

Categoria
Trabalho Acadêmico / Artigo Completo

A ELEVAÇÃO GLOBAL DAS TEMPERATURAS: TENDÊNCIA OU ARTIFÍCIO?

Daniela de Souza Onça ¹

Ricardo Augusto Felício ²

RESUMO: Neste artigo, expomos alguns dos principais questionamentos à noção de elevação da temperatura média global, elemento fundamental da hipótese do aquecimento global antropogênico. Abordamos a questão do efeito da ilha de calor urbano e da localização e distribuição inadequadas das estações meteorológicas de superfície como causadoras de tendências artificiais nos registros, colocando em xeque sua confiabilidade. A seguir, expomos questionamentos complementares ao primeiro, para então concluir que a noção de elevação da temperatura média global ainda carece, nos dias de hoje, de fundamentação científica.

Palavras-chave: Mudanças climáticas globais. Temperatura global. Estações meteorológicas.

¹ Doutora em Geografia, professora de Climatologia no departamento de Geografia da FAED-UDESC.
danielaonca@yahoo.com.br

² Doutor em Geografia, professor de Climatologia no departamento de Geografia da FFLCH-USP.
ricaftnt@yahoo.com

1 AS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE

É realmente tentador pensar que toda a moderna tecnologia à nossa disposição proporciona-nos uma acurada medição das variações de temperatura nas diferentes localidades do planeta. Contudo, estamos muito longe dessa realidade. As leituras das várias estações meteorológicas geram uma “média” da região, do hemisfério ou do globo, e tal procedimento não é nada simples. Os registros de temperatura são recolhidos das mais diversas maneiras e são feitos muitos ajustes às leituras, que contêm erros de origens as mais diversas. Um fator importante e extensamente discutido é o efeito da ilha de calor urbano, que é uma forma de aquecimento antropogênico mas tem pouco a ver com gases estufa e não é evitado apenas por sua redução. Existe um sem-número de estudos detectando o efeito da ilha de calor pelo mundo até mesmo em cidades pequenas, e não há qualquer dúvida de que este fenômeno se intensificou ao longo do século XX. Como a maior parte das estações meteorológicas do planeta está situada nas cidades, é razoável pensar que o efeito da ilha de calor urbano exerça alguma influência sobre os registros, mesmo que não saibamos ainda quantificá-la com exatidão (HOLLAND, 2007, p. 977).

Entretanto, de acordo com o IPCC, o efeito de ilha de calor urbano é considerado desprezível diante das tendências globais de temperatura (IPCC, 2007, p. 244). O artigo que embasa esta afirmação do IPCC é um clássico de Phil Jones, publicado na revista *Nature* em 1990 e amplamente citado pelos *global warmers* em apoio à sua hipótese. Em apenas quatro páginas, Jones pesquisa locais no oeste da Rússia, no leste da Austrália e na China com pouca ou nenhuma mudança na localização, instrumentação e horário de observação das estações para concluir que o efeito da ilha de calor nos registros é muito pequeno, da ordem de 0,05°C por século, menos de um décimo da magnitude do aquecimento observado nos registros de superfície. Tal fato significaria que o efeito da ilha de calor seria insignificante, portanto não contaminaria os registros de superfície, que poderiam assim ser tomados como reproduções fidedignas da evolução global recente das temperaturas (JONES *et al*, 1990; MOSHER; FULLER, 2010, p. 36). Qual seria a explicação para

este fato? Pois bem, ela está no trabalho de Thomas C. Peterson. O autor propõe-se a desvendar o mistério de estudos anteriores (como o de Jones) não mostrarem uma contaminação significativa pelo efeito de ilha de calor urbano, o que seria importante para avaliar a fidelidade dos registros de temperatura. “Este ponto é sublinhado pelo fato de que alguns ‘céticos do efeito estufa’ continuam argumentando que uma porção significativa do aquecimento observado é apenas um efeito urbano” (PETERSON, 2003, p. 2942).

Peterson avaliou séries de dados de 1989 a 1991 de um conjunto de 289 estações meteorológicas de superfície distribuídas pelos Estados contíguos norte-americanos, classificando-as em urbanas e rurais através de dados de iluminação noturna observada em imagens de satélite. Após corrigir os dados obtidos de distorções provocadas por diferenças de altitude, latitude, horário de observação, mudanças na instrumentação, na localização e na metodologia de análise, Peterson conclui que a diferença registrada entre as séries de dados urbanas e rurais é irrisória. Enquanto a diferença entre as médias das duas séries, quando não ajustadas, é de $0,31^{\circ}\text{C}$, após os ajustes ela passa a ser de apenas $0,04^{\circ}\text{C}$, estatisticamente insignificante. Dessa forma, pode-se afirmar que são as distorções citadas as verdadeiras responsáveis pelo aparente efeito de ilha de calor urbano nos dados brutos, e por isso deixam de ser apropriados os costumeiros ajustes das séries de dados para correção dos efeitos da ilha de calor. Peterson ainda adverte que os dados empregados em sua análise são os mais cuidadosamente homogeneizados e os ajustes de homogeneização são os mais rigorosamente avaliados e minuciosamente documentados de qualquer análise de ilhas de calor urbano em grande escala até o momento (PETERSON, 2003, p. 2946-2957). Mas qual o motivo de as ilhas de calor não serem registradas pelas medições?

Postula-se que o motivo para isso é devido a impactos de escalas micro e local dominando sobre a ilha de calor urbano na mesoescala. Os setores industriais das cidades podem ser significativamente mais quentes que localidades rurais, mas as observações meteorológicas urbanas têm maior probabilidade de serem realizadas em ilhas de frescor do que em áreas industriais (PETERSON, 2003, p. 2957).

É esta a solução que aparece no quarto relatório do IPCC, que citando Peterson nos informa que a fraca influência do efeito de ilha de calor urbano provavelmente se deve à tendência das estações de superfície se localizarem em parques, onde as influências urbanas são reduzidas (IPCC, 2007, p. 244).

Mas qual o embasamento de Peterson para afirmar que as estações de superfície espalhadas pelo globo estão predominantemente instaladas em “ilhas de frescor”? A resposta está no mesmo artigo:

As diretrizes oficiais do Serviço Meteorológico Nacional para estações fora de aeroportos declaram que um abrigo meteorológico deve estar a “não menos do que quatro vezes a altura de qualquer obstrução (árvore, cerca, construção, etc)” e “deve estar a pelo menos 100 pés de qualquer superfície pavimentada ou concretada” (Observing Systems Branch 1989). Se uma estação obedece a essas diretrizes ou mesmo se foi feita alguma tentativa de se aproximar dessas diretrizes, fica claro que uma estação se localizaria muito mais provavelmente numa ilha de frescor de um parque do que numa bolha quente industrial (PETERSON, 2003, p. 2954).

Eis a explicação para o enigma do desaparecimento das influências urbanas sobre os registros de superfície. A literatura climatológica diz que as estações *devem estar* localizadas adequadamente, por isso Peterson acredita que elas *estão* localizadas adequadamente, que elas seguem as diretrizes e estão portanto sujeitas mais à influência de ilhas de frescor do que ilhas de calor (MOSHER; FULLER, 2010, p. 106). Como as localizações das estações invariavelmente obedecem aos critérios estabelecidos pela NOAA, no sentido de minimizar a interferência dos elementos do entorno nos registros de temperatura, segue-se daí que a interferência registrada deve mesmo ser muito pequena! Assim como é mais confortável observar as telas de computadores do que observar o mundo real, Peterson e o IPCC preferem confiar na literatura a sair a campo e verificar se as estações estão mesmo localizadas em ilhas de frescor.

Em anos mais recentes, o clássico trabalho de Jones foi desmentido. Para o território chinês, o autor utilizou as mesmas estações meteorológicas selecionadas por Wei-Chyung Wang para um estudo sobre ilhas de calor na China publicado na *Geophysical Research Letters* naquele mesmo ano. Entretanto, das 84 estações

meteorológicas chinesas do estudo, 49 não possuíam histórico de localização. Das 35 restantes, uma teve cinco localizações diferentes entre 1954 e 1983, de até 41 km de distância, pelo menos metade delas tiveram mudanças substanciais e várias delas tinham históricos inconsistentes. Jones parece ter se dado conta dos equívocos: em um novo trabalho sobre as temperaturas chinesas, publicado no *Journal of Geophysical Research* em 2008, ele não apenas reconhece a existência do efeito de ilha de calor urbano, como o considera responsável por nada menos que dois terços do aquecimento registrado ali (0,54°C de 0,81°C), além de, diferentemente de seu artigo original, não incluir Wang entre seus coautores (PLIMER, 2009, p. 481; ALEXANDER, 2010, p. 70-71).

Interrogando-se sobre a qualidade dos dados obtidos através das estações meteorológicas de superfície nos 48 Estados contíguos norte-americanos, Anthony Watts reuniu um grupo de 650 voluntários do verão de 2007 a fevereiro de 2009 para avaliar a localização, as condições e os dados obtidos por 865 das 1221 estações meteorológicas de superfície supervisionadas pelo National Weather Service, um departamento da NOAA, representando mais de 70% da rede de estações dos Estados Unidos, considerada a mais confiável do mundo (WATTS, 2010, p. 8).

Watts principia definindo os critérios de confiabilidade das estações. Na seção 2.2 do *Climate Reference Network Site Information Handbook* da NOAA, o local ideal para a instalação de uma estação de superfície é descrito como “uma área aberta relativamente grande e plana com vegetação local baixa, de modo que a visão do céu seja desobstruída em todas as direções, exceto em baixos ângulos de altitude acima do horizonte”. São descritos também cinco classes de locais, do mais para o menos confiável:

☛ *Classe 1:* Chão plano e horizontal cercado por uma superfície limpa com inclinação inferior a 1/3 (menos de 19°), coberta de grama ou vegetação de menos de 10 centímetros de altura. Os sensores estão localizados a pelo menos 100 metros de superfícies de aquecimento artificial ou refletivas, como construções, superfícies de concreto e estacionamentos, bem como de grandes corpos d’água, a não ser

aqueles representativos da área; por fim, sem sombra para uma elevação do Sol no horizonte superior a 3°.

✦ *Classe 2:* Como a classe 1, mas com vegetação de menos de 25 centímetros de altura, sem fontes de aquecimento artificial num raio de 30 metros e sem sombra para uma elevação do Sol superior a 5°.

✦ *Classe 3:* Como a classe 2, mas sem fontes de aquecimento artificial num raio de 10 metros. Produzem erros maiores que 1°C.

✦ *Classe 4:* Com fontes de aquecimento artificial dentro de um raio de 10 metros. Produzem erros maiores que 2°C.

✦ *Classe 5:* Com o sensor de temperatura localizado próximo ou acima de uma fonte de aquecimento artificial, como construções, telhados, estacionamentos ou superfícies de concreto. Produzem erros maiores que 5°C (Citado por WATTS, 2010, p. 8).

Os voluntários escalados por Watts deveriam sair a campo e documentar as estações observadas, fotografando e descrevendo o local. Os resultados obtidos são simplesmente assustadores. Um expressivo número de estações encontra-se próximo de construções as mais diversas, aeroportos, asfalto, concreto, subestações elétricas, saídas de ar-condicionado, equipamentos eletrônicos, estações de tratamento de água e esgoto, churrasqueiras e inúmeras outras inadequações. Alguns exemplos são ilustrados nas fotos a seguir.



Figura 1 – Estações meteorológicas de superfície em Hopkinsville, Kentucky (acima à esquerda), Marysville, Califórnia (acima à direita), Roseburg, Oregon (abaixo à esquerda) e Tahoe City, Califórnia (abaixo à direita). Em www.surfacestations.org (acesso em 2 de abril de 2010).

As estações inspecionadas foram classificadas nas classes descritas pela NOAA e plotadas no mapa abaixo:

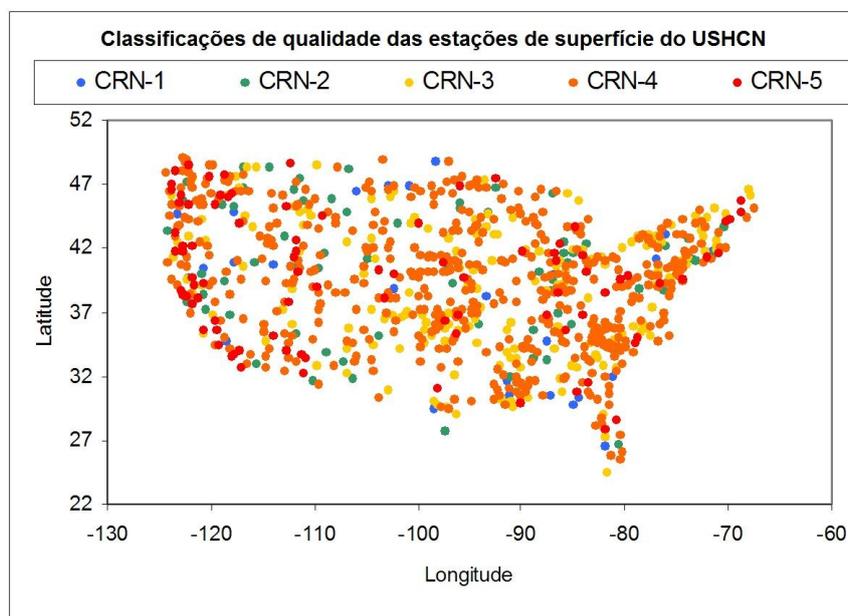


Figura 2 – Mapa das estações meteorológicas de superfície do USHCN inspecionadas pela equipe de Watts e classificadas nas cinco classes descritas pela NOAA (WATTS, 2010, p. 15).

Das 865 estações inspecionadas, apenas 3% foram consideradas classe 1, enquanto outros 8% foram consideradas classe 2, 20% classe 3, 58% classe 4 e 11% classe 5. Considerando que somente as estações das classes 1 e 2 são consideradas confiáveis, segue-se que 89% das estações meteorológicas de superfície do conjunto mais confiável do mundo não são confiáveis, pela própria definição da NOAA (WATTS, 2010, p. 16).

Em nível mundial, o quadro é ainda mais desanimador. Dois terços das estações meteorológicas na rede do Global Historical Climate Network encerraram suas atividades nas últimas três décadas, como pode ser observado na figura abaixo. Salta à vista a acentuada queda entre 1988 e 1993, quando coincidiram o colapso soviético e uma recessão econômica no ocidente, que conduziram ao abandono de metade das estações até então existentes. Curiosamente, é a partir dessa época que as estações remanescentes atestam uma clara elevação das temperaturas (ESSEX; MCKITRICK, 2007, p. 155-156).

estações meteorológicas de superfície

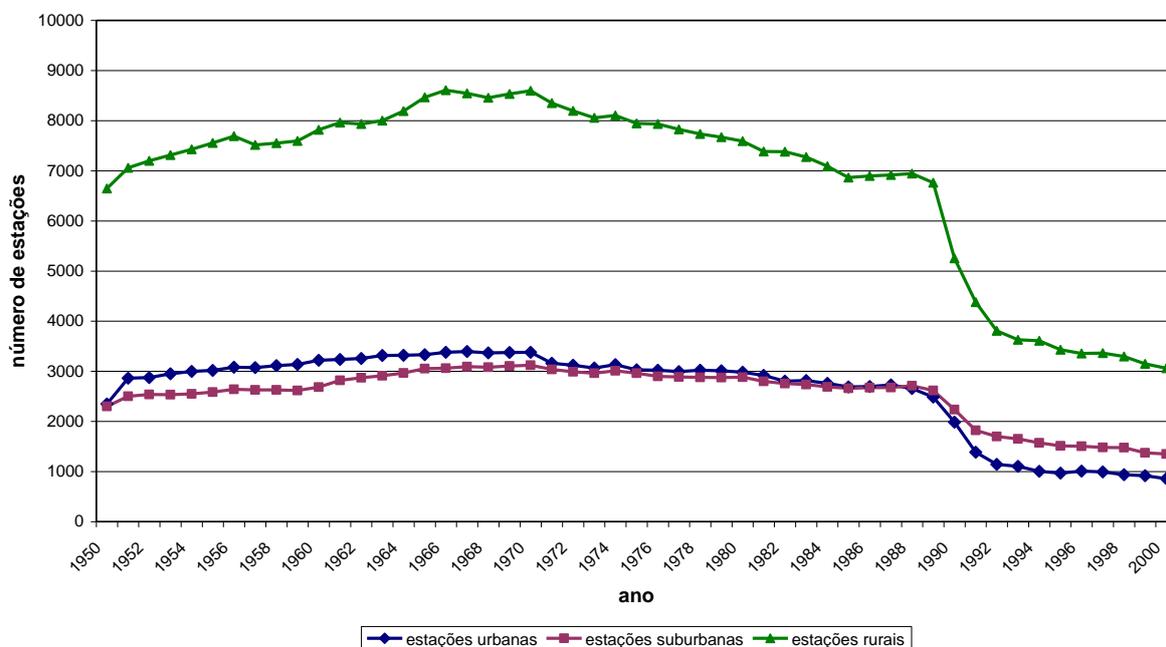


Figura 3 – Número de estações meteorológicas de superfície no Global Historical Climatology Network de 1950 a 2000 (MCKITRICK, s/d).

Não é difícil entender, portanto, que a quantidade e a qualidade dos dados de superfície disponíveis são completamente inadequadas para representar acuradamente a evolução das temperaturas ao longo do século XX. Mesmo assim, permanece a dificuldade em entender por que tantos cientistas de renome no planeta acreditam nesses dados, usam-nos como base para prognósticos de temperaturas planetárias para daqui a 100 anos e forçam populações do mundo inteiro a partilharem de suas crenças.

Mas se, apesar de todos os revezes, o leitor fizer questão de confiar nos registros de superfície, fornecemos o gráfico das temperaturas da superfície continental e oceânica do GISS de janeiro de 1998 a julho de 2012. Após a forte elevação ocorrida por ocasião do El Niño de 1997-1998, observamos nos registros uma estabilidade das temperaturas. O planeta parou de se aquecer em 1998, apesar de continuarmos emitindo vastas quantidades de dióxido de carbono para a atmosfera.

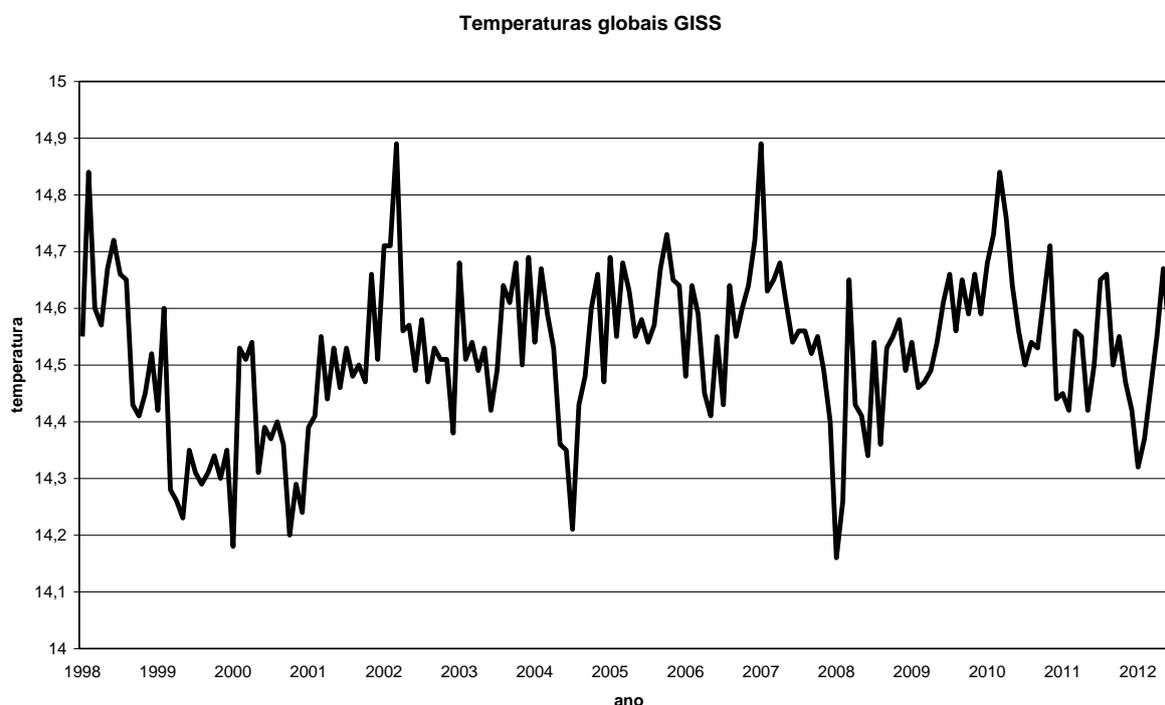


Figura 4 - Temperaturas médias mensais globais de janeiro de 1998 a julho de 2012 (GISS, 2012).

Dependendo do ponto selecionado para o início da série ou da série escolhida, pode aparecer inclusive uma tendência de *resfriamento global* em anos recentes. Mas como conciliar essa tendência de resfriamento com a hipótese do aquecimento global? Simples, dizendo que esse resfriamento é provocado pelo aquecimento global. Um estudo de autoria de Vladimir Petoukhov e Vladimir A. Semenov publicado no *Journal of Geophysical Research* em novembro de 2010, com base em simulações do modelo ECHAM5, atesta que o aquecimento da baixa troposfera nos mares de Barents e Kara provocado pela redução do gelo marítimo provocado pelo aquecimento global pode resultar numa forte anomalia anticiclônica sobre o oceano polar e uma advecção de leste anômala sobre os continentes do norte, induzindo a um resfriamento de inverno de até 1,5°C em escala continental e aumentando em até três vezes a probabilidade de extremos de frio no inverno sobre grandes áreas, inclusive a Europa. “Nossos resultados implicam que os vários invernos severos recentes não são conflitantes com o cenário de aquecimento global, mas sim suplementares”, diz o estudo (VIERING, 2010). Sim, se o planeta se

aquece a culpa é do aquecimento global, e se o planeta esfria a culpa também é do aquecimento global. Não importa a alteração que se observe em qualquer sistema natural, a culpa será sempre do aquecimento global, uma manobra que garante o sucesso da hipótese.

2 OUTRAS QUESTÕES RELEVANTES

Um argumento bastante em voga na Climatologia, e base de todo o livro de Essex e McKittrick, é o de que não podemos sequer falar de uma entidade chamada *temperatura média global*. A temperatura não pode ser expressa por um valor único em qualquer sistema físico que não esteja em equilíbrio termodinâmico, ou seja, um sistema onde nada mais acontece, onde nada mais muda. Ora, sabemos muito bem que este definitivamente não é o caso da Terra. Sendo assim, não se pode fornecer um valor médio único para as temperaturas de nosso planeta. Ela comumente varia de -60°C a $+40^{\circ}\text{C}$ nos diferentes locais todos os dias, todos os anos, todos os séculos. Como tentar encontrar, em meio a esta imensa variabilidade espaço-temporal, uma elevação da “temperatura média” de frações de grau, de três ordens de magnitude menor do que a amplitude térmica espacial verificada? As infundáveis disputas sobre qual a melhor série de temperaturas médias globais, desse modo, seriam disputas entre conjuntos de dados estatísticos com pouco ou nenhum significado físico (ESSEX; MCKITRICK, 2007, p. 132-133).

Por fim, não podemos nos esquecer de relatar casos de prognósticos de temperatura fracassados, porém eficazes. Normalmente é no final de um ano que se anuncia sua posição no ranking dos anos mais quentes. Entretanto, no ano de 2002, o Serviço Meteorológico do Reino Unido não conseguiu esperar e, já em 31 de julho, anunciou que este poderia ser o ano mais quente já registrado desde 1856. O recorde até então pertencia ao ano de 1998, com uma temperatura de $0,593^{\circ}\text{C}$ acima da média de 1961 a 1990. A anomalia média de temperatura do primeiro semestre de 2002 foi de $0,570^{\circ}\text{C}$, o que significa que a anomalia do segundo

semestre deveria ser de, no mínimo, 0,617°C para que o recorde de 1998 fosse batido. Michaels então selecionou os anos do registro histórico que excederam a média de temperatura de 1961 a 1990 (36 no total) e localizou os anos em que a anomalia de temperatura do segundo semestre excedeu a do primeiro semestre. A partir daí, Michaels calculou que a probabilidade de o ano de 2002 quebrar o recorde de 1998 era de apenas 19,4%, a não ser que ocorresse um forte evento El Niño no final do ano. No entanto, as previsões naquele momento falavam em um El Niño muito mais fraco que o de 1998. Diante das evidentes condições desfavoráveis para a concretização do prognóstico, pergunta Michaels, por que o British Meteorological Office insistiu em anunciá-lo? Talvez porque ele resultou em chamadas da Reuters para o mundo todo, dizendo “O mundo se dirige para seu ano mais quente”. Mas é quase certo que o fato de ele ter sido anunciado apenas um mês antes da Conferência de Johannesburgo, celebração do décimo aniversário da Convenção Quadro de Mudanças Climáticas, não passou de uma feliz coincidência (MICHAELS, 2004, p. 199-202).

E a história se repete. Outra feliz coincidência ocorreu quando, em 4 de janeiro de 2007, um mês antes do lançamento do *Summary* do grupo I do quarto relatório do IPCC, o Serviço Meteorológico do Reino Unido novamente anunciou que

2007 provavelmente será o ano globalmente mais quente já registrado, quebrando o recorde atual, estabelecido em 1998, dizem os especialistas em mudanças climáticas do Serviço Meteorológico. Espera-se que a temperatura global de 2007 esteja 0,54°C acima da média de longo prazo (1961-1990), de 14°C (UK Met Office, 2007, citado por PLIMER, 2009, p. 407).

O emprego da forma verbal “espera-se” não poderia ter sido mais apropriado, afinal de contas, nem tudo aquilo que esperamos efetivamente acontece. As temperaturas registradas em 2007 colocaram-no como um dos anos mais frios do século XX, e o mais frio desde 1995 (PLIMER, 2009, p. 407).

CONCLUSÃO

Os fatos apresentados nos permitem tirar duas possíveis conclusões. A primeira é a de que, apesar das insistentes afirmações em contrário, o efeito de ilha de calor e a má distribuição geográfica das estações meteorológicas de superfície introduzem graves distorções aos registros de temperatura, em geral tornando-a mais alta do que efetivamente é, de modo que estes não podem ser considerados uma fonte de dados suficientemente confiável para o estudo das mudanças climáticas globais. A segunda é a de que, mesmo se se quiser continuar confiando nos registros meteorológicos de superfície, nos últimos 15 anos eles vem registrando uma estabilidade das temperaturas globais, muito embora continuemos emitindo vastas quantidades de dióxido de carbono para a atmosfera, uma notável discordância com a hipótese do aquecimento global antropogênico. Em ambos os casos, temos diante de nós mais uma evidência da fragilidade da referida hipótese.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Ralph B. **Aquecimento global: alarme falso**. Rio de Janeiro, Gryphus, 2010.

ESSEX, Christopher; MCKITRICK, Ross. **Taken by storm: the troubled science, policy, and politics of global warming**. Toronto, Key Porter Books, 2007.

GISS. **Global Land-Ocean Temperature Index**. Disponível em <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts+dSST.txt> (acesso em 13 de agosto de 2012)

HOLLAND, David. Bias and concealment in the IPCC process: the “hockey-stick” affair and its implications. In: **Energy & Environment** 18 (7+8), 2007, p. 951-983.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Cambridge, New York; Cambridge University Press, 2007.

JONES, Phil D. *et al.* Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. In: **Nature**, vol. 347, 13/set/1990, p. 169-172.

McKITRICK, Ross. **The graph of temperature vs. number of stations.** In: <http://www.uoguelph.ca/~rmckitri/research/nvst.html> (acesso em 24 de janeiro de 2010).

MICHAELS, Patrick J. **Meltdown: the predictable distortion of global warming by scientists, politicians, and the media.** Washington D. C. Cato Institute, 2004.

MOSHER, Steven; FULLER, Thomas W. **Climategate: the CRUtape letters.** Createspace, 2010.

PETERSON, Thomas C. Assessment of urban versus rural in situ surface temperatures in the contiguous United States: no difference found. In: **Journal of Climate**, volume 16, número 18, 15/set/2003, p. 2941-2959.

PLIMER, Ian. **Heaven and Earth.** Maryland, Taylor Trade Publishing, 2009.

VIERING, Jonas. **Global Warming could cool down temperatures in winter.** In: <http://www.pik-potsdam.de/news/press-releases/global-warming-could-cool-down-temperatures-in-winter> (acesso em 19 de novembro de 2010).

WATTS, Anthony. **Is the U.S. Surface Temperature Record Reliable?** Chicago, The Heartland Institute, 2009. In: http://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2009/05/surfacestationsreport_spring09.pdf (acesso em 2 de abril de 2010).