

Considerações a respeito das mudanças climáticas globais

Rafael Albuquerque XAVIER

Prof. Assistente do Depto. Geografia da UNEAL/Campus I-Arapiraca; Doutorando do PPGG/UFRJ

Email: xavierra@uol.com.br

Recebido em 27 de agosto 2009; Revisado em 25 de setembro de 2009; Aceito em 28 de setembro de 2009

Resumo

Este trabalho apresenta as controvérsias que envolvem as diferentes teorias acerca das mudanças climáticas que o Planeta Terra está passando. Há uma corrente majoritária na ciência que acredita que de fato estamos vivenciando um aquecimento global. Contudo, existem alguns cientistas que defendem a tese de que estamos caminhando para um período de resfriamento. A questão central da discussão envolve as causas do aquecimento global, onde grande parte da comunidade científica aponta para os efeitos do crescimento urbano-industrial e a utilização de combustíveis fósseis, no aumento das concentrações de CO². Por outro lado, nos últimos anos vem crescendo o número de artigos que contrariam a tese do aquecimento global antropogênico, com fundamentos na própria dinâmica natural da Terra. Em paralelo as discussões científicas, diversas evidências ambientais estão ocorrendo em todo o mundo, mostrando de fato que o planeta está em processo de transformação acelerada. Assim, a questão ambiental ganha mais um capítulo na pauta geopolítica dos países do globo, acirrando o conflito entre os países desenvolvidos, detentores dos recursos econômicos, e os países subdesenvolvidos, que possuem a maior parcela ainda existente de recursos naturais.

Palavras-chave: mudanças climáticas; aquecimento global; combustíveis fósseis; dióxido de carbono.

Abstract

This paper presents the controversies surrounding the various theories about climate change that the Earth is passing. There is a current majority in science that actually believes we are experiencing global warming. However, there are some scientists who support the thesis that we are heading for a cooling period. The focus of the discussion involves the causes of global warming, where much of the scientific community points to the effects of urban growth, industrial and fossil fuel use, increases in CO₂ concentrations. Moreover, in recent years has increased the number of articles that contradict the theory of anthropogenic global warming, with foundations in the very dynamic nature of Earth. In parallel the scientific discussions, several environmental evidence are occurring around the world, showing in fact that the planet is in the process of accelerated transformation. Thus, the environmental issue gained another chapter in the geopolitical agenda of the countries of the world, sharpening the conflict between the developed countries, holders of economic resources, and the underdeveloped countries, which have the largest share of still existing natural resources.

Keywords: climate changes; global warming; fossil fuel;

Introdução

Segundo Sorre (1951) o clima é o “ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual”. Tavares (2004) interpreta a definição de Sorre como sendo diversos tipos de tempo, que deverão estar organizados de acordo com uma sucessão habitual. Nesse sentido, se o clima é encarado como um padrão médio de estados da atmosfera durante um longo período de tempo, logo admite-se a existência de uma variação climática natural da atmosfera sobre cada lugar, o que confere ao clima um caráter extremamente dinâmico.

O planeta Terra tem sofrido diversas mudanças climáticas ao longo do tempo geológico, alternando períodos quentes e frios. De acordo com Tavares (2004), desde o fim da última glaciação, entre 10 e 15 mil anos atrás, a temperatura ficou relativamente estável,

contudo, ocorreram variações térmicas em torno de 1,5°C nesse período. Entre os séculos XI e XV, houve um aquecimento, enquanto, entre os anos de 1450 e 1850, ocorreu um resfriamento, constituindo a “pequena idade do gelo”, caracterizada pelo avanço dos glaciais das áreas montanhosas. A partir da metade do século XIX as temperaturas voltaram a subir em todo o globo. Durante o século XX as temperaturas cresceram em torno de 0,6°C, sem, todavia, apresentar elevação uniforme em todas as zonas ou regiões. A década de 1990 foi a mais quente desde meados do século XIX, e, provavelmente, 1998, o ano mais aquecido do milênio, secundado por 2001 (Tavares, 2004).

De certa forma, esse aumento registrado na temperatura na grande maioria dos lugares da Terra, corrobora a tese de que estaríamos vivendo um aquecimento global, que por sua vez promoveria uma grande mudança no clima da Terra. Assim, os cientistas tendem a convergirem para esta teoria, fundamentados em diversas evidências por todo o mundo. Todavia, a grande discussão que ganha corpo neste enorme debate relaciona-se as possíveis causas de aquecimento. A corrente majoritária da ciência credita ao homem a culpa por este aquecimento, baseando-se no aumento das emissões de CO₂, que é considerado um gás absorvedor de radiação infravermelha (calor), provenientes principalmente pela queima de combustíveis fósseis. Por outro lado, cresce o grupo de cientistas que descartam a contribuição humana para a detonação deste aquecimento, atribuindo a causa do fenômeno a própria dinâmica climática natural da Terra.

O papel da natureza no aquecimento global

Segundo Brown (2007), quando observamos a história geológica da Terra, podemos ver que mudanças climáticas fazem a regra e não a exceção, e, aparentemente, o gás carbônico tem um papel fundamental nestas mudanças, seja iniciando a mudança, seja ampliando a mudança. As variações naturais fazem com que o clima mude no espaço e no tempo. De maneira geral, os diversos trabalhos bem fundamentados apontam que as variações ocorrem por forças externas do clima; os exemplos incluem flutuações na quantidade de radiação solar recebida pela superfície terrestre e mudança na distribuição das massas continentais causada pela deriva dos continentes. Outras resultam das mudanças internas do próprio sistema climático, como as oscilações de massa e energia entre seus componentes.

Entre as décadas de 20 e 30 o iugoslavo Milutin Milankovitch, mostrou que os estágios glaciais e interglaciais correspondem às variações de calor que a Terra recebe do Sol, as quais resultam da soma de todas as mudanças orbitais do planeta. Segundo Hare (1979) existem provas crescentes de que esta sucessão de climas glaciais e interglaciais guarda relação com a variabilidade da órbita terrestre em torno do Sol. Mais recentemente outros trabalhos sobre essa teoria predizem mudanças regulares no clima, com uma glaciação periódica de longa duração a cada 100 mil anos e outra mais curta, a cada, aproximadamente, 40 mil e 20 mil anos (Press *et al.*, 2006).

Inicialmente, antes de qualquer argumentação, é importante ressaltar que o efeito estufa é um fenômeno natural, sem o qual a temperatura média do planeta seria de -18°C, cerca de 33°C a menos que a média global atual. Assim, conclui-se que o efeito estufa é um fenômeno benéfico para o Planeta, pois gera condições que permitem a existência da vida como se conhece hoje. O vapor d'água é o principal gás do efeito estufa, com 60% de participação, é o agente mais ativo, presente em diferentes faixas de absorção da radiação infravermelha (onda longa), colaborando de forma preponderante no processo de aquecimento planetário e seu volume, na atmosfera, independe da ação humana (Conti, 2005).

Ainda, sobre a importância do vapor d'água, Conti destaca que:

A maioria dos eventos que trata do assunto e os inúmeros textos que se publicam a respeito, surpreendentemente, não avaliam, de forma adequada, o papel do vapor d'água no processo de aquecimento do planeta, superestimando, no nosso entender, a responsabilidade dos gases produzidos pela ação antrópica, os quais têm, percentualmente, uma participação menor. (Conti, 2005, pág.73).

O CO₂ é o segundo gás em importância, embora sua concentração seja baixa, é o gás do efeito estufa que tem gerado maior polêmica, pois sua participação vem crescendo nas últimas décadas, a uma taxa média de 0,4% ao ano, sendo este crescimento atribuído às atividades humanas. O metano (CH₄) com concentrações muito pequenas, em torno de 1,7 ppm por volume, igualmente vinha mostrando um significativo aumento de 1,0% ao ano, sendo atribuído às atividades agropecuárias. Entretanto, a partir de 1998, a taxa de crescimento anual da concentração do CH₄ vem diminuindo, embora as fontes humanas continuem aumentando (Molion, 2006).

Para Molion (2006), além do efeito estufa existem outros fatores internos de grande relevância na promoção de mudanças climáticas. O autor destaca o papel do albedo planetário – percentual de radiação solar que é refletido de volta para o espaço exterior – resultante da variação da cobertura de nuvens, da concentração de aerossóis vulcânicos na estratosfera e das características da cobertura superficial. A cerca da importância do albedo planetário nas variações climáticas o autor menciona que:

“O albedo planetário controla o fluxo de energia solar que entra no sistema terra-atmosfera-oceanos. Erupções vulcânicas explosivas lançam grandes quantidades de aerossóis na estratosfera, aumentam o albedo planetário e podem causar resfriamento significativo durante décadas. (...) Os efeitos de freqüentes erupções vulcânicas no clima podem ser longo prazo se for considerada a inércia térmica dos oceanos ao responderem as variações de curto prazo. Entre 1815 e 1915 a freqüência de erupções vulcânicas foi grande, a concentração de aerossóis esteve alta, o albedo planetário também e isso pode ter sido a causa da redução da temperatura global no início da série de temperatura.” (Molion, 2007, pág. 4).

De acordo com Molion (1995), no período de 1915 a 1956, a atividade vulcânica foi a menor dos últimos 400 anos e o albedo planetário reduziu-se, permitindo maior entrada de radiação no sistema durante 30 anos e aumentando as temperaturas dos oceanos e do ar. O resultado foi um aquecimento médio global de cerca de 0,4°C nesse período.

Por outro lado, o efeito estufa poderia, também, estar relacionado às mudanças cíclicas do albedo planetário. A redução do albedo produziria maior *input* de radiação de onda curta e, assim, aumentaria a quantidade de energia disponível na atmosfera terrestre. Desta forma, os oceanos se aqueceriam durante o período de baixo albedo planetário, parte do dióxido de carbono liberado por essa atividade não chegaria a ser absorvida por esse ambiente durante o processo de reciclagem do carbono, uma vez que a solubilidade do referido gás, num líquido, é inversamente proporcional à sua temperatura, ficando o excedente armazenado na atmosfera (MOLION, 2001).

Mudanças climáticas em curso: a atuação do homem

O aquecimento global verificado na atualidade se sustenta em dois pilares essenciais. O primeiro está associado aos registros de temperatura nos últimos 150 anos. O segundo ergue-se de evidências reais sobre mudanças observadas no ambiente, tais como o derretimento de geleiras, por exemplo.

A temperatura média do globo, em relação a média do período 1961-990, aumentou cerca de 0,6°C desde 1860 (Figura 1).

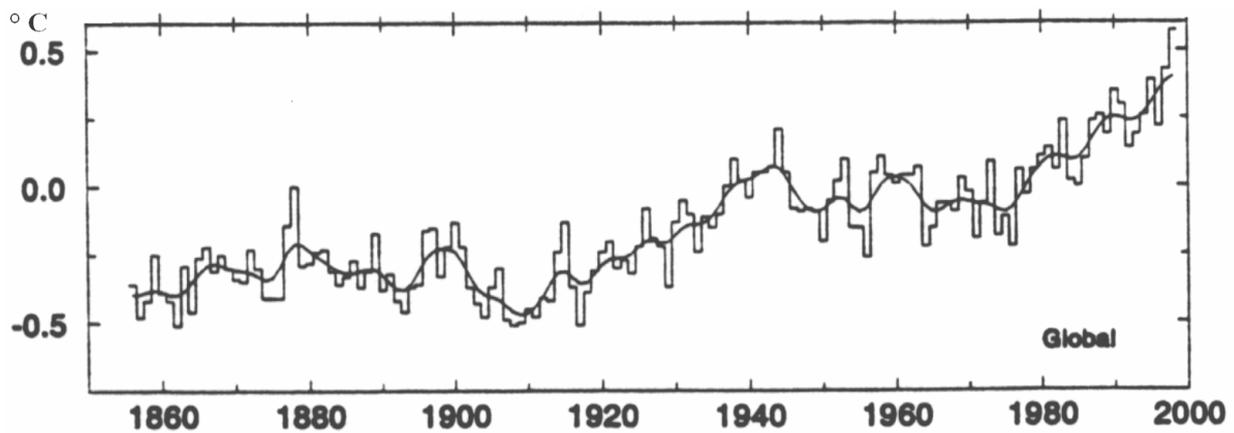


Figura 1. Desvios da temperatura média global em relação a média do período 1961-90. (Jones *et al.*, 1999).

Até o ano de 1920 observa-se que houve apenas uma variabilidade anual e praticamente não ocorreu aumento de temperatura. No período seguinte, entre 1920 e 1950, ocorreu um aumento na temperatura de cerca de 0,37°C. Entre 1950 e 1978 houve um ligeiro resfriamento, registrando um decréscimo de 0,14°C na média global e, a partir de 1978, a temperatura média global aumentou 0,32°C.

Este aumento na temperatura é apontado por grande número de cientistas como sendo resultado do aumento da concentração de gases causadores do efeito estufa na atmosfera. Dentre esses gases, destaca-se o CO² (dióxido de carbono), devido ao seu aumento relativo na atmosfera em cerca de 35% nos últimos 150 anos. Segundo Pres *et al.* (2006), a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento tem aumentado substancialmente a quantidade de CO₂ na atmosfera. Para Serra (1987) o uso de carvão e petróleo elevou consideravelmente a taxa de gás carbônico na atmosfera. Somente metade do gás fornecido pode ser absorvido pelos oceanos e florestas, o restante permanece no ar.

De acordo com o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) AR4/SPM (2007) menciona que o dióxido de carbono é o principal gás antropogênico e que sua concentração de 379ppmv em 2005 foi a maior ocorrida nos últimos 650 mil anos. O IPCC atribui a causa desse aumento ocorrido nos últimos 150 anos a queima de combustíveis fósseis e as mudanças do uso da terra.

Entretanto, essa relação estabelecida entre o aumento da concentração de CO₂ e o aquecimento global não é uma unanimidade na ciência. Para Molion (2007), o aumento de 35% na concentração de CO₂ nos últimos 150 anos, já deveria ter causado um incremento na temperatura média do globo entre 0,5 e 2,0°C se resultados de modelos de simulação de clima fossem considerados. Nessa mesma linha de raciocínio, Silva Dias (2005) ressalta que os

relatórios do IPCC apresentam dificuldades em detectar evidências de mudança climática de origem antrópica em virtude da grande variabilidade natural do clima e que coexistem enormes dúvidas sobre as conseqüências regionais, especificamente na América do Sul onde há um grande estoque de carbono no solo e sobre a floresta amazônica (Silva Dias, 2005).

Por outro lado, alimentando essa controvérsia, Antonio Filho (2007) enfatiza que:

(...) quando observamos o vetor temporalidade, verificamos que a rapidez com que os fenômenos estão ocorrendo não parece se encaixar num processo natural. Considerando, por exemplo, as previsões mais alarmistas feitas nas décadas de 80 ou 90 do século XX, com relação ao aquecimento global, vemos que, do que era previsto para ocorrer em 30, 40 ou mais anos, alguns fenômenos começaram a ser registrados em pouco menos de uma década, tornando tais previsões conservadoras demais. O que se constata então é que os períodos de aquecimento e resfriamento da Terra ocorriam, via de regra, num espaço de tempo de milhares de anos. Não há registros de o planeta ter se aquecido tão rapidamente como parece estar ocorrendo na atualidade. (Antonio Filho, 2007, p.7)

Além das confirmações do aquecimento global através dos registros da temperatura, diversos cientistas encontraram evidências de mudanças ambientais associadas ao aumento da temperatura média global. Rabassa (2005) *apud* Conti (2005) afirmou que o rápido processo de degelo no Glaciar Upsala, sendo um dos maiores do hemisfério sul, e nas geleiras da Terra do Fogo, constituem excelentes exemplos do aquecimento global.

Antonio Filho (2007) reúne uma lista de eventos, em diversas partes do mundo, que comprovam o rápido aquecimento global vigente.

Na Noruega, comparando-se fotos tiradas em 1918 com as de 2002, vê-se que a conhecida Geleira de BLOMSTRANDBREEN perdeu, em 84 anos, dois quilômetros, deixando expostas as montanhas que ficam em Kongsfjorden. Na Antártida, a massa de gelo chamada LARSEN B partiu-se, dando origem a um imenso iceberg de 3.250 quilômetros quadrados que derreteu em 35 dias. A Groenlândia, a maior ilha do mundo, está perdendo 221 quilômetros cúbicos de gelo anualmente, isto é, o dobro dos registros feitos há dez anos. Na China, pela primeira vez em sua história, as famosas cataratas de Hudou não congelaram no inverno. A Austrália assistiu à pior seca de sua história. Na África, o Monte Kilimanjaro (Quênia), com 5.895 metros de altitude, perdeu 80% das neves que cobrem seu cume, nos últimos 20 anos. Na Suíça, na Geleira de Rhone, na região de Valais, o gelo recuou 2,3 quilômetros nos últimos 142 anos, deixando expostos os vales e montanhas e seus paredões abruptos. Neste último caso, a vila de Rhone, que já sofreu várias avalanches, hoje parece livre de tais fenômenos. No Ártico, a temperatura subiu, em média, dez vezes mais com relação ao resto do planeta. (Antonio Filho, 2007, p.9).

Aquecimento global: natureza versus homem

De acordo com Conti (2005), na comunidade científica afim, existem muitas perguntas para as quais ainda não se tem respostas satisfatórias. Segundo o autor o próprio relatório divulgado pelo IPCC em 2005 indica que a elevação da temperatura atinge diferentemente as diversas regiões do planeta. Em alguns pontos vêm se registrando o oposto, ou seja, uma

tendência negativa das médias térmicas ao longo de décadas, provavelmente em função de fatores locais.

Segundo Molion (2007), um dos principais cientistas no Brasil que criticam a teoria do aquecimento global causado pelo homem, existem graves problemas de representatividade, tanto espacial quanto temporal, nas séries de temperatura observadas por diversos cientistas e pelo próprio IPCC, que torna extremamente difícil o seu tratamento e globalização.

Ele afirma que séries de 150 anos são curtas para captar a variabilidade de prazo mais longo do clima. Em séries mais longas, como as de berlim (Alemanha), Viena (Áustria) e Hohenpeissenberg (Bavária), mostram que as temperaturas foram maiores que a média no final do século XVIII e início do século XIX e, que a partir de 1815 até cerca de 1850, foram abaixo da média.

Na outra esfera, do grupo majoritário que apontam as atividades humanas a causa principal desse rápido aquecimento global, cientistas afirmam que o registro das temperaturas do século XX é claramente anômalo se comparado com o padrão e a taxa de mudança climática documentada durante o último milênio. De acordo com Pres *et. al.* (2006):

“Com base em dados de anéis de crescimento de plantas, corais, testemunhos de gelo e outros indicadores climáticos, os cientistas têm elaborado duas conclusões importantes sobre o clima dos mil anos que precedem o século XX: (1) houve um esfriamento global irregular, mas estável, de cerca de 0,2°C ao longo de todo esse intervalo; e (2) a flutuação máxima das temperaturas médias durante qualquer um dos nove séculos anteriores foi provavelmente menor que 0,3°C. Diferentemente desse cenário, o aquecimento do século XX parece ser bastante anormal. (Pres et. al., 2006, p. 596).

Outro forte argumento do aquecimento global antrópico reside na grande coincidência encontrada entre o padrão de aquecimento e o padrão previsto pelos melhores modelos de sistemas climáticos do crescimento do efeito estufa. Citando um exemplo da eficácia dos bons modelos climáticos existentes, Press *et. al.* (2006), mencionaram que a medida que o aquecimento global vai ocorrendo, as baixas temperaturas superficiais da noite podem aumentar mais rapidamente que as altas temperaturas do dia, diminuindo, desta forma, a amplitude térmica diária. Complementam que os registros climáticos do último século confirmam essa predição.

Molion (2007) rebate duramente a eficiência dos modelos de simulação climática, ressaltando suas sérias limitações. Os modelos de simulação climática têm dificuldade em reproduzir as características principais do clima. Cita como exemplo que as nuvens, seus tipos, formas, constituição e distribuição, tanto em vertical como horizontalmente, e os aerossóis, são mal simulados nos modelos. O autor continua afirmando que:

A temperatura global tende a aumentar principalmente com a presença de nuvens estratiformes na alta troposfera. Essas nuvens altas (tipo “cirro”) são mais tênues e constituídas, em parte, por cristais de gelo, tendem a aquecer o planeta, pois permitem a passagem da radiação solar, mas absorvem a radiação infravermelha térmica que escaparia para o espaço exterior, ou seja, intensificam o efeito estufa, enquanto nuvens baixas (tipo “estrato”), mais espessas, tendem a esfria-lo, pois aumentam o albedo planetário. (Molion, 2007, p. 7).

Molion reforça essa tese ao exemplificar que:

O modelo do Serviço Meteorológico Inglês inicialmente previu um aumento superior a 5°C para o dobro de CO₂. Porém, Mitchell et. al. (1989) relataram que, apenas mudando as propriedades ópticas das nuvens estratiformes, reduziu o aquecimento para menos de 2°C, ou seja, uma redução de 60%! (Molion, 2007, p. 7).

Press et. al. (2006) reconhecem essas limitações dos modelos de simulação climática, ao ressaltarem que muitos aspectos pouco entendidos do sistema climático podem introduzir erros substanciais nas predições do modelo do clima. Entretanto, a consistência entre as tendências verificadas e as características físicas do aumento do efeito estufa dão forte suporte à hipótese do aquecimento global antropogênico.

Segundo Antonio Filho (*op. Cit.*) os cientistas possuem fortes indícios que corroboram com a suspeita de que a Terra realmente está sofrendo um processo acelerado de aquecimento. O autor destaca que:

Se ainda existem dúvidas, estas estão restritas cada vez mais aos céticos “de carteirinha” ou aos otimistas extremados. A bem da verdade, a dúvida e a resistência aos fatos têm seu lado positivo. Enquanto a dúvida nos leva a reavaliar e a buscar novas provas e dados concretos, para confirmar ou não as hipóteses levantadas (sem a dúvida a própria Ciência não teria avançado), a resistência aos novos fatos é própria do processo dialético, de entendermos a dinâmica da história humana” (Antonio Filho, 2007, p. 9-10).

Considerações finais

Diante do exposto, verifica-se que a questão central do debate, que cada vez mais ganha força no meio científico, refere-se às causas do aquecimento global atual. De forma secundária no debate, existe uma discussão onde uma parcela minoritária na ciência defende que estamos caminhando para um período de resfriamento, como apontou Giacaglia (1974), Ferraz (1993), entre outros, contrariando a opinião da esmagadora maioria dos cientistas em todo o mundo.

Sobre as causas do aquecimento global, os cientistas, inclusive o IPCC, apontam para os efeitos do crescimento urbano-industrial e a utilização de combustíveis fósseis, no aumento das concentrações de CO₂, que por sua vez incrementou o poder do efeito estufa, elevando a temperatura média global nos últimos 150 anos.

Apesar do crescimento do número de artigos que contrariam a tese do aquecimento global antropogênico, as evidências ambientais vigentes, como derretimento de geleiras, estiagens em áreas úmidas – como a recente sofrida na Amazônia -, elevação do nível do mar, dentre outras, mostram que mudanças climáticas estão ocorrendo, e que se o homem ainda não conseguiu provar as suas verdadeiras causas, deve-se muito mais a sua própria ignorância em entender a dinâmica complexa da natureza. Desta maneira, refutar a *priori* a idéia de que estamos vivenciando um período de alterações no clima global e conseqüentemente mudanças ambientais em escala global, parece agradar bastante aos países desenvolvidos que mais consomem recursos naturais e degradam o ambiente e, ainda, se recusam a adotar medidas sócio-ambientais mais justas e equilibradas.

Por outro lado, um grande alarme desenfreado ou um “terrorismo” ambiental, sustentado pela possibilidade de uma grande catástrofe neste século não soa bem aos ouvidos dos países subdesenvolvidos, uma vez que manter e preservar os recursos naturais poda em grande parte as suas possibilidades de crescimento econômico.

Concordamos com Antonio Filho, no que diz respeito à dúvida científica como sendo um estímulo à evolução do conhecimento. Todavia, não ter certeza de que as mudanças climáticas em andamento são ditadas pela natureza ou pelo homem não quer dizer que não estejam ocorrendo alterações no clima global e que estamos passando por um período de estabilidade e equilíbrio natural (ambiental).

Referências Bibliográficas

ANTONIO FILHO, Fadel David. O aquecimento global e a Teoria de Gaia: subsídios para um debate sobre as causas e conseqüências. Revista de Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro-SP, Vol.2, nº1 jan/jun, 2007, 4-26.

BROWN, Foster. Mudanças climáticas na história da Terra. Rio Branco, Acre, publicado no jornal A Gazeta, p. 2, 2007.

CONTI, José Bueno. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. Revista do Departamento de Geografia, 16, 2005, 70-75.

FERRAZ, E.S.B. [et. al.] Densidade da madeira e flutuações climáticas na amazônia. VII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Porto Alegre-RS, 1993, 27-30.

GIACAGLIA, G.E.O. A Terra caminha para nova era glacial. O Estado de São Paulo, São Paulo. 30/06/1974.

IPCC AR4/SPM. Contribution of Working Group I for the Fourth Assessment Report (AR 4, Summary for Policy Makers (SPM), XMO/UNEP, Genebra, Suíça, 2007.

JONES, P. D. et al. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. Rev. Geophys. 37:173-199, 1999.

MITCHEL, J.F.B. et. al. CO₂ and climate: a missing feedback? Nature 341:132-134.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento Global: natural ou antropogênico? Palestra proferida no Departamento de Geografia, USP, 2007.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento Global: fato ou ficção? Revista do Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas – Geografia, São Paulo, ano I, nº4, 2001, 6-9.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Global warming: a critical review. Revista Geofísica, 43(2):77-86, Instituto PanAmericano de Geografia e História, México, 1995.

PRESS, Frank [et al]. Meio ambiente, mudança global e impactos humanos na Terra. In: Para entender a Terra/Frank Press et. Al. 4ªed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 585-611.

SERRA, Adalberto B. Mudanças climáticas. Revista Brasileira de Meteorologia, Vol. 2, 1987, 101-105.

SILVA DIAS, P. L. Mudanças climáticas: como conviver com as incertezas sobre os cenários futuros. In: 10º Encontro de Geógrafos da América Latina, São Paulo. Resumos, Universidade de São Paulo, 2005, 47-48.

TAVARES, Antonio Carlos. Mudanças Climáticas. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil / Vitte, A. C. e Guerra, A. J. T. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 49-88.