes relacionadas com o frio | | → |
| Grau de confiança médio | | |
| Aumento da carga de doenças diarreicas | ← | |

Figura 3.2. Vias pelas quais a mudança climática afeta a saúde humana (modificado a partir da referência 3)

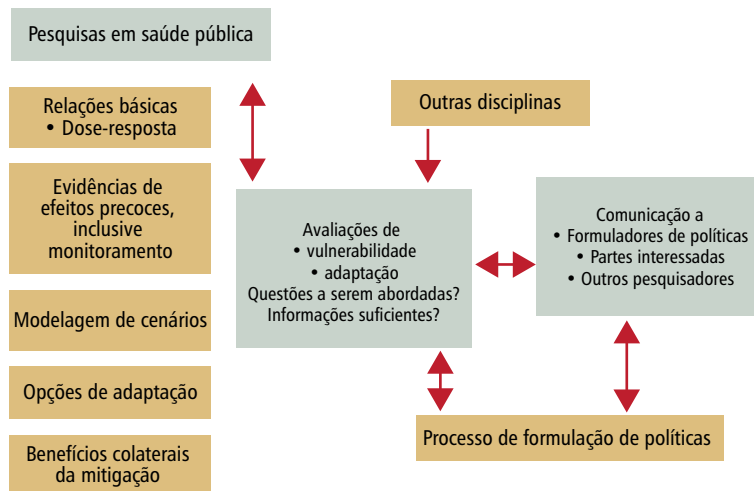


4

De olho no futuro: desafios pra os cientistas que estudam mudança climática e saúde

As investigações sobre a mudança climática e saúde englobam estudos básicos e relações causais, análise de riscos, avaliação da vulnerabilidade e capacidade de adaptação das populações e avaliação e políticas de intervenção.

Figura 4.1 Tarefas para a ciência da saúde pública



Os desafios de identificar, quantificar e projetar os impactos de mudanças climáticas na saúde acarretam questões de escala, a especificação da “exposição” e a elaboração de vias causais frequentemente complexas e indiretas.¹ Em primeiro lugar, a escala geográfica dos impactos na saúde relacionados com o clima, bem como os amplos períodos de tempo típicos à mudança, são desconhecidos para muitos pesquisadores. Os epidemiologistas geralmente estudam problemas que são geograficamente localizados, instalam-se com relativa rapidez e afetam diretamente a saúde. O indivíduo geralmente é a unidade natural de observação.

Segundo, a variável “exposição” – que compreende tempo, variabilidade climática e tendências climáticas – impõe dificuldades. Não há um grupo “não exposto” óbvio para servir de linha de base para comparações. De fato, como há pouca diferença em exposições a tempo/clima entre indivíduos na

mesma localização geográfica, a comparação entre conjuntos de pessoas e diferentes “exposições” geralmente é impossível. Ao contrário, comunidades ou populações inteiras devem ser comparadas – e, quando isso é feito, deve-se atentar para as diferenças de vulnerabilidades intracomunitárias. Por exemplo, a taxa excessiva de mortes durante a severa onda de calor em Chicago, em 1995, e na Europa Ocidental, em 2003, variou muito entre bairros, devido às diferenças em fatores como qualidade da moradia e coesão da comunidade.

Terceiro, alguns impactos na saúde ocorrem por meio de caminhos indiretos e complexos. Por exemplo, os efeitos de temperaturas extremas na saúde são diretos. Contrariamente, mudanças complexas na composição e no funcionamento de ecossistemas ajudam a mediar o impacto da mudança climática na transmissão de doenças infecciosas por vetores e na produtividade agrícola.

Um desafio final é a necessidade de estimar os riscos para a saúde em relação a cenários climático-ambientais futuros. Diferentemente da maioria dos riscos ambientais reconhecidos, muitos dos riscos previstos como resultados de mudanças climáticas globais estão em um futuro que somente se materializará em anos ou décadas.

Estratégias e tarefas de pesquisa
Embora boa parte da pesquisa sobre impactos na saúde esteja focalizado em riscos futuros, estudos empíricos sobre o passado recente e o presente são importantes. Métodos epidemiológicos padrões de observação podem esclarecer as conseqüências de tendências climáticas locais em décadas passadas – se o conjunto relevante de dados existir. Essas informações aumentam nossa capacidade posterior de estimar futuros impactos. Nesse meio tempo, deveríamos também buscar evidências dos efeitos precoces das mudanças climáticas na saúde, uma vez que essas mudanças vêm ocorrendo há várias décadas.

Os impactos na saúde de mudanças climáticas futuras, inclusive mudanças na variabilidade climática, podem ser estimados de duas formas principais. Primeiro, podemos extrapolar a partir de estudos análogos que tratam as variabilidades climáticas recentes como uma antecipação da mudança climática. Segundo, podemos usar modelos de computador baseados em conhecimentos existentes sobre relações entre condições climáticas e efeitos na saúde.

Esses modelos não podem projetar exatamente o que acontecerá, mas indicam o que poderia ocorrer se determinadas condições climáticas futuras (e outras especificadas) se concretizassem.

As cinco principais tarefas para os pesquisadores incluem:

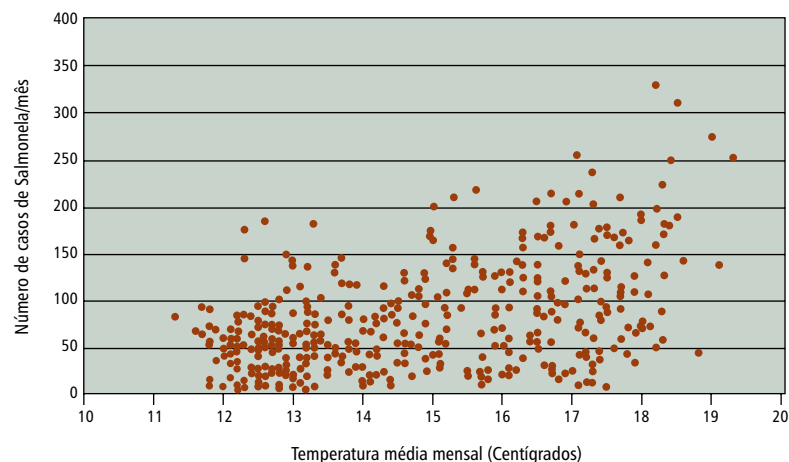
1. Estabelecer relações comparativas (baseline) entre clima e saúde

Há muitas questões não resolvidas sobre a sensibilidade de efeitos específicos na saúde ao tempo, à variabilidade climática e às mudanças ambientais induzidas pelo clima. Por exemplo, os principais patógenos causadores de gastroenterite aguda se multiplicam mais rapidamente em climas mais quentes. Será que temperaturas ambientes mais elevadas são mais propícias a doenças? Aparentemente sim – como fica evidente na contagem mensal de infecção por salmonela na Nova Zelândia em relação à temperatura média mensal (Figura 4.2).

2. Em busca de evidências dos efeitos da mudança do clima

Tem havido muitas observações coerentes sobre as mudanças físicas e ecológicas atribuíveis ao recente aquecimento global – mas indicações limitadas de efeitos na saúde humana. Dentre essas indicações estão os padrões mutantes de doenças infecciosas (como a encefalite transmitida por carrapatos² e a cólera³). Pesquisadores da saúde devem admitir o fato de que os humanos têm muitas estratégias

Figura 4.2 Relação entre temperatura média e relatórios mensais de casos de Salmonela na Nova Zelândia 1965 – 2000



de enfrentamento, que variam da plantação de árvores para sombra a mudanças no horário de trabalho e instalação de ar-condicionado.

O desafio é escolher os cenários, as populações e os efeitos na saúde com as melhores chances de: (i) detectar mudanças; e (ii) atribuir alguma parcela destas à mudança climática. Os impactos provavelmente serão mais claros onde o gradiente exposição-efeito for mais acentuado, a capacidade de adaptação da população for mais fraca e onde houver poucas explicações concorrentes para as relações observadas.

3. Modelos baseados em cenários para a projeção de prováveis impactos

Diferentemente do que ocorre com a maioria das demais exposições ambientais, sabemos que o clima do mundo continuará a mudar por pelo menos várias décadas. Os climatologistas hoje podem modelar

satisfatoriamente as conseqüências climáticas de cenários futuros de emissões de gases do efeito estufa. Ligando esses cenários climáticos aos modelos de impactos na saúde, podemos estimar os impactos prováveis na saúde.

Alguns impactos na saúde são prontamente quantificados (mortes devido a tempestades e inundações, por exemplo); outros são mais difíceis de ser quantificados (ex.: as conseqüências da insegurança alimentar na saúde). Precisamos de modelos com representação suficiente do mundo futuro multifacetado para nos fornecer estimativas úteis e críveis, de riscos futuros para a saúde. Quando possível, devemos adotar um alto nível de “integração” para obter previsões de impacto que sejam realisticamente modeladas, em um mundo que terá passado por várias outras mudanças demográficas, econômicas, tecnológicas e sociais.

4. Avaliação das opções de adaptação

Adaptação significa adotar medidas para reduzir o impacto adverso potencial da mudança ambiental (ver capítulo 11).

5. Estimativa dos benefícios e custos coincidentes da mitigação e adaptação

As medidas para reduzir as emissões de GEE (mitigação) ou diminuir os impactos na saúde (adaptação) podem produzir outros efeitos coincidentes na saúde. Por exemplo, a promoção de um sistema de transporte público em relação a veículos particulares poderá não apenas reduzir as emissões de CO₂, mas também melhorar a saúde pública no curto prazo, ao reduzir a poluição do ar e os ferimentos resultantes de acidentes de trânsito e aumentar a atividade física. Informações sobre esses custos e benefícios “auxiliares” são importantes para os formuladores de políticas. Observem, no entanto, que no caso de impactos protelados no tempo ou que se estendem num futuro distante, o cálculo dos custos não é direto.

Questões gerais sobre incerteza

Os pesquisadores deveriam descrever, comunicar e explicar todas as incertezas relevantes. Isso daria ao gestor uma percepção importante das condições necessárias para que um determinado efeito ocorresse. Como a percepção do risco ambiental varia com a cultura, os valores e o status social, os “stakeholders” (partes interessadas) deveriam auxiliar tanto na definição das perguntas da avaliação como na interpretação do risco.

5

Impactos da variabilidade climática na saúde

Fatores climáticos são um determinante importante de várias doenças transmitidas por vetores, muitas doenças entéricas e certas doenças relacionadas à água. As relações entre variações ano a ano no clima e em doenças infecciosas são mais evidentes onde as variações climáticas são marcadas, bem como em populações vulneráveis. O fenômeno El Niño nos fornece uma analogia para entendermos os impactos futuros da mudança global do clima nas doenças infecciosas.

Eventos climáticos extremos deverão se tornar mais frequentes e intensos com a mudança climática. Esses eventos perturbadores produzem seu maior impacto em países pobres. As duas categorias de extremos climáticos são:

- Extremos simples de faixas estatísticas climáticas, tais como temperaturas muito baixas ou muito elevadas;
- Eventos complexos tais como: secas, inundações ou furacões.

A Oscilação Sul-El Niño (ENSO) baseada no Pacífico, que ocorre a cada 2–7 anos aproximadamente, influencia muito os padrões regionais mundiais de tempo, ilustrando, assim, como a variabilidade climática pode afetar a saúde humana.

Clima, tempo, El Niño e doenças infecciosas

Tanto a temperatura como a água de superfície exercem influências importantes nos insetos vetores de doenças infecciosas. Particularmente relevantes são as espécies de mosquito que disseminam a malária e doenças virais como a dengue, a chikungunya e a febre amarela. Os mosquitos precisam de acesso à água estagnada para se reproduzir e a viabilidade dos adultos depende de condições úmidas. Temperaturas mais altas aumentam a reprodução do vetor e reduzem o período de amadurecimento do patógeno no organismo vetor. No entanto, condições muito quentes e secas podem reduzir o tempo de sobrevivência do mosquito.

A malária está essencialmente restrita às regiões tropicais e subtropicais. A sensibilidade da doença ao clima se reflete nas áreas próximas aos desertos e montanhas, onde temperaturas mais altas e/ou chuvas associadas ao El Niño podem aumentar a transmissão². Em áreas de malária instável em países em desenvolvimento, as populações carecem de imunidade protetora e estão sujeitas a epidemias, quando as condições meteorológicas facilitam a transmissão.

A dengue é a doença arboviral mais importante dos humanos, ocorrendo em regiões tropicais e subtropicais, particularmente em assentamentos urbanos. A ENSO afeta a ocorrência da dengue parcialmente, por meio de mudanças nas práticas de armazenamento de água nos domicílios e na formação de poças da água na superfície. Entre 1970 e 1995, o número anual de epidemias de dengue no Pacífico Sul foi correlacionado de forma positiva com as condições do La Niña (i.e., mais quentes e mais úmidas).³

Roedores, que proliferam em regiões temperadas após invernos úmidos amenos, atuam como reservatórios para várias doenças. Algumas doenças transmitidas por roedores estão associadas a inundações, inclusive a leptospirose, a tularemia e doenças hemorrágicas virais. Outras doenças associadas a roedores e carrapatos, e que mostram associações com variabilidade climática, incluem a borreliose de Lyme, a encefalite transmitida por carrapatos e a síndrome pulmonar do hantavírus.

Muitas doenças diarreicas variam sazonalmente, sugerindo sensibilidade ao clima. Nos trópicos, as doenças diarreicas geralmente atingem seu ápice durante a estação de chuva. Tanto inundações como secas aumentam o risco de doenças diarreicas. As principais causas de diarreia relacionadas com as chuvas fortes e água contaminada são a cólera, criptosporídiase, infecção por E. coli, giardiase, infecção por shigella, febre tifóide e as viroses como a hepatite A.

Temperaturas extremas: ondas de calor e períodos de frio

Temperaturas extremas podem matar. Em muitos países temperados, a taxa de mortes durante o inverno é de 10% a 25% mais altas do que no verão. Em agosto de 2003, uma onda de calor na França causou 14.802 mortes em 20 dias.⁴

Grande parte do excesso de mortes registradas durante períodos de extremos térmicos ocorrem em pessoas com doenças pré-existent, especialmente doenças cardiovasculares e respiratórias. Os muito idosos, os muito novos e os fracos são mais suscetíveis. É difícil estimar o número de mortes durante uma onda de calor, uma vez que algumas mortes ocorrem em pessoas suscetíveis, que teriam morrido no futuro muito próximo.

A mudança climática global será acompanhada de maior frequência, intensidade e duração de ondas de calor, bem como de verões mais quentes e invernos mais amenos.

Em estudos de modelagem baseados em cenários climáticos, a projeção da mortalidade futura está associada à temperatura. Por exemplo, o excesso de mortes ocorridas no verão atribuível à mudança climática, até 2050, deverá aumentar várias vezes, chegando a 500–1000 em Nova York e 100–250 em Detroit, presumindo-se a aclimação da população (fisiológica, infra-estrutural e comportamental)⁵. Sem aclimação, os impactos seriam maiores.

É difícil determinar o impacto de um clima estressante no excesso de mortes associadas ao inverno. Em países temperados, a redução no número de mortes ocorridas no inverno pode superar o aumento no número de mortes ocorridas no verão. No entanto, sem melhores dados, é difícil estimar-se o impacto líquido na mortalidade anual. Além disso, esse impacto irá variar entre populações.

Desastres naturais

É difícil quantificar o impacto total de desastres naturais (secas, inundações, tempestades e incêndios florestais) na saúde, uma vez que as conseqüências secundárias e retardadas são mal informadas. Eventos do El Niño influenciam as taxas anuais de pessoa afetadas por desastres naturais.⁶ Globalmente, os desastres provocados por secas ocorrem especialmente durante o ano posterior à ocorrência do El Niño.

Em termos globais, os impactos dos desastres naturais vêm aumentando. Uma análise realizada pela

companhia de resseguros Munich Re constatou que triplicou o número de catástrofes naturais nos últimos anos, em relação à década de 1960. Isso reflete mais as tendências globais na vulnerabilidade da população do que um aumento na frequência de eventos climáticos extremos. Os países em desenvolvimento estão mal equipados para enfrentar extremos climáticos, mesmo na medida em que a concentração demográfica aumenta em áreas de alto risco, como zonas e cidades costeiras. Assim, o número de pessoas mortas, feridas ou sem-teto em conseqüência de desastres naturais vem aumentando rapidamente.

A Tabela 5.1. mostra os números de eventos, mortes e pessoas afetadas por eventos climáticos e de temperatura extremos nas duas últimas décadas, por região geográfica.

Conclusão

A tendência crescente na ocorrência de desastres naturais se deve,

parcialmente, à má informação e ao aumento da vulnerabilidade das populações, podendo incluir uma contribuição da mudança climática global contínua. Especialmente em países pobres, os impactos das principais doenças transmitidas por vetores e de desastres podem limitar ou até mesmo reverter melhorias no desenvolvimento social. Mesmo em condições favoráveis, a recuperação de grandes desastres pode consumir décadas.

Previsões climáticas de curto alcance podem ajudar a reduzir os impactos na saúde. Mas sistemas de alerta precoces também devem incluir monitoramento e vigilância, ligados a capacidades de resposta adequadas. Focalizar a atenção em eventos extremos atuais pode ajudar os países a desenvolver melhores meios para lidar com os impactos de mais longo prazo da mudança climática global, embora essa capacidade possa por si só declinar, em razão de mudanças climáticas cumulativas. Por

exemplo, o aumento na importação de alimentos pode evitar a fome e doenças durante secas ocasionais, mas países pobres, que sofrem de insegurança alimentar, poderão ser incapazes de arcar com os custos dessas medidas indefinidamente, em resposta à seca gradual ano após ano.

Tabela 5.1. Números de eventos climáticos/de temperatura extremos, pessoas mortas e afetadas, por região do mundo, nas décadas de 1980 e 1990

| | Década de 1980 | | | Década de 1990 | | |
|-------------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| | Eventos | Mortos (milhares) | Afetados (milhões) | Eventos | Mortos (milhares) | Afetados (milhões) |
| África | 243 | 417 | 137,8 | 247 | 10 | 104,3 |
| Leste Europeu | 66 | 2 | 0,1 | 150 | 5 | 12,4 |
| Leste do Mediterrâneo | 94 | 162 | 17,8 | 139 | 14 | 36,1 |
| América Latina e Caribe | 265 | 12 | 54,1 | 298 | 59 | 30,7 |
| Sudeste da Ásia | 242 | 54 | 850,5 | 286 | 458 | 427,4 |
| Pacífico Ocidental | 375 | 36 | 273,1 | 381 | 48 | 1.199,8 |
| Desenvolvidos | 563 | 10 | 2,8 | 577 | 6 | 40,8 |
| Total | 1.848 | 692 | 1.336 | 2.078 | 601 | 1.851 |

6

Mudança do clima e doenças infecciosas

Hoje, em todo o mundo, há um aumento aparente de muitas doenças infecciosas, inclusive algumas de circulação recente (HIV/AIDS, hantavirose, hepatite C, SARS, etc.). Essa situação reflete os impactos combinados de mudanças demográficas, ambientais, sociais e tecnológicas, bem como de outras mudanças em nossos modos de vida. A mudança do clima também afetará a ocorrência de doenças infecciosas.¹

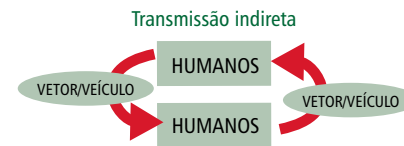
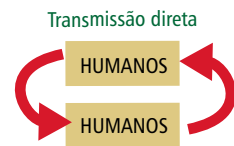
Os humanos sabem, desde antes da descoberta do papel dos agentes infecciosos, no final do século XIX, que as condições climáticas afetam as doenças epidêmicas. Os aristocratas romanos se recolhiam nas montanhas, todos os verões, para evitar a malária. Os asiáticos do sul aprenderam cedo que, no alto verão, alimentos com grande quantidade de curry tinham menos probabilidade de causar diarreia.

Os agentes infecciosos variam muito em tamanho, tipo e modo de transmissão. Há vírus, bactérias, protozoários e parasitas multicelulares. Os micróbios que causam “antropose” adaptaram-se, por meio da evolução, à espécie humana como seus anfitriões principais, exclusivos. Contrariamente, espécies não humanas são reservatórios naturais para aqueles agentes infecciosos que causam “zoonoses” (Fig. 6.1). Há antroposes (tais como TB, HIV/AIDS e sarampo) e zoonoses (ex.: raiva) transmitidas diretamente. Também há antroposes (ex.: malária, dengue, febre amarela) e zoonoses (ex.: peste bubônica e doença de Lyme) transmitidas indiretamente, por vetores.

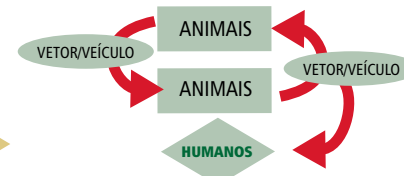
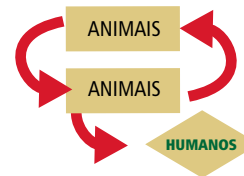
Doenças transmitidas por vetores e pela água. Determinantes importantes de doenças transmitidas por vetores incluem: (i) sobrevivência e reprodução do vetor; (ii) taxa de picada/mordida do vetor; e (iii) taxa de incubação do patógeno no organismo vetor. Vetores, patógenos e anfitriões sobrevivem e reproduzem numa faixa de condições climáticas

Figura 6.1: Quatro principais tipos de ciclo de transmissão para doenças infecciosas (referência 5)

Antropose



Zoonose



ideais: temperatura e precipitação são as mais importantes, embora umidade, elevação do nível do mar e duração da luz do dia também sejam importantes.

A exposição humana a infecções transmitidas pela água ocorre por meio do contato com água potável contaminada, com água de recreação ou por meio de alimentos, podendo resultar de atividades humanas tais como disposição inadequada dos dejetos, ou por meio de eventos climáticos. A chuva pode influenciar o transporte e a disseminação de agentes infecciosos, enquanto a temperatura afeta seu crescimento e sua sobrevivência.

Relações observadas e projetadas entre clima/doenças infecciosas

Há três categorias de pesquisas no que se refere às ligações entre condições climáticas e transmissão de doenças infecciosas. A primeira examina evidências do passado recente de associações entre

variabilidade climática e ocorrência de doenças infecciosas. A segunda analisa os indicadores precoces dos impactos já emergentes de doenças infecciosas associadas a mudanças climáticas de longo prazo. A terceira usa as evidências acima para criar modelos que permitam estimar a carga futura de doenças infecciosas em cenários projetados de mudanças climáticas.

Evidências Históricas

Há muitas evidências de associações entre condições climáticas e doenças infecciosas. A malária é alvo de grande preocupação com a saúde pública, e pode ser a doença transmitida por vetor mais sensível às mudanças climáticas de longo prazo. A malária varia sazonalmente em áreas altamente endêmicas. A ligação entre a malária e eventos climáticos extremos há muito vem sendo estudada na Índia, por exemplo. No início do século passado, a região de Punjab, irrigada pelo rio, sofreu epidemias periódicas de malária. Chuvas de monção excessivas e alta umidade haviam sido identificadas

anteriormente como grandes influências, aumentando a reprodução e sobrevivência do mosquito. Análises recentes mostram que o risco de epidemias de malária aumenta cerca de cinco vezes no ano posterior a um evento de El Niño.²

Impactos antecipados da mudança do clima

Esses impactos incluem evidências de que vários vetores estão modificando sua faixa geográfica, em resposta à mudança climática, além de impactos na saúde de extremos de temperatura e impactos de eventos climáticos e de temperatura extremos (descritos no capítulo 5).

Modelagem

Os principais tipos de modelos

empregados para projetar influências climáticas futuras em doenças infecciosas incluem modelos estatísticos, modelos baseados em processos e modelos baseados em cenários.³ Esses três tipos de modelo abordam questões diferentes. Os modelos estatísticos requerem, primeiramente, a derivação de uma relação estatística (empírica) entre a distribuição geográfica atual da doença e as condições climáticas atuais, específicas da localidade. Isso descreve a influência climática na distribuição real da doença, em vista dos níveis prevalentes de intervenção humana (controle da doença, manejo ambiental, etc.). Aplicando-se, então, essa equação estatística a cenários climáticos futuros, a distribuição real da doença

no futuro é projetada, presumindo-se que os níveis de intervenção humana em qualquer zona climática em particular permanecerão inalterados. Esses modelos foram aplicados aos impactos de mudanças climáticas, a partir de várias doenças transmitidas por vetores, inclusive malária e dengue. Alguns modelos projetaram aumentos na faixa geográfica da malária, particularmente ao longo da margem da distribuição atual; outros modelos sugerem que a faixa geográfica poderia ser reduzida em algumas áreas, porque as temperaturas estarão muito altas ou a precipitação estará muito baixa.

Modelos baseados em processos (matemáticos) usam equações que expressam a relação cientificamente documentada entre variáveis climáticas e parâmetros biológicos, ex.: reprodução, sobrevivência e taxa de picadas/mordidas de vetores, e taxas de incubação de parasitas. Em sua forma mais simples, esses modelos expressam, por meio de um conjunto de equações, como uma determinada configuração de variáveis climáticas afetaria a biologia do vetor e do parasita e, portanto, a transmissão da doença. Esses modelos abordam a pergunta: “Se somente as condições climáticas mudarem, como isso mudaria a transmissão potencial da doença?”. Usando uma “integração horizontal” mais complexa, os efeitos condicionantes das intervenções humanas e dos contextos sociais também podem ser incorporados.

Esse método de modelagem tem sido usado particularmente para a malária e a dengue.⁴ A modelagem

da malária mostra que pequenos aumentos de temperatura poderiam afetar muito o potencial de transmissão. Globalmente, elevações de temperatura de 2–3°C poderiam aumentar o número de pessoas que, em termos climáticos, correm o risco de contrair malária, em cerca de 3–5%, i.e., várias centenas de milhões. Ademais, a duração sazonal da malária poderia aumentar em muitas áreas atualmente endêmicas. Como o clima também age influenciando *habitats*, a modelagem baseada em cenários é útil. Isso implica combinar os modelos baseados no clima acima descritos, com o uso em rápido desenvolvimento de métodos analíticos espaciais, para estudar os efeitos de fatores climáticos e de outros fatores ambientais (ex.: diferentes tipos de vegetação – freqüentemente medidos, na etapa de desenvolvimento do modelo, por sensores terrestres ou remotos). Esse tipo de modelagem tem sido aplicado para estimar como mudanças climáticas futuras induzidas na cobertura terrestre e na água de superfície na África poderiam afetar determinados mosquitos e moscas tsé-tsé e, assim, a malária e a doença do sono africana.

Conclusão

As mudanças nos padrões de transmissão de doenças infecciosas podem ser uma consequência importante da mudança do clima. Precisamos aprender mais sobre as relações causais subjacentes e aplicar essas informações à projeção de impactos futuros, usando modelos mais completos, melhor validados e integrados.

Tabela 6.1: ⁵ Exemplos de como diferentes mudanças ambientais afetam a ocorrência de várias doenças infecciosas em humanos

| Mudanças ambientais | Exemplos de doença | Mecanismo do efeito |
|------------------------------------|----------------------------------|--|
| Represas, canais, irrigação | Esquistossomose | ▲ Habitat do caramujo anfitrião, contato humano |
| | Malária | ▲ Locais de reprodução de mosquitos |
| | Helminíase | ▲ Contato com larvas devido a solo úmido |
| | Oncocercose | ▼ Reprodução da mosca preta ▼ doença |
| Intensificação da agricultura | Malária | Inseticidas agrícolas e resistência ▲ resistência do vetor |
| | Febre hemorrágica venezuelana | ▲ Abundância de roedores, contato |
| Urbanização, assentamentos urbanos | Cólera | ▼ saneamento, higiene; ▲ contaminação da água |
| | Dengue | Latas de coleta de água, ▲ locais de reprodução do mosquito <i>Aedes aegypti</i> |
| | Leishmaniose cutânea | ▲ proximidade, vetores do mosquito pólvora |
| Desmatamento e nova habitação | Malária | ▲ Locais de reprodução e vetores, imigração de pessoas suscetíveis |
| | Febre Oropouche | ▲ contato, reprodução de vetores |
| | Leishmaniose visceral | ▲ Contato com vetores do mosquito pólvora |
| Reflorestamento | Doença de Lyme | ▲ Anfitriões de carrapatos, exposição externa |
| Aquecimento dos oceanos | Maré vermelha | ▲ Algas tóxicas |
| Precipitação elevada | Febre do Vale de Rift | ▲ Poças para reprodução de mosquitos |
| | Síndrome pulmonar por Hantavírus | ▲ Alimento, habitat, abundância de roedores |
| | | ▲ Aumento ▼ Redução |

7

Quantas doenças a mudança do clima causaria?

Para subsidiar políticas, é necessária uma estimativa da magnitude aproximada dos impactos da mudança do clima na saúde. Essa estimativa indicará que impactos em particular têm probabilidade de ser maiores e em que regiões e quanto da carga de doenças atribuíveis ao clima pode ser evitada por meio da redução de emissões, além de orientar estratégias de proteção da saúde.

A carga global de doenças atribuíveis à mudança do clima foi estimada como parte de um projeto abrangente da Organização Mundial da Saúde.¹ Esse projeto buscou quantificar as cargas de doenças atribuíveis a 26 fatores de risco ambientais, ocupacionais, comportamentais e de estilo de vida no ano 2000 e em ocasiões futuras específicas, até 2030.

Carga de doenças e indicadores de resumo de saúde da população

A carga das doenças compreende o volume total de doenças ou mortes prematuras na população. Comparar frações da carga atribuíveis a vários diferentes fatores de risco requer, em primeiro lugar, conhecimento da gravidade/deficiência e duração do déficit de saúde e, em segundo lugar, o uso de unidades padrões de déficit de saúde. O indicador “Anos de Vida Perdidos Ajustados por Incapacidade” (AVAI), amplamente empregado, é a soma de:

- anos de vida perdidos devido à morte prematura (YLL - Years of Life Lost)
- anos de vida vividos com incapacidade (YLD - Years Lived with Disability).

Os YLL levam em conta a idade na morte. Os YDL levam em conta a duração da doença, a idade quando de seu início e uma ponderação para a incapacidade que reflete a gravidade da doença. Para comparar as cargas atribuíveis em razão de fatores de risco discrepantes, precisamos conhecer (i) a carga básica da doença, estando o fator de risco particular

ausente; (ii) o aumento estimado do risco de doença/morte por aumento de unidade na exposição ao fator de risco (o “risco relativo”); e (iii) a distribuição demográfica da exposição atual ou estimada para o futuro. A carga evitável é estimado comparando-se as cargas projetadas em cenários alternativos de exposição.

Cargas de doenças foram estimadas para cinco regiões geográficas (Figura 7.1). A carga de doenças atribuíveis foi estimada para o ano 2000. Para os anos 2010, 2020 e 2030, foram estimados os riscos relativos associados ao clima de cada resultado de saúde em cada cenário de mudança climática relativo à situação caso a mudança climática não ocorresse.³ O cenário de linha de base é 1990 (o último ano do período de 1961 a 1990 – o período de referência adotado pela Organização Meteorológica Mundial e pelo IPCC).

Os cenários futuros de exposição presumem os seguintes níveis projetados de emissão de GEE:

1. Tendências de emissões não mitigadas (aproximando-se do cenário “IS92a” do IPCC).
2. Redução de emissões, alcançando a estabilização em 750 ppm de CO₂ equivalentes em 2210 (s750).
3. Redução mais rápida de emissões, estabilizando em 550 ppm de CO₂ equivalentes em 2170 (s550).

Avaliação de efeitos na saúde

Apenas alguns dos efeitos na saúde associados a mudança do clima são abordados aqui (Tabela.1). Esses efeitos foram selecionados com base: (a) na sensibilidade a variações climáticas; (b) na importância futura projetada; e (c) na disponibilidade/viabilidade de modelos quantitativos globais.

Figura 7.1 Impactos estimados da mudança do clima em 2000, por região

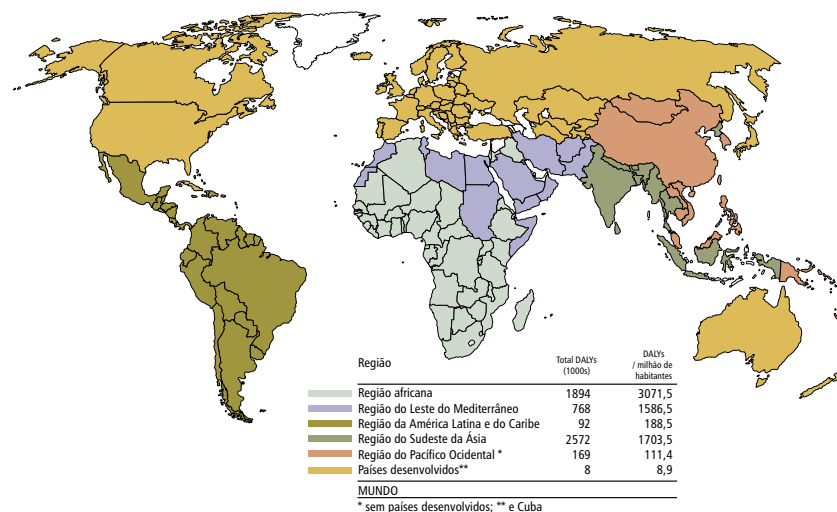


Tabela 7.1. Efeitos na saúde considerados nesta análise

| Tipo de efeito | Efeito | Incidência/ Prevalência |
|--|--|-------------------------|
| Doença transmitidas por alimentos e água | Episódios de diarreia | Incidência |
| Doença transmitida por vetores | Casos de malária | Incidência |
| Desastres naturais* | Ferimentos fatais não intencionais | Incidência |
| Risco de desnutrição | Indisponibilidade da ingestão diária de calorías recomendada | Prevalência |

*Todos os impactos de desastres naturais são atribuídos separadamente a inundações costeiras e inundações/deslizamentos de terra no continente.

Prováveis impactos adicionais que atualmente não são quantificáveis incluem aqueles devidos a:

- mudanças na poluição do ar e nos níveis de aeroalérgenos;
- transmissão alterada de outras doenças infecciosas;
- efeitos na produção de alimentos por meio de influências climáticas em pestes e doenças vegetais;
- seca e fome;
- deslocamento da população devido a desastres naturais, perdas na colheita, escassez de água;
- destruição de infra-estruturas de saúde em decorrência de desastres naturais;
- conflitos envolvendo recursos naturais;
- impactos diretos de calor e frio (morbidade).

Todos os modelos publicados independentemente, que associam a mudança climática a estimativas quantitativas, globais, de impactos na saúde (ou impactos que afetam a saúde – ex.: produção de alimentos) foram revistos. Na ausência de modelos globais, as projeções locais ou regionais foram extrapoladas. Os modelos foram selecionados segundo

sua validade estimada. Interpolação linear foi usada para estimar riscos relativos para anos entre cenários.

Resumo de resultados

A mudança do clima afetará o padrão das mortes por exposição a temperaturas altas ou baixas. No entanto, o efeito na carga real das doenças não pode ser quantificado, uma vez que não sabemos até que ponto as mortes ocorridas durante extremos térmicos envolvem pessoas doentes/fragilizadas que, de qualquer maneira, teriam morrido logo.

Em 2030, o risco estimado de diarreia será até 10% mais alto em algumas regiões do que seria caso a mudança climática não ocorresse. Como poucos estudos caracterizaram essa relação específica exposição-resposta, essas estimativas são incertas.

Os efeitos estimados na desnutrição variam acentuadamente entre regiões. Para 2030, os riscos relativos em caso de emissões não mitigadas, comparados com um cenário sem mudança climática, variam de um aumento significativo na região do Sudeste da Ásia a uma pequena redução no Pacífico Ocidental. No

total, embora as estimativas de mudanças no risco sejam um tanto instáveis devido à variação regional nas chuvas, elas se referem à carga de uma importante doença existente, que envolve grandes números de pessoas.

As mudanças proporcionais estimadas nos números de pessoas mortas ou feridas em inundações costeiras são grandes, embora se refiram a cargas absolutas baixas. Os impactos das inundações continentais deverão aumentar numa proporção semelhante, e geralmente causarão um aumento acentuado maior na carga das doenças. Embora esses aumentos proporcionais sejam semelhantes em regiões desenvolvidas e em desenvolvimento, as taxas básicas são muito mais altas em países em desenvolvimento.

Projetam-se mudanças em várias doenças infecciosas transmitidas por vetores. Isso se aplica particularmente à malária, em regiões que fazem fronteira com regiões atualmente endêmicas. Mudanças menores ocorreriam em áreas atualmente endêmicas. A maioria das regiões temperadas permaneceria inadequada para a transmissão, porque continuam climaticamente impróprias (ex.: a maior parte da Europa), ou porque é provável que as condições socioeconômicas permaneçam inadequadas para uma nova invasão (ex.: sul dos Estados Unidos). As incertezas estão relacionadas ao grau de confiabilidade da extrapolação entre regiões e ao fato de a transmissão potencial se tornar ou não uma transmissão real.

A aplicação desses modelos a cargas atuais sugere que, se nosso entendimento das relações amplas entre clima e doenças for realista, então a mudança do clima já poderá estar afetando a saúde humana e as cargas da saúde aumentarão com a acentuação das mudanças climáticas.

A carga total atual estimada é pequena em relação a outros importantes fatores de risco medidos no mesmo marco. No entanto, contrariamente a muitos outros fatores de risco, a mudança climática e seus riscos associados estão aumentando - em vez de diminuir - no transcorrer do tempo.

8

Redução do ozônio estratosférico, radiação ultravioleta e saúde

Em termos estritos, a redução do ozônio estratosférico não faz parte da “mudança climática global”, que ocorre na troposfera. No entanto, há várias interações recentemente descritas entre destruição do ozônio e aquecimento induzido pelos gases de efeito estufa.

Há cem anos, os cientistas teriam ficado incrédulos diante da idéia de que, no final do século XX, a humanidade estaria afetando a estratosfera. Ainda assim, surpreendentemente, a redução do ozônio estratosférico pelo homem começou recentemente – após oito mil gerações de Homo sapiens.

O ozônio estratosférico absorve muito da radiação solar ultravioleta (UVR), especialmente os UVR biologicamente mais prejudiciais, com comprimentos de onda mais curtos. Sabemos que vários produtos químicos halogenados industriais, tais como os clorofluorcarbonetos (CFCs), usados em refrigeração, isolamento e aerossóis) e metilbrometo, embora inertes em temperaturas ambientes na superfície da terra, reagem com o ozônio na estratosfera polar extremamente gelada. Essa destruição do ozônio ocorre especialmente no final do inverno e início da primavera.

Durante as décadas de 1980 e 1990, nas latitudes médias do norte (como a Europa, por exemplo), a concentração média de ozônio durante o ano diminuiu cerca de 4% a cada década: sobre as regiões sul da Austrália, Nova Zelândia, Argentina e África do Sul, o número chegou próximo a 6–7%. Estimar as mudanças resultantes na radiação ultravioleta real no nível do solo continua a ser uma tarefa tecnicamente complexa. No entanto, as exposições em latitudes médias do norte, por exemplo, poderão chegar ao ápice por volta de 2030, com um aumento estimado de 10% na radiação ultravioleta efetiva em relação aos níveis da década de 1980.¹

Em meados da década de 1980, os governos reconheceram o perigo emergente representado pela destruição do ozônio. O Protocolo de Montreal de 1987 foi adotado, amplamente ratificado, iniciando-se a eliminação gradual dos principais gases responsáveis pela destruição do ozônio. O protocolo se tornou mais rígido na década de 1990. Os cientistas prevêem uma recuperação lenta, mas quase completa, do ozônio estratosférico em meados do século XXI.

Principais tipos de impactos na saúde

A faixa de impactos certos ou possíveis na saúde resultantes da destruição do ozônio estratosférico é apresentada na Tabela 8.1, com uma avaliação resumida das evidências que implicam o UVR em sua causa.

Muitos estudos epidemiológicos implicaram a radiação solar como uma das causas do câncer de pele (melanoma e outros tipos) em humanos de pele clara.² Avaliações recentes do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente projetam aumentos na incidência de câncer de pele e na gravidade de queimaduras de sol, devido à destruição do ozônio estratosférico³ durante pelo menos a primeira metade do século XXI (e sujeita a mudanças em comportamentos individuais).

Os grupos mais vulneráveis ao câncer de pele são os caucasianos brancos, especialmente aqueles de origem celta, que vivem em áreas de altos UVR ambiente. Ademais,

mudanças comportamentais baseadas na cultura levaram a uma exposição maior aos UVR, por meio de banhos de sol e bronzeamento de pele. O aumento acentuado da incidência de câncer de pele no transcorrer das décadas reflete, predominantemente, a combinação da procedência, das migrações posteriores, de vulnerabilidade geográfica e comportamentos modernos.

Tabela 8.1 Resumo dos possíveis efeitos da radiação solar ultravioleta na saúde humana

Efeitos na pele

- Melanoma maligno
- Câncer de pele não melanocítico – carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular
- Queimadura de sol
- Danos crônicos do sol
- Fotodermatose

Efeitos nos olhos

- Fotoceratite e fotoconjuntivite agudas
- Ceratopatia climática em gota
- Pterígio
- Câncer da córnea e da conjuntiva
- Opacidade das lentes (catarata) – cortical, subcapsular posterior
- Melanoma uveal
- Retinopatia solar aguda
- Degeneração macular

Efeitos na imunidade e infecções

- Supressão da imunidade mediada pela célula
- Maior suscetibilidade a infecções
- Prejuízo da imunização profilática
- Ativação de infecção por vírus latente

Outros efeitos

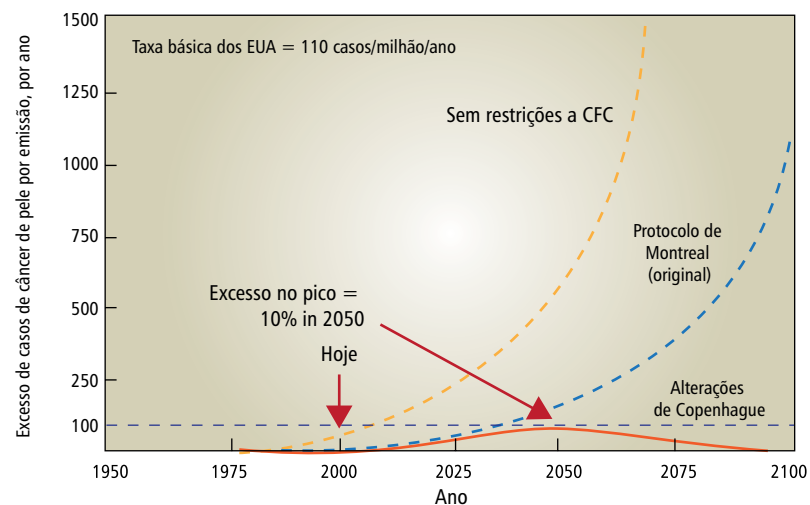
- Produção cutânea de vitamina D:
 - prevenção de raquitismo, osteomalácia e osteoporose
 - possível benefício para hipertensão, doenças coronarianas isquêmicas e tuberculose
 - possível redução do risco de esquizofrenia, câncer de mama e câncer de próstata
 - possível prevenção da diabetes Tipo 1
- Bem-estar geral alterado
 - ciclos de sono/vigília
 - distúrbios afetivos sazonais
 - humor

Efeitos indiretos

- Efeitos no clima, na oferta de alimentos, nos vetores de doenças infecciosas, na poluição do ar, etc.

Os cientistas esperam que o efeito combinado da destruição recente do ozônio estratosférico e sua continuidade nas próximas 1–2 décadas (por meio do acúmulo de exposição adicional aos UVB), resulte em um aumento da incidência de câncer de pele em populações de pele clara que vivem em latitudes médias a altas.³ A modelagem do estudo de níveis futuros de ozônio e exposições a UVR estimou que, como consequência, uma população “européia” que vive cerca de 45 graus ao norte sofrerá, até 2050, um aumento de cerca de 5% na incidência total de câncer de pele (presumindo-se, conservadoramente, que não haverá mudanças na distribuição etária). A estimativa equivalente para a população dos EUA é de um aumento de 10% na incidência de câncer de pele até por volta de 2050.

Figura 8.1. Estimativas da destruição do ozônio e da incidência de câncer de pele para avaliação das realizações do Protocolo de Montreal. (Fonte: Adaptado da referência 6)



Estudos de laboratório demonstram que a exposição aos UVR, em particular os UVB, causa a opacificação das lentes em várias espécies de mamíferos. As evidências epidemiológicas do papel dos UVR na opacidade das lentes humanas são controversas. A catarata é mais comum em alguns (mas nem todos os) países com altos níveis de UVR.

Em humanos e animais de laboratório, a exposição aos UVR, inclusive na faixa ambiental do meio em que se vive, causa imunossupressão tanto localizada como do corpo todo.⁴ A imunossupressão induzida pelos UVR poderia influenciar não apenas padrões de doenças infecciosas, como também a ocorrência de várias doenças auto-imunes e, menos certamente, a eficácia das vacinas.⁵

Finalmente, há uma dimensão ecológica, mais ampla, a ser considerada. A radiação ultravioleta prejudica a química molecular da fotossíntese tanto na terra (plantas terrestres) como no mar (fitoplâncton), o que poderia afetar a produção mundial de alimentos, pelo menos marginalmente e, assim, contribuir para problemas nutricionais e de saúde em populações que sofrem de insegurança alimentar. No entanto, até agora há pouca informação sobre essa via de impacto menos direta.

Conclusão

Incentivar que se evite totalmente o sol (com base no conceito de radiação solar como exposição “tóxica”) é uma resposta simplista para os perigos da exposição crescente aos UVR no nível do solo, devido à destruição

do ozônio estratosférico, e deve ser evitada. Quaisquer mensagens de saúde pública preocupada com a exposição pessoal aos UVR devem considerar não somente benefícios, mas também efeitos adversos. No entanto, devemos estar alertas para o aumento potencial de alguns riscos específicos para a saúde, representados pela redução do ozônio estratosférico.

9 Avaliações nacionais dos impactos da mudança climática na saúde

Estimativas, ainda que aproximadas, dos impactos potenciais da mudança climática na saúde são um insumo essencial para as discussões de políticas sobre a redução de gases de efeito estufa e a adaptação social à mudança climática.

As sociedades precisam agir apesar das inevitáveis incertezas. De fato, os governos nacionais têm a responsabilidade, conforme a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (1992), de realizar avaliações formais do risco causado pela mudança climática global à saúde de sua população.

A avaliação de impacto na saúde (AIS) foi definida como “uma combinação de procedimentos, métodos e ferramentas através dos quais se possibilita julgar os efeitos potenciais que uma política, projeto ou programa poderiam ter na saúde da população, e a distribuição desses efeitos na população”.¹ Apesar dos recentes avanços nos métodos de avaliação de impacto na saúde, falta ainda integrá-la de maneira mais satisfatória na corrente de formulação de políticas. Além disso, as avaliações de impacto geralmente abrangem os efeitos na saúde ao longo dos próximos 10 a 20 anos (por exemplo, devido às atuais taxas de fumantes, níveis de obesidade, ou envelhecimento da população), e não o período de 50 a 100 anos, que é mais adequado para projeções de mudança climática. Assim, é preciso realizar avaliações de impacto baseadas em cenários que incorporem, e comuniquem um nível mais alto de incerteza. Os passos da avaliação de impacto e adaptação da mudança climática estão demonstrados na figura 9.1.²

Vários tipos de avaliações nacionais de impacto na saúde já foram realizados. Uma avaliação básica identifica os tipos, mas não muito a magnitude, dos potenciais impactos. Em contraste, algumas avaliações abrangentes, bem fundamentadas e bem apoiadas, são também realizadas. Por exemplo, na avaliação dos Estados Unidos, publicada em 2000, a saúde da população foi um dos cinco setores-alvo incluídos nas 16 avaliações regionais detalhadas e na avaliação geral. A avaliação realizada nos Estados Unidos envolveu a participação das partes interessadas e amplas consultas e revisão por pares.³ Outros detalhes comparativos de duas avaliações nacionais são mostradas no quadro.

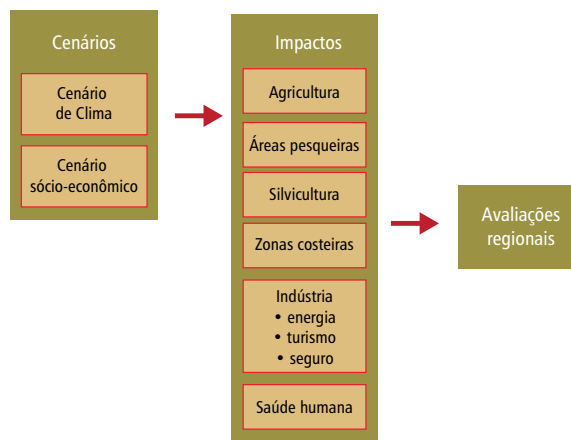
Vários países, incluindo os Estados Unidos, o Canadá, o Reino Unido e Portugal, realizaram abrangentes impactos multi-setoriais. Avaliações em países em desenvolvimento foram realizadas apenas sob os auspícios de iniciativas de capacitação financiadas por doadores. (Outras avaliações

subnacionais ou locais de potenciais impactos na saúde podem ter sido realizadas em relação à mudança climática, mas, caso haja, tais estudos estão na “literatura cinza”, e não estão disponíveis em grande escala.) Os resultados listados referem-se aos prováveis impactos na saúde reportados para aquele país específico. O nível de incerteza que acompanha essas estimativas em geral não é descrito. Doenças transmitidas por vetores, em particular a malária, foram amplamente estudadas. Outros impactos, como desastres climáticos, foram menos contemplados.

Várias conclusões podem ser tiradas dessas experiências:

- As avaliações devem ser conduzidas em conformidade com as prioridades da região ou do país para determinar quais impactos na saúde devam ser considerados. Nenhum conjunto único de diretrizes cobre todas as situações de saúde e institucionais.
- O HIA é uma ferramenta de políticas, portanto o próprio processo de realizar avaliações, e em particular a participação das partes interessadas, é muito importante
- As avaliações devem definir uma agenda para pesquisas futuras. Quase todas as avaliações realizadas até hoje identificaram lacunas nas pesquisas, e frequentemente especificam perguntas detalhadas para pesquisas.
- As avaliações devem estar vinculadas a atividades de acompanhamento, como monitoramento e relatórios atualizados.

Figura 9.1 Passos na avaliação do impacto da mudança climática e adaptação



Quadro: Comparação das Avaliações: Reino Unido e Fiji

A avaliação do Reino Unido concentrou-se em produzir levantamentos quantitativos para os seguintes resultados de saúde⁴, referente a três períodos de tempo e quatro cenários climáticos:

- Óbitos relacionados ao calor e ao frio e internações hospitalares
- Casos de intoxicação alimentar
- Mudanças na distribuição de malária *Plasmodium falciparum* (global) e encefalite transmitida por carrapatos (Europa) e na transmissão sazonal de malária *P. vivax* (Reino Unido)
- Casos de câncer de pele causados pela destruição do ozônio estratosférico.

Reconheceu-se o alto grau de incerteza envolvido nessas estimativas. As principais conclusões do relatório foram os impactos na saúde devido aos aumentos de enchentes fluviais e costeiras e fortes vendavais de inverno. Esse relatório também claramente contemplou o equilíbrio entre os potenciais benefícios e impactos adversos da mudança climática: a queda potencial no número de óbitos no inverno em razão de invernos mais amenos é muito maior do que o potencial aumento nos óbitos relacionados ao calor. Prevê-se também que a mudança climática venha a reduzir doenças e mortes relacionadas à poluição do ar, exceto aquelas associadas com o ozônio troposférico, que se formará mais rapidamente em temperaturas mais elevadas.

A avaliação de Fiji aborda os impactos na saúde no contexto dos atuais serviços de saúde. Os principais enfoques de Fiji foram a dengue (epidemia recente em 1998), a doença diarreica e as doenças relacionadas à nutrição. Fiji está livre da malária e não há registro de nenhuma população do mosquito vetor anofelino apesar do clima propício. Assim, o risco de que a malária e outras doenças transmitidas por mosquitos sejam introduzidas e se instalem em razão da mudança climática foi considerado muito baixo. A Filariose, uma doença importante transmitida por vetor nas ilhas Fiji, deve aumentar com o aumento da temperatura. A distribuição do vetor (*Aedes polynesiensis*) também pode ser afetada pelo aumento do nível do mar, pois se reproduz em água salobra. O modelo de transmissão da dengue foi incorporado no modelo de impactos climáticos desenvolvido para as Ilhas Pacíficas (PACCLIM). O modelo indica que a mudança climática pode ampliar a temporada de transmissão e sua distribuição geográfica nas Ilhas Fiji. A doença diarreica também pode aumentar em Fiji em razão do aumento da temperatura e da alteração nos padrões pluviométricos. Não foram apresentadas evidências de associação entre enchentes ou forte precipitação e casos de diarreia. A seca de 1997/1998 (associada com o El Niño) teve impactos generalizados na saúde, inclusive na doença diarreica, conforme mostram os dados constantes do monitoramento e de relatórios atualizados, como também subnutrição e deficiência de micro-nutrientes em crianças e bebês.⁵

O desenvolvimento de diretrizes formais para a avaliação nacional dos impactos na saúde poderá aperfeiçoar os métodos utilizados, promover uma padronização e facilitar o desenvolvimento de indicadores relevantes. A Health Canadá preparou um marco inicial⁶ propondo a definição de três fases distintas para a atividade de avaliação:

1. Definição do escopo: identificar o problema da mudança climática (preocupações de grupos vulneráveis) e seu contexto, descrever a situação atual (impactos na saúde e riscos) e identificar parceiros-chave e questões para avaliação.
2. Avaliação: estimativas dos impactos futuros e capacidade de adaptação, e avaliação de planos de adaptação, políticas e programas.
3. Gerenciamento de riscos: ações para minimizar os impactos na saúde, incluindo avaliações de acompanhamento.

Esse tipo de avaliação de impacto na saúde, em relação às mudanças climático-ambientais de grande escala, requer diretrizes que estejam de acordo com o marco principal de HIA da OMS e outras agências internacionais. Isso ajudaria a levar a discussão de políticas sobre mudança climática para além do domínio do impacto ambiental, para incluir áreas de impactos sociais e de saúde pública.

Atualmente, na maioria dos países, a diferenciação de setores e o contexto de políticas associado nem facilita nem promove a colaboração intersetorial. Dentro do setor de saúde, os recursos são alocados principalmente em relação a como lidar com problemas existentes, levando em conta em certa medida o impacto relativo da doença. Um grande problema de muitas avaliações de impacto da mudança climática na saúde tem sido o tratamento superficial da capacidade de adaptação da população e as opções de políticas. Estratégias para melhorar a adaptação da população devem promover medidas que sejam não apenas apropriadas para as atuais condições, mas que também possam melhorar a identificação e a capacidade de responder a futuras tensões e perigos inesperados. A restauração e a melhoria da infraestrutura geral da saúde pública irão reduzir a vulnerabilidade da população aos impactos da mudança climática. No longo prazo, e mais importante, são necessárias mudanças nas condições de vida sociais e materiais e a redução de desigualdades dentro e entre populações para se conseguir uma redução sustentada da vulnerabilidade à mudança ambiental global.

10

Monitorando os efeitos da mudança climática na saúde

Tanto a detecção quanto a mensuração dos efeitos da mudança climática na saúde são necessárias como base para apoiar as políticas internacionais para proteger a saúde pública, incluindo a redução de gases de efeito estufa.

É preciso ter bons dados para produzir uma boa base. O clima varia naturalmente, e também em resposta às influências humanas. Por sua vez, o clima é apenas um dos elementos determinantes da saúde da população. Portanto, existem desafios na avaliação dos impactos da mudança climática na saúde. Além disso, o processo de mudança climática só é detectável ao longo de décadas e, da mesma forma, os impactos resultantes na saúde surgem lentamente. Monitoramento é a “realização e análise de mensurações rotineiras com o objetivo de detectar mudanças no ambiente ou saúde das populações.”¹ Em muitas pesquisas de saúde pública, é possível medir mudanças relativas a um impacto específico na saúde e atribuir essa tendência a mudanças em um fator de risco com atuação direta sobre ele. Entretanto, o monitoramento dos impactos da mudança climática na saúde é mais complexo. Existem três questões-chave:

(i) Distinguir a “mudança climática” aparente da real.

O clima está sempre oscilando naturalmente, e muitos índices de saúde mostram flutuações sazonais e interanuais. A demonstração de tal relação não fornece nenhuma evidência direta da ocorrência de uma mudança climática per se – e, de fato, apenas confirma que essas doenças têm uma dependência sazonal ou climática. Um grande número de óbitos relacionados ao calor extremo em um verão particularmente quente, ou mesmo em uma sucessão de

verões quentes, indica o potencial de aumento de mortalidade relacionado à mudança climática, mas não prova que a mortalidade tenha de fato aumentado como resultado da mudança climática. Para isso, seria necessário obter evidências da mudança nas condições climáticas de ‘linha base’ – i.e. que a seqüência de verões quentes foi excepcional e em decorrência da mudança climática, e não por uma variação aleatória.

(ii) Atribuição

Visto que o clima é uma de muitas influências na saúde, não se pode diretamente atribuir uma mudança observada na saúde da população a uma mudança associada ao clima. Primeiramente, deve ser considerada a influência de mudanças coincidentes nos fatores ambientais, sociais ou comportamentais.

(iii) Modificação no efeito

Ao longo do tempo, com a mudança no clima, outras mudanças podem também ocorrer que alteram a vulnerabilidade da população às influências meteorológicas. Por exemplo, a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, incluindo enchentes e temporais, irá depender de onde e como as moradias residenciais estão construídas, de quais medidas de proteção contra enchentes são introduzidas, e da mudança no uso da terra. Um monitoramento efetivo deve incluir medidas paralelas, relativas a dados populacionais e ambientais, para permitir o estudo de potenciais influências das modificações.

Princípios Gerais

Os critérios principais para selecionar doenças e contextos para o monitoramento devem incluir os seguintes:

- Evidência de sensibilidade climática – a ser demonstrado pelos efeitos na saúde observados a partir da variação climática temporal ou geográfica, ou pela evidência de efeitos climáticos nos componentes do processo de transmissão da doença em campo ou laboratório.
- Carga significativa para a saúde pública – o monitoramento deve ser direcionado preferencialmente para ameaças significativas à saúde pública. Essas podem ser doenças com alta prevalência e/ou gravidade corrente, ou consideradas prováveis de se tornar prevalentes em condições de mudança climática.
- Praticidade – considerações logísticas são importantes, dado que o monitoramento requer um registro de longo prazo de índices relacionados à saúde e outros parâmetros ambientais que seja confiável e consistente. Os locais de monitoramento devem ser escolhidos onde há mais probabilidade de haver mudança e onde houver capacidade adequada para obter mensurações confiáveis.

Requisitos de Dados e Fontes

Os dados necessários para monitorar os efeitos climáticos na saúde incluem:

- Variáveis climáticas;
- Marcadores da saúde populacional; e
- Outros fatores explicativos não climáticos (Tabela 10.1)

A escolha de variáveis não climáticas irá depender da doença específica, mas as principais categorias de fatores de modificação que geram confusão são os seguintes:

- Estrutura etária da população
- Taxas subjacentes de doença, especialmente doenças cardiovasculares e respiratórias e doença diarreica
- Nível de desenvolvimento sócio-econômico
- Condições ambientais, por exemplo, uso da terra, qualidade do ar, condições de moradia
- Qualidade do atendimento de saúde
- Medidas específicas de controle, por exemplo, programas de controle de vetores

Categorias Específicas de Impactos na Saúde: Necessidade de Dados, Oportunidades

Para monitorar os efeitos na saúde das temperaturas extremas, muitos países têm disponíveis os dados de séries de longa duração confiáveis em relação à temperatura e mortalidade/morbidade. Um importante enfoque de dados de pesquisa seria a avaliação de como a relação entre temperatura e mortalidade/morbidez é modificada por fatores individuais, sociais e ambientais. Os bancos de dados existentes (por exemplo, Emergency Events database- EM - DAT) para eventos climáticos extremos também pode ser um recurso-chave. Para maximizar sua utilidade, é preciso ter registros completos e consistentes de eventos climáticos extremos,

abarcando uma ampla área geográfica, juntamente com a definição padronizada de eventos e métodos de atribuição. Os dados atuais de monitoramento só conseguem oferecer uma quantificação ampla da relação entre o clima e a maioria das doenças transmitidas por vetores. A avaliação da contribuição do clima para tendências de longo prazo requer dados vinculados a fatores como uso da terra, abundância de hospedeiros e medidas de intervenção. Uma compreensão mais clara das relações deve resultar de dados seriais de alta qualidade sobre vetores em um número limitado de locais dentro ou nas margens de áreas endêmicas. Dados de locais ao longo de cortes transversais especificados poderiam indicar mudanças na distribuição

de vetores (incluindo altitude). As comparações geográficas baseadas em dados de sensoramento remoto podem oferecer percepções adicionais dessas tendências de doenças.

Conclusão

Com todas as formas de monitoramento, a interpretação das evidências será fortalecida por procedimentos de padronização, treinamento, e garantia e controle de qualidade. Series de longa duração das mudanças na saúde das populações em relação a relações extremas (i.e. sensíveis) entre clima e doença serão as mais informativas. Esse monitoramento se torna mais eficaz por meio da colaboração internacional e a integração com as redes de vigilância existentes.

Tabela 10.1 Dados necessários para monitorar os impactos do clima na saúde

| | Principais resultados de saúde | Quais populações/ locais a serem monitorados | Fontes e métodos para aquisição de dados de saúde | Dados meteorológicos | Outras variáveis |
|--|---|--|--|---|---|
| Temperaturas Extremas | Mortalidade diária; internações hospitalares; atendimento em clínicas/salas de emergência | Populações urbanas, especialmente em países em desenvolvimento. | Registros de óbito nacional e locais (por exemplo, dados específicos por cidade) | Temperaturas diárias (min/max ou médias) e umidade | Fatores de confusão: influenza e outras infecções respiratórias; poluição do ar Fatores de modificação: condições de moradia, (por exemplo, ar condicionado em casa ou no local de trabalho), disponibilidade de fornecimento de água. |
| Eventos climáticos extremos (enchentes, ventos fortes, secas) | Mortes atribuídas; internações em hospitais; dados de vigilância de doenças infecciosas; (saúde mental); situação nutricional | Todas as regiões | Uso de registros de óbito regionais; registros locais de saúde pública | Dados de evento meteorológico: extensão, momento de ocorrência, gravidade | Interrupção/ contaminação de fornecimento de alimentos e água; interrupção de transporte. Deslocamento da população. Os parâmetros acima terão um impacto indireto na saúde. |
| Doenças transmitidas por alimentos e água | Óbito e morbidade relevantes de doenças infecciosas | Todas as regiões | Registros de óbitos; notificações nacionais e regionais | Temperatura semanal/diária; Precipitação para doenças transmitidas pela água. | Tendências de longo prazo dominadas por interações hospedeiro-agente (por exemplo, S enteritidis no frango) cujos efeitos são difíceis de quantificar. Os indicadores podem ser baseados na avaliação de padrões sazonais. |
| Doenças transmitidas por vetores | População de vetores; notificações de doenças; distribuições temporais e geográficas | Margens de distribuição geográfica (por exemplo, mudanças com latitude, altitude) e temporalidade em áreas endêmicas | Pesquisas de campo locais; dados de monitoramento de rotina (disponibilidade variável) | Temperatura semanal/diária, umidade e precipitação | Uso da terra; configurações de superfície de água doce. |

11 Adaptação e capacidade de adaptação, para diminuir os impactos na saúde

Ainda que haja uma redução de gases de efeito estufa no futuro próximo, o clima da Terra continuará a mudar.

Portanto, é preciso ter estratégias de adaptação para diminuir a carga das doenças, os danos, as incapacidades, e os óbitos.

O IPCC definiu os seguintes dois termos intimamente relacionados:¹

Adaptação: Ajuste nos sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados, ou seus efeitos, que restringe os danos ou explora as oportunidades benéficas.

Capacidade de adaptação: A capacidade de um sistema de adaptar-se à mudança climática (incluindo variabilidade climática e extremos) de forma a restringir potenciais danos, aproveitar as oportunidades ou lidar com as conseqüências.

A medida em que a saúde humana é afetada depende de: (i) a exposição da população à mudança climática

e suas conseqüências ambientais, (ii) a sensibilidade da população à exposição e (iii) a capacidade dos sistemas e populações afetados de se adaptar (Figura 11.1). Portanto, precisamos entender como são tomadas as decisões sobre adaptação, incluindo os papéis de indivíduos, comunidades, nações, instituições e do setor privado.

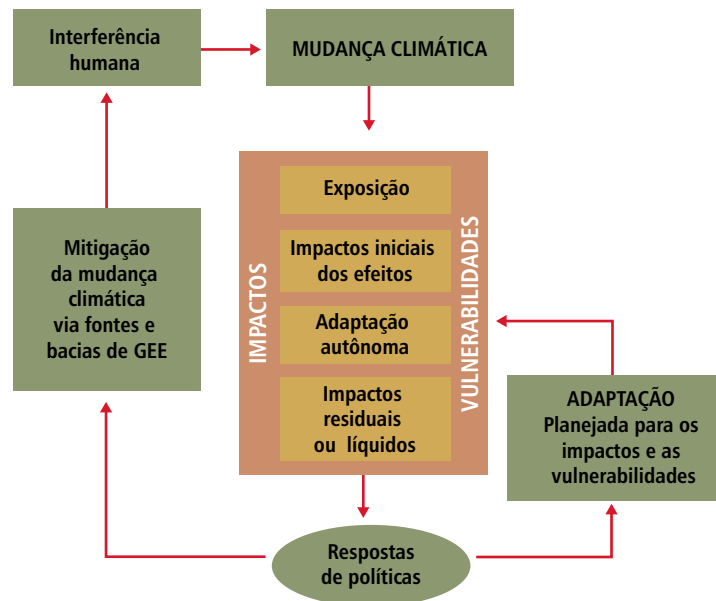
Adaptação e prevenção. Muitas medidas de adaptação têm benefícios além daqueles associados à mudança climática. A reconstrução e a manutenção da infra-estrutura de saúde pública são freqüentemente vistas como a estratégia de adaptação “mais importante, melhor em termos de custo-benefício e urgentemente necessária”.¹ Isso inclui treinamento

em saúde pública, sistemas de vigilância e resposta a emergências mais efetivos, e programas sustentáveis de prevenção e controle. Eventos climáticos extremos podem ter impactos muito diferentes em razão de diferenças na capacidade da população alvo de lidar com a situação. Por exemplo, estima-se que os ciclones em Bangladesh em 1970 e 1991 causaram 300.000 e 139.000 mortes, respectivamente.² Em contraste, o Furacão Katrina atingiu os Estados Unidos em 2005, causando mais de 1.450 mortes em Louisiana.³ Estratégias de adaptação relacionadas ao clima devem, portanto ser consideradas em relação a características mais amplas – tais como crescimento populacional, pobreza, saneamento, assistência de saúde, nutrição e degradação ambiental – que influenciam a vulnerabilidade da população e sua capacidade de adaptação.

As adaptações que aumentam a capacidade da população de lidar com a situação podem proteger contra a variabilidade climática atual bem como contra futuras mudanças climáticas. Tais adaptações “sem arrependimentos” podem ser especialmente importantes para países menos desenvolvidos com pouca capacidade de lidar com a situação.

Capacidade de adaptação
A capacidade de adaptação refere-se tanto a características reais como potenciais. Assim, engloba tanto a capacidade atual de lidar com a situação e as estratégias que aumentam essa capacidade de no futuro. Por

Figura 11.1 Relação entre a vulnerabilidade e impactos (incluindo tanto riscos e oportunidades) e as principais opções de resposta da sociedade – i.e., redução de gases de efeito estufa e adaptação (Fonte: referência 1).



exemplo, o acesso à água limpa faz parte da atual capacidade dos países em desenvolvimento – mas representa uma potencial capacidade de adaptação em muitas áreas de países menos desenvolvidos. Sistemas altamente gerenciados, como recursos agrícolas e hídricos em países desenvolvidos são considerados mais adaptáveis do que ecossistemas naturais ou menos gerenciados. Infelizmente, alguns componentes dos sistemas de saúde pública freqüentemente relaxam quando uma determinada ameaça à saúde diminui. Por exemplo, o risco de doenças infecciosas parecia estar retrocedendo a 30 anos por causa dos avanços de antibióticos, vacinas e pesticidas. Hoje, porém, há um ressurgimento generalizado de doenças infecciosas – e é preciso reforçar medidas de saúde pública importantes. Os principais determinantes da capacidade de adaptação de uma comunidade são: riqueza econômica, informação e habilidades, infra-estrutura, instituições, e patrimônio. A capacidade de adaptação também é uma função do estado atual de saúde da população e da carga de doenças já existentes.

Recursos econômicos

Nações ricas têm melhores condições de adaptação pois têm recursos econômicos para investir e contrabalançar os custos da adaptação. Em geral, a pobreza aumenta a vulnerabilidade – e nós vivemos em um mundo em que aproximadamente um quinto da população mundial vive com menos de US\$1 por dia.

Tecnologia

Acesso à tecnologia em setores e ambientes-chave (e.g., agricultura, recursos hídricos, atendimento à saúde, projeto urbanístico) é um elemento determinante importante da capacidade de adaptação. Muitas estratégias de adaptação para proteção da saúde envolvem tecnologia – e uma parte está bem estabelecida, outra parte é nova e está ainda sendo disseminada, e outra parte ainda está sendo desenvolvida para melhorar a capacidade de lidar com a mudança climática. Os riscos para a saúde de adaptações tecnológicas propostas devem ser avaliados previamente. Por exemplo, o aumento do uso do ar condicionado seria uma proteção contra o stress resultante do calor, mas poderia aumentar as emissões dos gases de efeito estufa e outros poluentes do ar. “Defesas” costeiras mal desenhadas podem aumentar a vulnerabilidade a maremotos, pois oferecem falsa segurança e promovem assentamentos costeiros em baixa elevação.

Informação e habilidades

Em geral, países com mais “capital humano” ou conhecimento têm maior capacidade de adaptação.¹ O analfabetismo aumenta a vulnerabilidade de uma população a muitos problemas.⁴ Os sistemas de saúde utilizam muita mão de obra e requerem equipes qualificadas e com experiência, incluindo com treinamento na operação, controle de qualidade e manutenção da infra-estrutura de saúde pública.⁵

Infra-estrutura

A infra-estrutura especificamente desenhada para reduzir a vulnerabilidade em relação à variabilidade climática (por exemplo, estruturas de controle de enchentes, ar condicionado, e isolamento em prédios) aumenta a capacidade de adaptação. Mas a infra-estrutura (especialmente a imóvel) pode ser adversamente afetada pelo clima, especialmente em eventos extremos como enchentes e furacões.

Instituições

Países com estruturas institucionais fracas têm menos capacidade de adaptação do que países com instituições bem estabelecidas.¹ Por exemplo, as deficiências institucionais e gerenciais contribuem para a vulnerabilidade de Bangladesh à mudança climática. A colaboração entre os setores público e privado pode aumentar a capacidade de adaptação. Por exemplo, a Medicines for Malaria Venture – uma iniciativa conjunta público-privado para desenvolver novas drogas para combater a malária – está desenvolvendo novos produtos para uso em países em desenvolvimento.

Equidade

A capacidade de adaptação deve aumentar quando o acesso a recursos dentro de uma comunidade, nação ou no mundo esteja distribuído de forma equitativa.⁶ As populações com poucos recursos marginais carecem de recursos de adaptação. Embora o acesso universal a serviços de qualidade seja fundamental para

a saúde pública, muitas populações ainda carecem de acesso à assistência de saúde. No geral, o mundo em desenvolvimento, com 10 por cento dos recursos de saúde do mundo, recebe 90 por cento da carga de doenças.⁵

Estado de Saúde e Carga de Doenças Pré-existent

O bem-estar da população é um importante ingrediente e determinante da capacidade de adaptação. Já se obteve grande progresso na saúde pública, mas 170 milhões de crianças em países pobres estão abaixo do peso, das quais mais de três milhões morrem a cada ano. Muitos países enfrentam a dupla carga do aumento de doenças não-comunicáveis, e a contínua prevalência de doenças infecciosas.

Conclusões

Será necessário implementar estratégias de adaptação direcionadas para proteger a saúde pública quer ou não sejam adotadas ações para mitigar a mudança climática. A capacitação é um passo preparatório essencial. A adaptação à mudança climática irá exigir mais do que recursos financeiros, tecnologia e infra-estrutura em saúde pública. Educação, conscientização e a criação de marcos legais, instituições e um ambiente que possibilite que as pessoas tomem decisões bem informadas sustentáveis de longo prazo são todos elementos necessários.

12

Da ciência à política: desenvolvendo respostas para as mudanças climáticas

As escolhas políticas são orientadas por diversos princípios, que incluem considerações de equidade, eficiência e viabilidade política. As considerações éticas comuns na saúde pública podem também se aplicar: o respeito pela autonomia, a não-maleficência (não fazer mal) e justiça e beneficência (fazer o bem).

Para tomar decisões informadas sobre mudanças climáticas, os formuladores de políticas precisarão de informações oportunas e úteis sobre as possíveis conseqüências da mudança climática, as percepções das pessoas em relação a essas conseqüências, opções disponíveis de adaptação, e os benefícios resultantes da diminuição da taxa da mudança climática.¹ O desafio para os pesquisadores é fornecer essas informações.

Após receber os dados da comunidade de avaliação de impacto, os formuladores de políticas devem integrar essas informações em um portfólio mais amplo de políticas. Opções de resposta incluem ações para reduzir os gases de efeito estufa para diminuir a taxa de mudança climática; medidas para promover adaptação à mudança climática para aumentar a resistência da sociedade às mudanças já ocorridas e às que virão; atividades para conscientizar o público sobre a questão da mudança climática; investimentos em sistemas de monitoramento e vigilância; e investimentos em pesquisa para reduzir incertezas relevantes para políticas-chave.

A mudança climática, porém, não deve ser considerada isoladamente de outros problemas ambientais globais. Adicionalmente, os formuladores de políticas geralmente lidam com múltiplos objetivos sociais (por exemplo, eliminação da pobreza, promoção de crescimento econômico, proteção de recursos culturais), ao mesmo tempo em que as vontades

concorrentes das partes interessadas impactam a alocação de recursos escassos. A mudança climática deve, portanto, ser vista como parte de um desafio maior de desenvolvimento sustentável.

Usando as informações fornecidas pela comunidade de pesquisa, os gestores de risco devem tomar decisões apesar da existência de incertezas científicas. Avaliações focadas em políticas analisam as melhores informações científicas e sócio-econômicas para responder a questões levantadas pelos gestores de risco. Eles caracterizam e, se possível, quantificam as incertezas científicas na medida do possível, e explicam as implicações potenciais das incertezas nos resultados de interesse para os tomadores de decisões. Em última instância, cabe à sociedade decidir se um risco percebido justifica uma ação. Mas a incerteza científica, por si só, não é excusa para o adiamento ou a inércia.

Critérios para a tomada de decisão

Existem muitos critérios diferentes para a tomada de decisões sobre políticas de mudança climática. Duas abordagens à tomada de decisões que geralmente são discutidas são o “princípio da precaução” e a análise de “custo-benefício”.

O princípio da precaução é um princípio de gestão de risco aplicado quando há um risco potencialmente grave, mas também há um grau significativo de incerteza científica.²

O princípio da precaução permite que alguns riscos sejam considerados inaceitáveis pois embora não tenham uma alta probabilidade de ocorrer, em razão das conseqüências, caso ocorram, podem ser graves ou irreversíveis. Esse princípio foi destacado na Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 como o Princípio 15, determinando: “Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

Outra abordagem amplamente utilizada é o critério de “custo-benefício”, que pesa os benefícios esperados e custos de uma ação proposta. Surgem questões sobre como devem ser medidos os benefícios e custos, e como estes devem ser comparados entre diferentes sociedades. O critério de custo-benefício enfatiza o uso eficiente de recursos escassos – mas não lida com a questão da equidade. Também não lida bem com as conseqüências que são deslocadas para o futuro, e, portanto, por convenção acadêmica, geralmente são descontadas. A mudança climática tem o potencial de gerar resultados catastróficos no futuro distante, mas seu “valor presente” seria pequeno se descontado. Apesar dessas incertezas, a análise de custo-benefício não deve ser descartada. Isso apenas privaria os tomadores de decisão de um conjunto de informações para seu discernimento.

Opções de resposta

A redução de gases de efeito estufa é um mecanismo para desacelerar, ou talvez até interromper, o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera. A diminuição da taxa de aquecimento pode gerar benefícios importantes na forma de redução dos impactos na saúde humana e outros sistemas; mas a inércia do sistema climático significa que haverá um atraso temporal significativo entre a redução da emissão de gases e a desaceleração da taxa de aquecimento. A adaptação (discutida no capítulo 11) é outra opção importante de resposta. Essas ações aumentam a resistência de sistemas vulneráveis, assim reduzindo potenciais danos causados pela mudança climática e variabilidade climática. A comunicação de informações sobre mudança climática, seus potenciais impactos na saúde, e estratégias de resposta, é, por si só, uma resposta de políticas públicas à mudança climática. Igualmente o são o desenvolvimento e a implementação de sistemas de monitoramento e vigilância, bem como investimentos em pesquisa. Os sistemas de monitoramento e vigilância são parte integral e essencial para o fornecimento das informações necessárias para apoiar as decisões por parte das autoridades de saúde pública.

Construindo a ponte entre a ciência e a política: avaliações focadas em políticas

Avaliações focadas em políticas são um processo que pode ajudar os administradores de recursos e outros tomadores de decisões a enfrentar o desafio de montar um portfólio efetivo

de políticas. É um processo pelo qual as melhores informações científicas disponíveis podem ser traduzidas em termos que fazem sentido para os formuladores de políticas. A avaliação focada em políticas é mais do que apenas uma síntese de informações científicas ou uma avaliação do estado da ciência. Mais propriamente, envolve uma análise das informações de diferentes disciplinas – incluindo as ciências sociais e econômicas – para responder a questões específicas que são levantadas pelas partes interessadas. Inclui também uma análise de opções de adaptação para melhorar a capacidade da sociedade de responder efetivamente a riscos e oportunidades à medida que estes surjam. A formulação de boas políticas requer uma compreensão da variabilidade que existe na vulnerabilidade entre subgrupos populacionais, e das razões para essa variabilidade. Na avaliação das opções de adaptação, é preciso levar em consideração diferentes fatores relacionados com o desenho e a implementação de estratégias. Isso inclui o fato de que (1) a adequação e eficácia das opções de adaptação variam por região e entre grupos demográficos; (2) a adaptação tem um custo, (3) existem algumas estratégias que reduziram os riscos causados pela mudança climática, independentemente da percepção dos efeitos da mudança climática; (4) a natureza sistêmica dos impactos climáticos complica o desenvolvimento de políticas de adaptação; e (5) a mal-adaptação pode resultar em efeitos negativos tão sérios quanto os efeitos climáticos que se buscou evitar. Para complicar

ainda mais o processo de avaliação está o fato de que existem incertezas científicas e sócio-econômicas significativas relacionadas com a mudança climática e suas potenciais consequências para a saúde humana. Existem incertezas sobre a potencial magnitude, momento e efeitos da mudança climática; a sensibilidade de determinados resultados na saúde de atuais condições climáticas (i.e., de temperatura, clima e mudanças induzidas pelo clima em ecossistemas); o futuro estado de saúde de populações potencialmente afetadas (na ausência de mudança climática); a eficácia de diferentes cursos de ação para contemplar adequadamente os impactos potenciais; e o formato da futura sociedade (e.g., mudanças nos fatores sócio-econômicos e tecnológicos). Um desafio para os avaliadores é caracterizar as incertezas e explicar suas implicações no que se refere às questões de interesse para os tomadores de decisão e as partes interessadas. Se a incerteza não é contemplada diretamente como parte da análise, as avaliações de impactos na saúde podem produzir resultados que induzem ao erro e possivelmente contribuir para decisões mal-informadas.

Conscientização pública: comunicando os resultados da avaliação

As partes interessadas devem estar engajadas em todo o processo de avaliação. Uma estratégia de comunicação deve garantir acesso à informação, apresentação da informação de maneira que possa ser utilizada, e orientação sobre como

usar a informação. A comunicação de risco é um processo complexo, multidisciplinar e em evolução. Muitas vezes a informação tem que ser adequada às necessidades específicas dos gestores de risco em áreas geográficas e grupos demográficos específicos. Isso requer uma forte interação entre os provedores da informação e aqueles que precisam da informação para tomar decisões.

Conclusão

Alguns argumentaram que a existência de incertezas científicas impede que os formuladores de políticas ajam hoje para prevenir a mudança climática. Isso não é verdade. De fato, os formuladores de políticas, gestores de recursos e outras partes interessadas, apesar da existência de incertezas, tomam decisões a cada dia. Os resultados dessas decisões podem ser afetados pela mudança climática. Ou as decisões podem excluir futuras oportunidades de adaptação à mudança climática. Portanto, seria vantajoso que os tomadores de decisões tivessem informações sobre os prováveis impactos da mudança climática. Uma decisão informada é sempre melhor do que uma decisão não informada. É preciso ter cuidado em relação à linha divisória entre avaliação e formação de políticas. O objetivo de avaliações focadas em políticas é informar os tomadores de decisão, e não fazer recomendações de políticas específicas.

13

Conclusões e Recomendações para ação

A sustentabilidade é, em essência, a manutenção dos sistemas ecológicos e de outros sistemas biofísicos que sustentam a vida na Terra. Se esses sistemas se deterioram, o bem-estar e a saúde da população humana serão prejudicados. A tecnologia pode ajudar a ganhar tempo, mas a contabilidade final da natureza não pode ser evadida. Precisamos viver dentro dos limites da Terra. O estado da saúde da população humana é, portanto, uma consideração essencial na transição para a sustentabilidade.¹

A mudança climática, como todas as mudanças ambientais de grande escala induzidas pelo homem, gera riscos para os ecossistemas, suas funções de suporte à vida e, portanto, para a saúde humana (Figura 13.1)^{2,3}. A OMS, a OMM e a UNEP colaboram em questões relacionadas à mudança climática e saúde, incluindo capacitação, troca de informações e promoção de pesquisas.

Recomendações

- O *Quarto Relatório de Avaliação do IPCC* projetou que, se continuarmos a mudar a composição atmosférica, a temperatura média da superfície da terra subirá de 1,8 a 4,0°C (melhor estimativa) neste século, em relação a 1980-1999, juntamente

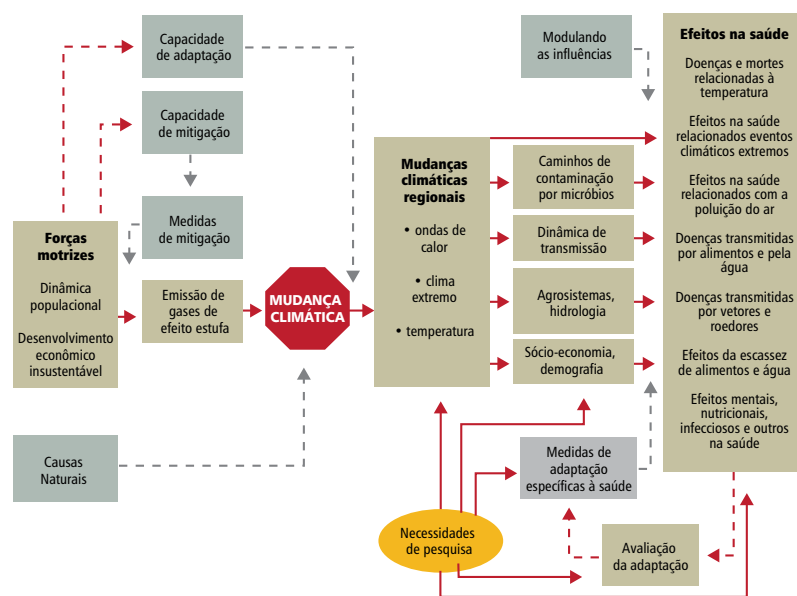
com mudanças na precipitação e outras variáveis climáticas. As necessidades de pesquisa incluem o desenvolvimento de abordagens para analisar temperatura e clima em relação à saúde humana; a determinação de conjuntos de dados de longo prazo para responder a questões-chave; e uma melhor compreensão de como incorporar os resultados de modelos gerais de circulação de mudança climática nos estudos de saúde humana.

- *Alcançar um consenso na ciência.* Há cada vez mais evidências de que a saúde humana é e será crescentemente afetada de muitas e diversas formas. Ainda é limitado o conhecimento em várias áreas, como por exemplo sobre

a contribuição da variabilidade climática no curto prazo para a incidência de doenças; sobre o desenvolvimento de sistemas de aviso precoce para prever surtos de doenças e eventos climáticos extremos; e sobre a compreensão de como os eventos extremos recorrentes podem enfraquecer a capacidade de adaptação.

- *Desafios para os cientistas.* A mudança climática traz alguns desafios especiais, incluindo a complexidade do processo causal, as incertezas inevitáveis, e o deslocamento temporal de impactos antecipados no futuro. Alguns tópicos-chave de pesquisa a serem contemplados incluem a identificação dos efeitos atuais da mudança climática na saúde humana; a obtenção de melhores estimativas dos impactos futuros; e uma melhor expressão das incertezas associadas aos estudos de mudança climática e saúde.
- *Eventos climáticos extremos.* O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC projetou mudanças nos eventos climáticos extremos que incluem mais dias quentes e ondas de calor, com maior intensidade; eventos de precipitação mais intensos; maior risco de seca; aumento nos ventos e ciclones tropicais (em algumas áreas); intensificação das secas e enchentes com eventos do El Niño; e maior variabilidade nas monções do verão asiático. As lacunas na pesquisa a serem contempladas incluem a realização de mais modelagens das relações entre eventos extremos e impactos na saúde; uma melhor compreensão dos fatos que afetam

Figura 13.1. Mudança climática e saúde: o percurso, a partir das forças motrizes, passando pela exposição aos potenciais impactos na saúde. As setas abaixo do item 'necessidades de pesquisa' representam os dados necessários para o setor de saúde. (Modificado da referência 4)



a vulnerabilidade a extremos climáticos; e uma avaliação da eficácia da adaptação em diferentes contextos.

- **Doenças infecciosas.** As doenças infecciosas, especialmente as transmitidas por insetos vetores ou pela água são sensíveis às condições climáticas. É necessário ter dados de incidência de doenças para fornecer uma linha de base para estudos epidemiológicos. A falta de conhecimento preciso sobre as atuais taxas de incidência de doenças dificulta saber se a incidência está mudando como resultado das condições climáticas. As equipes de pesquisa devem ser internacionais e interdisciplinares, incluindo epidemiologistas, climatologistas e ecologistas, para assimilar a diversidade de informações desses campos respectivos.
- **A carga da doença.** O conjunto de evidências empíricas relacionando as tendências climáticas com alterações nos resultados de saúde ainda é pequeno. Isso impede a realização de uma estimativa da amplitude, período de tempo e magnitude dos prováveis futuros impactos das mudanças ambientais globais na saúde. Ainda assim, fez-se uma tentativa inicial, dentro do marco do projeto Carga Global de Doença da OMS (2000). Analisando apenas os resultados na saúde que foram bem estudados, estima-se que a mudança climática ocorrida desde o período da linha de base climática de 1961-1990 causou 150.000 mortes e 5.5 milhões de DALYs no ano 2000.⁵

- **Redução do ozônio estratosférico, mudança climática e saúde.** A destruição do ozônio estratosférico é essencialmente um processo diferente da mudança climática. Entretanto, o aquecimento-efeito estufa é afetado por muitos dos processos químicos e físicos envolvidos na destruição do ozônio estratosférico.⁶ Também, em razão de mudanças no clima (além de campanhas de informação e educação pública), os padrões de comportamento, individual e da comunidade, no que se refere à exposição ao sol, irão mudar – o que irá devidamente afetar as doses de radiação ultravioleta.
- **Avaliações nacionais.** Vários países desenvolvidos e em desenvolvimento realizaram avaliações nacionais dos impactos potenciais da mudança climática na saúde, incluindo referência a áreas e populações vulneráveis. É preciso padronizar os procedimentos de avaliação do impacto na saúde e estão sendo desenvolvidos ferramentas e métodos. É preciso ter informações mais precisas sobre o clima na esfera local, particularmente sobre a variabilidade e os extremos climáticos.
- **Monitoramento dos impactos da mudança climática na saúde humana.** A mudança climática deve afetar doenças que também são influenciadas por outros fatores. O monitoramento para avaliar os impactos da mudança climática na saúde, portanto, exige a coleta de dados combinada com outros métodos analíticos capazes de quantificar a porção atribuível ao clima de tais doenças. Os sistemas

de monitoramento e vigilância em muitos países, atualmente, não são capazes de fornecer dados úteis sobre doenças sensíveis ao clima. Países menos desenvolvidos precisam aprimorar seus sistemas existentes de forma a satisfazer as necessidades atuais.

- **Adaptação à mudança climática.** Visto que a mudança climática já está ocorrendo, precisamos de políticas de adaptação para complementar as políticas de mitigação. A implementação eficiente de estratégias de adaptação pode reduzir, de maneira significativa, os impactos adversos da mudança climática na saúde. As populações humanas variam em termos de suscetibilidade, dependendo de fatores como densidade populacional, desenvolvimento econômico, condições ambientais locais, o estado pré-existente de saúde e a disponibilidade de assistência à saúde. As medidas de adaptação, em geral, produzirem benefícios de curto prazo e futuros, pela redução dos impactos da variabilidade climática atual. As medidas de adaptação podem ser integradas a outras estratégias de saúde.
- **Respostas: Da ciência à política.** A magnitude e a natureza da mudança climática global exigem uma compreensão e resposta abrangentes a toda a comunidade, orientadas por políticas informadas por bom aconselhamento científico. Uma avaliação bem sucedida focada em políticas em relação aos potenciais impactos da mudança climática na saúde deve incluir::

- i) uma equipe de avaliação multidisciplinar;
- ii) respostas a questões levantadas por todas as partes interessadas;
- iii) avaliação de opções de adaptação de gestão de risco;
- iv) identificação e priorização de lacunas-chave de pesquisa;
- v) caracterização de incertezas e suas implicações na tomada de decisões;
- vi) ferramentas que apoiem os processos de tomada de decisões.

Conclusão

Os acordos internacionais sobre questões ambientais globais, como a mudança climática, devem considerar os princípios de desenvolvimento sustentável que foram propostos na Agenda 21 e na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC). Estes incluem o “princípio da precaução”, o princípio de “custos e responsabilidade” (o custo da poluição ou dano ambiental deve ser arcado pelos responsáveis), e “equidade” – tanto dentro e entre países como ao longo do tempo (entre gerações).

A adesão a esses princípios ajudaria a prevenir futuras ameaças ambientais globais e reduzir as existentes. Com a mudança climática já em andamento, é preciso avaliar as vulnerabilidades e identificar as opções de intervenção e adaptação.⁷ O planejamento prévio das ações de saúde pode reduzir futuros impactos adversos na saúde. A solução ótima, porém, envolve governos, sociedade e indivíduos, e requer mudanças de comportamento, tecnologias e práticas para possibilitar a transição para a sustentabilidade.

Glossário

adaptação: ajuste no sistema natural ou humano a um ambiente novo ou em processo de mudança. A adaptação à mudança climática refere-se ao ajuste na resposta a estímulos climáticos reais ou esperados ou a seus efeitos, o que modera danos ou explora as oportunidades benéficas. Podem-se distinguir vários tipos de adaptação, incluindo a adaptação preventiva e a adaptação reativa, a adaptação pública e privada, e a adaptação autônoma e planejada.

emissões antropogênicas: emissão de gases de efeito estufa e aerossóis associados com atividades humanas. Esses incluem a queima de combustível fóssil para obtenção de energia, o desmatamento e mudanças no uso da terra que resultam no aumento líquido das emissões.

atmosfera: a camada gasosa que rodeia a Terra. A atmosfera seca consiste quase inteiramente de nitrogênio e oxigênio, junto com vários gases traço, como argônio, hélio e os gases de efeito estufa radiativamente ativos, como dióxido de carbono e ozônio. A atmosfera contém, ainda, vapor de água, nuvens, e aerossóis.

biosfera: a parte do sistema terrestre que engloba todos os ecossistemas e organismos vivos na atmosfera, sobre a terra (biosfera terrestre) ou nos oceanos (biosfera marinha), incluindo a matéria orgânica morta derivada, como restos, matéria orgânica do solo e detritos oceânicos.

dióxido de carbono (CO₂): um gás de ocorrência natural bem como um produto derivado da queimada de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra e outros processos industriais. É o principal gás de efeito estufa que afeta o equilíbrio radiativo da Terra e o gás de referência contra o qual os outros gases de efeito estufa são medidos.

clorofluorcarbonos (CFCs): gases de efeito estufa que são utilizados

em refrigeradores, ar condicionados, empacotamento, isolamento, solventes ou propulsores aerossóis. Todos estão cobertos pelo Protocolo de Montreal de 1987. Por não serem destruídos na camada inferior da atmosfera, os CFCs sobem para a camada superior da atmosfera onde, dadas as condições adequadas, destroem o ozônio. Esses gases estão sendo substituídos por outros componentes, incluindo os hidroclorofluorcarbonos, cobertos pelo Protocolo de Kyoto.

clima: geralmente definido como a média da temperatura ou mais estritamente como a descrição estatística em termos da média e variabilidade de quantidades relevantes ao longo de um período de tempo, que varia de meses a milhares ou milhões de anos. O período clássico é de 30 anos, conforme definido pela OMM. Essas quantidades relevantes são mais frequentemente variáveis de superfície, como temperatura, precipitação e vento.

mudança climática: refere-se a uma variação estatisticamente significativa, ou no estado médio do clima ou em sua variabilidade, que persiste por um período longo (em geral por décadas ou mais). A mudança climática pode ser resultado de processos internos naturais ou forças externas, ou de mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera. A CQNUMC define a mudança climática como 'uma mudança no clima que seja atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que existe além da variabilidade natural do clima, observada ao longo de períodos de tempo comparáveis. Ver também variabilidade climática.

variabilidade climática: variações no estado médio e em outras estatísticas (e.g. desvios-padrão, a ocorrência de eventos extremos etc) do clima em

todas as escalas temporais e espaciais, além daquelas de eventos climáticos individuais. A variabilidade pode ser resultado de processos internos dentro do sistema climático ou de variações nas forças naturais ou antropogênicas externas.

Anos de Vida Perdidos Ajustados pela Incapacidade (DALY): um indicador da expectativa de vida, que reúne mortalidade e morbidade em uma medida resumida da saúde da população, para refletir o número de anos de vida perdidos em condição de saúde inferior à ótima. É uma medida de saúde desenvolvida para calcular a carga global de doença, que também é usada pela OMS, pelo Banco Mundial e por outras organizações para comparar os resultados de diferentes intervenções.

Oscilação Sul-El Niño: O El Niño, em seu sentido original, é uma corrente de água quente que periodicamente corre ao longo da costa do Equador e do Peru. Esse evento é associado com uma flutuação dos padrões na pressão de superfície intertrópica e na circulação dos Oceanos Índico e Pacífico, chamada Oscilação Sul. Esse fenômeno atmosférico-oceânico conjunto é conhecido coletivamente como Oscilação Sul-El Niño ou ENSO. Durante o evento El Niño, os ventos alísios perdem força e a corrente equatorial contrária ganha força, causando, portanto que as águas quentes da superfície na área da Indonésia corram para o leste e se encontrem com as águas frias da corrente peruana. Esse evento tem grande impacto no vento, na temperatura de superfície do mar, e nos padrões de precipitação no Pacífico tropical, e gera efeitos climáticos em toda a região do Pacífico e em muitas outras partes do mundo. O oposto do evento El Niño chama-se La Niña.

efeito estufa: os gases de efeito estufa

absorvem a radiação infravermelho emitida pela superfície da Terra, e pela própria atmosfera devido aos mesmos gases e pelas nuvens. A radiação atmosférica é emitida para todos os lados, inclusive para baixo na superfície da Terra. Assim, os gases de efeito estufa prendem calor dentro do sistema superfície-troposfera. Isso é chamado de 'efeito estufa natural'. A radiação atmosférica é intensamente acoplada à temperatura no nível em que é emitida. Um aumento na concentração de gases de efeito estufa gera uma opacidade de infravermelho aumentada da atmosfera, gerando portanto uma radiação efetiva no espaço de uma altitude mais alta a uma temperatura mais baixa. Isso causa um forçamento radiativo, um desequilíbrio que só pode ser compensado por um aumento na temperatura do sistema superfície-troposfera. Esse é um 'efeito estufa aumentado'.

gases de efeito estufa (GEEs): Os gases na atmosfera que absorvem e emitem radiação em determinados comprimentos de onda dentro do espectro da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, atmosfera e nuvens.

vapor de água: dióxido de carbono, óxido nítrico, metano e ozônio são os principais gases de efeito estufa na atmosfera. Além desses, existem diversos gases produzidos inteiramente por humanos na atmosfera, tais como os halocarbonos e outros contemplados nos Protocolos de Montreal e de Kyoto.

impactos: conseqüências da mudança climática nos sistemas naturais e na saúde humana. Dependendo da consideração de adaptação, podemos distinguir entre os potenciais impactos e impactos residuais: - **potenciais impactos** são todos os impactos que podem ocorrer, dada uma mudança climática projetada,

sem consideração de qualquer adaptação.

- **impactos residuais** são os impactos de mudanças climáticas que podem ocorrer após a adaptação.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC): um grupo de especialistas criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Tem o papel de avaliar as informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para a compreensão do risco de mudanças climáticas induzidas pelo homem, baseado principalmente em literatura técnico-científica publicada e revisada por pares. O IPCC tem três Grupos de Trabalho e uma Força Tarefa.

monitoramento: desempenho e análise de medições rotineiras com o objetivo de detectar mudanças no meio ambiente ou estado de saúde das populações. Não deve ser confundido com vigilância, embora algumas técnicas de vigilância possam ser usadas no monitoramento.

morbidade: taxa de ocorrência de doenças ou outra disfunção de saúde em uma população, levando em conta as taxas de morbidade específicas à idade. Os resultados de saúde incluem: incidência e prevalência de doenças crônicas, taxas de internação hospitalar, consultas de atendimento primário à saúde e Anos de Vida Ajustados pela Incapacidade (DALYs).

mortalidade: taxa de ocorrência de morte em uma população dentro de um período de tempo especificado.

ozônio: forma do elemento oxigênio com três átomos em lugar dos dois que caracterizam as moléculas de oxigênio normais. O ozônio é um importante gás de efeito estufa. A estratosfera contém 90% de todo o ozônio presente na atmosfera que

absorve a radiação ultravioleta nociva. Em altas concentrações, o ozônio pode ser danoso a uma ampla gama de organismos vivos. A destruição do ozônio estratosférico, devido a reações químicas que podem ser aumentadas pela mudança climática, resulta em um aumento do fluxo de radiação ultravioleta-B ao nível do solo.

cenários: uma descrição plausível e geralmente simplificada de como o futuro pode evoluir com base em um conjunto de premissas coerentes e internamente consistentes sobre as principais forças motrizes e relações. Os cenários não são nem previsões nem projeções e podem às vezes estar baseados em uma trama narrativa.

sensibilidade: grau em que um sistema é afetado por mudanças relacionadas ao clima, seja de maneira adversa ou benéfica. O efeito pode ser direto (e.g. uma mudança na produção agrícola em resposta à mudança na temperatura) ou indireto (e.g. danos causados por aumentos na frequência de enchentes costeiras).

destruição do ozônio estratosférico: a redução na quantidade de ozônio contida na estratosfera devido à liberação de gases de efeito estufa como resultado de atividade humana.

camada de ozônio estratosférico: a estratosfera contém uma camada onde a concentração de ozônio é a maior, a chamada camada de ozônio. Essa camada se estende por cerca de 12 a 40 km. Essa camada está sendo destruída pelas emissões humanas de compostos clorados e bromados. A cada ano, durante a primavera do hemisfério sul, ocorre uma destruição muito forte da camada de ozônio em toda a região da Antártica, causada pelos compostos clorados e bromados fabricados pelo homem em combinação com as condições meteorológicas dessa região. Esse fenômeno é chamado de buraco na camada de ozônio.

vigilância: análise, interpretação e feedback contínuos de dados sistematicamente coletados para a detecção de tendências na ocorrência ou transmissão de uma doença, baseados em métodos práticos e padronizados de notificação ou registro. As fontes de dados podem ser relacionadas diretamente às doenças ou a fatores que influenciam as doenças.

radiação ultravioleta (UVR): radiação solar dentro de um determinado comprimento de onda, dependendo do tipo de radiação (A, B ou C). O ozônio tem forte absorção na UV-C (< 280nm) e a radiação solar nesses comprimentos de onda não alcança a superfície terrestre. À medida que aumenta o comprimento da onda na faixa UV-B (280nm a 315nm) a absorção de ozônio fica mais fraca, até que não seja detectável em aproximadamente 340nm. As frações de energia solar acima da atmosfera nas faixas de UV-B e UV-A são de aproximadamente 1.5% e 7% respectivamente.

Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC): convenção assinada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992. Os governos que se tornaram Partes à Convenção concordaram em estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que pudesse prevenir uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático.

vulnerabilidade: o grau de suscetibilidade ou incapacidade de um sistema de lidar com os efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade climática e extremos. A vulnerabilidade é uma função do caráter, da magnitude e da taxa de variação climática a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação.

Referências

Capítulo 1

- 1 Climate Change 2007: Fourth Assessment Report. Cambridge University Press 2007.
- 2 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume I). Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- 3 Fagan, B. Floods, Famines and Emperors. El Niño and the Fate of Civilisations. New York: Basic Books, 1999.
- 4 WHO. World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. WHO, Geneva, 2002.

Capítulo 2

- 1 Albritton DL, Meiro-Filho LG. Technical Summary. In: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY.
- 2 US Environmental Protection Agency. Greenhouse effects schematic (2001).
- 3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2007: Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- 4 Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume I). Cambridge University Press 2001.

Capítulo 3

- 1 IPCC. Synthesis Report, Third Assessment Report. Cambridge University Press, 2001.
- 2 IPCC. Technical Summary Working Group II, Fourth Assessment Report. Cambridge University Press, 2007.
- 3 Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. Environmental Health Perspectives, 108(4): 367-76 (2000).

- 4 Watson, R.T. et al. (eds.) The Regional Impacts of Climate Change. An assessment of vulnerability: A Special Report of IPCC Working Group II. pp 517 Cambridge, U.K: Cambridge University Press (1998).
- 5 Gubler, D.J. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Clinical Microbiology Review 11: 480-96 (1998).
- 6 Woodward AJ, et al. Protecting human health in a changing world: the role of social and economic development Bulletin of the World Health Organization. 78: 1148-1155 (2000).

Capítulo 4

- 1 Walther, G. et al. Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395 (2002).
- 2 Lindgren, E. & Gustafson, R. Tick-borne encephalitis in Sweden and climate change. Lancet 358(9275): 16-87 (2001).
- 3 Pascual M et al., Cholera dynamics and El Niño Southern Oscillation. Science 289: 1766-69 (2000).

Capítulo 5

- 1 IPCC. Climate Change 2001, vol 1. Cambridge University Press (2001).
- 2 Bouma MJ, van der Kaay HJ. Epidemic Malaria in India's Thar Desert. Lancet 373: 132-133 (1995).
- 3 Hales S, et al. Dengue Fever Epidemics in the South Pacific Region: Driven by El Niño Southern Oscillation? Lancet 348: 1664-1665 (1996).
- 4 Hémon D, Jouglé E. Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Rapport d'étape 1/3. INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), Paris.
- 5 Kalkstein, L.S. & Greene, J.S. An Evaluation of Climate/Mortality Relationships in Large US Cities and the Possible Impacts of Climate Change. Env.Hlth.Pers. 105(1): 84-93 (1997).
- 6 Bouma MJ, et al. Global Assessment of El Niño's Disaster Burden. Lancet 350: 1435-1438 (1997).

Capítulo 6

- 1 Patz, J.A., et al., Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. Int J Parasitol, 30(12-13): p. 1395-405 (2000).
- 2 Bouma, M. and H. van der Kaay, The El Niño Southern Oscillation and the historic malaria epidemics on the Indian subcontinent and Sri Lanka: an early warning system for future epidemics? Tropical Medicine and International Health, 1(1): p. 86-96. (1996)
- 3 Martens WJM, Rotmans J, Rothman DS In: Martens WJM, McMichael AJ (eds). Environmental Change, Climate and Health: Issues and Research Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, pp. 197-225.
- 4 Hales, S., et al., Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. Lancet, 360: p. 830-834 (2002).
- 5 Wilson, M.L., Ecology and infectious disease, in Ecosystem Change and Public Health: A Global Perspective, J.L. Aron and J.A. Patz, Editors. 2001, Johns Hopkins University Press: Baltimore. p. 283-324.

Capítulo 7

- 1 WHO. The World Health Report 2002. Geneva: WHO, 2002.
- 2 Murray, C.J.L. Quantifying the Burden of Disease - the Technical Basis for Disability-Adjusted Life Years. Bulletin of the World Health Organization. 72(3): 429-445 (1994)
- 3 McMichael, A.J. et al. Climate Change. In: Comparative quantification of Health Risks. Geneva: World Health Organization, 2003. (in press).

Capítulo 8

- 1 Environmental effects of ozone depletion: 1998 assessment. Nairobi, Kenya, United Nations Environment Program, 1998. Also: Kelfkens, G. et al. Ozone layer-climate change interactions. Influence on UV levels and UV related effects. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. Report no.: 410 200 112.
- 2 IARC. Solar and Ultraviolet Radiation. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic

Risks to Humans. Vol 55. Lyon, France, International Agency for Research on Cancer, 1992

³ Madronich S, de Grujil FR. Skin cancer and UV radiation. *Nature*, 366 (6450): 23 (1993).

⁴ Ponsonby A-L, McMichael AJ, van der Mei I. Ultraviolet radiation and autoimmune disease: insights from epidemiological research. *Toxicology*; 181-182: 71-78 (2002).

⁵ Temorshuizen F, et al. Influence of season on antibody response to high dose recombinant Hepatitis B vaccine: effect of exposure to solar UVR? *Hepatology*, 32 (4): 1657 (2000).

⁶ Slaper H, et al. Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements. *Nature* 384 (6606): 256-8 (1996).

Capítulo 9

¹ WHO. Health impact assessment as a tool for intersectoral health policy. WHO European Centre for Environment and Health/European Centre for Health Policy, 1999

² Parry, M.L. & Carter, T. Climate impact and adaptation assessment. London, UK, EarthScan, 1998.

³ Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the US National Assessment. *Environ Health Perspect* 108: 367-376 (2000).

⁴ Dept of Health (UK) Health Effects of Climate Change in the UK. London: DoH 2002

⁵ OCHA. UNDAC Mission Report Fiji Drought. UN Office for Co-ordination of Humanitarian Affairs, 1998.

⁶ Health Canada. National Health Impact and Adaptation Assessment Framework and Tools. Ottawa: Climate Change and Health Office, Health Canada, 2002.

Capítulo 10

¹ Last, J. A dictionary of epidemiology. 2nd edition. New York: Oxford University Press, 1988.

Capítulo 11

¹ IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

² NOAA. NOAA releases century's top weather, water, and climate events. 1999. <http://www.noaanews.noaa.gov/stories/s334b.htm>.

³ Louisiana Department of Health and Hospitals. <http://www.dhh.louisiana.gov/offices/page.asp?ID=192&Detail=5248>. Assessed 30 December 2007.

⁴ UNDP. 2000 Human Development Report 2000: Human rights and human development. United Nations Development Program. Oxford University Press, New York, NY, USA

⁵ WHO. 2000. World Health Report 2000: Health systems: Improving Performance. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

⁶ Rayner, S. & Malone, E.L. Climate change, poverty and intragenerational equity: the national level. In: Climate change and its linkages with development, equity and sustainability. Proceedings of the IPCC Expert Meeting held in Colombo, Sri Lanka, 27-29 April, 1999. Munasinghe, M. & Swart, R. eds. Colombo, Sri Lanka, LIFE; Bilthoven, The Netherlands, RIVM; and Washington D.C., USA, World Bank, pp. 215-242, 1999.

Capítulo 12

¹ Scheraga, Joel D., and Anne E. Grambsch, "Risks, opportunities, and adaptation to climate change," *Climate Research*, Vol. 10, 1998, 85-95.

² Tamburlini, G., and K. L. Ebi, "Searching for evidence, dealing with uncertainties, and promoting participatory risk-management," in *Children's health and environment: A review of evidence*, Tamburlini G., O.S. von Ehrenstein, R. Bertollini, editors. A Joint Report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe, EEA, Copenhagen, 2002, 199-206

Capítulo 13

¹ McMichael AJ et al. The Sustainability Transition: A new challenge (Editorial). *Bull WHO*, 78: 1067 (2000).

² R. Watson, et al. Protecting Our Planet Securing Our Future: Linkages Among Global Environmental Issues and Human Needs. UNEP, NASA, World Bank, 1998.

³ McMichael, A.J. Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures. *Lancet*, 359: 1145-48 (2002).

⁴ Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. *Environ Health Perspect*, 108(4): 367-76 (2000).

⁵ World Health Organization. World Health Report, 2002.

⁶ WMO/UNEP. Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002.

⁷ Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report (Volume I)* Cambridge University Press 2007

Agradecimentos

Versão revisada: Kristie Ebi

Coordenador do Projeto: Carlos F. Corvalán. Editor: Anthony J. McMichael.

Baseado no livro “Climate Change and Human Health – Risks and Responses” (A.J. McMichael, et al, Eds. OMS, Genebra 2003). Com contribuições de: M. Ahern, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; C. L. Bartlett, Centro para Epidemiologia de Doenças Infecciosas, University College London, Reino Unido; D. H. Campbell-Lendrum, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; U. Confalonieri, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil; C. F. Corvalán, Organização Mundial de Saúde, Genebra, Suíça; K. L. Ebi, Organização Mundial de Saúde, Escritório Regional para a Europa, Centro Europeu para Meio Ambiente e Saúde, Roma, Itália; S. J. Edwards, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; J. Furlow, US Environmental Protection Agency, Washington DC, EUA; A. Githeko, Kenya Medical Research Institute, Kisumu, Kenya; H. N.B. Gopalan, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Nairobi, Kenya; A. Grambsch, US Environmental Protection Agency, Washington DC, EUA; S. Hales, Wellington School of Medicine, University of Otago, Wellington, Nova Zelândia; S. Hussein, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, EUA; R. S. Kovats, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; K. Kuhn, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; P. Llansó, Organização Meteorológica Mundial, Genebra, Suíça; R. Lucas, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Austrália; J. P. McCarty, University of Nebraska em Omaha, Nebraska, EUA; A. J. McMichael, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Austrália; L. O. Mearns, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, EUA; B. Menne, Organização Mundial de Saúde, Escritório Regional para a Europa, European Centre for Environment and Health, Roma, Itália; A. R. Moreno, The United States–Mexico Foundation for Science, Col. Del Valle, México; B.S. Nyenzi, Organização Meteorológica Mundial, Genebra, Suíça; J. A. Patz, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, EUA; A–L Ponsonby, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Austrália; A. Prüss – Ustün, Organização Mundial de Saúde, Genebra, Suíça; J. D. Scheraga, US Environmental Protection Agency, Washington DC, EUA; N. de Wet, The International Global Change Institute, University of Waikato, Nova Zelândia; P. Wilkinson, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido; A. Woodward, University of Otago, Wellington, Nova Zelândia.

Tradução da versão em português : Bié Tradução de Línguas Ltda

Revisão: Caroline Yuka Habe e Mara Lúcia Oliveira.

Design e layout: James Elrington. Gráficos: Sue Hobbs.

Editoração eletrônica: All Type Assessoria Editorial Ltda / Marcus Vinícius Mota de Araújo.

Ilustração da capa: Identidade visual do Dia Mundial da Saúde 2008 “ Protegendo a saúde frente às mudanças climáticas” de PAHO/KMC (concepção e criação de arte de Gilles Collette, PAHO/KMC.

Para obter mais informações, favor contatar:



OPAS

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde
525 23rd Street NW,
Washington, D.C. 20037
Tel: (202) 974-3000
Fax: (202)974-3663



OMS

OMS - Organização Mundial da Saúde
20 avenue Appia,
CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Tel: (+41) 22 791 21 11
Fax: (+41) 22 791 31 11



OMM

OMM - Organização Meteorológica Mundial
7 bis Abenue de la Paix
CH-1211 Geneva 2, Switzerland
Tel: (+41) 22 730 81 11
Fax: (+41) 22 730 81 81



PNUMA

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio
Ambiente
P.O. Box 30552
Nairobi, Kenya
Tel: (+254-2) 623246
Fax: (+254-2) 623861

Endereços dos Escritórios Regionais da OMS

África

WHO (OMS)
B.P. 6
Brazzaville
Congo
Tel: +47 241 38244
Fax: +47 241 39501

Américas

WHO (OMS)
Pan American Sanitary Bureau
525, 23rd Street, N.W.
Washington DC 20037
USA
Tel: +1-202 9743000
Fax: +1-202 9743663

Europa

WHO (OMS)
8, Scherfigsvej
DK-2100 Copenhagen 0
Denmark
Tel: +45-39 171717
Fax: +45-39 171818

Eastern Mediterranean

WHO Post Office (Escritório Postal da OMS)
Abdul Razzak Al Sanhoury Street
Naser City
Cairo 11371
Egypt
Tel: +202 6702535
Fax: +202 6702492

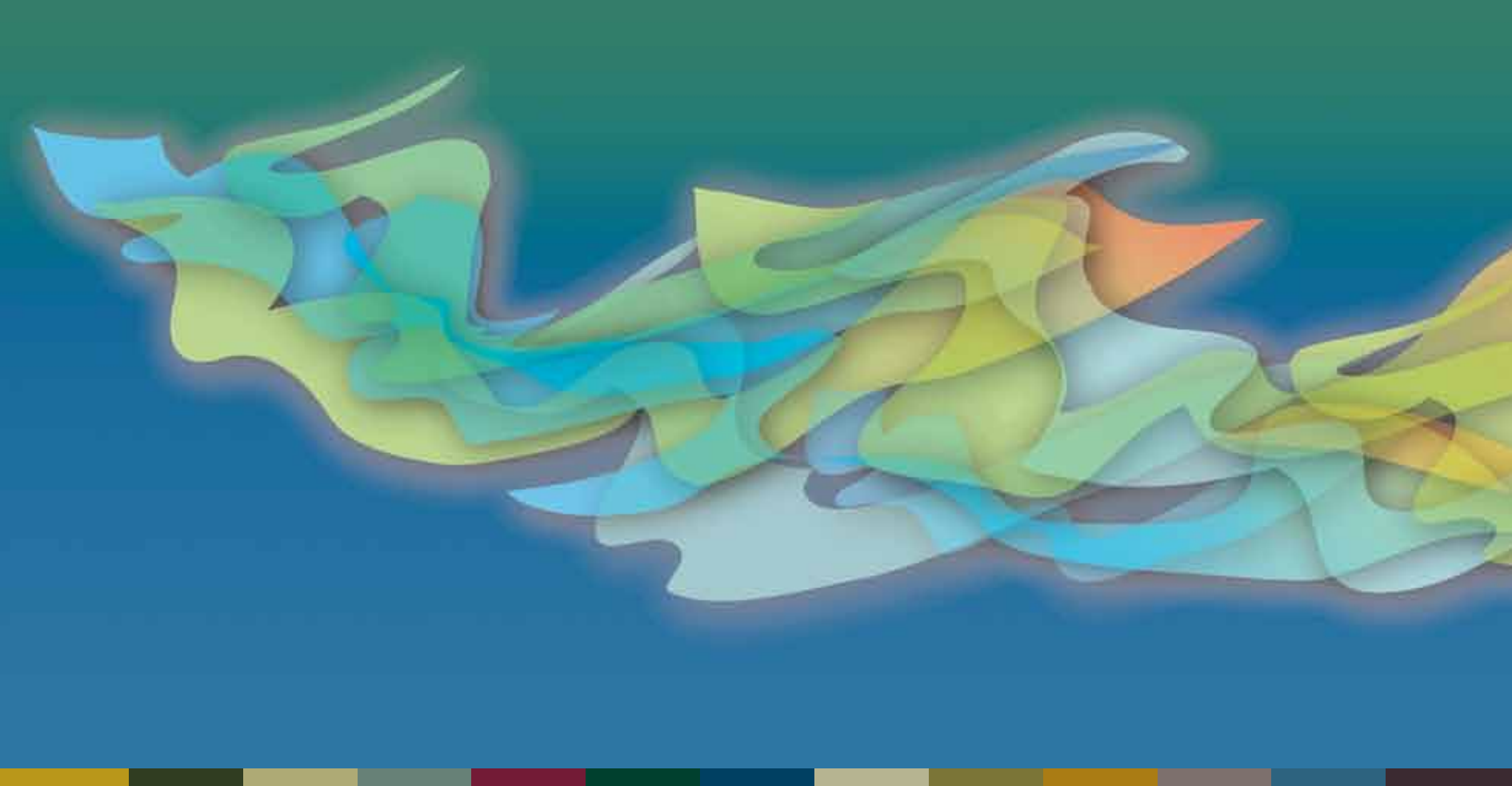
South-East Asia

WHO (OMS)
World Health House
Indraprastha Estate
Mahatma Gandhi Road
New Delhi 110002
India
Tel: +91 112 3370804
Fax: +91 112 3370197

Western Pacific

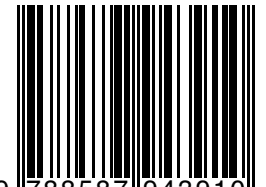
WHO (OMS)
P.O. Box 2932
1099 Manila
Philippines
Tel: +632 5288001
Fax: +632 5211036

Para encomendar o livro Mudança Climática e Saúde Humana – Riscos e Respostas, favor contatar:
bookorders@who.int
Para mais informações, favor visitar <http://www.who.int/peh>



Mudança Climática e Saúde Humana – Riscos e Respostas
SUMÁRIO REVISADO 2008

ISBN 978-85-87943-91-0



9 788587 943910