



## Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil

**Ulisses E. C. Confalonieri e Diana P. Marinho**

DCB/ENSP/Fiocruz

<http://www.ensp.fiocruz.br/>

[pmags@ensp.fiocruz.br](mailto:pmags@ensp.fiocruz.br)

ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/FIOCRUZ

Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Manguinhos

Rio de Janeiro. CEP: 21041-210

Tel: (21) 2598-2542 / 2541

### Resumo

As principais implicações das mudanças climáticas sobre a saúde da coletividade humana, tanto em nível global como no território brasileiro, são discutidas de forma sucinta, apontando as atuais vulnerabilidades e possibilidades futuras. A discussão feita é baseada em conhecimentos históricos sobre as relações entre a variabilidade climática e a saúde no Brasil, em resultados de pesquisas recentes sobre a distribuição espacial da vulnerabilidade no espaço geográfico brasileiro e na aplicação de conhecimentos de ordem mais geral, produzidos pelo IPCC. Estima-se que os fenômenos associados às mudanças climáticas signifiquem um estresse adicional sobre situações-problema já existentes, tais como: desnutrição, doenças infecciosas endêmicas e acidentes por eventos extremos. Riscos adicionais para a saúde pública também devem ser considerados, a saber: demanda excessiva sobre os serviços de saúde, problemas de abastecimento de água e possível aumento de distúrbios respiratórios. A metodologia utilizada no trabalho deve ser aplicada e adaptada considerando-se situações regionais, estaduais e municipais. O aperfeiçoamento dos programas de controle de endemias e seus vetores devem ser enfatizados. A opinião pública deve ser esclarecida sobre os impactos das mudanças climáticas para a saúde da população do país. A utilização de dados e informações provenientes do setor de saúde com aqueles correspondentes a setores como habitação, demografia, climatologia e meio

ambiente, por exemplo, será de grande utilidade para a elaboração de cenários de vulnerabilidade integrados.

**Palavras Chaves:** Vulnerabilidade; Refugiados ambientais; Doenças infecciosas endêmicas; Desnutrição; Serviços de saúde.

## **I - Introdução**

A recente divulgação do Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) proporcionou uma síntese do conhecimento científico, acumulado nos últimos seis anos, das tendências do sistema climático global, dos impactos sócio-ambientais observados e projetados da mudança do clima, em nível global e regional, bem como das mitigações das emissões de gases produtores do efeito estufa.

Embora o AR4 seja de escopo global, o relatório apresenta, além dos capítulos temáticos (por exemplo, saúde, agricultura, ecossistemas, áreas urbanas, etc.), capítulos regionais (por exemplo, América Latina, etc.) que apresentam as evidências dos efeitos atuais ou projetados para o futuro, nos diferentes continentes.

Neste trabalho são discutidas, de forma sucinta, as principais implicações do processo de mudança climática sobre a saúde da coletividade humana, tanto em nível global como no território brasileiro, apontando as atuais vulnerabilidades e possibilidades futuras. Esta discussão é baseada em conhecimentos históricos sobre as relações entre a variabilidade climática e a saúde no Brasil, em resultados de pesquisas recentes sobre a distribuição espacial da vulnerabilidade no espaço geográfico brasileiro e na aplicação de conhecimentos de ordem mais geral, produzidos pelo IPCC.

## II - Mudança Climática e Saúde

Em linhas gerais, o IPCC (Confalonieri & Menne, 2007) reconheceu três mecanismos principais através dos quais os processos climáticos podem afetar a saúde da população, a saber (Figura 1):

- ✓ Efeitos diretos dos eventos climáticos extremos. Estes afetam a saúde através de influências sobre a fisiologia humana (por exemplo, ondas de calor) ou provocando traumas físicos e psicológicos em acidentes, como em tempestades, inundações e secas.
- ✓ Efeitos sobre o meio ambiente, alterando fatores determinantes da saúde humana. Exemplos mais relevantes são efeitos do clima afetando a produção de alimentos, a qualidade da água e do ar e a ecologia de vetores (por exemplo, mosquitos) de agentes infecciosos.
- ✓ Efeitos dos eventos climáticos sobre os processos sociais, determinando rupturas socioeconômicas, culturais e demográficas importantes. Um exemplo é a migração de grupos populacionais, desencadeada por secas prolongadas, que afetam principalmente populações que dependem da agricultura de subsistência.

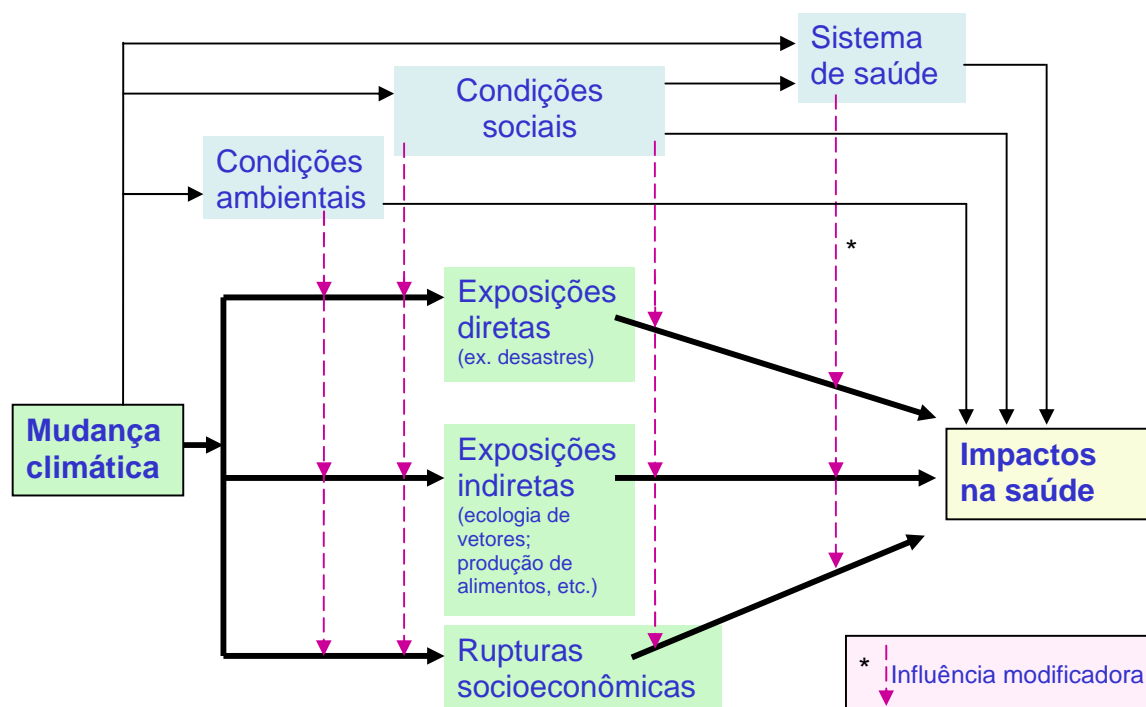


Figura 1 – Mecanismos de ação da mudança do clima na saúde (fonte: IPCC, 2007).

A magnitude dos efeitos que operam através destes três mecanismos básicos dependerá, em grande medida, de fatores moduladores oriundos da natureza do meio ambiente e da efetividade da proteção humana determinada pelos sistemas sociais e específicos de saúde. O grau de vulnerabilidade destes sistemas moduladores será importante na mitigação de impactos adversos, na resiliência das sociedades e na sua capacidade de recuperação dos impactos adversos.

O Quarto Relatório do IPCC identificou trabalhos que apontaram impactos já observados, da mudança climática na saúde, apenas no continente europeu. Isto é um reflexo da maior preocupação dos países desta região com os impactos do clima e de investimentos em pesquisas nesta área. Os efeitos observados foram:

- ✓ Aumento da morbidade e mortalidade por ondas de calor, com destaque para o episódio no verão europeu de 2003, que provocou cerca de 30.000 óbitos.
- ✓ Expansão da encefalite viral transmitida por carrapatos, para latitudes mais altas na Escandinávia e para altitudes maiores nas montanhas da República Tcheca.
- ✓ Aumento da duração do período anual no hemisfério norte, com concentrações alergênicas de pólen na atmosfera, em função da antecipação sazonal das condições climáticas típicas da primavera.
- ✓ Introdução, a partir da África, e expansão em direção ao norte de virose letal de animais domésticos (caprinos e ovinos), denominada “língua azul”, transmitida por mosquitos.

Como situações projetadas para o futuro, em nível global, o relatório apontou para:

- ✓ Um aumento na incidência de doenças diarreicas, em função da piora no acesso à água de boa qualidade, especialmente para uso doméstico.
- ✓ Alterações na distribuição espacial e na dinâmica populacional de vetores de doenças infecciosas e parasitárias endêmicas, tais como as espécies de mosquitos que transmitem a dengue e a malária.
- ✓ Aumento na incidência de doenças cardiovasculares e respiratórias, como consequência do aumento da concentração de poluentes atmosféricos (especialmente o ozônio troposférico) em grandes aglomerados urbanos já poluídos.

- ✓ Aumento da morbi-mortalidade causada por eventos climáticos extremos, tais como tempestades, inundações, ondas de calor, secas e suas conseqüências, como incêndios florestais.
- ✓ Aumento no contingente populacional exposto ao regime de insegurança alimentar, com piora na condição nutricional.

Embora se admita que a maioria dos efeitos da mudança climática global sobre a saúde humana venha a ser de caráter adverso, projetam-se alguns possíveis efeitos benéficos. O mais importante seria uma redução na mortalidade de inverno nos países temperados, determinada pela ocorrência de temperaturas menos frias nessa época do ano.

### **III - Clima e Saúde no Brasil**

Os registros epidemiológicos existentes no país, sobre as relações entre clima e saúde pública, referem-se a observações de impactos da variabilidade natural do clima e não à mudança climática global. A maior parte dos estudos refere-se a influências climáticas sobre a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias e sua variação no tempo e no espaço. Há também registros de morbi-mortalidade devida a eventos climáticos extremos, especialmente a chuvas fortes, seguidas ou não de inundações. Os estudos de casos apresentados a seguir ilustram, de forma sucinta, estas relações.

I - Na Figura 2 observa-se uma série histórica de casos de leptospirose em um município rural do estado do Rio Grande do Norte em relação à precipitação pluviométrica. Nota-se que nos anos em que ocorreram desvios positivos de precipitação, em relação à média histórica, estes foram acompanhados de surtos da doença, cujo agente etiológico é veiculado pela água, em áreas inundadas. Existem vários registros de surtos similares no Brasil, usualmente associados a áreas urbanas alagáveis e com saneamento deficiente (especialmente a coleta de lixo). Uma das cidades de maior ocorrência destas epidemias de leptospirose é o Rio de Janeiro, conforme será discutido mais adiante.

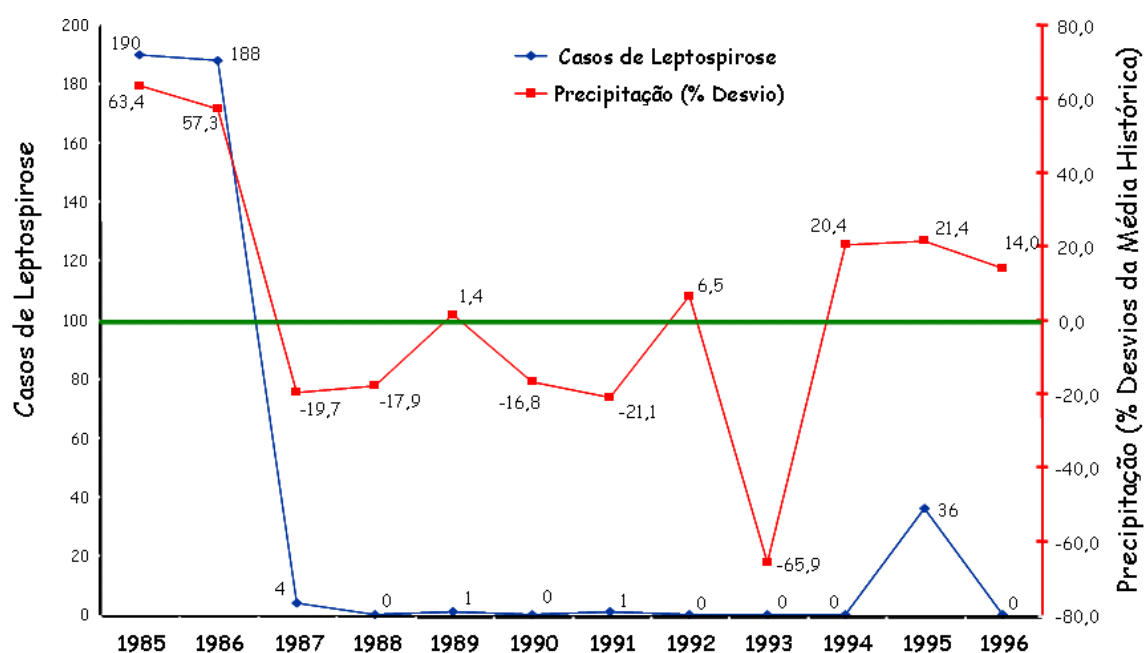


Figura 2 – Leptospirose e chuva em São Miguel, RN.

II – As Figuras 3 e 4 mostram a dinâmica da ocorrência de cólera na área rural (ou ribeirinha) do Alto Solimões, no estado do Amazonas. Verificou-se nesta região uma estreita relação entre o regime de chuvas e a ocorrência de casos da doença, na época da introdução deste agente bacteriano no Brasil, através da fronteira com o Peru no início dos anos noventa. Na época chuvosa dificilmente ocorriam casos, por causa do fluxo rápido e do alto volume de água do Rio Solimões, que diluíam a concentração de vibriões coléricos presentes na água, devido à falta de esgotamento sanitário. Ao mesmo tempo, na época chuvosa, a população local coletava água de chuva para bebida, em sistemas simples instalados nos telhados das casas. A inexistência destas condições, durante os curtos períodos sem chuva, propiciava o aparecimento de casos da doença, adquiridos pelo consumo de água contaminada coletada na margem do rio.

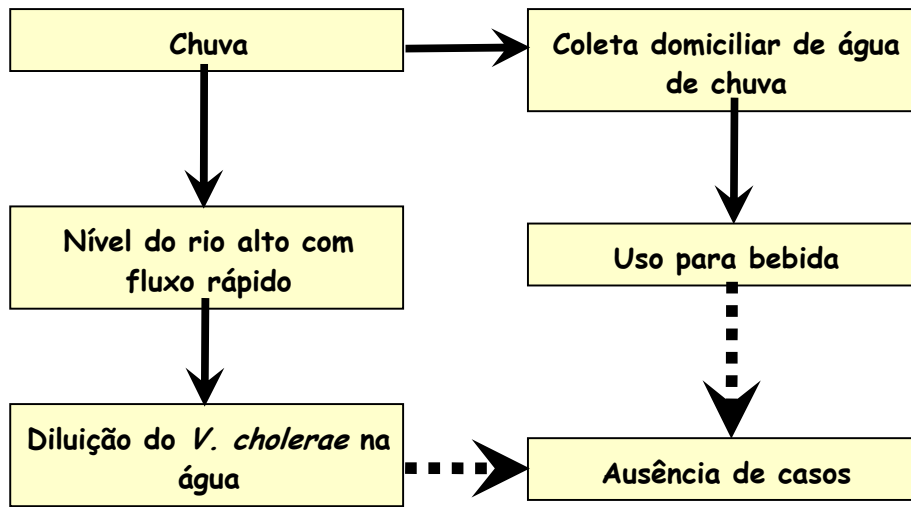


Figura 3 – Cólera na estação chuvosa, alto Solimões.

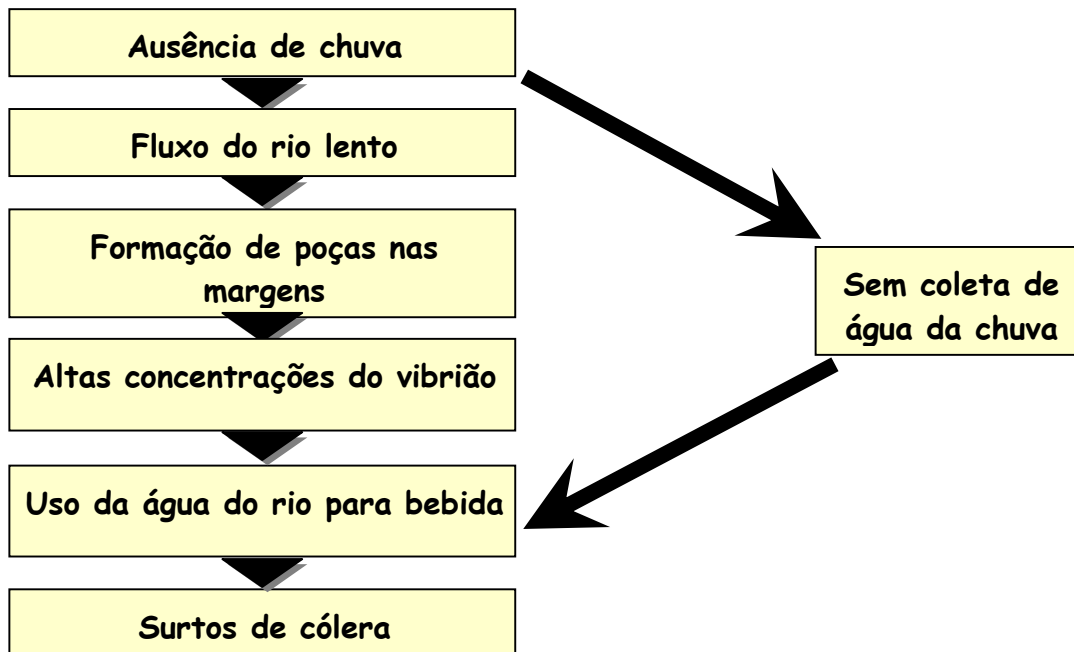


Figura 4 – Cólera na estação seca, alto Solimões.

III – Pode-se observar na Figura 5 um gráfico com o registro da variação do número de casos de malária importada no estado do Maranhão, em uma série histórica da doença (1977-1997). Observa-se no início da década de 80 um incremento rápido no número de casos importados, como resultado do retorno de migrantes após o fim da seca de 1982-1983, que se deslocaram para a Amazônia Oriental (Pará) com o objetivo de trabalhar nos garimpos. Estes migrantes adquiriram a malária na situação de trabalho temporário e a trouxeram para a parte amazônica do estado do Maranhão.

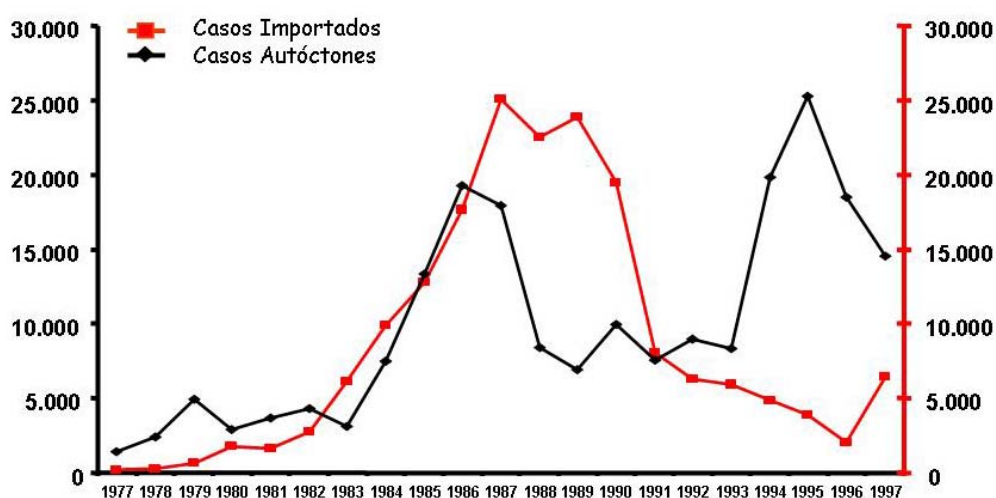


Figura 5 - Casos de malária no Maranhão, 1977 a 1997.

IV – Também relativas aos processos migratórios desencadeados pela seca no Nordeste são as epidemias de leishmaniose visceral (Calazar), observadas em algumas capitais nordestinas, tanto no início dos anos 80 como dos anos 90 (Figuras 6 e 7). Com o avanço da seca as populações rurais dependentes da agricultura de subsistência deslocaram-se das áreas endêmicas para as capitais, em busca de assistência. Desta forma, vieram a provocar surtos nas periferias urbanas recém-ocupadas, onde havia condições para a perpetuação do ciclo de leishmaniose visceral. Estes são exemplos típicos de rupturas socioeconômicas determinadas por fenômeno climático (seca), afetando a epidemiologia das doenças infecciosas endêmicas (no caso, a sua redistribuição no espaço).



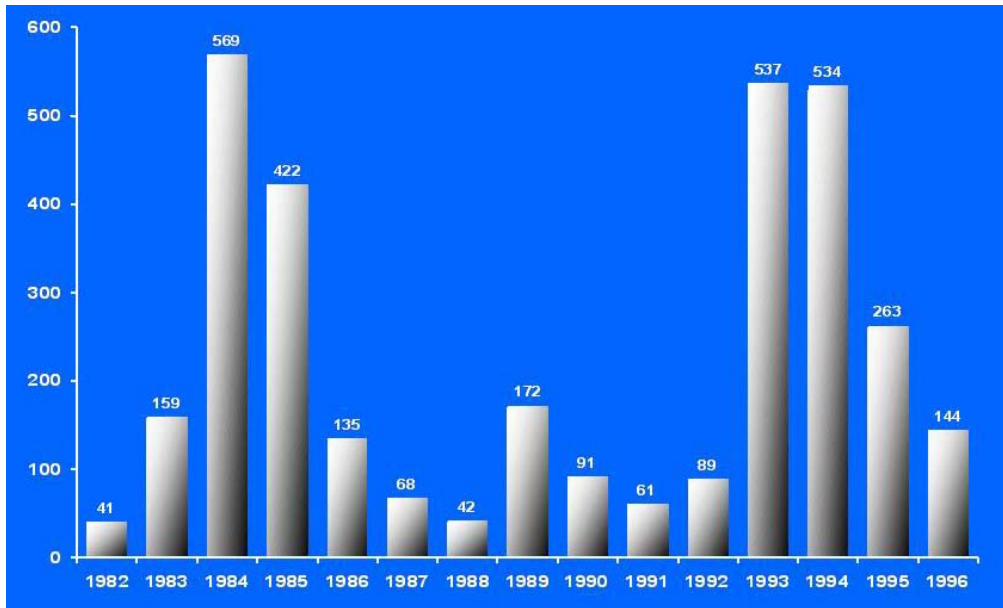


Figura 6 - Número de casos de leishmaniose visceral no estado de Maranhão, Brasil, 1982–1996.

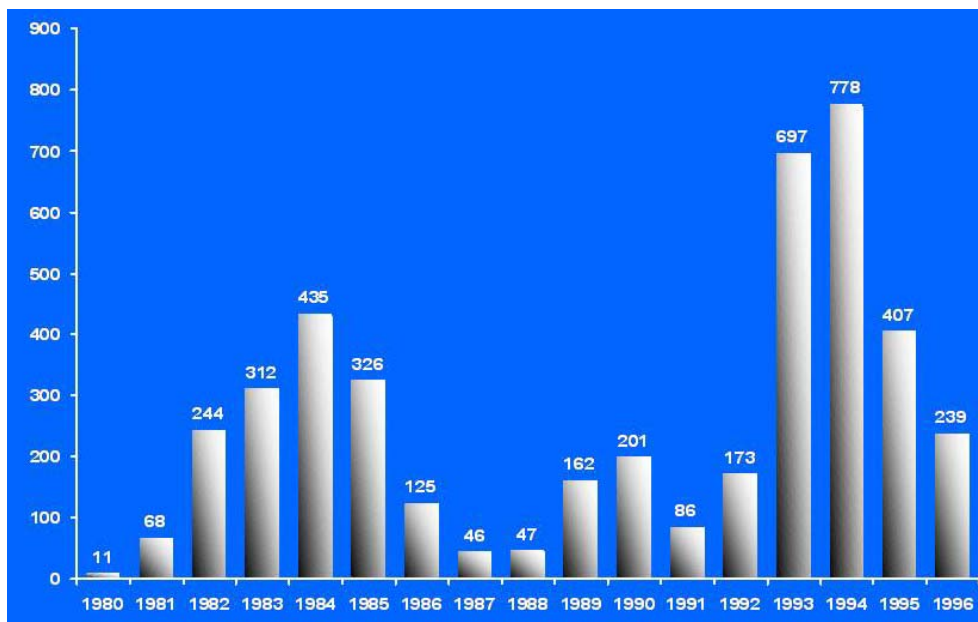


Figura 7 - Número de casos de leishmaniose visceral no estado de Piauí, Brasil, 1980–1996.

#### IV – Vulnerabilidade aos Efeitos do Clima

O Conceito de Vulnerabilidade a impactos do clima foi desenvolvido por sociólogos que estudam as conseqüências dos desastres naturais. Uma das definições mais usadas afirma: “É a capacidade de um grupo social ou indivíduo de lidar, antecipar e recuperar-se de impactos de desastres” (Blaikie et al., 1994).

Dow (1992) o define como “a capacidade diferenciada de grupos e indivíduos de lidar com perigos, baseada em suas posições no mundo físico e social”.

Projetos de pesquisa sobre impactos da vulnerabilidade climática na saúde, desenvolvidos pelo Programa de Mudanças Ambientais Globais e Saúde (PMAGS) da Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ, adotaram um modelo conceitual próprio, adaptado de Watts & Bohle (1993). Trata-se de um modelo do tipo “exposição-resposta”, desenvolvido por geógrafos preocupados com impactos de secas prolongadas (Confalonieri, 2003). O modelo conceitual está representado na Figura 8.

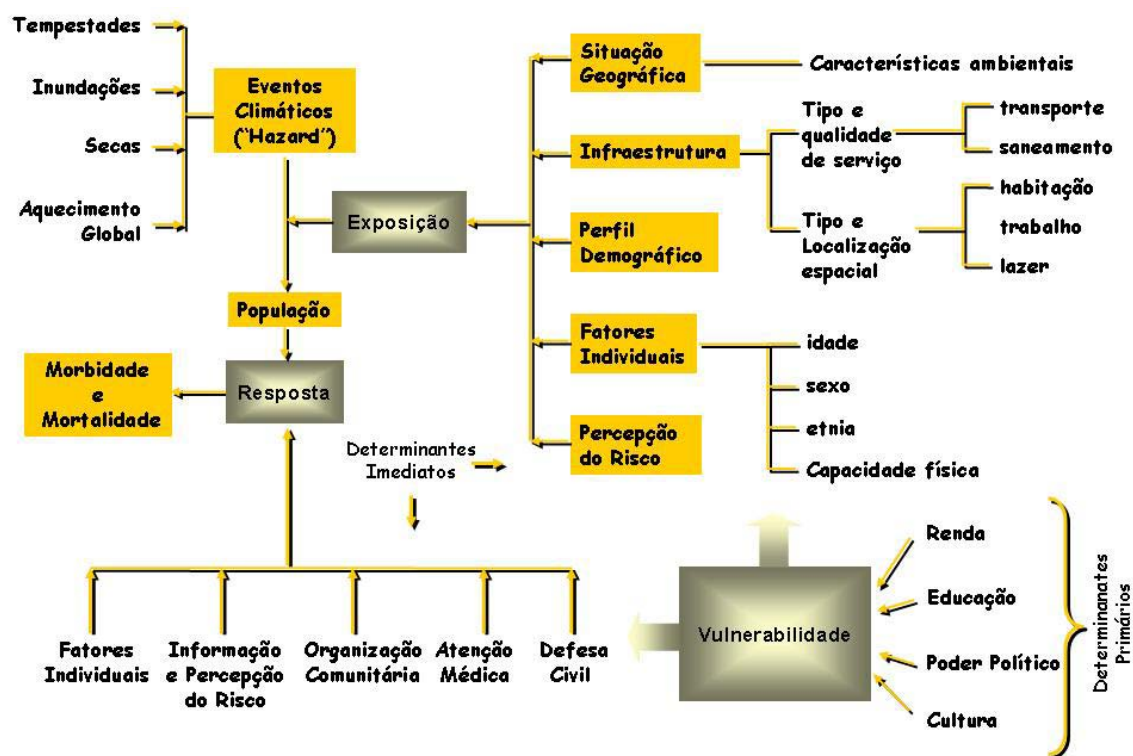


Figura 8 – Modelo Conceitual de Vulnerabilidade.

Este modelo admite a existência de fatores tanto estruturais como conjunturais, determinantes da vulnerabilidade, em dois níveis básicos: determinantes imediatos e determinantes primários (ou “*ultimate*”). Estes últimos, que incluem renda, cultura, educação e poder político, condicionam os determinantes de ordem mais imediata. Estes, que incluem desde fatores individuais (por exemplo, capacidade física, idade, etc.), institucionais (por exemplo, serviços de saúde, defesa civil, etc.) e geográficos (por exemplo, local de moradia, topografia, etc.), são os que condicionam a exposição de indivíduos e comunidades a perigos ambientais (“*hazards*”) e também as suas capacidades de resposta.

Um exemplo de aplicação deste modelo a uma situação prática brasileira pode ser visto na Figura 9, relativa às secas na região Nordeste.

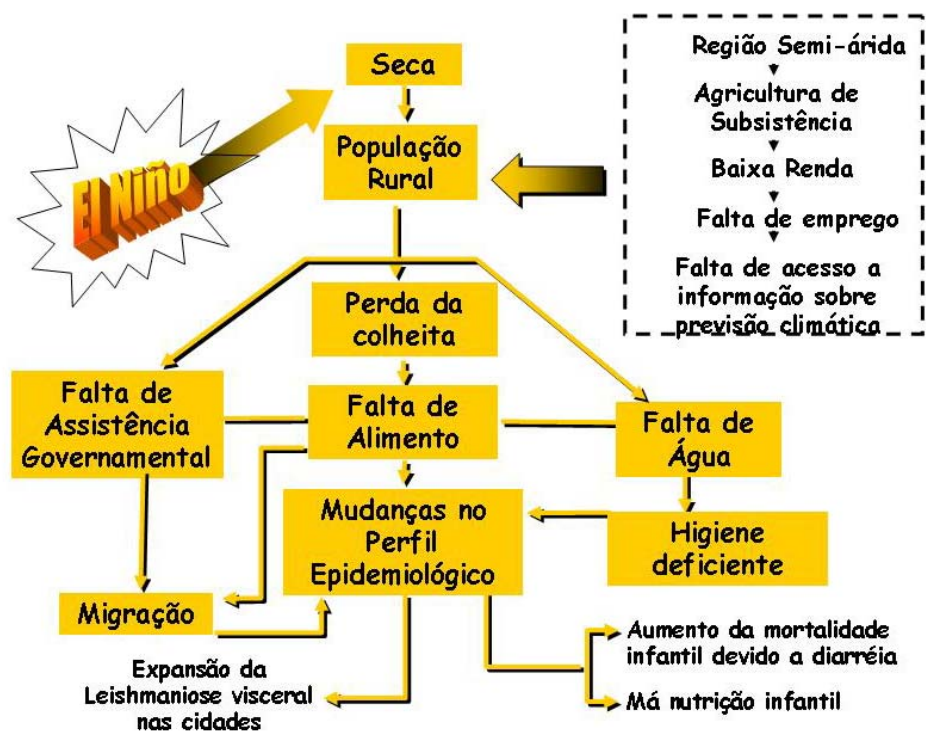


Figura 9 - Vulnerabilidade à seca no Nordeste.

Um estudo recente (Confalonieri et al., 2005; 2007) realizou um mapeamento, na unidade federada brasileira, da estrutura da vulnerabilidade corrente (período 1996-2001) aos possíveis impactos do clima na saúde. Foi desenvolvido um Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG), que é um indicador sintético com 3 componentes: socioeconômico, climático e epidemiológico. Estes foram baseados em dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (indicadores socioeconômicos), do DATASUS (seis doenças infecciosas endêmicas, sensíveis ao clima) e do CPTEC/INPE (séries históricas de 42 anos de precipitação pluviométrica). Cada um destes conjuntos de indicadores tem um peso relativo na obtenção do IVG, em cada caso específico (por cada UF). Em alguns casos o índice de vulnerabilidade geral foi de valor intermediário (a amplitude numérica possível é de zero a um: quanto maior o número, maior a vulnerabilidade) por causa de apenas um componente (por exemplo, alta incidência destas endemias). Entretanto, os valores mais altos do IVG (correspondente às regiões Norte e principalmente Nordeste) resultaram de uma combinação de baixos indicadores socioeconômicos, alta prevalência destas endemias e alta incidência de eventos climáticos extremos (por exemplo, secas periódicas no semi-árido). Os resultados finais do estudo representados pelo IVG, bem como os seus índices componentes – IVE, IVSE e IVC - acham-se representados nas Figuras 10, 11 e 12 a seguir.

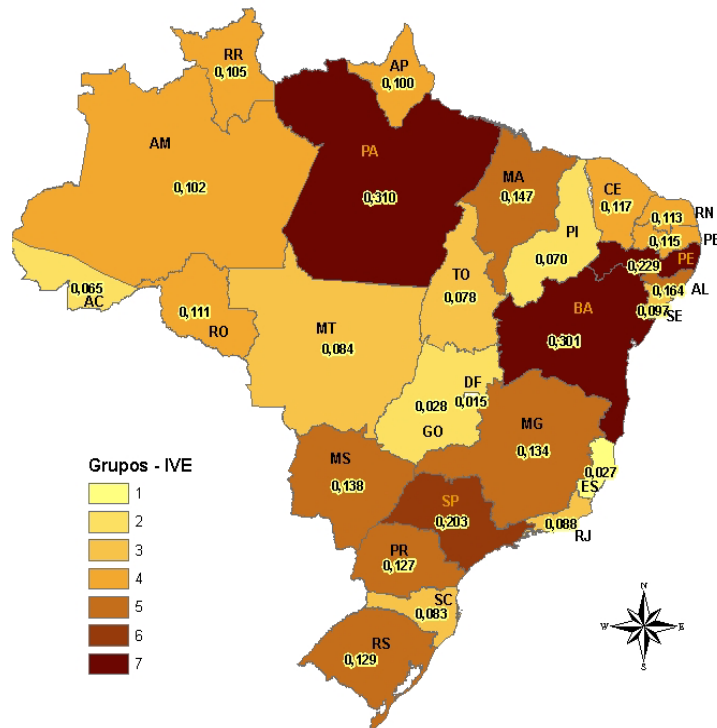


Figura 10 - Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica.

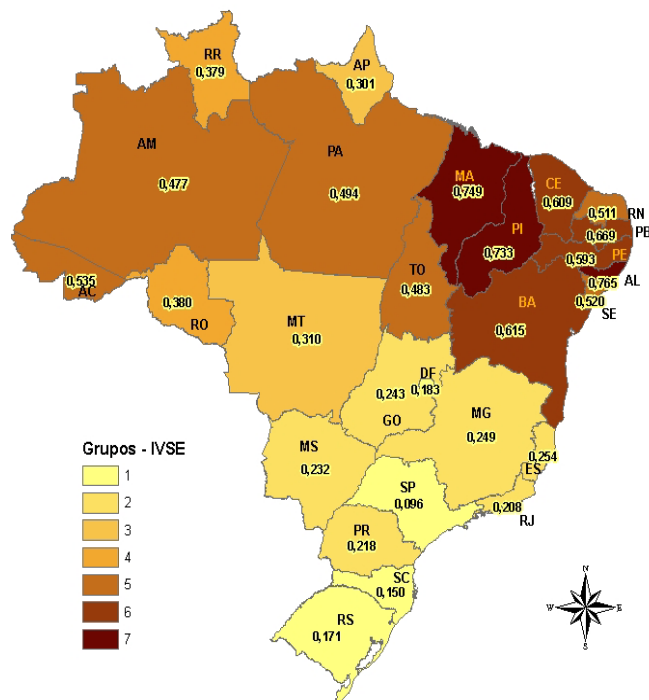


Figura 11 - Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica.

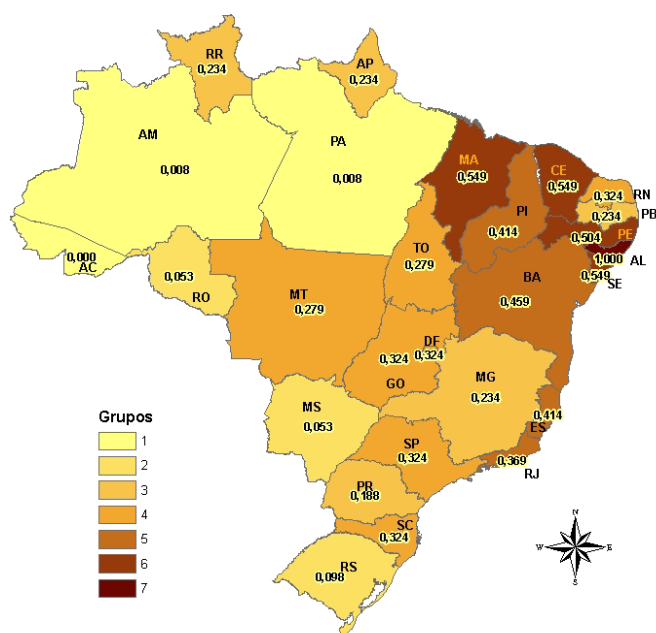


Figura 12 - Índice de Vulnerabilidade Climatológica.

Estes indicadores foram aplicados para os estados brasileiros mas, com as devidas adaptações, também podem ser utilizados para unidades geográficas menores, como os municípios (ver a próxima seção).

## V - Conclusões e Recomendações

A ocorrência histórica de agravos à saúde da população humana no Brasil, determinados pela exposição aos eventos climáticos, aponta para a existência de uma situação de vulnerabilidade que precisa ser modificada.

Em relação aos impactos futuros da mudança climática na saúde, em todo o mundo, espera-se que estes fenômenos venham a significar um estresse adicional sobre situações-problema já existentes, podendo aumentar a sua intensidade (por exemplo, frequência da ocorrência, número de pessoas afetadas, etc.), gravidade, duração ou ampliar a sua distribuição no espaço geográfico. Assim sendo, para o Brasil, podemos esperar impactos adicionais em relação aos seguintes agravos:

1. Doenças infecciosas endêmicas como malária, leishmaniose, leptospirose e dengue.
2. Acidentes por eventos climáticos extremos (tempestades e inundações), incluindo o estresse pós-traumático.
3. Agravamento da desnutrição em áreas já afetadas por insegurança alimentar, em função da queda na produção da agricultura de subsistência.

Devemos ainda considerar como possibilidades os seguintes riscos adicionais para a saúde pública:

- Excessiva demanda pelos serviços de saúde, assim como situações de insegurança (por exemplo, violência social) determinadas por migrantes (“refugiados ambientais”).
- Problemas de abastecimento de água, devido à salinização de depósitos naturais no subsolo (consequência do aumento do nível do mar).
- Possível aumento de distúrbios respiratórios pela maior concentração de poluentes atmosféricos, principalmente o ozônio, cuja formação é catalisada pela temperatura do ar, em metrópoles já poluídas.

Há necessidade de se modificar condicionantes estruturais da vulnerabilidade da população aos impactos do clima na saúde, a saber:

- ✓ Habitações em áreas de risco (encostas de morros e baixadas).
- ✓ Deficiências na infra-estrutura básica de saneamento.
- ✓ Exposição a altos níveis de violência social.
- ✓ Circulação, de forma endêmico-epidêmica, de patógenos cuja transmissão é influenciada pelo clima.
- ✓ Desenvolvimento, aperfeiçoamento e avaliação da eficácia de sistemas de alerta precoce contra eventos climáticos extremos.

Ainda como recomendações gerais importantes, no âmbito dos impactos de mudanças climáticas na saúde, e visando facilitar o processo de adaptação a estas mudanças, temos o seguinte (Confalonieri, 2005):

- Aplicação e adaptação da atual metodologia usada para a caracterização da vulnerabilidade social aos impactos do clima, levando-se em conta as situações regional, estadual e municipal.



- Desenvolvimento de um sistema integrado de informações de morbidade e mortalidade resultante de eventos climáticos extremos, em níveis municipal e estadual, incluindo as respectivas Secretarias de Saúde, Defesas Cíveis e Secretarias de Segurança Pública. Tal sistema permitiria uma fácil caracterização das vítimas de deslizamentos de encostas e de inundações, seus agravos específicos, suas causas imediatas e suas conseqüências.
- Aperfeiçoamento dos programas de controle de endemias e seus vetores (mosquitos, roedores, etc.), principalmente daquelas sensíveis às variações do clima.
- Esclarecimento da opinião pública em geral sobre o processo de mudança climática e suas possíveis conseqüências e riscos para a saúde da população do país, baseado em estudos e modelos confiáveis, para evitar a freqüente desinformação que ocorre nesta área.
- Instalação de esquemas direcionados de vigilância ambiental, epidemiológica e entomológica em localidades e situações selecionadas, visando-se a detecção precoce de sinais de efeitos biológicos da mudança do clima (por exemplo, em populações de vetores, etc.).
- Estímulo à realização de estudos científicos e avaliações técnicas em diferentes escalas espaciais, integrando o setor saúde com outros (habitação, urbanização, demografia, climatologia, qualidade do ar, etc.), visando a construção de cenários integrados de vulnerabilidade para as próximas décadas.

## VII - Referências

- Blaikie, P.** et al., 1994. *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters.* ROUTLEDGE, London.
- Confalonieri, U.E.C.**, 2003. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. *Terra Livre, S. Paulo, 19-1 (20):193-204.*
- Confalonieri, U.E.C.**, 2005. Mudanças Climáticas e Saúde Humana, pp 166-171, In: Poppe, M.K & La Rovere, E.L (coord.), *Mudança do Clima, vol. 1, Cadernos NAE, nº 3, Brasília, 250 pp.*



- Confalonieri, U.E.C.; Marinho, D. P.; Rodriguez, R. R.** et al., 2005. Análise da Vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas, Relatório final de projeto de pesquisa, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 96 pp.
- Confalonieri, U.E.C.; Marinho, D. P.; Rodriguez, R. R.**, 2007. 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 (submetido para publicação).
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich and A. Woodward**, 2007: Human health. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Dow, K**, 1992. Exploring the differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental changes. *GEOFORUM*, 23:417-436.
- Marengo, J. A.; Nobre, C. A.; Salati, E. & Ambrizzi, T.**, 2007. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Min. do Meio Ambiente, SBF/DCBio, Brasília, 54 pp.
- Watts, M. J. & Bohle, J. G.**, 1993. The Space of Vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progr. Human Geogr.*, 17:43-67.

---

Data de Recebimento: 12/02/2007

Data de Aprovação: 16/04/2007