

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS ATIVIDADES AERONÁUTICAS, OUTRO ENFOQUE



Marcelo Augusto Damaceno¹
Luiz Alexandre Fragozo de Almeida²

Marcos Luiz de Andrade Pinto – 1º Ten QOE MET³

RESUMO

Desde sua formação, o clima da Terra sempre esteve em constante alteração. Este texto apresenta alguns estudos sobre as modificações do clima, apontando não só causas antropogênicas, isto é, provocadas pelo homem, mas também as naturais, e mostra as conseqüências dessas mudanças para o planeta como um todo, realçando os possíveis efeitos nas atividades aeronáuticas, além de descrever a atual condição das pesquisas meteorológicas e climatológicas no âmbito do Comando da Aeronáutica. O ambiente em contrastes e inevitáveis mudanças exige um estudo sobre as mudanças climáticas globais para avaliar se, e de que maneira, fatores como a economia, a segurança e o planejamento das atividades aeronáuticas poderão ser afetados pelas possíveis mudanças anunciadas.

Palavras-chave: Climatologia. Alterações climáticas. Atividades aeronáuticas. Grupo de estudo.

1 CFOE MET. Servia em 2006 no Instituto de Controle do Espaço Aéreo, como Técnico em Climatologia. Licenciado em Física.

2 CFOE MET. Servia em 2006 no Segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo, como Operador de Centro Meteorológico de Vigilância. Licenciado em Matemática.

3 Leitor técnico. Serve no Instituto de Controle do Espaço Aéreo, é Chefe da Seção de Estudos Climatológicos e Instrutor do Curso de Formação de Oficiais Especialistas em Meteorologia.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

1 - HISTÓRICO

Desde sua formação, a Terra sempre esteve em constantes alterações climáticas. Estudos sobre o clima concluíram que períodos de glaciação, por exemplo, ocorrem em ciclos de milhares de anos, causados por fenômenos naturais. Nesses períodos, chamados de Idade do Gelo, a atmosfera terrestre apresenta em sua composição elevado conteúdo de vapor d'água, mantendo uma temperatura muito baixa, diminuindo o nível dos oceanos e gerando condições de vida bastante inóspitas. Durante os últimos milhões de anos houve várias eras glaciais. Entre os períodos glaciais há os períodos interglaciais, nos quais a temperatura da Terra se eleva. Neste contexto, acredita-se que o período em que vivemos hoje nada mais é do que um interglacial (HANSEN, 2004).

Nos últimos séculos, porém, pesquisas científicas indicam que também o homem tem interferido significativamente no processo natural de mudanças climáticas, principalmente a partir da Revolução Industrial, quando o planeta passou a enfrentar uma nova realidade: novos processos de produção e obtenção de energia, resultando em aumento da emissão de poluentes para a atmosfera, alterando sua composição, intensificando o efeito estufa e degradando a camada de ozônio. Esses problemas começaram a ser verificados nos microclimas, com o aumento da temperatura nos grandes centros urbanos e, mais recentemente, no macroclima, principalmente no que diz respeito à variação da temperatura média no planeta.

O aquecimento global e suas inevitáveis consequências somente entraram na pauta política nos anos 70, culminando com a Conferência

das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972. Em 1988, com o objetivo de assessorar quanto ao conhecimento de informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes sobre os riscos das mudanças climáticas induzidos por ações humanas, seu potencial de impacto e opções de adaptação e mitigação, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceram o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Posteriormente, foi realizada a conferência internacional conhecida por ECO-92, no Rio de Janeiro, em 1992. Nesta conferência, foi adotada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as mudanças do clima. Ao estabelecer um processo permanente de revisão, discussão e troca de informações, a Convenção possibilitou a adoção de compromissos adicionais em resposta às mudanças no conhecimento científico e disposições políticas. A primeira revisão da Convenção ocorreu em 1995, em Berlim. Nesta ocasião, as partes concordaram que a decisão na qual os países desenvolvidos deveriam voltar aos níveis normais de emissão de CO₂ de 1990, até o ano de 2000, era inadequada. Após várias rodadas de discussões foi realizada a reunião de Kyoto, no Japão, quando a decisão de consenso foi adotar um Protocolo, segundo o qual os países industrializados reduziriam suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, entre 2008 e 2012. O Protocolo de Kyoto, como ficou conhecido, foi ratificado por mais de 60% dos países emissores (inclusive pela Rússia, responsável por 17% das emissões em 2004), passando então a ter validade. Não obstante tais medidas,

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

diversos centros de pesquisas, constantemente, têm manifestado suas preocupações quanto às tendências do clima no planeta.

No Brasil, vários órgãos desenvolvem pesquisas sobre meteorologia e mudanças climáticas, com aplicações em diversos setores da economia como, por exemplo, a agricultura e produção de energia, visando a possíveis alternativas para a redução da emissão de poluentes na atmosfera. No Comando da Aeronáutica, pesquisas em meteorologia aeronáutica são realizadas na Divisão de Ciências Atmosféricas (ACA) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Órgão do Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), principalmente para apoiarem os lançamentos do Veículo Lançador de Satélites (VLS), e na Subdivisão de Climatologia Aeronáutica (PCA) do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), Órgão do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), em parceria com a ACA e Universidades. No entanto, apesar das pesquisas em Meteorologia Aeroespacial realizadas pela ACA e de algumas iniciativas isoladas, ainda não há uma sistemática de pesquisa avaliando os efeitos das mudanças climáticas na atividade aeronáutica.

2 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Atualmente, parte significativa da comunidade científica admite o momentâneo aquecimento da Terra. As discussões concentram-se em torno das causas do aquecimento e na busca por medidas preventivas que garantam a qualidade dos serviços e de vida da sociedade, diante das conseqüências desastrosas que se avizinham.

O aquecimento global é um fenômeno climático de larga extensão, configurado no aumento da temperatura média da superfície da Terra que vem acontecendo nos últimos anos. Entretanto, o significado deste aumento de temperatura ainda é objeto de muitos debates entre os cientistas. Causas naturais e antropogênicas (provocadas pelo homem) têm sido propostas para explicar o fenômeno.

A principal evidência desse aquecimento vem das medidas de temperatura de estações meteorológicas em todo o globo, desde 1860 (Figura 1). Os dados, com a correção dos efeitos de "ilhas urbanas", mostram que o aumento médio da temperatura foi de $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante o século XX, com os maiores aumentos ocorridos em dois períodos: de 1910 a 1945 e de 1976 a 2000 (IPCC, 2007).

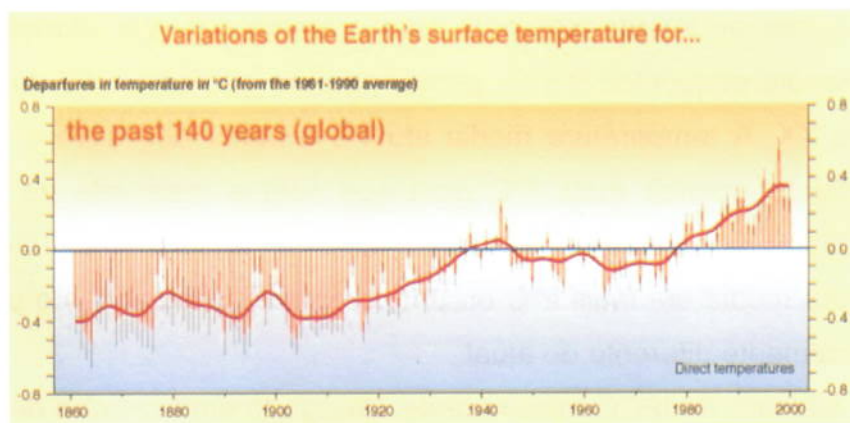


Figura 1: Variação da temperatura média na superfície da Terra.
Fonte: IPCC, 2007.

O aquecimento verificado, entretanto, não foi globalmente uniforme. Durante as últimas décadas, foi em geral superior entre as latitudes de 40°N e 70°N , embora em algumas áreas, como a do Oceano Atlântico Norte, tenha havido um arrefecimento (IPCC, 2007). É muito

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

provável que os continentes tenham aquecido mais do que os oceanos. Há, no entanto, que ressaltar que alguns estudos parecem indicar que a variação em irradiação solar pode ter contribuído em cerca de 45–50% para o aquecimento global, ocorrido entre 1900 e 2000.

Além das medidas da temperatura, simulações estatísticas feitas com base em modelos numéricos climáticos também apontam para um aquecimento a nível global. Em setembro de 2006, James Hansen, diretor do Instituto Goddard de Estudos Espaciais da Nasa, junto com seus colaboradores, publicou na revista "PNAS" (Proceedings of the National Academy), da Academia Nacional de Ciências dos EUA, uma matéria em que são apresentadas informações detalhadas de um modelo climático carregado com dados originados de satélites, navios e estações meteorológicas no mundo inteiro. O estudo afirma que nos últimos trinta anos o planeta esquentou 0,6°C, perfazendo um aumento total de 0,8°C no século XX. A temperatura média atual é a maior dos últimos 12 mil anos, faltando apenas mais 1°C para que seja a mais alta do último milhão de anos. Segundo Hansen, caso o aquecimento eleve a temperatura média em mais 2°C ou 3°C, o cenário geográfico do planeta será radicalmente diferente do atual.

O relatório do IPCC mais recente, divulgado em fevereiro de 2007, – resultado do esforço de 2.500 cientistas de mais de 130 países durante quatro anos – diz que a maior parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos deve-se, muito provavelmente, a um aumento do efeito de estufa, havendo fortes evidências de que parte significativa das causas do aquecimento seja devido às atividades humanas (incluindo, além do aumento da emissão de gases de estufa, outras alterações como, por

exemplo, as devido a um maior uso de águas subterrâneas e de solo para a agricultura industrial, a um maior consumo energético e à poluição). O relatório prognosticou, ainda, um acréscimo de até 4°C na temperatura mundial até o ano de 2100.

Com base em simulações, o IPCC prevê, como conseqüências do aquecimento, a contração das coberturas de neve e do gelo marítimo; elevação do nível do mar (a última vez que a região polar esteve significativamente mais quente do que o presente, o nível médio do mar era de 4 a 6 metros acima do atual); alterações nas rotas de ciclones extratropicais; ocorrências freqüentes de picos de temperatura, ondas de calor e alta precipitação; aumento do número e da intensidade de furacões; entre outros.

Independentemente de suas causas, naturais ou antropogênicas, os sinais do aquecimento global são evidentes e seus efeitos já são sentidos em todas as regiões do mundo: verões cada vez mais quentes e invernos cada vez mais curtos e menos frios; derretimento do gelo, inclusive das geleiras continentais; afinamento da espessura das placas de gelo no mar Ártico; aumento dos desastres naturais, tais como as grandes inundações, secas de longa duração, furacões em maior quantidade e intensidade, aparecendo, com mais freqüência, em regiões extratropicais, recrudescimento do fenômeno "El Niño", com suas más conseqüências para o clima e para a economia das regiões pesqueiras de todo o oceano Pacífico. Todos esses efeitos potenciais sobre a saúde humana, economia mundial e meio ambiente, têm sido fonte de grande preocupação, levando diversas nações a buscarem alternativas para reduzir as causas e os impactos das mudanças climáticas.

Neste cenário, as atividades aeronáuticas também têm sido apontadas como uma das “responsáveis” pelo aquecimento, devido à emissão de poluentes na alta atmosfera, e muito se discute sobre os efeitos dessas atividades no clima e como minimizar sua interferência. O enfoque oposto, contudo, tem sido ignorado: Como os efeitos das mudanças climáticas podem interferir nas atividades aeronáuticas?

3 - POSSÍVEIS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS ATIVIDADES AERONÁUTICAS

Segundo Lovelock (2007), a deterioração ambiental já é tamanha que passamos do “ponto de não retorno”: independente do que se faça hoje, as mudanças climáticas são inevitáveis. O próprio IPCC, em seu relatório de fevereiro de 2007, também afirma que, mesmo que as emissões de gás carbônico se mantivessem nos níveis do ano 2000, a temperatura do planeta ainda continuaria a subir por algumas décadas.

Diante dessas previsões de um aquecimento inevitável, com conseqüentes alterações em todos os outros elementos climáticos, as atividades aeronáuticas, que são diretamente afetadas pelos diversos fenômenos meteorológicos, deverão planejar-se para enfrentar o novo clima do planeta. O desafio é saber como e com que intensidade essas mudanças climáticas afetarão o setor aeronáutico.

A aviação, de maneira geral, está sujeita às leis da Física, sobretudo da Fluidodinâmica. As propriedades da atmosfera, que é o fluido através do qual um avião se desloca, têm influência direta no desempenho de qualquer aeronave, desde sua manobrabilidade até sua economia de gastos. Com a elevação da temperatura média do ar, a

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

densidade atmosférica diminui, o que, conseqüentemente, ocasiona uma redução na força de sustentação que atua nas asas dos aviões. Este fato, além de reduzir sua capacidade de manobra, produz também efeitos relevantes do ponto de vista econômico: com uma menor sustentação, o peso máximo suportado pelas aeronaves de transporte de carga ou de passageiros sofre uma significativa redução; além disso, para compensar a sustentação reduzida, essas aeronaves necessitam atingir velocidades maiores nos procedimentos de decolagem e subida inicial, o que é conseguido com o empenho de maior potência das turbinas, às custas de uma elevação do consumo de combustível.

Porém, os efeitos ocasionados pelo aquecimento global que mais poderão influenciar a economia e a segurança do setor aeronáutico estão relacionados à infra-estrutura aeroportuária: o aumento da freqüência de ocorrência de fenômenos de tempo severo poderá intensificar a freqüência e os períodos de fechamento dos aeroportos; a alteração na distribuição das chuvas, o aumento de sua intensidade e as alterações nas rotas de furacões e ciclones extratropicais poderá ameaçar a estabilidade de hangares, pistas, aeronaves em solo, entre outros.

Outro fator preocupante e potencialmente nocivo, também, à infra-estrutura aeroportuária, é o aumento do nível médio do mar. Segundo o IPCC, a temperatura média do planeta é atualmente de 14,5°C (0,82°C mais alta que no início do século passado). O grau de elevação das águas do mar vai depender de quanto essa temperatura média vai aumentar. De acordo com previsões do IPCC, em menos de 100 anos, a média global de temperatura deve ficar entre 16,5°C e 19°C, e, dependendo do que se faça a respeito das emissões de poluentes,

continuará subindo. As estimativas para o aumento do nível médio do mar nessa faixa de temperatura (16,5°C e 19°C) são controversas. A melhor comparação que temos é com o último grande aquecimento que a Terra sofreu, há cerca de 120 mil anos. Naquela época o aquecimento foi provocado por alterações na órbita da Terra e a temperatura média do planeta ficou em torno de 18°C (praticamente igual à média da faixa entre 16,5°C e 19°C, prevista). Nesse caso, devido à temperatura média elevada, parte da Groenlândia e da Antártida derreteu e o nível médio do mar estava seis metros acima do atual. Se as águas dos mares subirem a esse nível, diversos aeroportos litorâneos ficarão submersos, ilhados ou com sua infra-estrutura comprometida. Vários aeroportos brasileiros seriam atingidos por uma elevação de seis metros do nível do mar, como por exemplo: Aeroporto Hercílio Luz, em Florianópolis (cinco metros de altitude); Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre (três metros de altitude); e o Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro (três metros de altitude), entre outros.

É difícil entender que eventos tão catastróficos estejam atribuídos a uma variação de poucos graus na temperatura média do planeta. Contudo, o clima da Terra, tal como conhecemos hoje, sustenta-se em um frágil equilíbrio. Um grau a mais na média global esconde grandes variações locais, capazes de romper delicados sistemas de ventos, correntes marítimas ou evaporação de florestas.

4 - CENÁRIO DAS PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMATOLÓGICAS NO COMANDO DA AERONÁUTICA

No âmbito do Comando da Aeronáutica, estudos e pesquisas meteorológicas e climatológicas são realizados na Subdivisão de Climatologia Aeronáutica (PCA) e a na Divisão de Ciências Atmosféricas (ACA).

Localizada no Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), em São José dos Campos - SP, a Subdivisão de Climatologia Aeronáutica (PCA) tem a finalidade de gerar produtos climatológicos, com base nas informações coletadas pela rede de estações meteorológicas do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), para atender a compromissos internacionais, apoiar as operações aéreas e a infraestrutura aeronáutica e fomentar pesquisas meteorológicas. Atualmente, a PCA, além de participar do desenvolvimento do Banco de Dados Climatológicos (BDC) do SISCEAB e da realização de estudos relevantes para elaboração de tabelas climatológicas, gerencia projetos nas áreas de modelagem de alta resolução para previsão nos principais aeroportos e banco de dados climatológicos, desenvolvidos por um convênio entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Além disso, a PCA vem, recentemente, disponibilizando produtos climatológicos e softwares operacionais, através de uma página na INTRAER, com acesso pela página principal do ICEA (www.icea.intraer). O assunto mudanças climáticas não faz parte da agenda de trabalhos da PCA; no entanto, iniciativas isoladas por parte dos integrantes desta subdivisão vêm buscando parcerias com grupos de pesquisa do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), além da

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

ACA, a fim de realizar pesquisas nas áreas de modelagem climática numérica e estatística, transferência radiativa e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e para fomentar a realização de trabalhos referentes ao tema em tela.

A Divisão de Ciências Atmosféricas (ACA), localizada no IAE, em São José dos Campos – SP, tem a função principal de realizar estudos e pesquisas meteorológicas e climatológicas com a finalidade de apoiar as operações nos Centros de Lançamento de Alcântara (CLA) e da Barreira do Inferno (CLBI). Assim, a ACA realiza pesquisa e desenvolvimento nas áreas de Turbulência e Camada Limite Planetária, Sistemas Meteorológicos, Banco de Dados Climatológico e Modelagem Atmosférica. Além disso, alguns estudos a respeito de mudanças climáticas vêm sendo realizados por pesquisadores desta Divisão. O pesquisador Dr. Marcos Oyama, por exemplo, vem trabalhando com o tema há alguns anos e é co-orientador, junto com o Dr. Carlos Afonso Nobre (orientador principal) do INPE, de uma aluna de doutorado no INPE que, em sua tese, abordará os impactos das mudanças climáticas globais na distribuição dos principais tipos de vegetação na América do Sul Tropical. De acordo com Dr. Oyama, o acompanhamento na ACA das mudanças no clima vem sendo feito por meio de trabalhos de Pós-Graduação, em colaboração com o Grupo de Interações Biosfera-Atmosfera (GIBA), do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Alguns resultados já foram publicados pela ACA, sendo que um artigo, "Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America", sobre o referido tema foi publicado no "Geophysical Research Letters" (2007).

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

Apesar de esses órgãos realizarem pesquisas e estudos meteorológicos e climatológicos, alguns dos quais em parceria, nenhum deles possui, atualmente, uma sistemática e uma estrutura (recursos humanos, equipamentos etc.) que possibilitem realizar pesquisas no sentido de acompanhar as mudanças no clima, prognosticar os possíveis cenários climáticos em níveis global e regional e seus impactos sobre as atividades aeronáuticas, no Brasil. Ferramentas como Sistemas de Informações Geográficas poderiam integrar as diversas informações climáticas com as de infra-estrutura aeroportuária, visando à construção de possíveis cenários críticos para análises e elaboração de planos estratégicos. A proposição de ações para tratar o tema de mudanças climáticas no Comando da Aeronáutica poderia envolver grupos das seguintes organizações: ICEA (PCA), IAE (ACA) e ITA (Infra-estrutura Aeronáutica – Pós-Graduação). Vale ressaltar que outros setores, como o da Agricultura, já estão se organizando para estudar os impactos dessas mudanças em suas atividades.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diversas análises feitas das simulações de climas futuros para o nosso planeta, a curto e longo prazo, divergem quanto aos padrões regionais e quanto à intensidade das mudanças. Porém, a comunidade científica alerta que as alterações no clima já estão ocorrendo e, inevitavelmente, continuarão a ocorrer por um período indeterminado, causando prejuízos socioeconômicos e ambientais. Neste ambiente de incertezas a sociedade civil e os Estados devem acompanhar essas

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

alterações, estudá-las e estabelecer metas a fim de minimizar os impactos desse novo cenário climático nas diversas atividades humanas. No Brasil, no âmbito do Comando da Aeronáutica, os investimentos em conhecimento, pesquisa e desenvolvimento são fundamentais para se acompanharem, de maneira sistêmica, as mudanças climáticas globais e regionais, e seus impactos sobre as atividades aeronáuticas, com objetivo de garantir a segurança e a economia da infra-estrutura aeronáutica e das operações aéreas de todas as naturezas.

Neste atual contexto de mudanças climáticas, com perspectivas divergentes para o futuro, a Meteorologia Aeronáutica tem a missão primordial de acompanhar e documentar tais mudanças e estudar suas implicações para que o Comando possa planejar-se, a fim de manter toda sua operacionalidade frente às diversas possibilidades para o clima futuro. Diante dessa necessidade, e tendo em vista que os esforços para acompanhar o clima são parcos, pois partem de iniciativas isoladas, torna-se necessário organizar os esforços para que seja possível realizar estudos específicos para o território brasileiro. Uma alternativa seria a criação de grupos de trabalho no âmbito do Comando da Aeronáutica, aproveitando as estruturas organizacionais existentes a fim de obterem-se melhores projeções para as alterações do clima em nosso país e suas possíveis influências nas atividades aeronáuticas.

6 - REFERÊNCIAS

DIAS, Maria Assunção Faus da Silva. A meteorologia a serviço da sociedade: meteorologia e sociedade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2-3, p. 09-13, ago./nov. 2006.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------

HANSEN, James. Desarmando a bomba-relógio do aquecimento global. **Revista Scientific American**, São Paulo, ano 2, n. 23, abr. 2004.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Informe especial do painel intergovernamental sobre mudança: a aviação e a atmosfera global**. Costa Rica: IPCC, 1999.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudança climática: novos cenários climáticos**. Paris: IPCC, 2007.

LOVELOCK, James. A terra ardente. **Revista Planeta**, São Paulo, ano 33, p. 37-50, mar. 2007.

NOGUEIRA, José Hélio Abreu. **Meteorologia geral: problemas climáticos atuais**. Guaratinguetá: EEAR, 2005. (Apostila).

PEREIRA, Murilo Alves. Tempo quente. **Revista Consciência Ambiental**, São Paulo, ano 2, p. 42-63, mar. 2007.

REIS JÚNIOR, Dirceu Silveira. A meteorologia a serviço da sociedade: aplicações da meteorologia na economia. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2-3, p. 18-20, ago./nov. 2006.

SOUSA JUNIOR, Wilson Cabral. Meteorologia e ambiente: o primeiro aniversário do protocolo de Quioto. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 08-10, abr. 2006.

TOLEDO FILHO, Demétrio Florentino de. Meteorologia e ambiente: influência da meteorologia nas decisões econômicas e ambientais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 11-14, abr. 2006.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e climatologia**. 2. ed. Brasília: INMET, 2001. 532.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 121 - 135	2007
---------	----------------	-----	--------------	------