

aquecimento global: riscos e consequências à saúde humana

Diego Tresinari dos Santos, Juliana Queiroz Albarelli, Silvio Silvério da Silva

Universidade de São Paulo (USP)/ Escola de Engenharia de Lorena (EEL), Estrada Municipal do Campinho s/n, Lorena-SP, 12602-810, diego_tresinari@yahoo.com.br & jualbarelli@yahoo.com.br

Resumo- O clima é um dos importantes elementos formadores do ambiente planetário. Os debates relativos à questão ambiental, notadamente após a década de 1960, têm evidenciado sua importância na análise ambiental, principalmente quando da ocorrência de catástrofes naturais. Os impactos do clima sobre a sociedade repercutem, dentre outros, na condição de saúde humana. Desde os anos 50, a Terra sofreu um aquecimento de 0,6 °C. A previsão do último Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, promovido pela ONU em 2001, é de que a temperatura possa aumentar até 5,8 °C em 2100 (em relação a 1990). O principal responsável por esse verdadeiro inferno na Terra é o agravamento do efeito estufa - aprisionamento natural de calor na atmosfera pela concentração de gases, como o CO₂, sendo o homem o principal responsável e ao que tudo indica, uma das principais vítimas também, uma vez que mudanças climáticas (aumento da temperatura, tempestades, secas e desastres naturais) podem causar danos à saúde humana que vão desde viroses até problemas cardíacos. Portanto este artigo de revisão tem como objetivo demonstrar os possíveis riscos e as consequências do aquecimento global para a saúde humana.

Palavras-chave: Aquecimento Global, Influência, Saúde Humana e Doenças.

Área do Conhecimento: II- CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Introdução

O clima e sua variabilidade são fatores importantes na configuração do espaço geográfico, ou seja, na composição do meio ambiente, disponibilidade dos recursos naturais e nas características sócio-econômicas. As alterações no clima e dos sistemas ambientais, causadas pela sociedade, motivaram acordos internacionais para minimizar tais alterações ou se adaptarem a estas, buscando ter consequências ambientais, econômicas e sociais satisfatórias.

Assim, as mudanças climáticas globais e seus prováveis efeitos são discussões relevantes atualmente. Pesquisas científicas buscam o conhecimento para as alterações climáticas ocorridas nos últimos anos. As condições do clima mudam significativamente ao longo do tempo, vários processos e episódios mostram a evolução da atmosfera planetária identificando as oscilações naturais em escalas de tempo diferentes. Aprimorar o conhecimento sobre o clima e os seus efeitos no espaço geográfico no passado e presente, suas variações naturais e as possíveis causas destas variações e mudanças atuais são objetivos das pesquisas científicas.

As mudanças climáticas globais podem trazer consequências possivelmente catastróficas para a sociedade. Já é confirmado que o aumento da concentração de gases que possuem características específicas lançados pelo Homem na atmosfera da Terra, alterando sua composição química, pode intensificar o efeito estufa.

Vale lembrar que o efeito estufa ocorre naturalmente no planeta, de forma independente da ação do Homem. A energia solar chega ao planeta na forma de radiação de ondas curtas, e a maior parte dessa radiação atravessa diretamente a atmosfera e é absorvida pela superfície terrestre, depois é liberada de volta para o espaço, na forma de irradiação infravermelha de ondas longas. A maior parte da irradiação infravermelha que a superfície emite é absorvida pelo vapor d'água, pelo dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa presentes naturalmente na atmosfera. Desta forma, esses componentes da atmosfera impedem que a energia passe diretamente da superfície terrestre para o espaço. Assim, essa energia é transportada para as camadas mais altas da atmosfera através de processos naturais. Se este processo não ocorresse naturalmente, a temperatura média do planeta estaria em torno de 17° C negativos, ou seja, cerca de 32° C inferior à temperatura média atual (TAVARES, 2001; HOUGHTON et al., 2001).

Cabe lembrar também que neste processo de balanço térmico planetário, a presença do gás ozônio na baixa estratosfera é fundamental. O ozônio faz a interceptação da radiação ultravioleta, sendo considerado um filtro natural do planeta e retém parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre (ANDRÉ, 1998). O lançamento de gases destruidores das moléculas do ozônio na troposfera seja através de ações antropogênicas ou naturais, chegam na estratosfera através da circulação atmosférica e provocam a redução

desta camada. Este fato, além de alterar o balanço térmico da atmosfera causa efeitos nocivos aos seres humanos (ANDRÉ, 2001; TAVARES, 2001).

Este artigo de revisão, portanto tem como objetivo enumerar e demonstrar quais são os efeitos nocivos aos seres humanos, mais especificamente quais são as doenças causadas em função do aquecimento global.

Desenvolvimento

Conseqüências do aquecimento global

Com a redução da camada de ozônio, uma forma de interferência na temperatura da troposfera e estratosfera é que menos radiação ultravioleta seria absorvida por esta camada e chegaria na superfície terrestre, aquecendo-a; outra forma é que a menor absorção da radiação ultravioleta pela camada reduziria também a absorção da radiação terrestre e solar, proporcionando o resfriamento da troposfera. De qualquer forma, em ambos os casos, além destas alterações de temperatura nestas camadas da atmosfera, ocorreria uma mudança na circulação atmosférica e nos gases responsáveis do efeito estufa. Este fato é relevante, todavia que a absorção da radiação ultravioleta é realizada somente pelo ozônio estratosférico, mas a retenção da energia infravermelha refletida pela superfície, também realizada por este gás pode ser desempenhada por outros componentes da atmosfera (ANDRÉ, 2001; TAVARES, 2001; CONFORTE, 2004).

Assim sendo pode-se afirmar que tanto a redução da camada de ozônio quanto o aumento de gases responsáveis pelo efeito estufa estão alterando as trocas de energia no balanço térmico do planeta (ANDRÉ, 2001; TAVARES, 2001).

Qualquer alteração na composição termoquímica e na circulação atmosférica na troposfera, tropopausa e estratosfera resulta em padrões atmosféricos diversos nestas três camadas, já que a atmosfera é dinâmica e uma camada influencia direta ou indiretamente nas outras duas.

Neste contexto, a alteração termoquímica da atmosfera poderá trazer conseqüências como o aumento da temperatura média do planeta; alterações no regime de chuvas intensificando os fenômenos como secas, inundações, furacões e tempestades severas e desertificação; e a elevação do nível dos oceanos devido ao derretimento das geleiras e das calotas polares proporcionando que nas zonas costeiras, cidades que estiverem abaixo do nível do mar e algumas ilhas ficarão submersas; e ainda poderá ocorrer a mistura da água salgada dos oceanos com a água doce, diminuindo a quantidade de água potável disponível no planeta (TAVARES, 2001; MAC CARTHY et al., 2001). Outras conseqüências

possíveis são as perdas de biodiversidade, perda de áreas agricultáveis com redução das safras, aumento de fluxos migratórios, aumento da incidência de doenças transmissíveis por mosquitos e outros vetores como a malária, febre amarela, dengue e esquistossomose, entre outras (TAVARES, 2001; MAC CARTHY et al., 2001).

Doenças causadas em função do aquecimento global

As mudanças climáticas (aumento da temperatura, tempestades, secas e desastres naturais) podem causar danos à saúde humana que vão desde viroses até problemas cardíacos. Uma das piores conseqüências previstas pela OMS no longo prazo é a expansão de doenças tropicais - como dengue, febre amarela, leptospirose, salmonelose, leishmaniose, malária, cólera, e infecções respiratórias - para regiões temperadas.

Imagine os Estados Unidos tomados por uma epidemia de dengue ou malária, a parte mediterrânea da Europa com surtos de leishmaniose, a América Central e o Sudeste Asiático infestados pelo cólera e o Brasil com mais casos de dengue. O cenário catastrófico, bem pouco provável hoje, pode se tornar real em cerca de cem anos, ou até menos, se a temperatura do planeta continuar subindo no ritmo atual e os países não caminharem com a mesma velocidade para prevenir a proliferação de epidemias e, claro, não tentarem reverter o processo de aquecimento global.

Uma das projeções mais recentes, publicada na revista médica inglesa "The Lancet", prevê que até 2085, cerca de 50% a 60% da população mundial - algo em torno de 6 bilhões de pessoas - viverá em áreas de alto risco de transmissão de dengue. Em 1990 essa taxa era de 30% (cerca de 1,5 bilhão) (GUZMAN et al., 2000). Um trabalho, publicado na revista científica americana "Proceedings of the National Academy of Science" (PNAS) - baseados em dados de Bangladesh, na Ásia, onde o problema é endêmico -, demonstraram que o aumento da temperatura no Pacífico provocado pelo El Niño tem relação direta com a incidência de epidemias de cólera na região, e que essa influência tem se tornado ainda mais intensa nas últimas décadas (JORNAL DA CIÊNCIA, 2002).

A seguir serão descritas as doenças que mais tem probabilidade de expansão devido ao aquecimento global.

Dengue

Como já mencionado, temperaturas mais alta, associada à maior umidade, como acontece nas florestas tropicais, aumenta muito o número dos

insetos que transmitem doenças. Por exemplo, o *Aedes aegypti*, o mosquito que transmite o dengue, sobrevive apenas em uma faixa que vai do sudeste do Brasil ao norte do México. Se a temperatura terrestre aumenta, o mosquito se espalha geograficamente para além dessa faixa, invadindo outras regiões onde ele nunca tinha sido observado.

Pesquisadores neo-zelandeses e australianos divulgaram, na revista médica inglesa "The Lancet", uma projeção matemática sobre a expansão mundial da dengue. O primeiro mapa mostra a situação de risco da doença em 1990, quando 30% da população vivia em áreas propensas à moléstia. No segundo mapa é feita uma estimativa para 2085. Segundo os cientistas, se o ritmo de aquecimento se mantiver, cerca de 50% a 60% da população mundial -algo em torno de 6 bilhões de pessoas poderá viver em áreas de risco de transmissão da virose (GUZMAN et al., 2000).

O microbiologista Alexandre Adler, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, explica que, com o calor, os ovos se transformam em mosquito mais rapidamente. O metabolismo do inseto também fica mais veloz e por isso ele precisa de mais alimento. "A fêmea que picava alguém de 15 em 15 dias, passa a picar de 4 em 4. Isso aumenta a transmissão de doenças."

Malária

A temperatura maior também parece favorecer uma reprodução mais rápida dos microorganismos. Por exemplo, o *Plasmodium vivax*, causador da malária, diminui o seu ciclo esporogênico em mais de 10 dias, se a temperatura aumentar apenas 2 graus C.

A OMS considera a malária a moléstia mais suscetível às variações climáticas e através de um estudo feito pela Escola Médica de Harvard, dos EUA, foi-se previsto que até a metade deste século, o aquecimento global colocará 60% dos seres humanos em áreas de risco. Hoje são 45%, e aproximadamente 300 milhões de novas infecções ocorrem por ano. Por esse modelo haveria um adicional de 80 milhões de casos anuais. A doença duplicaria na Amazônia e na África tropical, espalhando-se pelo sul dos Estados Unidos e até pelo gelado norte da Rússia. Uma outra pesquisa, feita na Universidade de Oxford, na Inglaterra, com modelos matemáticos diferentes, afirma que o aumento será bem menor, de cerca de 30 milhões de casos a mais ao ano.

Independentemente das previsões futuras, casos de malária têm aparecido com mais frequência em regiões onde praticamente não existia a doença. Nos Estados Unidos, por exemplo, existem algumas espécies do *Anopheles*, mosquito que também transmite a doença, em regiões mais quentes, mas

ultimamente eles têm se espalhado para outras áreas do país.

No Brasil, em 2002, foi-se registrado o verão mais quente dos últimos 70 anos. "Em países onde existe uma densidade alta de insetos nas terras baixas, se o continente é aquecido, esses mosquitos vão subir e se distribuir por áreas mais altas. Vão crescer onde antes eles não conseguiam porque fazia frio", afirma o professor Heitor Franco de Andrade Junior, do Instituto de Medicina Tropical da Universidade de São Paulo. Epidemias de malária também têm sido apontadas como uma das consequências após desastres naturais provocados pelo El Niño, como fortes chuvas, furacões e tufões. Nos climas secos, a precipitação forte pode criar poças, oferecendo condições favoráveis para a reprodução de mosquitos. Países como Equador, Peru e Bolívia sofreram sérias epidemias da doença após fortes chuvas em 1983 (BARRETO et al., 1996).

Leptospirose e Salmonelose

Existem estudos mostrando que o aquecimento global pode intensificar e tornar mais frequentes os ciclos do El Niño - que aumenta a temperatura, a quantidade de chuvas e a umidade. Por isso, o fenômeno é associado por alguns especialistas ao aumento nos riscos de proliferação de doenças transmitidas pela água, como leptospirose e salmoneloses, que tendem a aumentar após chuvas intensas (OLIVEIRA, 2001).

Infecções Respiratórias

Surtos de hantavírus - uma infecção respiratória transmitida por urina, fezes, saliva e secreções de roedores - que ocorreram no sudoeste dos EUA, em 1993 e em 1998, foram associados ao fenômeno El Niño. Na região onde surgiu a doença em 1993 houve uma seca de seis anos e depois começaram intensas chuvas, até que na primavera daquele ano houve enorme aumento de sementes de pinha. O microbiologista Alexandre Adler conta que isso contribuiu para a proliferação de gafanhotos - alimento de roedores, que também se proliferaram. Os pesquisadores detectaram na área cerca de 10 vezes mais roedores do que normalmente existia. Com isso, aumentaram as secreções que causam a doença em humanos.

Cólera

O mar mais quente também facilita a proliferação de microorganismos, como os zooplânctons, que servem como reservatórios do *Vibrio cholerae*, a bactéria do cólera. "Estimativas mostram que aumentando em 1°C a temperatura, o número de micróbios aumenta em 10 vezes. Onde existiam 100 mil passa a existir um milhão", explica Adler.

Considerações Finais

Os humanos não serão as únicas vítimas do aquecimento global. A elevação da temperatura média do planeta está aumentando a incidência de doenças causadas por bactérias, fungos, vírus e protozoários nas mais variadas formas de vida da Terra, como plantas - aquáticas e terrestres -, pássaros, corais, insetos e animais de grande porte como leões. As constatações fazem parte de um estudo publicado na revista americana "Science Magazine", que lista uma série de problemas que as mudanças climáticas já representam para os ecossistemas (REILLY et al., 2001).

Os corais estão entre as espécies mais prejudicadas pelo aquecimento dos oceanos, segundo os cientistas. Em 1998, ano em que os efeitos de El Niño foram os mais intensos da história, houve uma proliferação de doenças e mortes de corais em diversas partes do planeta. As pragas marinhas também comprometem a saúde de outros seres que vivem nos oceanos, habitat das espécies mais vulneráveis.

Entre as formas de vida terrestres ameaçadas pelo calor estão alguns tipos de plantas, que podem ter sua resistência a fungos e vírus diminuída devido a elevações na temperatura. Espécies de pássaros que vivem no arquipélago do Havaí estão sendo ameaçadas por mosquitos transmissores de malária, que até os anos 60 concentravam-se apenas em áreas de baixa altitude, mas que se espalharam para regiões mais altas, devido ao aumento da temperatura (GARCIA; ZANETTI-RAMOS, 2004).

Referências

- ANDRÉ, I.R.N. Análise Geográfica da Variabilidade do ozônio estratosférico nas altas e medias latitudes da América do Sul e no setor oriental da Antártida na primavera de 1979 e as relações com a dinâmica atmosférica de 11 a 20 de outubro de 2000. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2001.
- ANDRÉ, I.R.N; ZAVATINI, J.A. Alterações na camada de ozônio nas médias e altas latitudes da América do Sul causadas pelo buraco antártico. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 1988, Livro de Anais, Salvador-BA, 1998.
- CONFORTE, J.C.; ANDRE, I.R.N. ; FERREIRA, N.J. Variabilidade das múltiplas escalas temporal do conteúdo total de ozônio na América do Sul: Análise preliminar. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, CD-ROM, Fortaleza-CE, 2004.
- HOUGHTON, J.T. et al. The Scientific Basis. In: **Intergovernmental panel on climate change (IPCC). Climate Chang 2001.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- MAC CARTHY, J.J., et al. Impacts, adaptation and vulnerability. In: **Intergovernmental panel on climate change (IPCC). Climate Change 2001.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- JORNAL DA CIÊNCIA Efeito estufa favorece cólera, diz pesquisa, 27 de Agosto de 2002.
- TAVARES, A.C. Variabilidade e Mudanças Climáticas, 2001. Tese (Livre Docência). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2001.
- GUZMAN, M.G; KOURI G.; HALSTEAD, S. Do escape mutants explain rapid increases in dengue case-fatality rates within epidemics? **Lancet.** V. 355, p. 1902–03, 2000.
- BARRETO, M.L.; CARMO, E.H.; SANTOS, C.A.S.; FERREIRA, L.D.A. "Emergentes", "reemergentes" e "permanentes": tendências recentes das doenças infecciosas e parasitárias no Brasil. **IESUS.** V. 5, n. 3, p. 7-17, 1996.
- OLIVEIRA, E. L. As inundações e os casos de leptospirose humana em Curitiba. **Monografia de Bacharelado em geografia – UFPR,** Curitiba, 2001.
- REILLY, J.; STONE, P. H.; FOREST, C. E.; WEBSTER, M. D.; JACOBY, H. D. AND PRINN, R. G. 2001. Uncertainty and Climate Change Assessments. **Science Magazine.** Joint Program on the Science and Policy of Global Change. MIT. V. 293 (5529), p. 430-433. Cambridge, MA, USA.
- GARCIA, L.P.; ZANETTI-RAMOS, B.G.I. Health services waste management: a biosafety issue. **Cad. Saúde Pública.** V. 20, n. 3, p. 744-752 2004.