



Aquecimento global e a pesquisa em conforto ambiental

Global warming and environmental comfort research

Matheus D'Ávila Denardin
Arquiteto e Urbanista, Pós-Graduação em Projeto e Gestão de Edificações Sustentáveis na Faculdade
Meridional - IMED,
Rua Senador Pinheiro, 304, Bairro Rodrigues, CEP 9070-220, Passo Fundo, RS
md.denardin@gmail.com

Resumo

Nas últimas décadas, o campo científico tem discutido mudanças climáticas e defendido teses relativas às causas que têm levado o clima a diferenciar-se de como era no início do século passado. Esse artigo descreve e analisa duas teses antagônicas relativas aos agentes causais do aquecimento global e faz inferências relativas ao foco de pesquisas atinentes ao conforto ambiental, tanto em edificações quanto em espaços urbanos. Muitos cientistas acreditam que a Terra se encontra em aquecimento por motivos antropogênicos, devido à elevação da concentração de gases de efeito-estufa (GEE) na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis e de mudanças no uso da terra. Outros entendem que as perceptíveis mudanças climáticas decorrem de fenômenos naturais e de dados não detectados, desconsiderados e/ou inadequadamente interpretados, devido a limitações técnicas inerentes às estações climatométricas de superfície. A análise dessas teses sugere que é difícil acreditar que, em um sistema tão complexo e repleto de variáveis como é o clima terrestre, emissões de dióxido de carbono (CO_2) e de metano (CH_4), de origem antropogênica, tenham alguma influência expressiva na variação climática global, excetuando-se as “ilhas de calor” nos centros urbanos. Conclui-se, portanto que o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao conforto ambiental, com ênfase à eficiência energética, justifica-se, não apenas pela emissão de GEE, decorrentes das fontes energéticas mais usuais na atualidade, e sim porque essas fontes são escassas e não renováveis, e a humanidade não pode se tornar dependente desses recursos, bem como por sua contribuição indiscutível na formação das “ilhas de calor”.

Palavras-chave: mudanças climáticas, gases de efeito-estufa, arquitetura, urbanismo, construção civil.

Abstract

Over the past decades, the scientific field has discussed climate changes and defended thesis concerning the causes that have led the weather to differentiate itself from what it was at the beginning of the last century. This article describes and analyzes two antagonistic thesis concerning the causal agents of global warming and makes inferences concerning the focus of research and environmental comfort, both in buildings and urban spaces. Many scientists believe Earth is heating up by anthropogenic reasons, due to elevation of concentration of greenhouse gases (GHG) in atmosphere, resulting from burning of fossil fuels and changes in land use. Others believe that the noticeable climate change arise from natural phenomena and undetected data, disregarded and inappropriately interpreted, due to technical limitations inherent in weather-measuring surface stations. The analysis of these thesis suggests that it is difficult to believe that, in a system as complex and full of variables as is the Earth's climate, emissions of carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄), of anthropogenic origin, have any significant influence on the global climate variation, except the "heat islands" in urban centers. Therefore it is concluded that the development of technologies related to environmental comfort, with emphasis on energy efficiency, it is justified not only by the GHG emission, arising from the most common energy sources on the present days, but because these sources are scarce and non-renewable resources, and humanity cannot become dependent on these resources, as well as for its undisputed contribution in the formation of "heat islands".

Keywords: climate changes, greenhouse gases, architecture, urban planning, civil construction.

1. INTRODUÇÃO

Preocupações com a tese de que o aquecimento global terrestre é de origem antropogênica ganharam ampla visibilidade na mídia a partir de 1988, com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Os relatórios emitidos pelo IPCC têm sido usados por alguns países, dentre eles o Brasil, para apoiar políticas voltadas à redução das emissões de gases de efeito-estufa (GEE), com ênfase na agricultura. Por outro lado, há cientistas, sem a mesma intensidade de atenção pela mídia, que defendem a tese de que a influência antropogênica no aquecimento do Planeta não é de abrangência global e sim limitada ao “efeito ilha de calor”, localizado nas áreas urbanizadas.

Este artigo descreve e analisa, equitativamente, duas teses antagônicas relativas ao agente causal do aquecimento global, e procura inferir foco a pesquisas pertinentes ao conforto ambiental, tanto em edificações quanto em espaços urbanos, em decorrência de percepções extraídas dessa análise.

2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS ANTROPOGÊNICAS

A opinião científica dos pesquisadores que apoiam a tese do aquecimento global é que o sistema climático global está esquentando e que essa mudança é de origem antropogênica, com mais de 90% de certeza, em decorrência da concentração de gases de efeito-estufa (GEE) na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis e do desflorestamento. A tese de que essa mudança climática é de causa antrópica é apoiada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão estabelecido em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que têm por objetivo fornecer informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes ao entendimento das mudanças climáticas, seus impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação.

Uma síntese das explicações apresentadas e defendidas pelo IPCC é a que segue:

- Aumento antropogênico de gases de efeito-estufa (GEE)

Segundo o Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY, 2007), o dióxido de carbono (CO₂) é o GEE de origem antrópica mais importante. A concentração atmosférica global de CO₂ aumentou quase 100 ppm a partir da revolução industrial até o ano de 2005. No período pré-industrial, a concentração CO₂ na atmosfera era de 280 ppm e, em 2005, passou para 379 ppm. A concentração atmosférica global de CO₂ em 2005 ultrapassou, em muito, a faixa natural dos últimos 650.000 anos, quando oscilou entre 180 e 300 ppm. A taxa de aumento da concentração anual de CO₂ foi mais elevada no período de 1995 a 2005, com média de 1,9 ppm/ano, do que em todo o período das medições efetuadas entre 1960 e 2005, que teve como média 1,4 ppm/ano. A principal fonte de aumento da concentração atmosférica global de CO₂, desde o período pré-industrial, se deve ao uso de combustíveis fósseis, como derivados do petróleo e do carvão mineral.

No Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY, 2007), também são apresentados dados de elevação da concentração atmosférica global de metano (CH₄), que aumentou de 715 ppb, no período pré-industrial, para 1.732 ppb, no início da década de 1990, atingindo 1.774 ppb, em 2005. À semelhança do CO₂, essa concentração de CH₄ ultrapassou, em muito, a faixa natural dos últimos 650.000 anos, quando oscilou entre 320 e 790 ppb. As taxas de aumento de CH₄ diminuíram desde o início da década de 1990, estabilizando-se durante esse período. É muito provável que o aumento observado na concentração de CH₄ se deve às atividades antrópicas, predominantemente à agricultura e ao uso de combustíveis fósseis.

- A evidência de que mais CO₂ causa aquecimento

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY, 2007) relata que 11 dos últimos 12 anos (1995 a 2006) estão entre os 12 anos mais quentes do registro instrumental da temperatura da superfície global, que foi iniciado em 1850. A tendência linear de aquecimento atualizada para os 100 anos compreendidos entre 1906 e 2005, que é da ordem de 0,74°C, é mais elevada que a tendência de

aquecimento correspondente ao período de 100 anos compreendidos entre 1901 a 2000, apresentada no Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (ESPARTA & MOREIRA, 2002), que é de 0,6°C.

Observações, desde 1961, mostram que a temperatura média global do oceano aumentou em profundidades de até 3.000 m, e que o oceano tem absorvido mais de 80% do calor acrescentado ao sistema climático. Esse aquecimento faz com que a água do mar se expanda, contribuindo para a elevação do nível do mar. As geleiras de montanha e a cobertura de neve, em média, diminuíram nos dois hemisférios. Reduções generalizadas das geleiras e calotas de gelo contribuíram para a elevação do nível do mar (Figura 1).

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY, 2007) indica ser muito provável que as perdas dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártica tenham contribuído para a elevação do nível do mar ao longo do período de 1993 a 2003. Essa perda dinâmica de gelo é suficiente para explicar a maior parte da perda líquida de massa da Antártica e, aproximadamente, metade da perda líquida de massa da Groenlândia. O restante da perda de gelo da Groenlândia ocorreu porque as perdas resultantes do derretimento excederam o acúmulo de neve. A média global do nível do mar subiu a uma taxa média de 1,8 mm/ano, no período de 1961 a 2003. Essa taxa foi mais acelerada ao longo do período de 1993 a 2003, com 3,1 mm/ano. Não está claro se a taxa mais acelerada no período de 1993 a 2003 reflete a variabilidade decadal ou um aumento da tendência de longo prazo. Há um nível elevado de confiança de que a taxa de elevação do nível do mar tenha aumentado do século XIX para o século XX. Estima-se que a elevação total ao longo do século XX tenha sido de 0,17 m, oscilando entre 0,12 e 0,22 m.

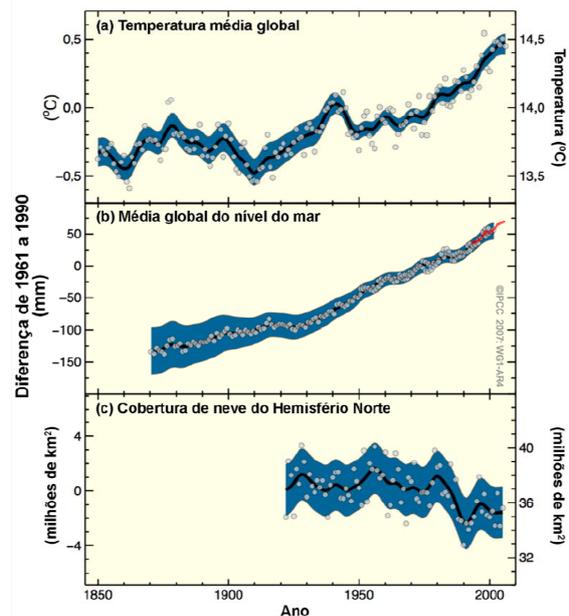


Figura 1. Mudanças observadas na (a) temperatura média global da superfície, (b) média global da elevação do nível do mar a partir de dados de marégrafo (azul) e satélite (vermelho) e (c) cobertura de neve do Hemisfério Norte para março-abril. Todas as mudanças são relativas às médias correspondentes ao período de 1961 a 1990. As curvas suavizadas representam valores médios decenais, enquanto que os círculos indicam valores anuais. As áreas sombreadas são os intervalos estimados com base em uma análise abrangente das incertezas conhecidas (a e b) e nas séries temporais (c). (Fonte: ALLEY et al., 2007)

As temperaturas médias no Ártico aumentaram em quase o dobro da taxa global média dos últimos 100 anos. As temperaturas no Ártico têm elevada variabilidade decadal, e um período quente também foi observado de 1925 a 1945. Dados de satélite obtidos desde 1978 mostram que a média anual da extensão do gelo marinho ártico se reduziu em 2,7% por década, com reduções maiores no verão, quando atingiu 7,4% por década. Esses valores são condizentes com os relatados do Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (ESPARTA & MOREIRA, 2002).

Em geral, as temperaturas no topo do *permafrost* (solo e subsolo permanentemente congelados), no Ártico, aumentaram em até 3°C, desde a década de 1980. A área máxima coberta por solo congelado sazonalmente diminuiu em cerca de 7% no

Hemisfério Norte, desde 1900, com redução na primavera de até 15%.

Tendências de longo prazo, de 1900 a 2005, foram observadas na quantidade de precipitação pluvial em muitas regiões. Aumento expressivo de precipitação pluvial foi observado na parte leste da América do Norte e da América do Sul, no norte da Europa e no norte e centro da Ásia. Observou-se que o clima se tornou mais seco no Sahel, no Mediterrâneo, no sul da África e em partes do sul da Ásia. A precipitação pluvial apresenta grande variabilidade em termos espaciais e temporais, e os dados são limitados em muitas regiões e tendências de longo prazo não foram observadas em outras vastas regiões avaliadas.

3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NATURAIS

A opinião contrária à apresentada anteriormente é defendida por físicos e meteorologistas céticos que, após analisarem os dados e as justificativas expostas pelos relatórios do IPCC, encontraram problemas de credibilidade na forma de captação e interpretação dos dados e surpresa pela desconsideração de fenômenos naturais influentes, amplamente conhecidos.

Um exemplo de cientista cético, que discorda do aquecimento global decorrente de atividades antropogênicas e da intensificação do efeito-estufa provocada pelo homem é o Físico e PhD em Meteorologia Luiz Carlos Baldicero Molion, pesquisador do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas. Molion (2013a) analisa os argumentos apresentados no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (ALLEY, 2007) e argumenta com base nos próprios dados fornecidos pelo IPCC.

- Aumento de gases de efeito-estufa (GEE)

Molion (2013a) afirma que os gases responsáveis pelo efeito-estufa são o vapor d'água (H₂O), CO₂, CH₄, ozônio (O₃), óxido nitroso (N₂O) e os compostos de clorofluorcarbono (CFC), vulgarmente conhecidos como *fréons*. Dentre esses gases, o principal gás causador do efeito-estufa, ao contrário de o que afirma o relatório do IPCC, é o vapor d'água, e sua concentração global na atmosfera é extremamente variável no espaço e tempo. Por exemplo: sobre a

Floresta Amazônica existe cinco vezes mais vapor d'água que sobre o Deserto do Saara, e, sobre a Amazônia, sua concentração varia 30% entre as estações seca e chuvosa. O CO₂ é o segundo GEE em importância, com concentração até 100 vezes inferior à do vapor d'água. CO₂ é o gás que tem causado maior polêmica e o apontado, nos relatórios do IPCC, como o principal responsável pela intensificação do efeito-estufa provocada pelo homem, pois sua concentração, embora baixa, aumentou de 315 ppmv (parte por milhão por volume) em 1958, para 379 ppmv em 2005, crescendo à taxa média de 0,4% ao ano. Esse crescimento é atribuído às atividades humanas, decorrentes da queima de combustíveis fósseis e do desflorestamento. O CH₄, com concentrações muito pequenas, na ordem de 1,7 ppmv, também mostrava aumento expressivo, da ordem de 1,0% ao ano, atribuído à atividade agropecuária. Mas, a partir de 1998, a taxa de crescimento anual de sua concentração passou a diminuir inexplicavelmente, embora as fontes antrópicas tenham aumentado constantemente, como na criação de ruminantes, que cresce à taxa de 17 milhões de cabeças por ano. Os gases restantes representam concentrações ainda menores que as citadas, porém parecem estar também aumentando.

O efeito-estufa faz com que a temperatura superficial da terra seja de 15°C. Caso ele não existisse a temperatura da terra seria 18°C negativos, ou seja, o efeito-estufa é responsável pelo aumento de 33°C na temperatura da superfície terrestre. Portanto, o efeito-estufa intensificado é fisicamente simples: mantidos constantes a produção de energia solar e o albedo planetário, quanto maior for a concentração dos GEE, menor será a fração de radiação de ondas longas (ROL), emitida pela superfície terrestre, que escaparia para o espaço (redução do fluxo de ROL) e, conseqüentemente, mais elevada seria a temperatura do Planeta. Porém, com uma concentração 100 vezes menor que o vapor d'água e mesmo com um aumento de mais de 60 ppmv, em menos de 50 anos, o CO₂ é insignificante na variação da temperatura da Terra, além de estar muito longe de ser o principal GEE.

- Registros instrumentais de temperatura

Os relatórios de atividade do IPCC apresentam dados que mostram a variação de temperatura global durante um período de, aproximadamente, 150 anos (Figura 2). Esse gráfico mostra que até, aproximadamente, 1920, só houve variações anuais de temperatura, sem tendência de elevação ao longo do tempo. A partir de 1920, ocorreu um período de aquecimento até 1945. O IPCC (ALLEY, 2007) afirma que esse aquecimento, possivelmente tenha ocorrido em decorrência do aumento da produção de energia solar, uma vez que seria impossível argumentar que causas antrópicas, pois a produção de CO₂ naquela época era cerca de 10% daquela atualmente gerada. Após esse período, ocorreu um resfriamento da ordem de 0,2°C, não comentado ou justificado nos relatórios de atividade do IPCC. No período de 1977 a 2000, ocorreu elevação da temperatura média global do Planeta da ordem de 0,3°C, atribuída, pelo IPCC, como decorrente de atividades antrópicas.

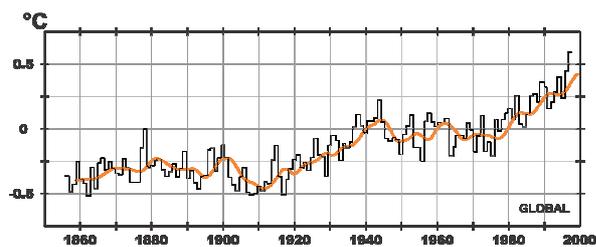


Figura 2. Desvios da temperatura média global com relação à média do período 1961-1990. Fonte: JONES et al. (1999).

A polêmica que essa série de anomalias tem causado reside no fato de o segundo aquecimento, observado a partir de 1977, não ter sido verificado, aparentemente, em todas as partes do globo terrestre. A série de temperatura média para os Estados Unidos (Figura 3), por exemplo, não mostra esse segundo aquecimento, sendo a década dos anos 1930 mais quente que a dos anos 1990. Além disso, a média da temperatura global, obtida com dados dos instrumentos Microwave Scanning Unit (MSU), a bordo de satélites, a partir de 1979, mostrou grande variabilidade anual, com pequeno aquecimento global, da ordem de 0,076°C por década (CHRISTY & SPENCER, 2003), enquanto os registros instrumentais de superfície mostraram aquecimento global de 0,16°C por década, ou seja, cerca de duas vezes maior no mesmo período.

Em princípio, satélites são mais apropriados para medir temperatura global, pois integram médias de grandes áreas, incluindo os oceanos, enquanto as estações climatométricas de superfície registram variações de micro ambientes, representando condições atmosféricas de um raio aproximado de 150 metros em seu entorno. Outro grande problema das estações climatométricas é a ausência de padronização e mudança/evolução da instrumentação ao longo dos 150 anos de avaliação. As séries mais longas disponíveis são de estações localizadas em cidades do “Velho Mundo” que se desenvolveram muito, particularmente depois da Segunda Guerra Mundial.

Em média, a energia disponível do Sol (calor) é utilizada para a evapotranspiração (evaporação dos solos e superfícies de água + transpiração das plantas) e para o aquecimento do ar. Em superfícies vegetadas, a maior parte do calor é usada para a evapotranspiração, a qual resfria a superfície, e o restante é utilizado para aquecer o ar. Com a mudança da cobertura superficial terrestre, de campos com vegetação para asfalto e concreto, a evapotranspiração é reduzida e sobra mais calor para aquecer o ar próximo à superfície, conseqüentemente elevando sua temperatura. Esse é o chamado “efeito de ilha de calor”, que torna a temperatura do ar 3 a 5°C mais elevada nos grandes centros urbanos que às de seus entornos. O Goddard... (1999), autor da Figura 3, procurou efetuar “ajustes” com relação ao efeito da urbanização nas séries de temperatura global, porém utilizou fatores ou algoritmos de correção que não necessariamente sejam apropriados ou representem a realidade, já que esse procedimento é subjetivo e, portanto, questionável. Em outras palavras, é impossível retirar o “efeito de ilha de calor” das séries de temperaturas urbanas. Assim, uma das possibilidades que explica o aquecimento global a partir de 1977, nítido na Figura 1(a), é, em parte, resultante da urbanização no entorno das estações climatométricas, ou seja, um aquecimento local e não global. Assim, O “efeito de ilha de calor” urbano é real, mas localizado, exercendo influência insignificante nos valores das tendências de aquecimento global, equivalendo-se a menos de 0,006°C por década sobre a terra e zero sobre os oceanos.

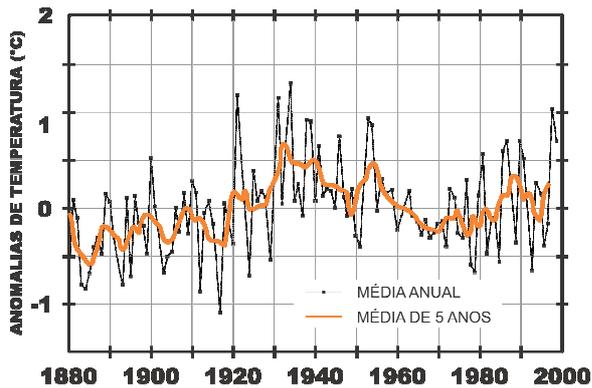


Figura 3. Anomalias de temperaturas médias para os Estados Unidos. Fonte: GODDARD... (1999).

Finalmente, um aspecto muito importante é que as séries de 150 anos são demasiadamente curtas para captarem a variabilidade do clima de prazo mais longo, na superfície terrestre. A segunda metade do Século XIX correspondeu ao final da “Pequena Era Glacial”, um período frio, bem documentado, que perdurou por alguns séculos, e esse período coincide com a época em que os termômetros começaram a ser instalados mundialmente. Portanto, o início das séries de 150 anos, empregadas por vários pesquisadores, que contribuíram para a elaboração dos relatórios de atividade do IPCC, ocorreu num período relativamente mais frio que o atual e leva, aparentemente, à conclusão errônea de que as temperaturas atuais estejam mais elevadas ou “anormais” para o Planeta.

Do exposto, conclui-se que existem problemas de representatividade, tanto espacial como temporal, das séries de temperatura observadas na superfície da Terra, o que torna extremamente difícil seu tratamento de forma globalizada, e que estações climatométricas de superfície não são os meios mais adequados para determinar a temperatura média global da atmosfera terrestre, se é que se pode expressar, cientificamente, “temperatura média global”.

- Variação do nível do mar

Os relatórios de atividade do IPCC afirmam que o nível do mar aumentou em 0,06 m ao longo do século passado, em decorrência da elevação da temperatura do Planeta, que, por sua vez, é absorvida pelo oceano, gerando sua expansão em decorrência do derretimento das geleiras polares,

principalmente do Ártico, onde pode se observar, a partir de imagens de satélite, redução da área coberta por gelo. Essas afirmações têm causado preocupações, visto que, mais de 60% da humanidade vivem em regiões costeiras. As projeções publicadas têm causado pânico e interferido no desenvolvimento social e econômico, particularmente nos países baixos e insulares.

Molion (2013b), entretanto, explica que existe um ciclo lunar, denominado de precessão da órbita lunar, bem conhecido, que completa 360°, a cada 18,6 anos. Esse ciclo decorre da diferença entre os ângulos dos eixos de rotação da Lua (5,1°) e da Terra (23,5°) em relação ao plano da eclíptica, que é o plano em que se encontram o Sol e os demais planetas. Quando os eixos da Lua e da Terra apontam em direções opostas, eles formam um ângulo de 28,6° (23,5° + 5,1°) e a Lua, relativamente à superfície terrestre, se desloca na faixa entre 28,6°N e 28,6°S de latitude. Quando os eixos estão na mesma direção, a área varrida situa-se entre 18,4°N e 18,4°S (23,5° - 5,1°). Considerando que, nas regiões tropicais, 1° de latitude equivale a 110 km, a distância percorrida, no máximo lunar, é cerca de 12 mil km (4 x 28,6° x 110 km), e, no mínimo lunar, é cerca de 8 mil km (4 x 18,4° x 110 km), ou seja, 4 mil km de diferença nos mesmos 28 dias do ciclo das fases da Lua, amplamente conhecido. De outra forma, a velocidade relativa da Lua é muito maior no máximo lunar que no mínimo lunar, criando marés mais altas nos trópicos. No máximo do ciclo nodal, como ocorreu entre 2006 e 2007, a Lua eleva a superfície do mar, entre o equador e 40° de latitude, por sua atração gravitacional. Esse desnível hidráulico aumenta ligeiramente a velocidade das correntes marinhas que levam mais calor dos trópicos para os polos. No caso do Atlântico Norte, essa água mais aquecida em cerca de 0,7°C entra no Ártico por baixo do gelo flutuante e derrete, parcialmente, sua parte submersa que, como é sabido, constitui 90% de seu total. Parcialmente derretida, a parte submersa não consegue suportar o peso da parte emersa, e esta colapsa. Note, "colapsa", “desmorona”, mas não "derrete", pois, mesmo no verão, as temperaturas do ar, nessa região, são negativas. É esse colapso que provoca a diminuição da área de gelo observada por satélites. Como se sabe, o Ártico é composto por

apenas gelo flutuante, em que toda a superfície de gelo existente está sempre em contato com o mar, portanto mesmo com seu derretimento o seu volume permanece o mesmo não alterando, assim, o nível do mar. Do exposto, variações do nível do mar, possivelmente estejam mais fortemente associadas aos efeitos do ciclo de precessão da órbita lunar que de alterações da temperatura global do Planeta.

4. ANÁLISE CRÍTICA

As teses mais alarmistas em torno do aquecimento global vêm sendo levantadas e ostentadas com intensidade capaz de inquietar grande parte das nações. Nesse sentido, se destaca o IPCC, com a publicação de relatórios de ampla divulgação mundial. Embora renomados cientistas reúnam argumentos em suficiência para contestar a tese defendida pelo IPCC, de que o aquecimento global é de origem antropogênica, seus posicionamentos não têm recebido a mesma visibilidade pelos meios de comunicação.

A busca por informações equitativas, quanto ao antagonismo relativo ao agente causal do aquecimento global, denota tendência à percepção de que o aquecimento global se encontra dentro dos limites da variabilidade natural, e que a influência antrópica limita-se às chamadas “ilhas de calor”, nitidamente percebidas em áreas urbanizadas.

O conhecimento das exigências humanas de conforto térmico e do clima, associado ao das características térmicas dos materiais e das premissas genéricas, para o partido arquitetônico adequado a microclimas particulares, proporciona condições para projetar edifícios e espaços urbanos com resposta térmica compatível com as exigências de conforto térmico. Uma das funções da arquitetura e do urbanismo, relacionada ao conforto ambiental, é oferecer ao homem melhor condição térmica, independentemente da condição climática reinante. O uso sensato da energia permite adequação da arquitetura ao clima, prevenindo e/ou reduzindo a intensidade do uso de sistemas de condicionamento artificial de ar, tanto para refrigerar quanto para aquecer os ambientes. Todavia, a intervenção humana, no ato da construção civil, altera a condição climática local, e os controles térmicos naturais podem amenizar os

excessos de calor e minimizar os “efeitos das ilhas de calor”.

Assim, pesquisas na área da construção civil, voltadas ao conforto ambiental urbano, com ênfase à eficiência energética no controle de temperatura, umidade e qualidade do ar, encontram foco no desenvolvimento de tecnologias para mitigar e/ou prevenir “ilhas de calor”, envolvendo estudos, entre outros, relacionados ao albedo, à iluminação e ao sombreamento decorrentes de edificações e arborizações, bem como à circulação do ar e à emissão de gases pelos meios de transporte e sistemas de aquecimento, refrigeração e geração de energia elétrica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das duas teses antagônicas referentes ao agente causal do perceptível aquecimento global da Terra sugere que é difícil acreditar que, em um sistema tão complexo e repleto de variáveis como é o clima terrestre, emissões de dióxido de carbono (CO₂) e de metano (CH₄), de origem antrópica, tenham algum efeito expressivo na elevação da temperatura média global, excetuando-se as “ilhas de calor”, nos centros urbanos. Essa percepção infere que o desenvolvimento de tecnologias concernentes ao conforto ambiental, justifica-se, não apenas pela emissão de GEE, decorrentes do uso das fontes energéticas mais usuais na atualidade, e sim porque essas fontes são escassas e não renováveis, e a humanidade não pode se tornar dependente desses recursos, bem como por sua contribuição indiscutível na formação das “ilhas de calor”. Assim, pesquisas na área da construção civil, voltadas ao conforto ambiental urbano, com ênfase à eficiência energética no controle de temperatura, umidade e qualidade do ar, encontram foco no desenvolvimento de tecnologias para mitigar e/ou prevenir “ilhas de calor”.

Referências Bibliográficas

ALLEY, R. et al. Mudança do clima 2007: a Base das Ciências Físicas. Sumário para os Formuladores de Políticas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Quarto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho I. PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA, OMM/PNUMA. Genebra,

Suíça. 2007. 24 p. Disponível em:
<http://www.cqgp.sp.gov.br/gt_licitacoes/publicacoes/IPCC%20mudan%C3%A7as%20climaticas.pdf> visualizado em 10/04/14

CHRISTY, J.; SPENCER, R. Global Temperature Report 1978-2003. The University of Alabama in Huntsville. Huntsville, 2003. 18 p. Disponível em:
<http://meteo.lcd.lu/globalwarming/Christie_and_Spencer/25years_highlite.pdf> visualizado em 12/04/14

ESPARTA, A. R. J.; MOREIRA, J. R. Principais conclusões do terceiro relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 9., Rio de Janeiro. 2002. 14 p. Disponível em:
<http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_08/r01_8.pdf> visualizado em 12/04/14

GODDARD INSTITUTE FOR SPACE STUDIES. Global temperature trends. Continued warmth 1999. Earth Observatory, New York, 1999. Disponível em:
<<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarm1999/>> visualizado em 12/04/14

JONES, P. D.; NEW, M.; PARKER, D. E.; MARTIN, S.; RIGOR, I. G. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. Michigan, Rev. Geophysics, 37:173-199, 1999.

MOLION, L. C. B. Desmistificando o aquecimento global. Maceió: Instituto de Ciências Atmosféricas/Universidade Federal de Alagoas, 2013a. 12 p. Disponível em:
<http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/molion_desmist.pdf> visualizado em 11/04/14

MOLION, L. C. B. O nível do mar e o degelo no Ártico. Maceió: Instituto de Ciências Atmosféricas/Universidade Federal de Alagoas, 2013b. 3 p. Disponível em:

<<http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/nivel-do-mar-e-degelo-no-artico.pdf>>
visualizado em 13/04/14