

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados

Centro de Documentação e Informação

Coordenação de Biblioteca

<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



Mudanças climáticas: impactos físicos e socioeconômicos

1. Introdução

Os processos físicos e as formas de vida atuais do planeta Terra existem devido às características da atmosfera terrestre, que provê ar, água e suprimento de alimentos adequados. Ademais, diversas atividades econômicas, a arquitetura e até o nosso vestuário são condicionados, em alguma extensão, pelo clima.

Apesar da dependência do ser humano em relação às condições da atmosfera, a compreensão do sistema climático e suas interações é ainda parcial, visto que os processos atmosféricos são muito variáveis, sensíveis e de difícil percepção, devido à complexidade das interações entre o sol, a atmosfera, os oceanos, o gelo, o relevo, as terras emersas, a vegetação e os seres vivos (NUNES, 2002).

*1 Luci Hidalgo Nunes, professora do Departamento de Geografia, na Universidade Estadual de Campinas, mestre em Geografia e doutora em Engenharia de Transporte.

Apesar da dependência do ser humano em relação às condições da atmosfera, a compreensão do sistema climático e suas interações é ainda parcial, visto que os processos atmosféricos são muito variáveis.

As condições climáticas do planeta refletem fatores externos que as condicionam, como intensidade da radiação solar, e fatores internos, como arranjo dos oceanos e continentes e composição da atmosfera. Qualquer alteração nesses parâmetros leva a um ajuste do sistema e modificação no equilíbrio radiante¹, com conseqüente mudança climática. Tais ajustes já aconteceram inúmeras vezes ao longo da história do planeta, de estimadamente 6 bilhões de anos, de maneira que o clima terrestre já se modificou muitas vezes.

Na maior parte da história climática do planeta, a média da temperatura foi superior à atual, num padrão em que os períodos mais quentes perduraram por centenas de milhões /bilhões de anos, interrompidos por períodos mais frios, que duraram dezenas a talvez centena de milhão de anos.

Os períodos mais quentes e mais frios do planeta apresentaram características específicas de distribuição de energia e composição da atmosfera, que por sua vez engendraram padrões de fauna, flora e processos físicos distintos dos atuais, tanto em seus tipos como em sua distribuição espacial. Esses padrões registrados no passado geológico e histórico do planeta podem se repetir, de maneira que o estudo das características dos climas pretéritos é de interesse não apenas para o entendimento do tipo de alterações que o planeta já vivenciou, mas também para elaborar cenários de predição do clima, tendo em vista a possibilidade de repetição de condições já registradas no passado.

No entanto, a reconstituição do passado ambiental, inclusive climático, é um exercício bastante complexo. As fontes de informação das condições pretéritas são esparsas, indiretas e algumas vezes apenas qualitativas, e a degradação de testemunhos de condições distintas das atuais é facilitada em ambientes mais quentes e úmidos, que os preservam menos do que em ambientes mais secos e frios.

As condições que levaram às modificações do clima do planeta ao longo de sua história são apenas parcialmente conhecidas, muitas vezes colocadas no nível de hipóteses prováveis, até porque algumas das mudanças podem ter ocorrido devido à conjugação de condicionantes de diferentes ordens, que contribuíram com magnitudes distintas para alterar o clima.

Na reconstituição do passado climático do planeta no nível geológico, bem anterior à história do homem no planeta, são utilizados métodos indiretos para inferir a composição atmosférica pretérita, como análises químicas da composição do gelo² formado em épocas remotas, de corais, de polens ou dizimação em massa, que podem revelar se as alterações ocorreram de forma lenta ou abrupta. Por sua vez, isótopos radioativos, como o C^{14} , permitem que vários testemunhos sejam datados, revelando as condições prevalecentes no passado remoto.



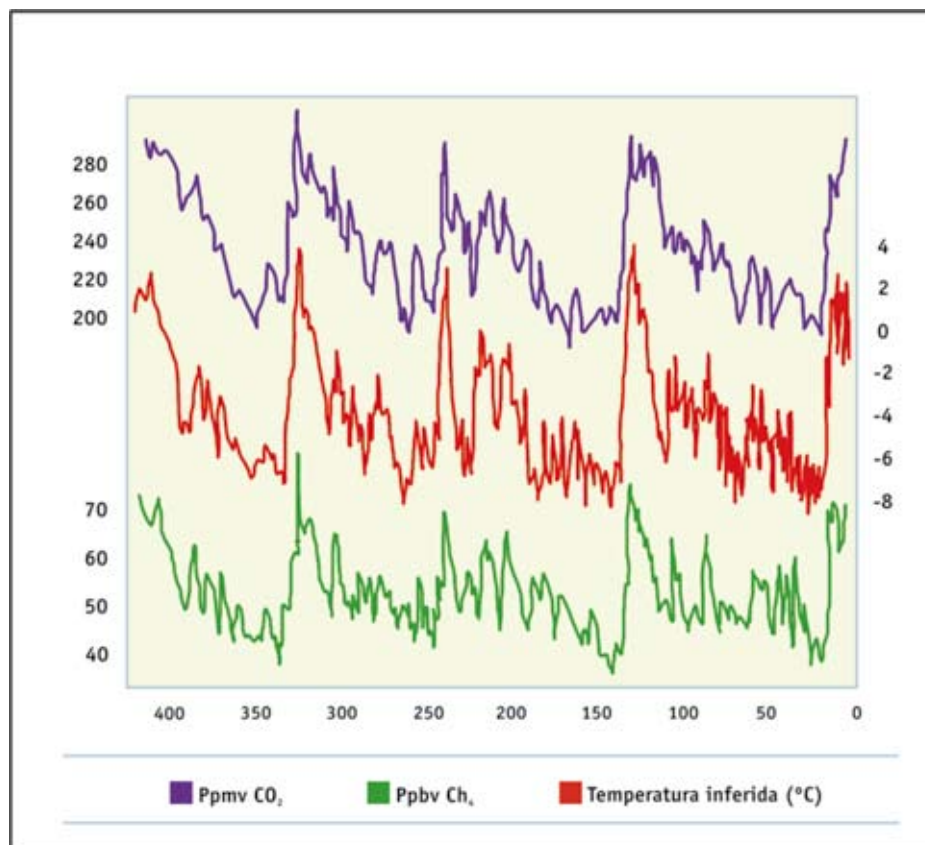
2. Condicionantes que podem ter engendrado mudanças climáticas no passado

2.1. Causas naturais

Conforme exposto, um dos objetivos da reconstituição do passado ambiental do planeta é o entendimento das conexões entre a variação de elementos, com vistas a verificar se condições semelhantes podem voltar a acontecer na atualidade.

Análises de calotas de gelo em Vostok, base russa na Antártida, são apresentadas por vários pesquisadores como prova de que haveria forte conexão entre temperatura, gás carbônico e metano, que teriam variado mais ou menos em fase no passado geológico (Figura 1). Partindo da premissa de que na atualidade a contribuição de gases de efeito estufa tem aumentado, e fazendo um paralelo com o que aconteceu no passado geológico, poder-se-ia inferir que haveria potencial para aumento da temperatura global. Não obstante, há de se ponderar que o ar contido nas bolhas de gelo teria sofrido alterações em sua composição química por pressão, difusão e reações com elementos existentes no ambiente.

Figura 1. Relação entre a variação de temperatura (°C), gás carbônico (CO₂, partes por milhão por volume-ppmv) e gás metano (CH₄, partes por bilhão por volume-ppbv) ao longo do tempo. Medições em Vostok, Antártida

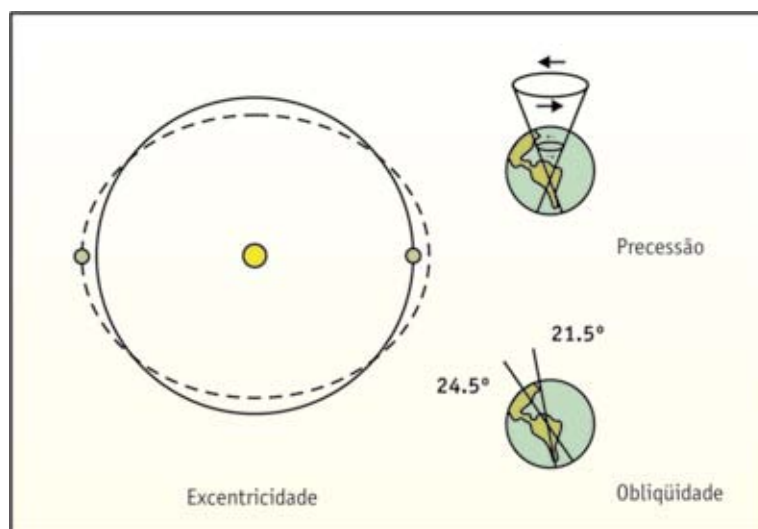


Ademais, se a composição do ar atual é variável no globo (algumas áreas apresentam maior volume de gás carbônico e vapor d'água, por exemplo), é provável que o mesmo tenha ocorrido há milhares de anos também, o que sublinha a necessidade em se ter prudência na generalização espaço-temporal dos testemunhos pretéritos.

Há muitas incertezas quanto às causalidades das mudanças climáticas pretéritas, mas uma teoria surgida na década de 20 do século passado é ainda amplamente aceita: a Teoria de Milankovitch, que advoga que variações de ordem astronômica alterariam a distribuição da energia solar. Essa teoria apresenta três ciclos, que aparecem de forma esquemática na Figura 2:

1. precessão – mudanças na movimentação do eixo terrestre, que por sua vez engendram mudanças na distância entre sol e terra, com ciclicidade de 23.000 anos;
2. obliquidade – variação no ângulo do eixo de rotação da terra com o plano da eclíptica, tendo variado entre $21^{\circ}40'$ e $24^{\circ}30'$, sendo hoje $23^{\circ}27'$. O ciclo ocorreria a cada 41.000 anos;
3. excentricidade – modificação na geometria da elipse, ocorrente a cada 100.000 anos.

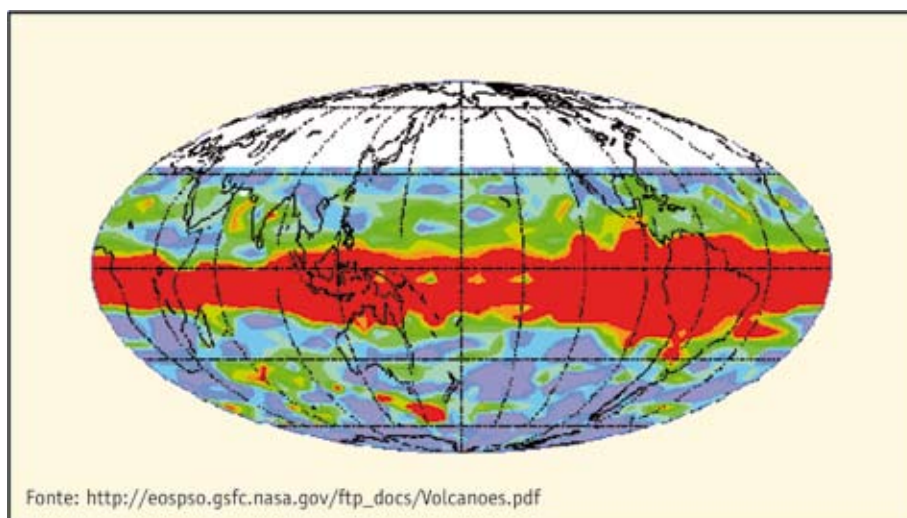
Figura 2. Ciclos de Milankovich



Erupções vulcânicas de grande intensidade são infreqüentes, mas quando registradas lançam grandes quantidades de gases e material particulado na atmosfera, diminuindo temporariamente o fluxo de energia que entra no sistema, por impedir que uma parcela da energia proveniente do sol efetivamente penetre na atmosfera, e assim participe dos processos planetários. As erupções criam nuvens de partículas e gases, incluindo dióxido sulfúrico, que podem alcançar altitudes superiores a 10.000 m.

Há algumas evidências históricas que associam fortes erupções com decréscimo na temperatura. A erupção do Monte Pinatubo, nas Filipinas, em 12 de junho de 1991, provocou queda na temperatura mundial por cerca de dois anos. A Figura 3 mostra a grande dispersão de dióxido sulfúrico expelido por essa erupção, facilitada pelas fortes circulações de baixa latitude, e a Figura 4, a diminuição de temperatura após esse importante evento de vulcanismo.

Figura 3. Imagem do satélite UARS de 23/9/1991, mostrando a dispersão de dióxido sulfúrico pela erupção do Monte Pinatubo



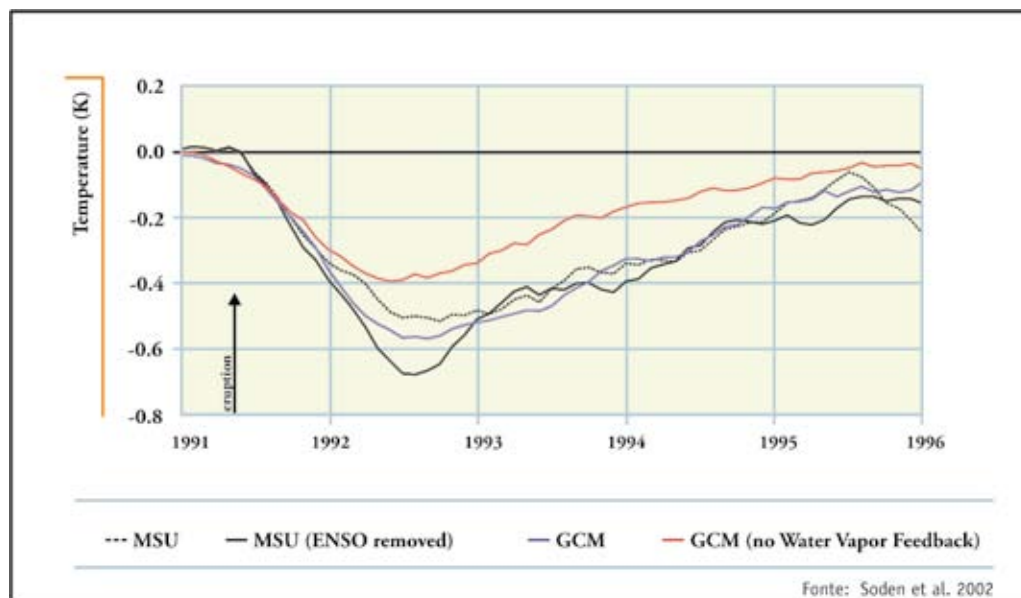
No início do século XIX ocorreram algumas erupções fortes, como a do vulcão Soufrière, na Ilha de San Vicente (Caribe), em 1812, e a do vulcão Mayon, nas Filipinas. Porém, nada que se comparasse com aquela ocorrida pouco depois, em abril de 1815, tida como a mais explosiva nos últimos séculos: a erupção do Monte Tambora, na Indonésia, cujas consequências

Análises de calotas de gelo em Vostok, base russa na Antártida, demonstram haver forte conexão entre temperatura, gás carbônico e metano, que teriam variado em fase no passado geológico.

na diminuição da temperatura são tidas como a principal causa do fenômeno conhecido na Europa como “o ano sem verão”. O decréscimo da radiação incidente teria induzido o enfraquecimento nas células de circulação, alterando substancialmente as condições da atmosfera por diversos meses. As consequências foram particularmente dramáticas, porque se associaram a um período que já se estendia por alguns séculos, marcado por grandes flutuações nas condições atmosféricas, conhecido como Pequena Idade do Gelo.

Para ilustrar as consequências advindas dessa forte erupção, basta saber que a flutuação em apenas 1% na energia solar absorvida altera as temperaturas superficiais em 1,0 °C. Estima-se que 180.000 m³ de material foi expelido, elevando-se a cerca de 50 km. As consequências foram sentidas na agricultura, com fome e epidemias que dizimaram milhares de pessoas (FAGAN, 2000; LINDEN, 2006).

Figura 4. Resfriamento promovido pela erupção do Pinatubo. Comparação entre a observação de satélite (preto) e modelos de predição global de temperatura na baixa troposfera (vermelho sem o feedback promovido pelo vapor d'água), com média móvel de 7 meses



Outro fator que pode induzir mudanças climáticas de ordem natural estaria associado a alterações na irradiação total da energia solar, que, todavia, são de ordem muito pequena, de modo que há controvérsias na comunidade científica se elas poderiam causar modificações significativas. Mudanças no ciclo solar, cuja ciclicidade é de

Há algumas evidências históricas que associam fortes erupções com decréscimo na temperatura.

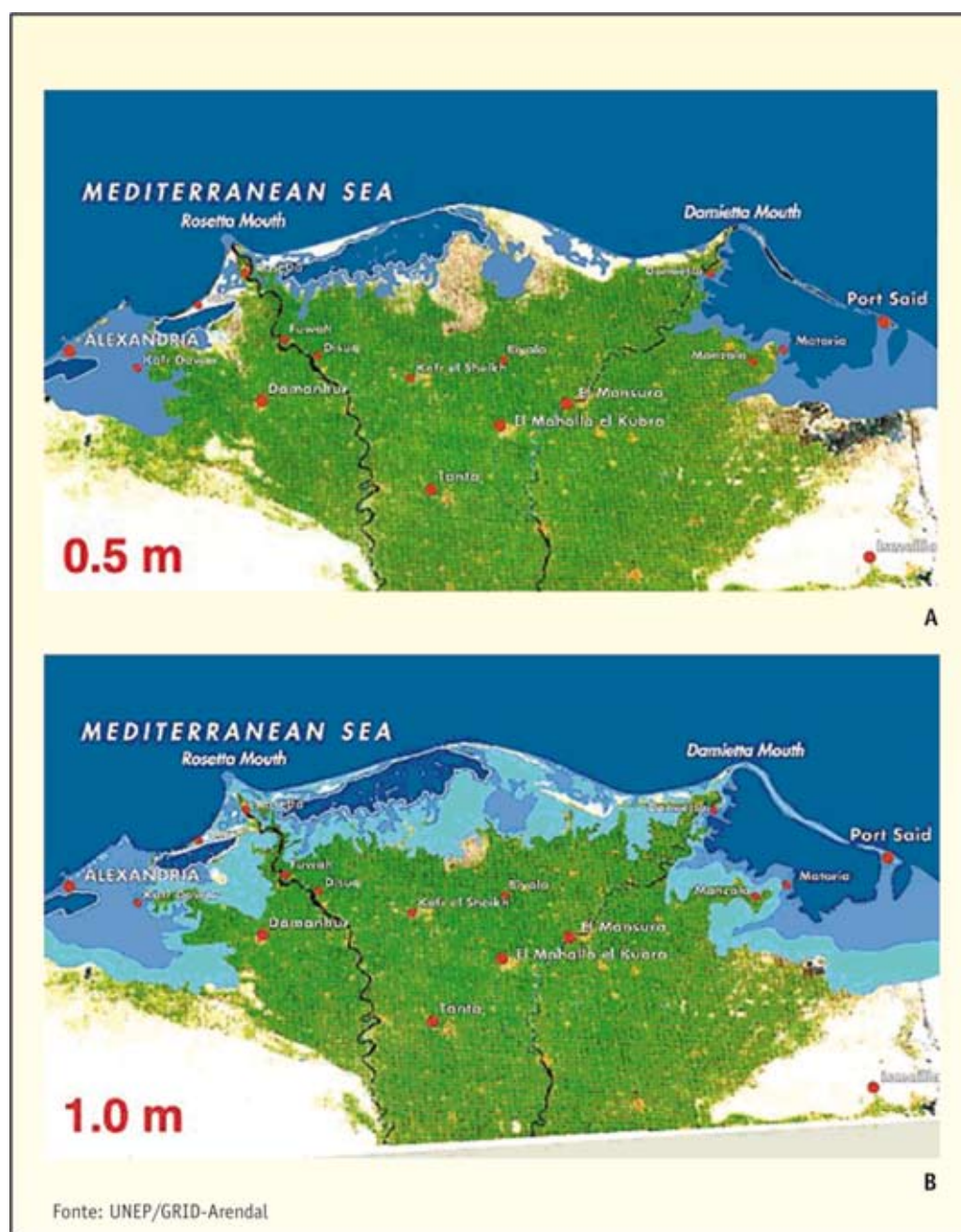
11 anos, são menores que 0,1%, mas essa variabilidade concentra-se na região do espectro da radiação ultravioleta, que poderia promover sutis alterações em processos físicos não totalmente compreendidas (BURROUGHS, 1997). Segundo o IPCC (2001), alterações na

irradiação total de energia solar teriam contribuído para aumentar a temperatura global em 0,2 °C na primeira metade do século passado, mas nos últimos 25 anos essas mudanças têm sido muito pequenas.

2.2. Causas antropogênicas e impactos das mudanças climáticas em curso

Associado a essa dinâmica natural do planeta está a capacidade humana de perturbar o sistema climático, de maneira que as mudanças dominantes nas últimas décadas teriam origem preponderantemente antropogênica (IPCC 2001 e 2007), mesmo se associadas a causas naturais, ainda que seja difícil discernir o peso de contribuintes distintos que concorrem para a mesma consequência. E, ainda que algumas atividades antropogênicas gerem calor, a principal maneira pela qual a ação humana modifica o clima global é a partir da alteração da composição da atmosfera.

Figuras 5A e 5B. Impacto potencial do aumento do nível do mar no delta do Rio Nilo em dois cenários de população, área agricultável e aumento do nível do mar



O processo de mudança no uso da terra, que ocorre em escala global de forma bastante agressiva, é um fator de enorme relevância. A urbanização altera o fluxo de energia e de umidade no nível local ao substituir a vegetação por asfalto e outros materiais, além de modificar o curso dos rios, muitas vezes canalizados, e mudar o fluxo natural das circulações, criando verdadeiros corredores que canalizam os ventos e gerando as brisas urbanas, que sopram da periferia (menos quente) para o centro (mais aquecido).

O impacto das mudanças climáticas nos ecossistemas naturais é bastante profundo, interferindo nos processos de adaptação das espécies, composição e competitividade, e no aparecimento de doenças. A grande velocidade das alterações impede e/ou dificulta a migração e respostas adaptativas das espécies.

As florestas armazenam grandes quantidades de carbono (80% nas superfícies e 40% em subsuperfície), de modo que o desmatamento que se opera em diversos locais nos trópicos quentes e úmidos contribui para lançar grandes quantidades de carbono na atmosfera. As queimadas associadas modificam o balanço de energia, elevando as temperaturas e aumentando a disponibilidade de material particulado na atmosfera, o que pode induzir alterações nas precipitações³, problemas de visibilidade e de doenças.

Figura 6. Recuo da Geleira Upsala em 2004 em relação a 1928

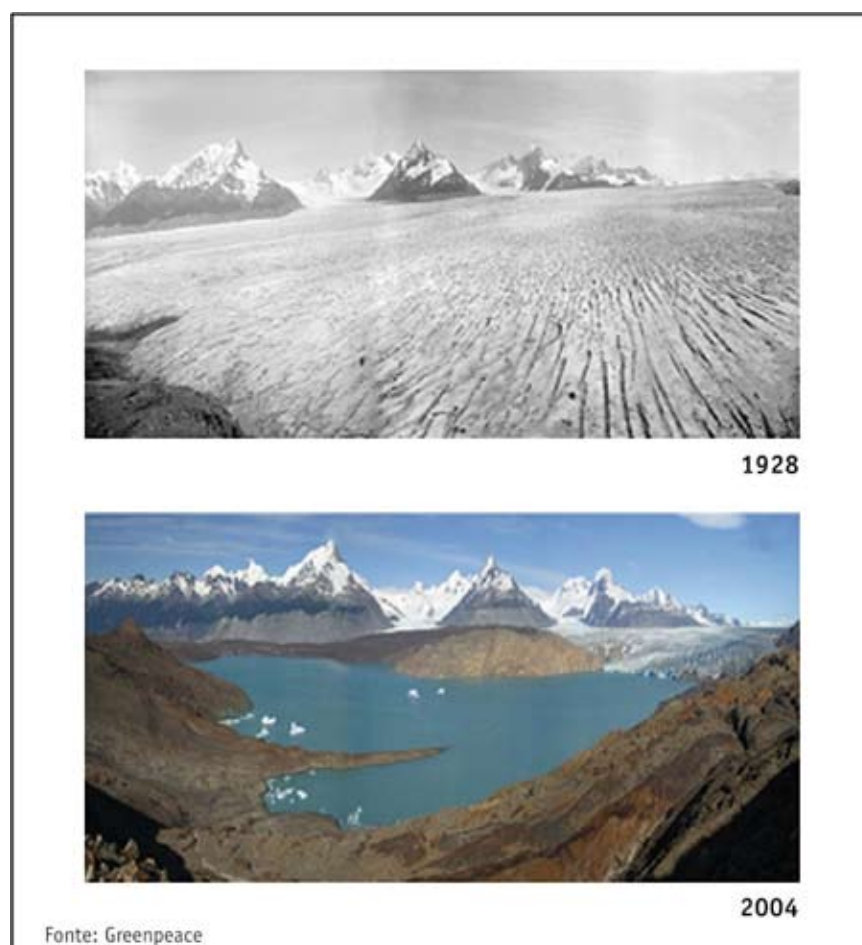
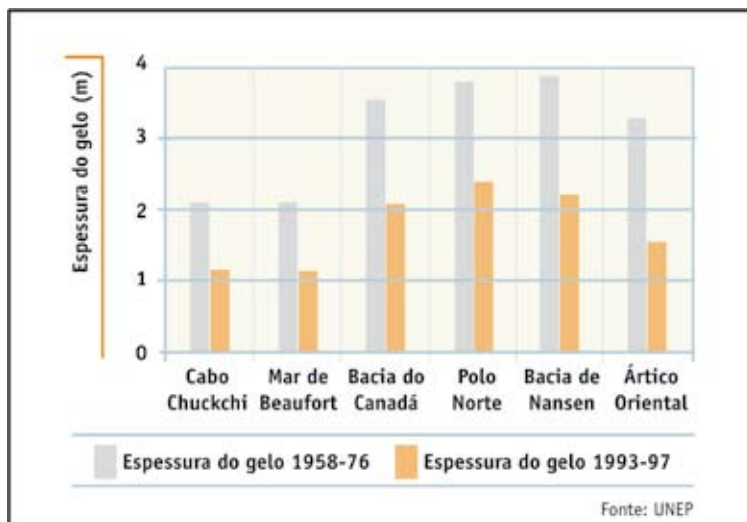


Figura 7. Afinamento do gelo no Ártico em dois períodos (espessura representada em metros)



Outro fato preocupante é o aumento atual do nível do mar e de rios, que acontece em grande velocidade. Menéndez e Re (2005) colocam que, para o setor argentino do Rio da Prata, o incremento médio foi de 17 cm no século XX, dos quais 50% nas últimas três décadas: essa elevação teria como principal condicionante o aumento do nível médio do mar. Medições feitas pelo Instituto Oceanográfico (USP) em Cananéia-SP, de 1955 a 1990, apontam que a taxa de elevação foi de 4,1 mm/ano, e em Santos, entre 1944 e 1989, de 1,1 mm/ano. Os efeitos locais (variações temporais, erosão, atividades humanas de ocupação) e o efeito global de aquecimento são considerados nas medições das médias.

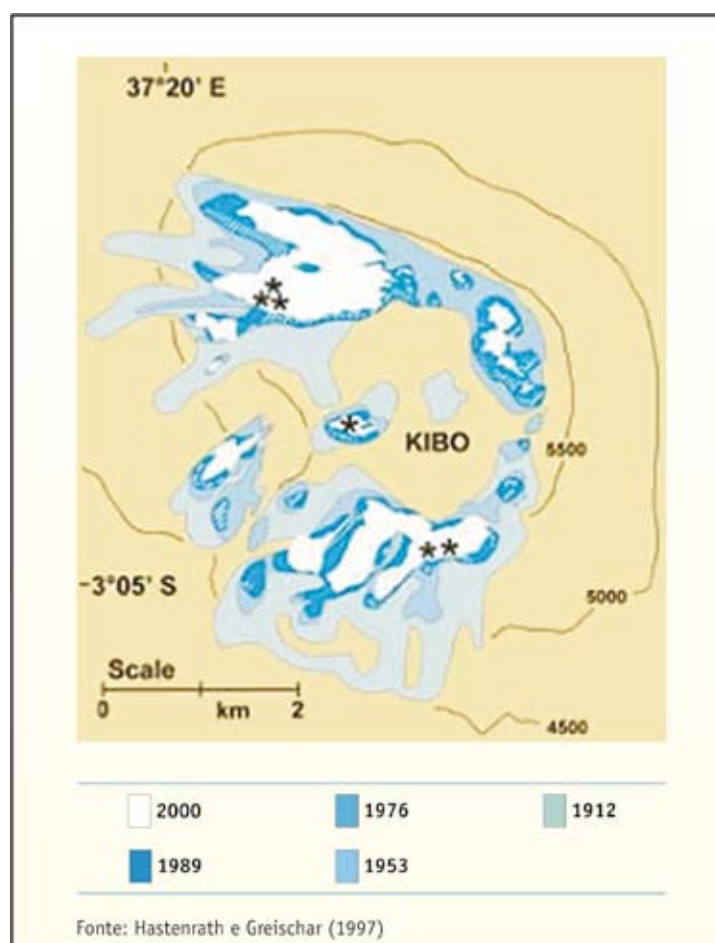
As Figuras 5A e 5B refletem o aumento do nível do mar no delta do Rio Nilo, área de grande densidade populacional e ocupação milenar, em dois cenários: no primeiro (Figura 5A), a população é de 3.800.000 habitantes, a área agricultável, 1.800 km² e o aumento do nível do mar, 0,5 m.; no segundo (Figura 5B), esses parâmetros são, respectivamente, 6.100.000 habitantes, 4.500 km² e 1,0 m. Nota-se que a área afetada (e conseqüentemente, população e atividades econômicas) é bem maior no segundo cenário.

O aquecimento promove a expansão termal das águas dos oceanos e o derretimento das geleiras e calotas de gelo. Estima-se que isso ocorre na taxa de 6 cm na Groenlândia (que detém 10% da água doce do planeta) e 1 cm na Antártida. Estudo recente atesta que isso corresponde à perda de 68,3 trilhões de m³ de gelo entre abril de 2004 e abril de 2006 (VELICOGNA e WAHR, 2006), com aumento de 2,4 °C no sul da ilha nos últimos vinte anos. A Figura 6 ilustra um caso de diminuição expressiva da área de uma geleira da América do Sul.

A Figura 7 apresenta a diminuição na espessura de gelo nas latitudes boreais mais elevadas em períodos mais recentes. Existe na área um padrão de circulação oceânica condicionado por diferenças de temperatura e salinidade (e, portanto, de densidade) que conectam águas do oceano Atlântico norte e equatorial por meio de uma circulação que se faz em superfície direcionada para o Norte, carreando águas menos densas e mais quentes, e em subsuperfície direcionada para o Sul, trazendo águas mais frias. Nas latitudes mais altas a

evaporação e a formação de gelo são elevadas, sendo as águas, portanto, mais salgadas e pesadas (a água salgada é cerca de 350/00 mais densa), o que favorece a ressurgência nesses locais, ou seja, rebaixamento das águas que, em profundidade, dirigem-se para latitudes mais baixas. O derretimento do gelo, que se processa em ritmo alarmante, incorporaria bastante água doce no sistema, o que tornaria as águas menos densas e poderia inibir essa circulação oceânica de grande importância, pois elas levam águas mais cálidas para o Atlântico norte em seu ramo superficial, o que teria efeito nos regimes climáticos vigentes na América do Norte e Europa Ocidental e, certamente, repercussões no mundo todo.

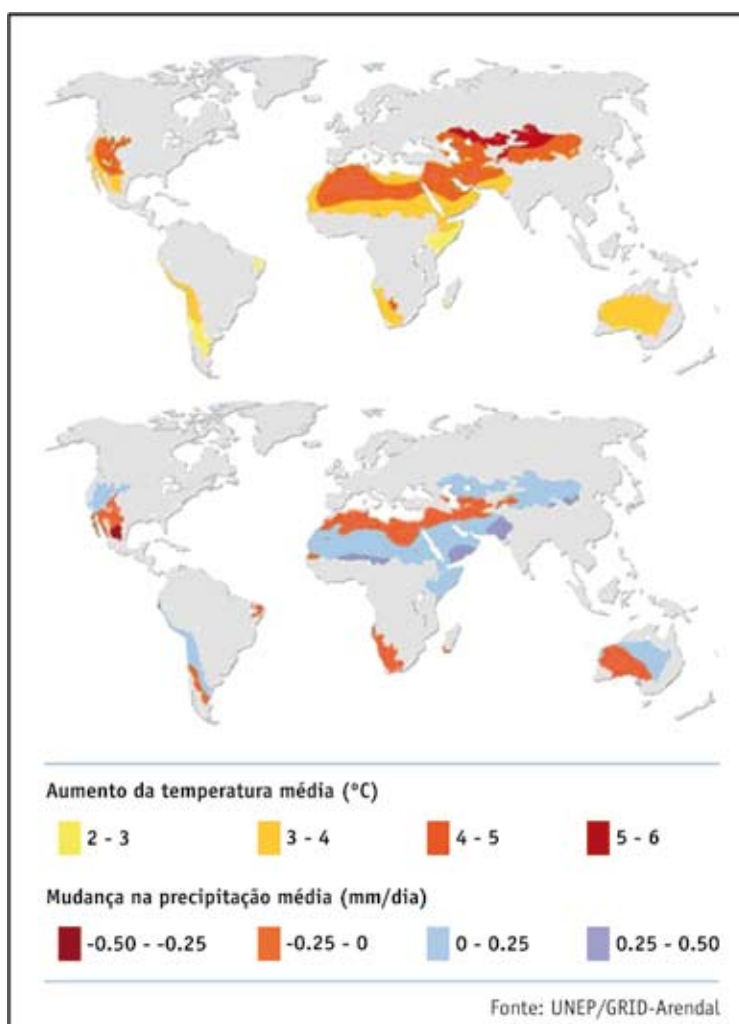
Figura 8. Cobertura de gelo no Monte Kilimanjaro em 4 períodos (1912, 1953, 1989 e 2000), de acordo com o nível altimétrico



O aquecimento também contribuiria para o derretimento das capas de gelo e neve permanente de cadeias montanhosas em taxas bastante altas, o que poderia promover catástrofes como inundações de áreas localizadas no sopé. Esse derretimento está acontecendo em várias partes do globo, como no Monte Kilimanjaro (Tanzânia), cujas neves já inspiraram a literatura⁴. Tal fato traria por consequência a perda da diversidade biológica. A Figura 8 ilustra a perda de cobertura de gelo em diferentes períodos e de acordo com o nível altimétrico nesse local.

A disponibilidade hídrica atual, que varia de 1.000 m³ a 50.000 m³/ano, também poderá ser alterada com o aquecimento global, pois temperaturas mais altas têm potencial de alterar os padrões de evaporação e precipitação. Projeções indicam que, de modo geral, as atuais áreas áridas e semi-áridas de países mais pobres seriam mais afetadas (Figuras 9 e 10), com temperaturas ainda mais elevadas e decréscimo na precipitação, fato que apresenta grande potencial para aumentar ainda mais as desigualdades entre as nações mais ricas e mais pobres, as últimas menos preparadas para ações com vistas a minimizar os impactos advindos das mudanças ambientais.

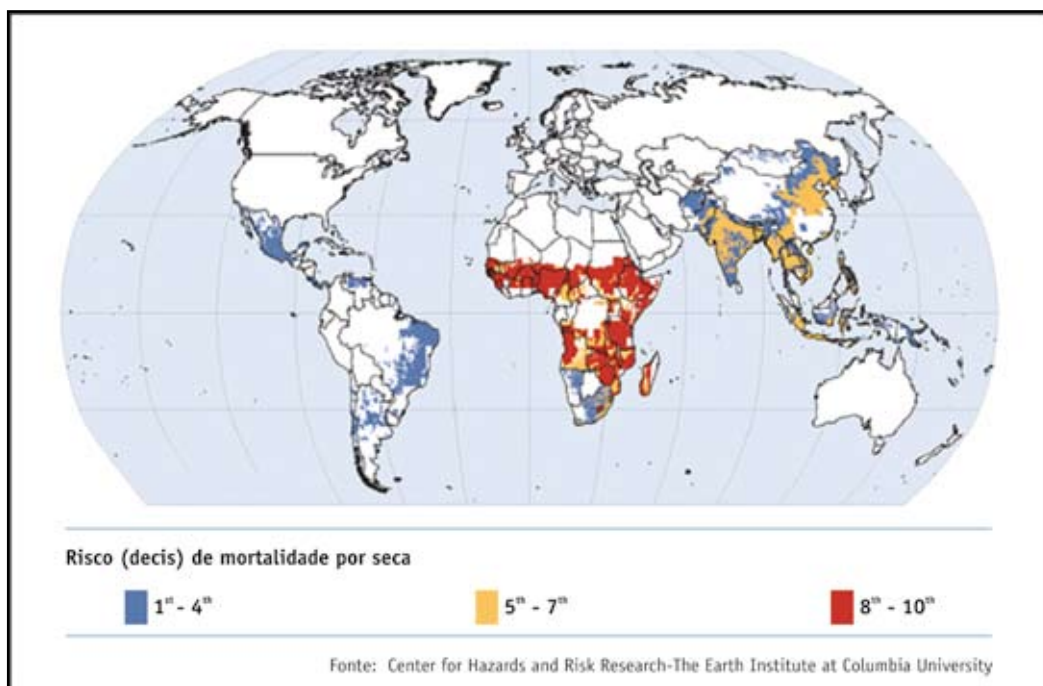
Figura 9. Cenários de mudanças climáticas para áreas desérticas



A perspectiva de aquecimento também aceleraria o processo de desertificação. Enquanto os desertos têm causalidades eminentemente climáticas (baixa umidade do ar), a desertificação é um processo de degradação das terras que leva à perda de produtividade, podendo ser verificado em diferentes zonas climáticas. Suas origens associam-se às mudanças estruturais globais, que incluem alterações no uso da terra, instabilizações políticas e globalização, desar-ticulando os sistemas tradicionais, com uso intensivo dos recursos naturais acompanhado

de desestruturação sócio-cultural-política a partir da implantação de atividades voltadas ao mercado externo globalizado em detrimento de opções mais adaptadas às condições locais. Como esses locais são bastante frágeis, seus ecossistemas são muito vulneráveis, podendo ocorrer repercussões desastrosas e irreversíveis nos processos físicos e da vida, com sua aceleração progressiva. Tal fato pode exacerbar aspectos de difícil convívio /solução, como fluxos migratórios de populações que não podem mais viver em seus lugares de origem devido a essas modificações ambientais de natureza climática, associadas à pressão populacional e estado agudo de pobreza. Estima-se que o número de “desabrigados ambientais” seja da ordem de 25 milhões de pessoas, mas projeção das Nações Unidas prevê mais de 50 milhões para a próxima década e 150 milhões em 2050.

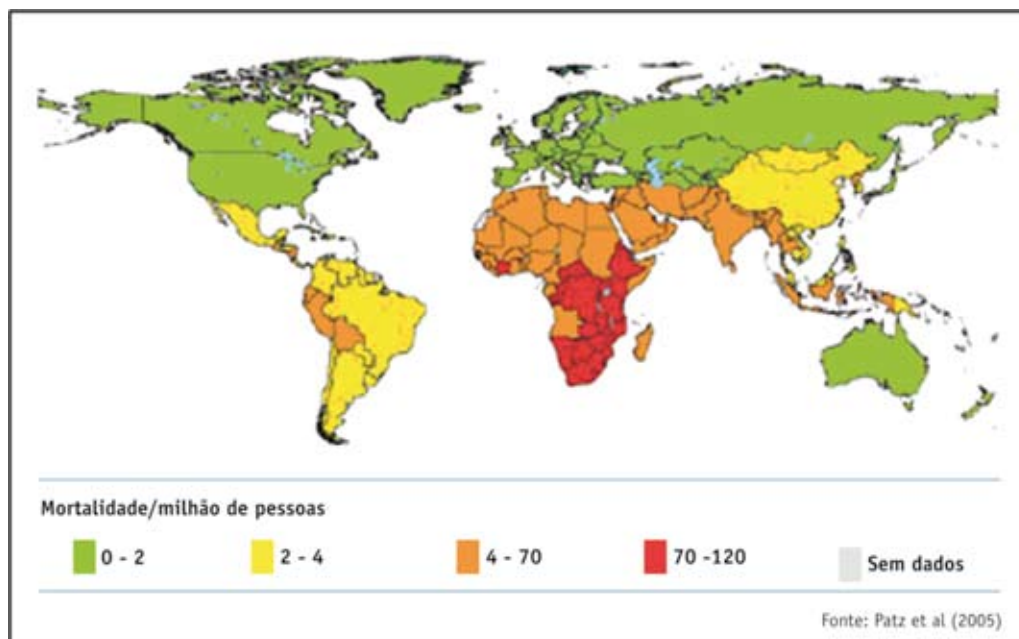
Figura 10. Risco de mortes por seca



Um dos problemas mais evidentes da alteração da composição da atmosfera é sua interferência na saúde humana. O aquecimento global promoveria um aumento de doenças relacionadas a condições específicas, como a leptospirose, visto que uma atmosfera mais extrema e variável acelera o ciclo d'água, promove maior convecção, precipitação e conseqüentes inundações, com surtos dessa doença. A transmissão de algumas doenças seria, em princípio, também facilitada, pois vetores da dengue e malária, por exemplo, adaptam-se mais facilmente em condições mais quentes. Ainda, visto que temperaturas mais elevadas sobrecarregam o sistema cardiovascular, poderia haver aumento de casos de doenças coronárias. Várias outras doenças respiratórias também têm ligação direta com as mudanças na composição atmosférica devidas às atividades antropogênicas. A Figura 11 apresenta um panorama de mortes atribuíveis às mudanças climáticas entre 2000 e 2030, contabilizando doenças cardiovasculares, diarreia, malária, inundações costeiras e continentais e má nutrição,

a partir de modelos de previsão de mudanças do clima e dados qualitativos relacionando clima e saúde. A Figura 12 apresenta as anomalias de temperatura na Europa Ocidental, que provocaram estimadamente 30 mil óbitos, especialmente na França, onde a onda de calor foi particularmente forte.

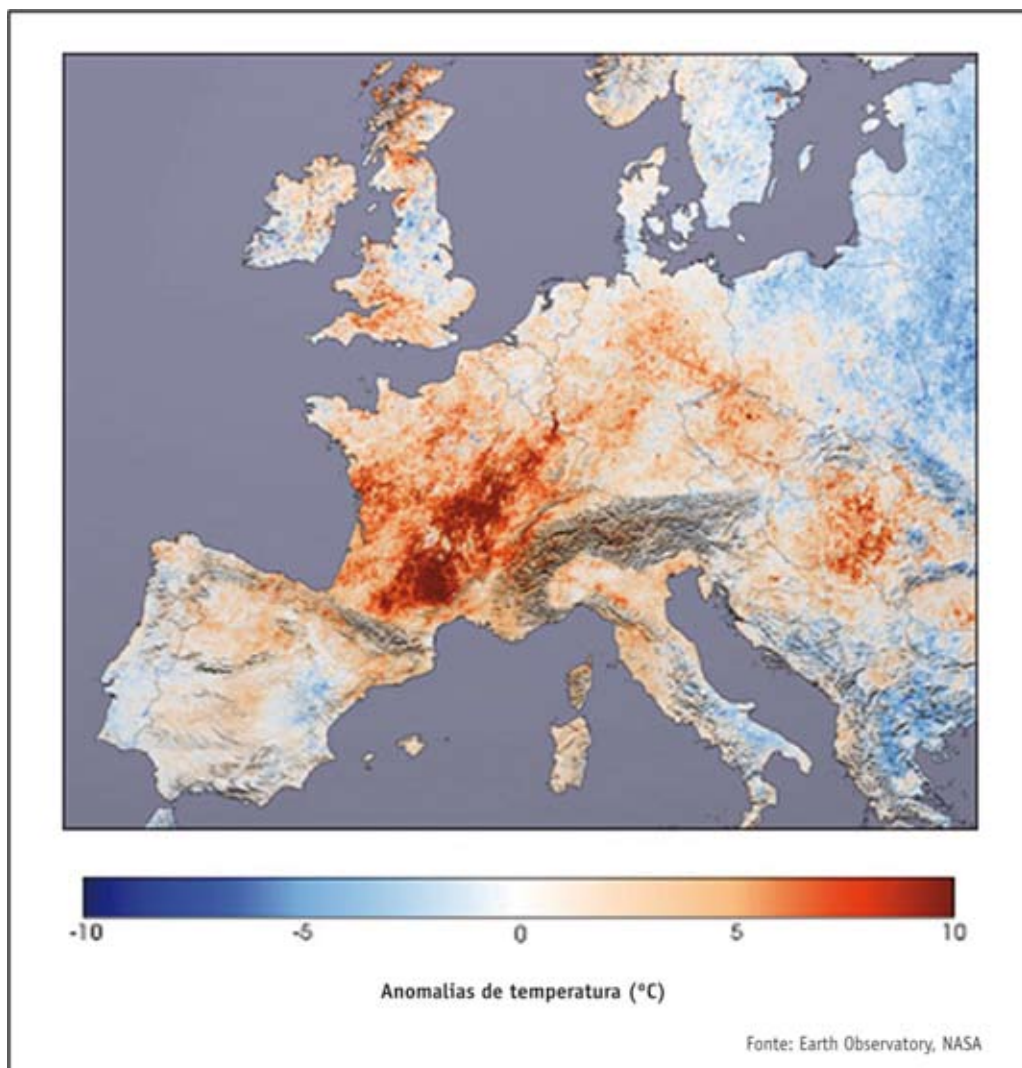
Figura 11. Estimativas de mortalidade atribuíveis às mudanças climáticas até o ano de 2030



As zonas costeiras são também muito sensíveis às mudanças climáticas, e transformações nesses locais têm um enorme potencial de impacto, visto que elas abrigam cerca de 38% da população mundial, sendo que, das dez cidades mais populosas do mundo, oito são costeiras. Além disso, nessa zona processam-se importantes funções reguladoras da energia local, como composição química da água e sedimentos, além de trocas entre o ambiente marinho e o terrestre, armazenamento e distribuição de nutrientes e componentes orgânicos, filtragem de contaminantes e preservação de habitats e da biodiversidade biológica, com destaque, também, para a produção de alimentos, de material de construção e genético. As zonas costeiras abrigam importantes ecossistemas, como mangues, recifes de corais e dunas, além de recursos para aproximadamente metade da população mundial. Todavia são altamente vulneráveis a eventos ambientais diversos, como inundações, tempestades, erosões e intrusões de água marinha. Cenários das mudanças climáticas apontam que as zonas costeiras seriam fortemente atingidas pelo aumento do nível do mar, com alterações na magnitude das precipitações e em processos físicos, como maior energia das ondas e correntes, e maior mobilidade de sedimentos. Tudo isso afetaria o estado dos ecossistemas e suas múltiplas funções de produção e regulação, os recursos desses lugares (pescas, extração de ostras, sal, etc.) e seus usos (turístico, navegação, etc.).

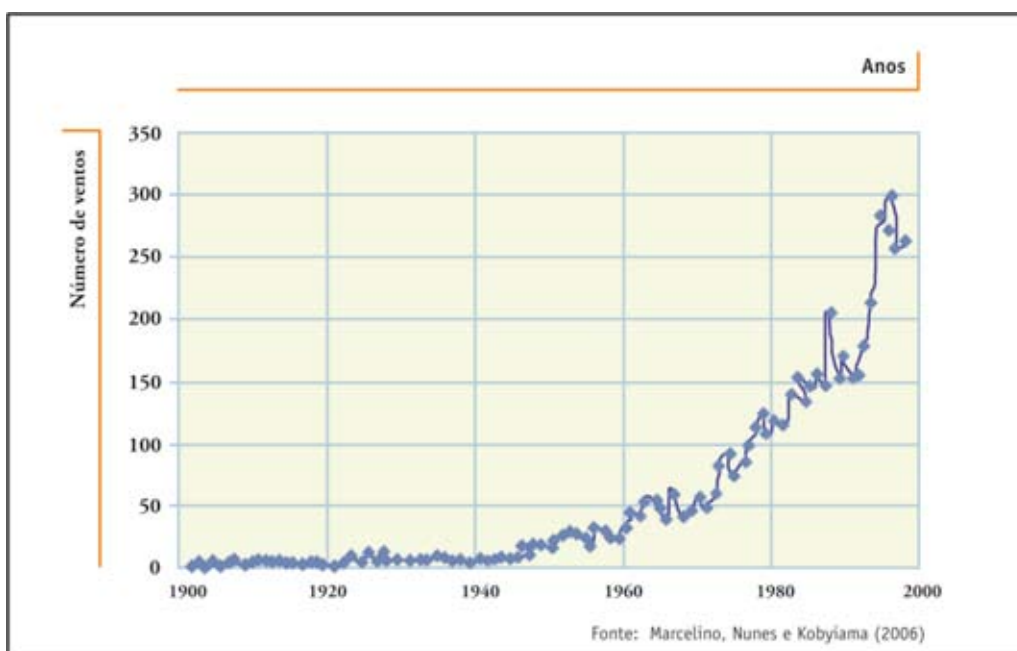
Maiores volumes de precipitação têm um enorme potencial para deflagrar mais desastres de caráter hidrometeorológico, como escorregamentos de encostas e inundações, eventos bastante recorrentes no mundo, inclusive no Brasil. Alerta-se de que uma atmosfera mais aquecida é também mais instável, com potencial para promover aumento desses fenômenos e suas conseqüências deletérias para o ambiente e dramáticas para a população. Pela Figura 13 observa-se uma tendência global crescente de registro de tempestades severas em anos recentes. O aumento desses desastres se associa de maneira direta com modificações nos usos da terra, em especial com ocupações que se expandem cada vez mais para áreas de risco, como encostas tropicais, cujos limiares de estabilidade, já baixos, são ainda mais diminuídos, e várzeas, sujeitas mais correntemente a eventos de inundação. Ademais, além de sofrimento, desabrigados e mortes, essas catástrofes acarretam vultosos prejuízos econômicos.

Figura 12. Anomalias de temperatura na Europa Ocidental verão boreal de 2003



Alterações no padrão de distribuição espacial e temporal das precipitações também podem repercutir fortemente na matriz energética mundial e em nível nacional, mas há muitas incertezas de como esses padrões poderão ser modificados. No caso do Brasil, há uma grande dependência de energia de natureza hidrelétrica, por sua vez bastante condicionada pelos montantes pluviais. Alternativas energéticas que vêm ganhando importância, como a produção a partir da biomassa, também podem ser afetadas por mudanças nos padrões de distribuição de chuva e temperatura, modificando a geografia das culturas e o potencial de produção de culturas passíveis de gerar energia.

Figura 13. Média global de tempestades severas entre 1900 e 2000



3. Considerações finais

O impacto advindo das alterações que o ser humano tem imprimido de forma muito rápida e agressiva no ambiente, em especial o atmosférico, relaciona-se ao fato de os arranjos institucionais da sociedade serem largamente baseados no uso cada vez mais intensivo dos recursos naturais, com impactos que modificam a composição da atmosfera e o equilíbrio radiante do planeta. Mecanismos conectando atmosfera e sociedade envolvem interações entre componentes distintos quanto às suas dinâmicas, linearidades e temporalidades, cujos arranjos são dirigidos por forças que se cristalizam em escalas que vão do nível local ao global (NUNES, 2005), o que sublinha que o equacionamento dessas questões deve privilegiar a análise com amplitude, profundidade e imparcialidade de componentes distintos em seus arranjos espaciais (NUNES, 2002), com proposição de medidas em consonância com as especificidades do ambiente.

A questão é premente e séria e alguns resultados já estão em curso, o que sublinha a necessidade de medidas que passam pelo âmbito político e civil, nesse último caso congregando cientistas, imprensa e população em geral em prol de medidas que promovam mudanças que são de ordem estrutural, relacionadas a padrões de consumo que são insustentáveis.

Notas

1 Cujo balanço final é zero quando o equilíbrio é perfeito, refletindo que a mesma quantidade de energia que entra no planeta em uma unidade de tempo sai, fazendo com que não haja aumento ou diminuição de energia que comprometa os processos bióticos e abióticos vigentes. A quebra do equilíbrio radiante traduz-se em mudanças do clima.

2 A proporção de isótopos de H_2 e O_2 depende da temperatura na qual ocorreram a evaporação e a condensação, lembrando que o $O16$ é mais abundante e mais facilmente vaporizado do que o $O18$.

3 Material particulado é indutor de precipitações, na medida em que atrai as gotículas que, individualmente, têm tamanho e peso muito pequenos. Essa atração faz com que ocorra o processo de coalescência, propiciando que elas ampliem seu volume e, mais pesadas, precipitem. Contudo, uma grande quantidade dessas partículas (que na função de promoção de precipitações são chamadas de núcleos higroscópicos) inibe as precipitações, pois a disponibilidade de muitos núcleos higroscópicos faz com que cada um atraia menos gotículas, que não ganham peso suficiente para precipitar.

4 “As neves eternas do Kilimanjaro”, Ernest Hemingway.

5 O número de vítimas fatais no Brasil entre 1948 e março de 2007, computando somente inundações, escorregamentos de encosta e ventos, foi 7.804, de acordo com dados do Em-Dat (Emergency Disasters Data Base, operado pela Universidade de Louvain, Bélgica).

Referências bibliográficas

Burroughs, W. J. Does the weather really matter? the social implications of climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 230p.

Center for Hazards and Risk Research – The Earth Institute at Columbia University. Disponível em: <www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots>. Acessado em abril de 2007.

Earth Observatory, NASA. Disponível em <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=15783> Acessado em 25 de junho de 2007.

Em-Dat – Emergency Disaster Data Base. Disponível em: <<http://www.em-dat.net>> Acessado em abril de 2007.

Fagan, B. The little ice age – How climate made history 1200-1850. New York: Basic Books, 2000, 246p.

Grenpeace. Disponível em <<http://www.greenpeace.org/international/photosvideos/photos/upsala-glacier-in-patagonia-1>> Acessado em 25 de junho de 2007.

Hastenrath, S., Greischar, L. Glacier recession on Kilimanjaro, East Africa, 1912-89. Journal of Glaciology, v. 43, n. 145, p. 455-459, 1997.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001 – The scientific basis – contribution of the Work Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881 p.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy makers – Contribution of Work Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. 18p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>> Acessado em março de 2007.

Linden, E. The winds of change: Climate, weather and the destruction of civilizations. New York: Simon & Schuster, 2006. 302p.

Marcelino, E. de O., Nunes, L. H., Kobyama, M. Banco de dados de Desastres Naturais: análise de dados globais e regionais. Caminhos de Geografia – Revista on line, v.7, n.19, p. 130-149, out. 2006. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.htm>>Acessado em outubro de 2006.

Menéndez, Á. e Re , M. Hidrologia del Río de la Plata. In: Barros, V., Menéndez, Á e Nagy, G. El cambio climático em El Río de la Plata. Buenos Aires, UBA-CIMA/CONICET, 2005. 200p.

Nasa Facts Volcanoes and Global Climate Change. Disponível em: <http://eosps0.gsfc.nasa.gov/ftp_docs/Volcanoes.pdf>. Acessado em 25 de junho de 2007.

Nunes, L. H. Aproximações sobre mudanças climáticas globais. *Terra Livre*, v. 1, n.18, p. 179-184, 2002.

Nunes, L. H. Interações entre a atmosfera e a sociedade: em busca de novas perspectivas, *Geografia*, v.30, n.1, p.199-208, 2005.

Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., Foley, J. A. Impact of regional climate change on human health. *Nature* v. 438, p. 310-317, 2005.

Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N. I., Barnola, J-M, Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V. M., Legrand, M., Lipenkov, V. Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* v. 399, p. 429-436, 1999.

Soden, B. J., Wetherald, R. T., Stenchikov, G. L., Robock, A. Global cooling after the eruption of Mount Pinatubo: a test of climate feedback by water vapor. *Science*, v. 298, n. 5568, p. 727-730, 2002.

United Nations Environment Programme/GRID-Arendal. Disponível em: <http://maps.grida.no/go/graphic/climate_change_scenarios_for_desert_areas>. Acessado em 25 de junho de 2007.

Velicogna, I., Wahr, J. Acceleration of Greenland ice mass loss in spring 2004. *Nature*. v. 443, n. 7109, p. 329-331, 2006.