

INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade aos efeitos do clima pode ser definida como “conjunto de características de uma pessoa ou grupo que determina a sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos dos fatores climáticos de perigo” (BLAIKIE et al., 1994). O IPCC a define como “o grau de suscetibilidade de indivíduos ou sistemas ou de incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo-se a variabilidade climática e os eventos extremos” (IPCC, 2001).

Os possíveis impactos na saúde das populações humanas, decorrentes de processos conseqüentes à mudança climática global, têm sido objeto de atenção não apenas por instituições acadêmicas e governos nacionais, mas também por órgãos e programas intergovernamentais, específicos do setor saúde. Entre esses, devem ser destacados, inicialmente, a comissão de saúde do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) que, a partir do seu segundo relatório de avaliação (1996), incluindo o recente relatório lançado em 2007 (quarto relatório de avaliação) tem procurado reunir conhecimentos sobre as inter-relações entre clima e saúde, tanto nos relatórios gerais produzidos a cada cinco anos, como em relatórios especiais, como foi o caso daquele que tratou de transferência de tecnologias. (McMICHAEL; CONFALONIERI; GITHEKO et al, 1999). Paralelamente ao processo de avaliação desse Grupo II do IPCC (Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade), a Organização Mundial da Saúde (OMS) também tem procurado atualizar as evidências disponíveis sobre impactos do clima na saúde humana, o que resultou na publicação de dois volumes sobre o tema, sendo um em 1996 e outro em 2003 (WHO, 1996; McMICHAEL et al., 2003). Ainda a OMS,

por meio de seu Escritório Regional para a Europa publicou, em 2003, um volume tratando dos “Métodos para a Avaliação da Vulnerabilidade da Saúde Humana e a adaptação da Saúde Pública às Mudanças Climáticas” (WHO, 2003).

Um dos aspectos mais importantes no estudo das relações entre clima e saúde humana diz respeito à análise da vulnerabilidade sócio-ambiental da população. A aplicação do conceito de vulnerabilidade é fundamental para o mapeamento das populações sob maior risco de serem atingidas e, conseqüentemente, a tomada de decisão acerca de medidas de adaptação ou proteção da população contra os efeitos deletérios do clima na saúde.

Poucos países, até hoje, elaboraram estudos de impactos de mudança climática incluindo um componente específico de saúde. Entre esses podemos citar os EUA (PATZ et al., 2000; USGCRP, 2000; 2001), Reino Unido (UK-DH, 2001), Japão (ANDO et al., 1998), Bolívia (BOLÍVIA, 2000), Antígua e Barbuda (O’MARDE & MICHAEL, 2000), Nova Zelândia (WOODWARD et al., 2001), Austrália (McMICHAEL, 2002); Portugal (CASEMIRO et al., 2002).; Canadá (RIEDEL, 2004); Alemanha (ZEBISCH et al., 2005); Finlândia (RASSI & RYTKONEN, 2005); Espanha (MORENO, 2005); Japão (KOIKE, 2006) e Holanda (BRESSER, 2006).

Este trabalho apresenta o texto atualizado daquele que foi publicado em 2005, no “Caderno NAE Mudança do Clima”. A necessidade de atualização se deve a produção de novos conhecimentos sobre o tema, no período decorrido entre 2005 e 2007. Os resultados apresentados têm como referência três processos independentes que vieram a ampliar a perspectiva sobre mudanças climáticas no mundo e no Brasil e sua importância para a saúde pública, sendo eles:

- O Quarto relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4, 2007);
- A conclusão do projeto “Análise da Vulnerabilidade da População Brasileira aos Efeitos da Mudança Climática sobre a Saúde”, executado pela Fiocruz, com financiamento do MCT (2006);
- A conclusão da 1ª etapa do projeto do CPTEC sobre Modelagem de Cenários Regionais de Clima para o Brasil (2007).

Esse último (MARENGO et al., 2007) diz respeito à construção de cenários regionalizados de clima futuro, importantes para estudos de avaliação de impactos das mudanças climáticas no Brasil. Os trabalhos foram conduzidos nos âmbitos de diferentes projetos coordenados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (Inpe/Ministério da Ciência e Tecnologia) e tiveram como produtos principais Modelos Climáticos Regionais, de alta resolução de (50 km, na horizontal), para o período 2071-2100. Foram projetadas – com graus variáveis de confiabilidade – anomalias de temperatura e precipitação (relativas às médias históricas de 1961-1990) para as diversas regiões do país, de acordo com dois cenários básicos do IPCC: A2 (altas emissões de gases produtores do efeito estufa) e B2 (baixas emissões).

Baseando-se em médias de diferentes modelos de circulação geral da atmosfera (GCM) todos os modelos, regionalizados para o Brasil, apontaram para um aquecimento que tende a se intensificar até 2080, em graus variáveis, para todas as regiões do país. As incertezas foram maiores em relação às projeções de chuvas, especialmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Em relação à precipitação, a região que apresentou maior confiança nas projeções de clima futuro (2071-2100) foi a Nordeste, principalmente para o pico da estação chuvosa (março a maio). Os cenários apontaram para chuvas mais fracas nesse período e uma tendência de extensão da deficiência hídrica por praticamente todo o ano, nessa região. Da mesma forma, foi projetado um aumento na temperatura e redução de chuvas para a Região Amazônica, embora com menor grau de confiança.

Nos Capítulos III e IV deste texto serão analisados brevemente os documentos 1 e 2, separadamente e, posteriormente, reunidos os resultados dos mesmos, e aplicados à situação da saúde pública no Brasil.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Os possíveis impactos da mudança climática na saúde coletiva – uma preocupação recente da ciência – trouxeram um aspecto novo para a pesquisa nas disciplinas da saúde pública, especialmente para a epidemiologia, que tem, como seu objeto, o estudo dos determinantes e da distribuição dos agravos à saúde nas populações humanas. Os esforços têm se concentrado no desenvolvimento de novas abordagens metodológicas para a avaliação dos impactos do clima na saúde.

O Quarto Relatório do IPCC (CONFALONIERI e MENNE, 2007) apontou a existência de duas abordagens principais, no estudo das relações entre o clima e a saúde humana:

- a) Estudos empíricos;
- b) Modelagem preditiva.

Os “estudos empíricos” podem ser dos seguintes tipos:

- 1) Estudos espaciais onde o clima é uma variável explicativa na distribuição da doença ou de seu vetor;
- 2) Estudos temporais que avaliam os efeitos na saúde da variabilidade climática, em escala interanual ou decadal, ou mudanças de curto prazo (diárias, semanais) na temperatura e precipitação;
- 3) Análises dos impactos na saúde dos eventos extremos isolados;
- 4) Estudos experimentais de laboratório e campo sobre a biologia de vetores e de patógenos e sua regulação pelo tempo e clima;
- 5) Estudos de intervenção que investigam a eficácia de medidas de saúde pública para proteger a população dos riscos climáticos.

O grande desafio para a realização dos estudos empíricos é a necessidade de se analisar, nos estudos temporais, longas séries de dados, tanto epidemiológicos quanto climáticos, raramente disponíveis em países em desenvolvimento. Nos estudos populacionais de observação, em geral (ou seja, os não experimentais) há também a necessidade de se separar o que são os efeitos das variáveis não climáticas sobre a saúde, frequentemente confundidos com os efeitos dos fatores climáticos.

A “modelagem preditiva” é a representação quantitativa das relações entre as variáveis de um sistema complexo, que é posteriormente avaliada de acordo com a consistência com os dados empíricos observados. Pode ser de dois tipos básicos (ROGERS e RANDOLPH, 2006):

- *Modelos biológicos*, que descrevem, no caso das doenças infecciosas, alguns aspectos do processo de transmissão e como eles seriam afetados pela mudança climática. A única endemia sensível ao clima para qual esse tipo de modelo foi desenvolvido é a malária. Entretanto, a malária é uma doença complexa, de modelagem difícil, e todos os modelos publicados tem parametrização limitada dos fatores que influenciam a sua distribuição/transmissão.

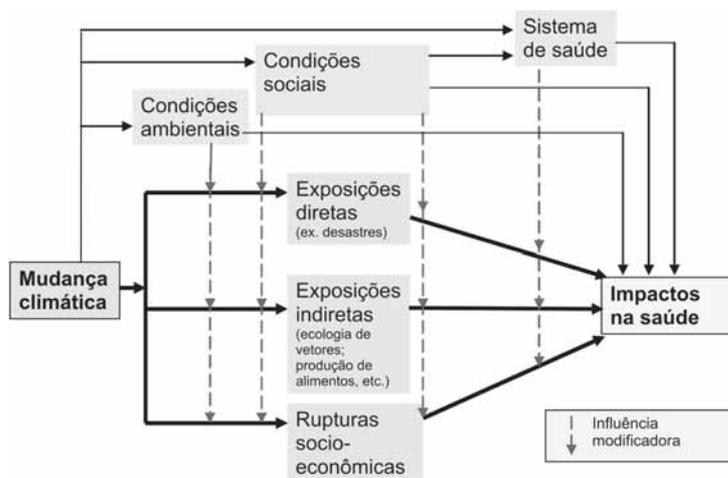
- *Modelos estatísticos*, que procuram ajustar a distribuição atual da doença com as variáveis climáticas conhecidas, dentro de um arcabouço estatístico, no qual são feitas interpolações ou extrapolações dos resultados, para se explorar os possíveis impactos futuros do clima. Apesar das inadequações dessa abordagem, por não representar a dinâmica dos processos de transmissão, esse tipo de modelo pode ser útil quando os conhecimentos dos ciclos biológicos são incompletos.

O QUARTO RELATÓRIO DO IPCC

O Quarto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4) constituiu-se de três Grupos de Trabalho: GT I (Ciência do Clima); GT II (Adaptação, Impactos e Vulnerabilidade) e GT III (Mitigação). No Grupo II, o capítulo 8 trata do tema “Saúde Humana” (CONFALONIERI e MENNE, 2007).

Este capítulo, elaborado por uma equipe de oito pesquisadores de diferentes nacionalidades, analisou, comparou e sintetizou os resultados de cerca de 530 trabalhos científicos e relatórios de pesquisa. O texto apresenta, além de outras informações, os mecanismos por meio dos quais a mudança climática global está afetando ou poderá afetar a saúde das populações humanas. Estes mecanismos estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1. Diagrama esquemático dos mecanismos através dos quais a mudança climática afeta a saúde, segundo o IPCC



Em resumo, o que mostra a Figura é que são três os principais mecanismos:

- Influências diretas dos fatores físicos do clima sobre a fisiologia e integridade do corpo humano (ondas de calor afetando o sistema circulatório, traumas e afogamentos em tempestades e inundações, etc.);
- Transformações ambientais induzidas pelo clima, afetando determinantes da saúde humana (por exemplo, queda na produção agrícola, afetando o estado nutricional; aumento de população de vetores de agentes infecciosas que aumentam o risco destas doenças, etc.);
- Efeitos indiretos por meio de rupturas sociais geralmente determinadas por desastres climáticos (secas prolongadas, causando migrações de refugiados, etc.).

Esses efeitos são modulados por meio tanto de fatores naturais (características ambientais) como fatores sociais, tais como a eficiência do sistema de saúde e de ações institucionais (linhas verticais do diagrama).

O IPCC, no seu AR4, reconheceu apenas os seguintes efeitos, já observados, do clima global alterado sobre a saúde humana e seus fatores de risco:

- Aumento da morbidade e mortalidade por ondas de calor, em especial o evento de 2003 no verão Europeu, que vitimou fatalmente cerca de 32.000 pessoas, a maioria, idosos;
- Redistribuição espacial da encefalite transmitida por carrapatos, com extensão de sua distribuição para as latitudes mais altas, na Escandinávia, e para maiores altitudes nas montanhas da Europa Central;
- Aumento da concentração de pólen alergênico na atmosfera, com conseqüente aumento do risco de alergias respiratórias, em função da antecipação da primavera, no hemisfério norte.

O registro desses efeitos, observados, basicamente, no Hemisfério Norte, especialmente na Europa, reflete um maior investimento em pesquisas

nesta área e não uma distribuição desigual dos impactos do clima, em nível global.

Como efeitos futuros (projetados), o comitê de saúde do IPCC - AR4 reconheceu os seguintes impactos:

- Alterações na distribuição espacial e intensidade da transmissão de doenças infecciosas endêmicas, especialmente aquelas transmitidas por vetores, tais como a malária, a dengue, as leishmanioses, a febre do Oeste do Nilo, etc;
- Risco aumentado de diarreia, especialmente em crianças, em função da piora no acesso a água de boa qualidade, principalmente nas regiões tropicais secas;
- Agravamento no estado nutricional de crianças, com prejuízo para seu desenvolvimento, em áreas já afetadas por insegurança alimentar e que venham a sofrer com períodos prolongados de seca (países em desenvolvimento);
- Aumento no risco de doenças cardiorrespiratórias por causa do aumento na concentração de poluentes da troposfera (especialmente o ozônio), influenciados pela temperatura aumentada;
- Incremento no risco de agravos em grupos populacionais considerados como mais vulneráveis, tais como: crianças; idosos; populações indígenas e comunidades tradicionais; comunidades pobres de zonas urbanas; populações costeiras e populações que dependem diretamente dos recursos naturais afetados pela variação climática.

O capítulo sobre a saúde do AR4 não identificou vulnerabilidades específicas para países ou regiões, pois esta função coube aos autores dos capítulos “regionais” (por exemplo, América Latina). Entretanto, alguns cenários produzidos em nível global, para a ocorrência de doenças tropicais em função das mudanças climáticas mencionam, como era de se esperar, as situações dos diferentes continentes e regiões. Foram analisados, no AR4, basicamente dois trabalhos mais recentes, sendo um sobre cenários de malária (VAN LIESHOUT et al., 2004) e outro para a febre da dengue (HALES et al., 2001).

Embora esses trabalhos tenham procurado produzir informações confiáveis e úteis para os países, falharam em considerar as peculiaridades da dinâmica regional das doenças tropicais estudadas. Assim é que, no trabalho de Van Lieshout e colaboradores, projeta-se “um aumento da malária em áreas em torno do limite sul de distribuição na América do Sul”, afirmativa essa feita desconhecendo-se os antecedentes históricos da distribuição da doença no Brasil (ver discussão na seção “Vulnerabilidades e Adaptação”). Também afirmam esses autores sobre uma “... diminuição na estação (= período) de transmissão na Amazônia e na América Central...”, premissa essa equivocada, já que não há períodos específicos de transmissão de malária na Amazônia (a doença ocorre o ano inteiro, embora com variações estacionais). Da mesma forma, o modelo produzido para cenários globais da dengue (HALES et al, loc cit.) não utilizou dados atualizados de distribuição geográfica para o Brasil, prevendo sua expansão para áreas em que já ocorria.

ESTUDO DE VULNERABILIDADE NO BRASIL

Em 2005 foi concluído, pela Fiocruz, um estudo financiado pelo Programa de Mudança Global do Clima (Ministério da Ciência e Tecnologia), com o objetivo de se construir um indicador sintético de vulnerabilidade da população brasileira aos impactos do clima na saúde (CONFALONIERI et al., 2005a; 2007). O trabalho adotou como modelo conceitual aquele apresentado em artigo anterior (CONFALONIERI, 2005b). Foi um estudo de vulnerabilidade para o período em que foi executado (1996-2001) e não uma modelagem de cenários. A construção de índice composto de vulnerabilidade baseou-se em três componentes principais: componente socioeconômico; componente epidemiológico e componente climático.

O componente socioeconômico utilizou indicadores produzidos pelo IBGE, relativos à renda familiar, nível de educação, qualidade da moradia, densidade urbana, acesso a planos de saúde, indicadores de saneamento, mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer.

O segundo componente (epidemiológico) foi relativo a sete doenças infecciosas endêmicas sensíveis às variações do clima: malária, febre do dengue, leishmanioses tegumentar e visceral, cólera, leptospirose e síndrome da hantavirose pulmonar. Foram utilizadas séries de dados para o período

1996-2001, relativos à incidência, letalidade, custos hospitalares e tecnologias para o controle dessas doenças.

Para o componente climático utilizaram-se séries históricas de precipitação pluviométrica, alcançando 42 anos de dados. Foram verificados os eventos extremos, de muita ou pouca chuva, para cada unidade da Federação.

Para cada componente foram agrupados esses indicadores, obtendo-se um índice sintético, variando entre 0 e 1. Assim, o índice sintético de uma dimensão é a média aritmética simples de seus indicadores padronizados. Em uma etapa posterior, atribuiu-se um peso a cada índice sintético, por componente, para o cálculo do índice geral de vulnerabilidade.

Na Tabela 1, a seguir, estão discriminados os valores finais de Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG), para cada Estado brasileiro. Quanto mais próximo de 1 for o valor final obtido, maior o grau de vulnerabilidade.

Tabela 1. Classificação dos Estados segundo o IVG

	VALOR	UF
Maior vulnerabilidade ↓	$0,1 < \text{IVG} \leq 0,2$	RS, MS, DF, PR, RO, SC, AM, GO, AC
	$0,2 < \text{IVG} \leq 0,3$	MG, SP, AP, RJ, MT, ES, RR, PA, TO
	$0,3 < \text{IVG} \leq 0,4$	RN, PB, SE
	$0,4 < \text{IVG} \leq 0,5$	PI, CE, PE, BA, MA
	$0,5 < \text{IVG} \leq 0,7$	AL

Nas figuras 2 e 3 a seguir, os IVGs estão representados graficamente no mapa do Brasil, os valores finais para cada Estado (Figura 3), bem como os diferentes, graus em cada Estado, dos três componentes do IVG (Figura 2).

Figura 2. Mapa dos IVSE, IVE e IVC nos Estados do Brasil (sendo: IVSE – Índice de vulnerabilidade socioeconômica; IVE – Índice de vulnerabilidade epidemiológica; IVC – Índice de vulnerabilidade climática)



Figura 3. Índice de Vulnerabilidade Geral



As conclusões gerais desse estudo, segundo Confalonieri et al. (2005; 2007), foram:

- A metodologia utilizada se revelou adequada para uma caracterização inicial da vulnerabilidade brasileira aos efeitos potenciais da mudança do clima, na saúde;
- Os índices foram construídos para “ordenar” as unidades federadas, ou seja, com o objetivo de se medir o grau de vulnerabilidade relativo, entre os estados;
- A Região Nordeste apresentou-se como a mais vulnerável, segundo os dados do período de estudo;
- Unidade geográfica escolhida foi o Estado, mas a metodologia pode ser aplicada em municípios ou regiões;
- Essa metodologia pode ser ampliada com a inclusão de outros elementos importantes, como a questão alimentar, o ciclo hidrológico, a disponibilidade de água e níveis de poluição atmosférica em grandes zonas urbanas.

O Caso da Região Nordeste

Em relação às perspectivas de impacto das mudanças climáticas na saúde da população do Brasil, merece atenção especial a situação da Região Nordeste. Isto se deve aos seguintes fatores:

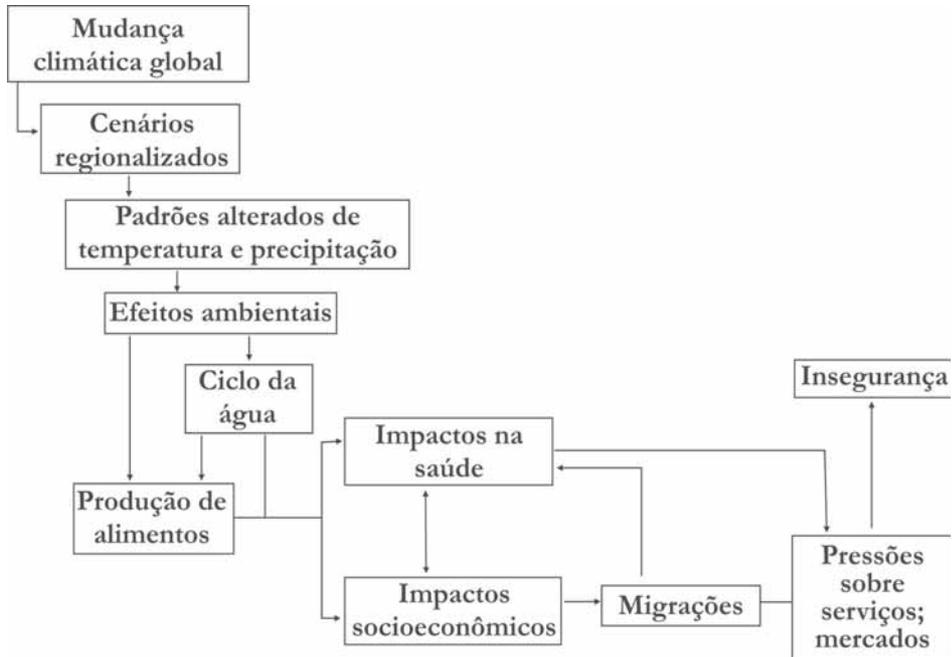
- Os cenários regionalizados de clima apontam para, nas próximas décadas, um aumento de temperatura e diminuição de chuvas na região (MARENGO et al, 2007);
- O Índice de Mudança Climática (CCI) aponta, igualmente, para a Região Nordeste, juntamente com a Região Norte, como as que tendem a ter seu clima mais alterado (BAETTIG et al., 2007);
- O estudo de vulnerabilidade feito pela Fiocruz apontou os Estados da Região Nordeste como os mais vulneráveis aos impactos do clima na saúde (CONFALONIERI et al., 2005; 2007);

- A predominância, na região, de um clima semi-árido, sujeito a secas periódicas e uma população apresentando baixos indicadores socioeconômicos, constituindo-se esta a área seca (*drylands*) com a maior densidade populacional humana, em todo o mundo.

Esse conjunto de características aponta para a Região Nordeste como uma prioridade, no Brasil, para ações visando a avaliação cuidadosa das vulnerabilidades setoriais aos impactos do clima, inclusive para o setor de saúde.

O diagrama a seguir (Figura 4) mostra um provável encadeamento de eventos para a Região Nordeste, na vigência de um cenário climático altamente desfavorável, com redução das chuvas sazonais, acompanhada de aumentos de temperatura.

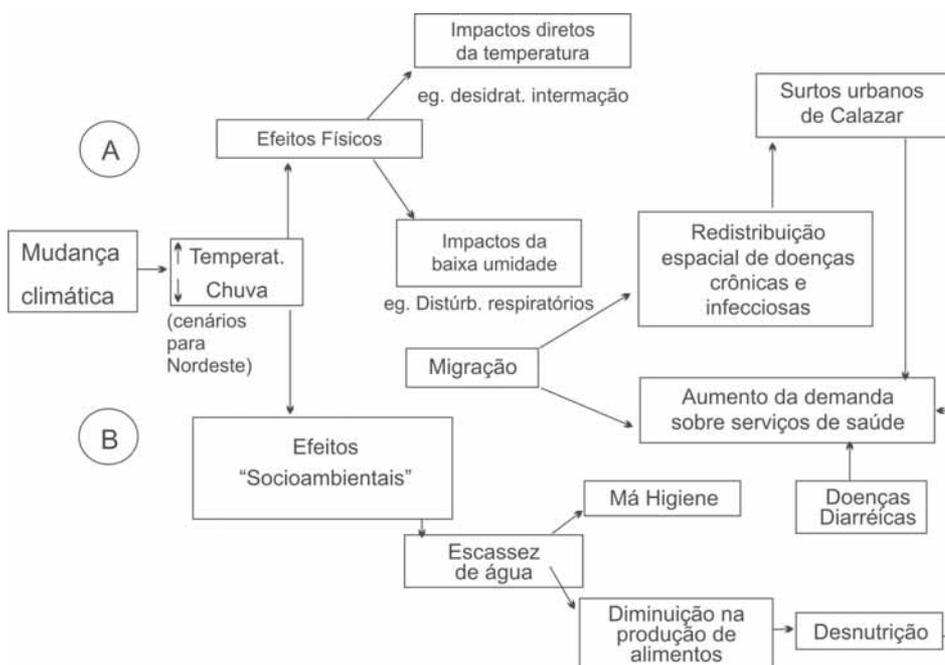
Figura 4. Encadeamento de eventos decorrentes da seca, para a Região Nordeste



Há cerca de 20 milhões de habitantes no semi-árido brasileiro (Ministério da Integração Nacional, 2005), onde a agricultura de subsistência ainda é uma importante atividade econômica. Na ausência de chuvas sazonais – como ocorre nos períodos de seca – essas populações têm, historicamente, migrado do meio rural para as áreas urbanas, em busca de assistência governamental. Assim, o fator mudança demográfica pode se constituir em um dos elementos intermediadores principais entre os fenômenos climáticos extremos (neste caso, a seca) e seus efeitos na economia e na saúde. O deslocamento – intra ou inter-regional – de “refugiados ambientais” significa grandes mudanças na economia regional e aumento da insegurança pública nos pontos de destino dos migrantes, em função do aumento na demanda sobre serviços públicos em geral, incluindo os do sistema de saúde (SUS).

Sob o ponto de vista específico da saúde pública, os possíveis impactos desse complexo processo climático-econômico-demográfico, estão representados na figura 5.

Figura 5. Impactos deste complexo processo climático-econômico-demográfico.



Aplicando-se o conhecimento dos efeitos diretos e indiretos do clima sobre a saúde à situação projetada para a região, temos uma condição de maior complexidade associada aos mecanismos “sócio-ambientais” sobre a saúde (“B”) Em “A” estão os relativamente restritos efeitos diretos do clima. O fator crítico é a escassez hídrica, capaz de afetar o quadro epidemiológico das doenças ligadas à má higiene (por exemplo, diarreias infecciosas infantis), bem como agravar situações de insegurança alimentar que geram desnutrição. Um efeito importante da situação de insegurança alimentar é o desencadeamento de fluxos migratórios – geralmente no sentido rural-urbano – capazes de redistribuir espacialmente tanto doenças crônicas como infecciosas. Os gráficos abaixo (Figuras 6 e 7) mostram registros de aumentos epidêmicos de leishmaniose visceral (calazar) em capitais nordestinas, nos inícios das décadas de 80 e 90, quando a região foi afetada por secas prolongadas. Os fluxos migratórios de pessoas infectadas vindas das zonas rurais endêmicas resultaram na instalação de ciclos peri-urbanos de transmissão da doença (CONFALONIERI, 2003).

Figura 6. Número de casos de Leishmaniose visceral no Estado do Maranhão.

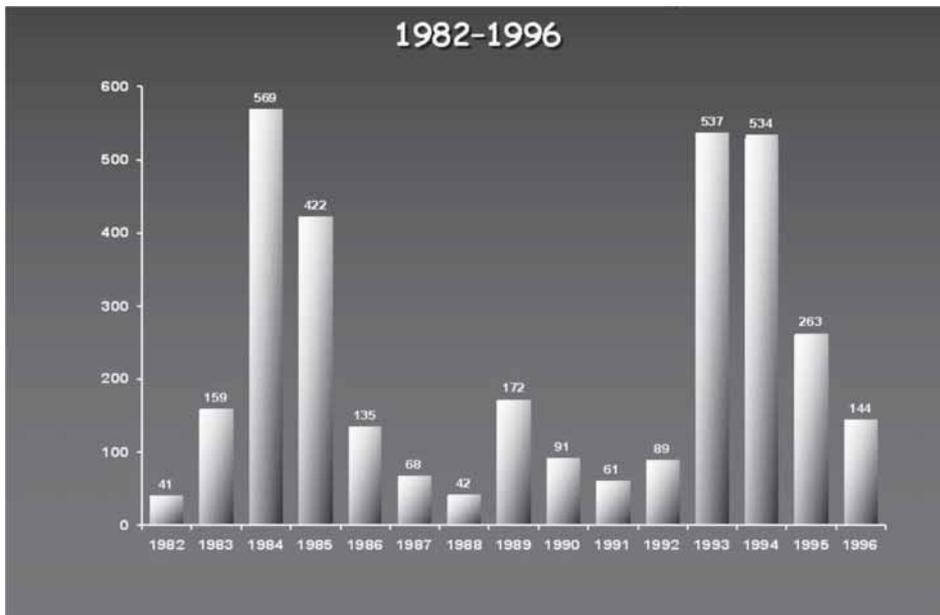
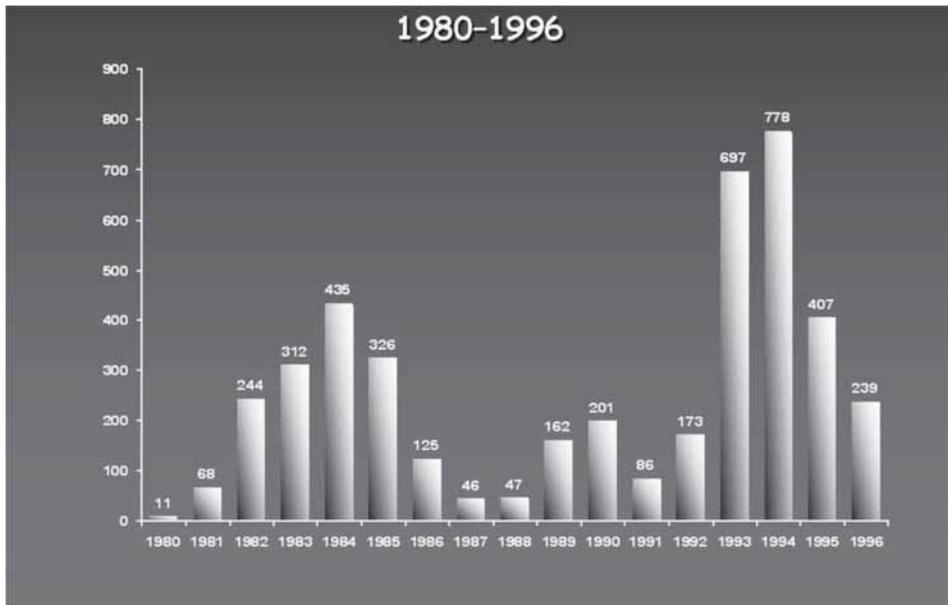


Figura 7. Número de casos de Leishmaniose visceral no Estado do Piauí



VULNERABILIDADES E ADAPTAÇÃO

A atual situação brasileira, frente à ameaça das mudanças climáticas, caracteriza-se, sob o ponto de vista da saúde pública, pelos seguintes aspectos, resumidamente:

- Melhor conhecimento de cenários futuros de clima para o país, com indicação das áreas que, com maior grau de certeza, deverão sofrer as alterações de maior intensidade; como as anomalias extremas de temperatura e precipitação;
- Persistência de situação estrutural de vulnerabilidade, na qual operam diferentes determinantes de um perfil desfavorável de saúde-doença (ex.: expansão da dengue);
- Pouco envolvimento, por parte de Executivo Federal, dos setores do sistema de saúde responsáveis pelos programas de controle de agravos nas discussões sobre um plano nacional de adaptação aos impactos da mudança climática.

O ano de 2007 caracterizou-se pela ampla divulgação do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, que resultou em grande repercussão internacional e no Brasil. Aqui, os órgãos públicos da administração federal, estadual e municipal tomaram iniciativas de discussão das implantações das estratégias de adaptação à mudança climática global em seus respectivos âmbitos. Em nível federal, destacam-se duas iniciativas importantes:

- A formação de uma rede de pesquisa sobre o tema “Mudanças Ambientais Globais”, com ênfase na questão climática. A sua coordenação ficou no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia e a Fiocruz ficou como a referência institucional para as questões de saúde;
- Discussões, principalmente no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, para a elaboração de um Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, de caráter interministerial.

A primeira iniciativa visa organizar e integrar os esforços de pesquisa nesta área temática no país, para melhor direcionamento dos recursos de apoio. Os produtos de pesquisas das instituições da rede deveriam, em princípio, subsidiar a elaboração do plano de atividades e iniciativas governamentais para adaptação.

Em nível municipal, alguns governos promoveram recentemente atividades e eventos sobre as perspectivas locais de impactos da mudança do clima e incluíram o tema saúde. Este foi o caso do órgão de planejamento urbano do município do Rio de Janeiro (Instituto de Urbanismo Pereira Passos <www.rio.rj.gov/ipp>) que buscou apoio no setor acadêmico para esse fim, no seminário “Rio: próximos 100 anos”, realizado em outubro de 2007. Todas essas iniciativas demonstram preocupação do poder público em discutir estratégias para o enfrentamento dos riscos e transformações trazidas pela mudança do clima em larga escala.

Com relação especificamente ao setor saúde, não se observou um envolvimento desejável por parte do poder público na discussão de um plano nacional de adaptação às mudanças climáticas. Dois motivos principais podem estar colaborando para isto:

- A enorme carga que representa, para o Ministério da Saúde, e também para as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, a gestão e financiamento do sistema de atenção à saúde do país (SUS);

- A falta de conhecimentos e *expertise* sobre o tema, por parte de seus técnicos.

A esse respeito, ainda há muita desinformação que aparece também na imprensa como, por exemplo, a respeito da mudança climática global como “desencadeadora de doenças novas”. Mais adiante este aspecto será melhor discutido.

Alguns países vizinhos do Brasil já estão mobilizando os recursos intersetoriais e de saúde para planos de adaptação à mudança do clima. Como exemplos, temos a Colômbia e a Bolívia. Na Colômbia está em elaboração um plano de proteção às mudanças climáticas que envolve três elementos principais: disponibilidade de água, proteção de alguns ecossistemas ameaçados e implantação de sistemas de alerta precoce para surtos de dengue e malária (G. POVEDA, 2007, comunicação pessoal). Na Bolívia foram feitas estimativas de impacto da mudança climática em doenças infecciosas endêmicas, bem como se desenvolvem trabalhos intersetoriais de estratégias adaptativas, em nível local, com participação comunitária (BOLÍVIA, 2000; PARDO et al., 2007).

No Brasil, com os conhecimentos existentes sobre os processos e perfis de saúde de doença e sua distribuição no espaço geográfico, associados com os cenários recém produzidos para o clima para as próximas décadas, podemos destacar os seguintes pontos na discussão sobre estratégias de adaptação:

- a) A preocupação principal deve ser o atual quadro de agravos (acidentes por tempestades, deslizamentos de terra e inundações, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas; doenças infecciosas endêmicas, como a malária, dengue e leptospirose etc) na população, capazes de serem afetados pelas mudanças nos parâmetros do clima. Situações de risco conhecidas podem se agravar por meio de diferentes mecanismos;
- b) Atenção especial deve ser dada às doenças infecciosas endêmicas, especialmente à malária (na Região Amazônica), à febre da dengue, às leishmanioses, à leptospirose e às diarreias infecciosas infantis.

O clima modificado pode alterar a dinâmica da transmissão desses processos, bem como a sua distribuição geográfica. Para que ocorra uma

intensificação e/ou expansão da distribuição é necessária, sob o ponto de vista estritamente climático, a combinação de condições ótimas, tanto de temperatura como de umidade. A ocorrência de apenas um destes parâmetros, isoladamente, não é o suficiente.

Com relação especificamente à malária, há a percepção equivocada de que a endemia viria a se tornar endêmica em áreas fora da Amazônia, por causa do aquecimento. Isso não deve ser esperado já que a doença ocorreu em quase todo o país – inclusive na Região Sul – até há cerca de 60 anos passados. Sua erradicação fora da Amazônia se deu por uma conjugação de esforços de vigilância e controle (tratamento precoce de doentes; combate aos mosquitos vetores) e mudança no uso da terra (desmatamento; urbanização, etc.), que eliminaram a maior parte dos criadouros. Em outras palavras, não há, atualmente, uma limitação climática para a ocorrência da malária, na maior parte do país (excetuando-se períodos de inverno na Região Sul e partes da Sudeste).

Com relação à situação da malária na Região Amazônica, os cenários futuros para a doença, considerando-se apenas os fatores ambientais, dependerão do que vier a acontecer, por influência do clima, tanto com a floresta como, principalmente, com o seu ciclo hidrológico.

A febre da dengue, a outra endemia de ampla distribuição no país e sensível ao clima, sofre influência sazonal. O resultado disto é a sua maior incidência, atualmente, nos períodos de verão. Isto se dá em virtude da persistência de temperaturas e umidade favoráveis bem como a maior exposição da população nesta época do ano. A direção em que ocorrerão as possíveis modificações na epidemiologia da dengue no Brasil vai depender do que acontecer, em nível regional ou sub-regional, com a mudança do clima. Os cenários previstos para a região nordeste, por exemplo, não seriam favoráveis, sob ponto de vista ambiental, ao ciclo da dengue, pois o aumento de temperatura acompanhar-se-ia da redução da umidade e desfavorece o seu desenvolvimento.

- c) Uma questão igualmente relevante para o planejamento e implementação de estratégias de adaptação aos impactos do clima, diz respeito aos aspectos de vulnerabilidade de populações urbanas, principalmente daquelas marginalizadas. Essas são vulneráveis a três riscos principais:

- Deslizamentos de encostas habitadas, durante episódios de chuvas fortes;
- Risco de epidemias de leptospirose, em áreas alagáveis mal servidas por coletas de lixo, durante inundações;
- Exposição a poluentes atmosféricos, como o ozônio, cujas concentrações podem aumentar por efeito de temperaturas mais elevadas.

Historicamente são conhecidos, em várias cidades brasileiras, impactos de chuvas fortes seguidas ou não de inundações, na morbidade e na mortalidade da população humana. Na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, um levantamento feito para o período 1966-1996 foi capaz de identificar pelo menos, 527 vítimas fatais de acidentes causados por chuvas e inundações.

Da mesma forma, nessa cidade têm ocorrido surtos importantes de leptospirose. Foram relatados 4.643 casos no período 1975-2006, tendo ocorrido em 1996 uma grande epidemia na baixada de Jacarepaguá com 1.797 casos confirmados (CONFALONIERI & MARINHO, 2007). Essa foi uma das maiores epidemias desta doença de que se tem notícia em todo o mundo. Problemas similares são encontrados em outras grandes cidades do país, como resultado de precária infra-estrutura de saneamento e do uso inadequado do solo urbano.

- d) Sob o ponto de vista das vulnerabilidades regionais, deve ser enfatizada, conforme já mencionado, a situação da Região Nordeste do país. Historicamente afetada por secas periódicas, com graves conseqüências econômicas, encontra-se sob risco de uma agravamento de uma situação de aridez, se vierem a ser confirmados os cenários de aumento de temperatura e redução das chuvas sazonais. Faz-se necessária uma estimativa dos possíveis desdobramentos de natureza demográfica, social, econômica e sanitária em face da provável inviabilização da agricultura de subsistência. Isso deve ser avaliado especialmente nas áreas do sertão nordestino que serão afetadas de forma mais severa, segundo os modelos de mudança climática. Sob a perspectiva da saúde pública, pode se tornar de enorme importância, além da piora da situação alimentar, a redistribuição espacial de doenças endêmicas presentes na região. Entre essas se destacam a dengue, o calazar, o esquistossomose e a

doença de Chagas, sendo que apenas esta última se encontra sob controle. Há que se considerar também, os problemas sanitários decorrentes da escassez e má qualidade da água para consumo doméstico, bastante conhecido pelas autoridades sanitárias. Constatou-se em anos de secas severas, associadas ao fenômeno *El Niño*, um aumento significativo das taxas de mortalidade infantil por doenças diarréicas. Embora muitas das estratégias de adaptação fora do setor saúde (agricultura, recursos hídricos, etc.) sejam extremamente importantes para a saúde pública, devem ser pensadas também ações setoriais específicas para redução da vulnerabilidade da população frente aos efeitos do clima extremo. Para essa região, duas estratégias são de relevância mais imediata:

- Melhoria da eficácia dos programas de controle das citadas endemias;
- Aumento da capacidade de atendimento da demanda espontânea na rede do SUS, para todos os agravos, em virtude de fluxos migratórios no sentido rural-urbano;
- Ainda sob o aspecto da vulnerabilidade regional e de acordo com cenários climáticos, devemos pensar em duas situações particulares;
- Redução de chuvas e aumento da temperatura média na Região Amazônica;
- Aumento na frequência de eventos extremos de chuva nas Regiões Sul e Sudeste.

Na Amazônia os possíveis impactos de uma redução de chuvas e aumento de temperatura estão relacionados a quatro aspectos principais:

- Piora na situação de acesso a água de boa qualidade;
- Redução na abundância de itens de subsistência extrativista (exemplo, pescado);
- Aumento da inalação de partículas em fumaça de incêndios florestais;
- Alterações nos ciclos das doenças transmissíveis endêmicas (malária; leishmanioses etc).

A dimensão dos esperados impactos ambientais e na saúde pode ser ilustrada tomando-se como exemplo o episódio de seca na Amazônia central brasileira, ocorrida no ano de 2005. Pequenas comunidades ribeirinhas ficaram isoladas, sem água suficiente e sem possibilidade de pesca em função da secagem de igarapés de acesso (CONFALONIERI & MENNE, 2007; BANCO MUNDIAL, 2005). Esse pode vir a se tornar um quadro comum no cenário de “ressecamento” amazônico, nas próximas décadas.

No que tange à possibilidade da maior ocorrência de eventos extremos de chuva nas Regiões Sul e Sudeste, conforme apontam os modelos, a situação de maior risco resultaria da exposição a tempestades e inundações. Historicamente, nessas regiões, foram registrados eventos de chuva forte e alagamentos com vítimas fatais em diversas ocasiões. Um dos episódios de maior impacto foram as tempestades e inundações associadas ao fenômeno El Niño de 1982-1983 que causaram mais de uma centena de mortes por acidentes nos Estados de Santa Catarina e Paraná. Fatores que colaboram, nestas regiões, para uma maior vulnerabilidade da população a esses eventos foram:

- Alta densidade populacional;
- Relevo acentuado de zonas urbanas;
- Ocupação de áreas de risco por habitações;
- Ausência de um sistema de alerta precoce eficaz.

Uma outra situação de perigo associada globalmente à mudança climática diz respeito ao aumento do nível médio do mar, estimado para atingir até 80 centímetros no final do século 21. Os impactos costeiros resultantes decorrerão principalmente da salinização do solo, com perda de áreas cultiváveis e deterioração de reservatórios de água potável. Pode haver também, devido à erosão, danos à infra-estrutura de saneamento, eletricidade, etc. Os possíveis efeitos na saúde seriam indiretos, por meio dos processos anteriormente citados. O aumento do nível do mar, quando comparado com os outros riscos oriundos de fenômenos climáticos extremos, reveste-se de menor importância para a saúde. As razões para isto são, além dos efeitos indiretos, a instalação lenta do processo, permitindo a implementação de estratégias adaptativas. Além disso, estudos apontam para uma baixa vulnerabilidade física da maior parte do litoral brasileiro a este fenômeno. (MAGRIN; GARCIA et al., 2007).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Os fatores estruturais que determinam a vulnerabilidade do país e da população aos efeitos das mudanças climáticas globais na saúde persistem e só poderão ser reduzidos através de políticas públicas a médio e longo prazos. Essas políticas devem atender aos seguintes aspectos:

- Educação e acesso à informação;
- Geração de emprego e renda;
- Melhoria da habitação;
- Sistema de saúde e controle de endemias;
- Uso adequado do solo urbano;
- Segurança alimentar;
- Saneamento básico adequado.

2. É necessária uma atualização e ampliação do estudo anterior de vulnerabilidade (CONFALONIERI et al, 2005;2007), por meio da incorporação de dados e informações de outros setores que sejam de relevância direta como determinantes do estado de saúde da população. É preciso entender, como prioridades, como a mudança do clima afetará a segurança alimentar e a disponibilidade de água para consumo humano.

3. É igualmente importante a extensão dos estudos de modelagem climática regional para a produção de cenários de clima para períodos não tão distantes no tempo. Há condições de se realizar uma melhor integração de cenários de clima com projeções demográficas, socioeconômicas e ambientais para o período de 2020 a 2050, do que possível com os cenários existentes do final do século 21.

4. Como parte dos novos estudos de cenários para as próximas décadas devem ser contempladas avaliações para os ecossistemas naturais. Além de sua relevância para a conservação da diversidade biológica, esses sistemas albergam grande número de espécies vetoras e reservatórios de agentes infecciosos e parasitários humanos. Muitas das doenças tropicais endêmicas no país tem esta natureza “focal”, que poderá vir a ser radicalmente alterada em situações climáticas futuras.

5. Diferentes estudos convergem no sentido de apontar as Regiões Norte e Nordeste como as que deverão sofrer os maiores impactos da mudança do sistema climático, nas esferas ambiental, socioeconômica e de saúde. Embora uma abrangência nacional seja desejável para um plano de adaptação às mudanças climáticas, este deve conter estratégias claramente definidas para atender às necessidades dessas duas regiões.

6. Considerando-se o conjunto atual de evidências pode-se afirmar que as seguintes medidas gerais de adaptação estariam adequadas para o setor saúde:

- Aperfeiçoamento dos programas de controle daquelas doenças infecciosas de ampla dispersão no país com altos níveis de endemicidade e sensíveis ao clima, especialmente a malária e a dengue;
- Redução dos condicionantes gerais da vulnerabilidade social da população sob risco de sofrerem agravos à saúde (doenças infecciosas e acidentes, principalmente), por meio de políticas econômicas, educacionais e de habitação;
- Criação de sistemas de alerta precoce conjugando-se a previsão de eventos climáticos extremos com mapas de vulnerabilidade e planos de contingência que envolva assistência de saúde, em caráter especial.

7. Deve ser buscada uma maior participação do Ministério da Saúde nos esforços para a elaboração, em nível federal, de um Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas.

8. Para o setor saúde não deve ser esperado o surgimento de “doenças novas” e sim a exacerbação de situações e agravos conhecidos. As ações adaptativas específicas do setor saúde devem privilegiar a redução da incidência das doenças infecciosas endêmicas, e a redução da exposição de populações urbanas aos riscos climáticos, pelo desenvolvimento de sistemas de alerta precoce para eventos extremos.

9. O momento para o desenvolvimento de estudos visando subsidiar os processos de adaptação à mudança do clima é extremamente favorável pela recente sensibilização e mobilização de setores da sociedade mundial e brasileira (governo, empresas, imprensa, academia) em torno do tema. Para

isto contribuiu de forma fundamental o Quarto Relatório do IPCC e suas conclusões, para cuja validação social contribuiu o Prêmio Nobel da Paz recebido em 2007.

REFERÊNCIAS

BAETTIG, M.; WILD, M.; IMBODEN, D. M. A climate change index: where climate change may be most prominent in the 21st century. *Geophysical Research Letters*, n. 34, 2007.

BANCO MUNDIAL. *Drought in the Amazon: scientific and social aspects: report of a World Bank Seminar*, December 12, 2005. Brasília, 2005.

BOLÍVIA. Viceministerio de medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal. Programa Nacional de Cambio Climático. *Vulnerabilidad y adaptacion de la salud humana ante los efectos del cambio climático em Bolivia*. La Paz, 2000. 111 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. *Nova delimitação do semi-árido brasileiro*. Brasília, 2005.

BRESSER, A. *The effect of climate change in the Netherlands*. [S.l.]: Netherlands Environmental Assessment Agency, 2006. 112 p.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. *Terra Livre*, São Paulo, v. 19-I, n. 20, p. 193-204, 2003.

_____. Mudanças climáticas e saúde humana. In: POPPE, M. K; LA ROVERE, E. L (Coord.). *Mudança do clima*. Brasília: [s.n.], 2005b. p. 166-171. (Cadernos NAE, n. 3).

_____; MARINHO, D. P. *Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2007. 19 p.

_____; RODRIGUEZ, R. R. *Integrating data for the assessment of national vulnerabilities to the health impacts of climate changes: a novel methodological approach and a case study from Brazil*. [S.l.: s.n.], 2007. Climatic change. No prelo.

_____ et al. *Análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas: resultados obtidos: PPA/Programa de Mudanças Climáticas*. Brasília: MCT, 2005. 201 p. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50785.html>>. Acesso em: 2008.

_____. Human health. In: PARRY, M. L. et al (Ed.). *IPCC 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge, United Kingdom:

Cambridge University Press, 2007. 976 p. Contributions of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

HALES, S. et al. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet*, n. 360, p. 830-834, 2001.

HASSI, J. et al. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas. *International Journal Circumpolar Health*, n. 64, p. 459-67, 2005.

KOIKE, I. *State of the art findings of global warming: contributions of the japanese researchers and perspective in 2006: the second report of the global warming initiative, climate change study group*, Ministry of Environment, Japan, Tokyo. [S.l.: s.n.], 2006. p.165-173.

MAGRIN, G. et al. Latin America. In: PARRY, M. L. et al (Ed.). *IPCC 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007. p. 581-615. Contributions of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

MARENGO, J. A. et al. *Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA, 2007. 54 p.

MCMICHAEL, A. J. et al. Human health. In: SPECIAL report on methodological and technological issues in technology transfer, Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, Working Group II. [S.l.]: Cambridge Press, 2007. Cap. 14, p. 329-347.

MORENO, J. *A preliminary assessment of the impacts in Spain due to the effects of climate change*: ECCE project final report. Madrid: Universidad de Castilla-La Mancha, 2005.

PARDO, I. A.; CÁRDENAS, M. A.; EFFEN, M. A. *El cambio climático Bolivia: análisis, síntesis de impactos y adaptaciones*. La Paz: Ministério de Planificación y Desarrollo, 2007.

RIEDEL, D. Human health and well-being: climate change: impacts and adaptation: a canadian perspective. In: LEMMEN, D.; WARREN, F. (Ed.). *Climate change impacts and adaptation directorate*. Ottawa: Natural Resources Canada, 2004. Cap. 9, p. 151-171.

ROGERS, D. J; RANDOLPH, S. E. Climate change and vector-borne diseases. *Advances in Parasitology*, n. 62, p. 345-381, 2006.

VAN LIESHAUT, M. et al. Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, n. 14, p. 87-99, 2004.

ZEBISCH, M., T. et al. *Climate change in Germany: vulnerability and adaptation of climate sensitive sectors*. Dessau: Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), 2005. 205 p.

Resumo

A partir de atualizações recentes nos conhecimentos do processo de mudança climática global e seus possíveis impactos, representados pelo Quarto Relatório de Avaliação do IPCC e pelo estudo de vulnerabilidade da saúde, realizado no Brasil, são discutidas as possíveis implicações da mudança climática para o Brasil, no que diz respeito aos impactos na saúde da população. São destacadas as formas por meio das quais os fenômenos climáticos e meteorológicos podem afetar a saúde; quais as projeções globais para os impactos setoriais nas próximas décadas e como se abordam cientificamente estas situações. É feita uma rápida avaliação das principais vulnerabilidades brasileiras, representadas por problemas estruturais de ordem sócio-ambiental, institucional e epidemiológica. Ressalta-se a vulnerabilidade da região Nordeste do Brasil aos impactos do clima na saúde, pela sua situação de semi-aridez, por mostrarem os modelos uma tendência à redução de chuvas e aumento de temperatura, nas próximas décadas, e por apresentar baixos indicadores sociais e um alto nível de morbi-mortalidade por agravos sensíveis às variações do clima. Para o setor saúde, no Brasil, não deve ser esperado o surgimento de “doenças novas” e sim a exacerbação de situações e agravos conhecidos. As ações adaptativas específicas do setor saúde devem privilegiar a redução da incidência das doenças infecciosas endêmicas (principalmente da malária e da febre da dengue), e a redução da exposição de populações urbanas aos riscos climáticos, decorrentes de tempestades e inundações, pelo desenvolvimento de sistemas de alerta precoce para eventos extremos.

Palavras-chave

Mudança climática global. Saúde. População. Vulnerabilidade. Clima.

Abstract

From recent publications that update the knowledge of the process of global climate change and its impacts – the IPCC Fourth Assessment Report and the recent Brazilian study on vulnerability to the health impacts of climate – the possible implications for population health of climate change in Brazil are discussed. The different ways through which a changing climate may affect health are emphasized, as well as the global projections for the health impacts in the coming decades and the scientific approach to the problem. It briefly reviews the main factors determining the Brazilian vulnerability to the impacts of climate, especially the structural socioeconomic, environmental, institutional and sanitary problems. It stresses the vulnerability of the Brazilian northeastern region due to its semi-arid climate, to the projected reduction of precipitation and the increase in temperature of the region, and also due to its poor socioeconomic and health indicators, mainly the high incidence of infectious diseases sensitive to climate. For the health sector in Brazil climate change may exacerbate existing chronic situations rather than bring new problems. The adaptive actions for health should prioritize the reduction of endemic diseases (especially malaria and dengue) and the reduction of urban population exposure to climatic risks resultant to storms and floods, though the development of early warning systems.

Keywords

Global climate change. Health. Population. Vulnerability. Climate.

O autor

ULISSES EUGENIO CAVALCANTI CONFALONIERI é médico e veterinário, e doutor em Parasitologia (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Universidade da Califórnia, Berkeley/USA). Atualmente é pesquisador titular do Centro de Pesquisas René Rachou, Fiocruz (MG). Coordena atualmente o Projeto de Mudanças Ambientais Globais e Saúde do Programa Earth System Science Partnership (International Council for Science, Paris).

