

CIÊNCIAS CLIMÁTICAS

Mantos de gelo e o nível dos mares

Três artigos científicos publicados recentemente trouxeram à tona uma questão crucial para o futuro do planeta: como os mantos de gelo respondem às mudanças climáticas, em especial àquelas decorrentes do aquecimento global? O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, de 2001, previa um aumento máximo de 85 cm no nível do mar até 2100. Os dados apresentados agora sugerem que essa estimativa é baixa e deve ser revisada.

Os trabalhos estão em

Science (17/02/06, pp. 986-990), *Science Express Reports* (02/03/06) e *Journal of Glaciology* (vol. 51, n. 175, pp. 509-527).

Os três artigos tratam das variações do volume e da dinâmica (velocidade) dos dois mantos de gelo terrestre, a Antártica e a Groenlândia, cujas dimensões são dantescas: 13,6 milhões de km² e 1,7 milhão de km², respectivamente. Só a Groenlândia acumula 3 milhões de km³ de gelo e pode atingir até 3 km de espessura (figura 1A). Já a Antártica armazena 25 milhões de km³ (ou 90% do gelo terrestre) e chega a quase 5 km de espessura (figura 1B). Difícil de imaginar esse volume? Vai, então, uma analogia: se todos os 28 milhões de km³ dos dois mantos fossem transferidos para o Brasil, teríamos uma capa de aproximadamente 3,3 km espalhada homogeneamente sobre todo o território nacional.

Com essas dimensões, o papel desse gelo é essencial no sistema ambiental. Por exemplo, a Antártica é um dos principais controladores do clima do planeta. Se todo o gelo dos dois mantos derretesse, o nível médio dos mares (NMM) subiria cerca de 70 m. Hoje, sabemos que não há processos que permitam o derretimento total desse gelo em menos de alguns milhares de anos, mas mesmo pequenas variações (da ordem de 1%) teriam impacto tremendo nas regiões costeiras, acarretando enormes prejuízos ambientais e socioeconômicos.

Há alguns anos, foi constatada a redução das geleiras não polares (aquelas em cadeias de montanhas), bem como daquelas no sul da Groenlândia e na extremidade norte da Antártica. No norte da península antártica – indicado

pela seta na figura 1B –, a plataforma de gelo Larsen perdeu mais de 12 mil km² na última década, principalmente devido à desintegração de sua parte setentrional em centenas de pedaços, em um processo que envolveu derretimento superficial, penetração de água em fraturas e separação de *icebergs*.

Em suma, como seria de esperar, a perda vem ocorrendo nas geleiras que estão em ambientes mais quentes e em locais onde a temperatura do gelo é próxima do ponto de fusão. No entanto, a maior parte do gelo está nas partes mais frias dos mantos, e não havia estudos que mostrassem alguma mudança. Agora, os três artigos desenham um quadro mais complexo.

As geleiras ganham massa principalmente pela precipitação na forma de neve. A perda de gelo na Groenlândia ocorre tanto pelo derretimento superficial quanto pelo fluxo de gelo direto para o mar, onde ele acaba se separando pela formação de *icebergs*. Já na Antártica, predomina a separação de *icebergs* (alguns gigantes, com mais de 50 km de comprimento) que se formam a partir de plataformas de gelo (parte flutuante do manto, que não deve ser confundida com o mar congelado que rodeia o continente).

A diferença entre o ganho e a perda é chamada 'balanço de massa'. Um balanço negativo indica que a geleira está diminuindo, e a diferença contribui para o aumento do NMM. Portanto, bastaria determinarmos esse balanço para sabermos a contribuição do gelo

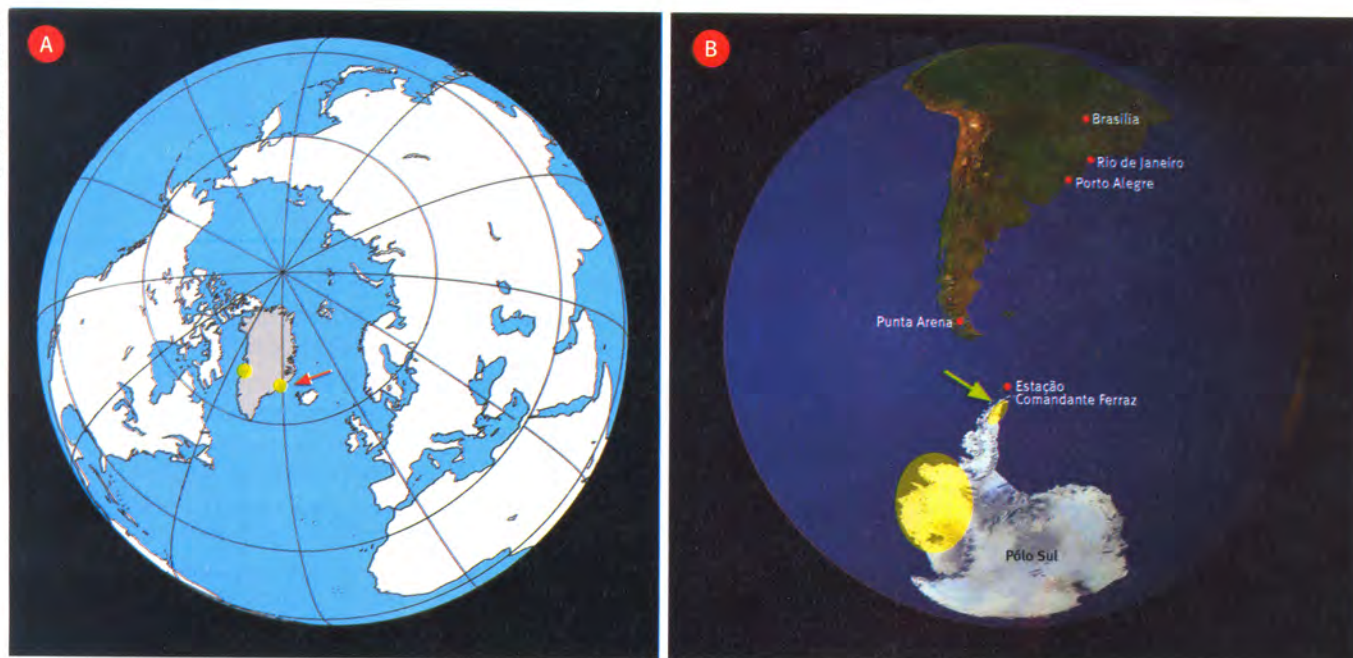


Figura 1. Em A, manto de gelo da Groenlândia (a seta aponta a região da geleira *Kangerdlugssuaq*).

Em B, manto de gelo da Antártica (a seta indica a região da plataforma de gelo Larsen).

Nas duas imagens, as áreas em amarelo mostram os locais onde foram realizados os estudos discutidos neste comentário

polar para o aumento do NMM. O problema é determinar esse balanço em áreas de dimensões continentais. Pior: sob o clima mais agressivo do planeta. Somente a partir da década passada, com o uso de radares em satélites, foi possível fazer o levantamento da superfície dos mantos de gelo com precisão suficiente para estimar essas variações (de alguns centímetros por ano).

Em artigo publicado em *Science*, Eric Rignot, do Instituto de Tecnologia da Califórnia, e Pannir Kanagaratnam, da Universidade do Kansas (também nos Estados Unidos), usando uma bateria de levantamentos de radar e altímetros a *laser* por satélite, determinaram o aumento do fluxo do gelo de algumas das geleiras que drenam o manto da Groenlândia para o mar. Esse fluxo duplicou nos últimos cinco anos, e o déficit aumentou de 50 km³ para 150 km³ por ano. Geleiras como Jakobshavn Isbrae (a mais veloz do mundo), na costa oeste, e Kangerdlugssuaq, na costa leste – seta na

figura 1A –, aumentaram sua velocidade, provavelmente devido ao desaparecimento de suas partes flutuantes, que dificultavam o avanço para o mar.

O processo está ocorrendo principalmente ao sul da latitude 70°N, onde também foi detectado aumento do derretimento superficial no verão, que atingiu seu máximo desde que as medições começaram em 1979. Geralmente, no centro da ilha (ou seja, a parte mais alta), o gelo está aumentando. Mas perto da costa, menos elevada, o gelo está afinando em até 1 m por ano. Os autores concluem que, devido ao aumento dessa perda, a contribuição da Groenlândia para o aumento do nível do mar é de 0,5 mm por ano, ou seja, mais que o dobro da estimativa anterior. Os autores atribuem muitas dessas mudanças ao aquecimento da atmosfera na região.

Isabella Veligogna e John Wahr, pesquisadores da Universidade do Colorado (Estados Unidos), usaram outra técnica para

determinar variações no gelo da Antártica: o levantamento de variações do campo gravitacional usando os sensores do satélite Grace (sigla, em inglês, para Recuperação da Gravidade e Experimento do Clima). Os resultados, publicados em *Science Express Reports* (www.sciencemag.org/sciencexpress/recent.dtl), mostram uma perda importante de massa (152 ± 80 km³ entre abril de 2002 e agosto do ano passado), principalmente na Antártica ocidental (figura 1B).

Grande parte dos glaciólogos acredita que essa perda se dê pelo aumento do fluxo de algumas das geleiras dessa região, em um processo similar àquele registrado no sul da Groenlândia. Já na Antártica oriental (a parte mais alta e mais fria do continente), o gelo continua a aumentar de espessura devido ao aumento da precipitação de neve.

Finalmente, cientistas da Nasa (agência espacial norte-americana) liderados por H. Jay Zwally publicaram, no *Journal of Glaciology*, os resultados do levantamento mais completo já realizado das variações

da massa nos dois mantos de gelo e as contribuições delas para o NMM. Usando dados de altímetros instalados em satélites e coletados ao longo dos últimos 10 anos, eles concluem que o gelo da Groenlândia está afinando em suas margens, mas tornando-se mais espesso em seu interior. Isso resulta em um abaixamento de 0,03 mm no NMM – e não em um aumento. Já na Antártica ocidental, a perda mais do que compensa o aumento na Antártica oriental, e esse continente contribui para um aumento de 0,08 mm por ano no NMM.

As partes mais altas e mais frias dos dois mantos de gelo (principalmente, o da Antártica oriental) continuarão a aumentar devido à elevação da precipitação. Por outro lado, os três artigos mostram claramente que a perda de massa de partes do gelo da Antártica, tanto por derretimento quanto por aumento do fluxo para o mar, é maior que o previsto anteriormente. Apesar das dúvidas sobre o comportamento do gelo da Groenlândia, segundo o trabalho da equipe da Nasa, se a presente tendência de aquecimento atmosférico for mantida, logo ficará clara a contribuição da região para o aumento do NMM.

O último relatório do IPCC (sigla, em inglês, para Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), da Organização das Nações Unidas, publicado em 2001, previa um aumento máximo de 85 cm no nível do mar até 2100. Os dados apresentados pelos três trabalhos sugerem que essa estimativa é baixa e deve ser revisada.

Jefferson Cardia Simões

Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

DESTAQUE

MEDICINA Animais apresentaram melhora de memória e aprendizado

PROMESSA CONTRA ALZHEIMER

Uma nova droga mostrou resultados surpreendentes e promissores na reversão de sintomas cognitivos ligados à memória e ao aprendizado em quadros semelhantes à doença de Alzheimer. A doença é marcada principalmente pela perda das funções cognitivas. Sua maior incidência se dá entre idosos. Acredita-se que suas causas estejam ligadas a placas de uma proteína (beta-amiloide) que se forma fora das células cerebrais, bem como ao envelhecimento de fibras de proteína de outro tipo (tau) no interior delas. Os portadores apresentam um quadro degenerativo marcado pela perda de memória e dificuldade de aprendizado.

A nova droga, batizada AF267B (sendo AF as iniciais de seu descobridor, o Abraham Fisher, do Instituto Israel de Pesquisas Biológicas), foi usada em camundongos alterados geneticamente (três genes foram ‘silenciados’). Com isso, os animais criavam placas e envelamentos protéicos, desenvolvendo assim um quadro cujos sintomas eram semelhantes aos da doença de Alzheimer.

Por oito semanas, um grupo desses roedores tomou doses diárias da droga e outro nada recebeu. Os dois grupos foram então submetidos a testes relacionados à memória e à aprendizagem que exigem habilidades de duas áreas cerebrais afetadas pela doença: o hipocampo (no caso, achar uma plataforma submersa em um tanque de águas turvas) e a amígdala (associar uma câmara escura com um choque elétrico leve). No primeiro teste, os animais tratados se saíram bem melhor que seus companheiros sem tratamento. Porém, no segundo teste, as performances foram iguais.

A necropsia do cérebro dos animais mostrou que as placas e os envelamentos protéicos diminuiriam no hipocampo dos animais tratados. Mas na amígdala de ambos eles continuaram presentes. Outra boa notícia é que animais normais que tomaram a droga não apresentaram efeitos colaterais.

TORTILHA PERUANA • Há 4 mil anos os ancestrais dos peruanos já estavam cultivando. E, tudo indica, preparando alimentos como a tortilha, um bolo fino hoje consumido com recheio (geralmente, de carne moída) e que se tornou um dos símbolos da culinária mexicana. Essas evidências fazem recuar em cerca de mil anos a presença de milho na região. Os restos foram encontrados no chão de uma casa no sítio de Wyanuna, no vale Cotahuasi, no sul do Peru. Além do milho, havia resíduos microscópicos de batata e araruta. As ferramentas desencavadas no local apresentavam o que foi interpretado como restos de milho moído, o que, segundo os autores, é uma evidência de que esse alimento era processado para a manufatura de tortilhas ou de algum tipo de pão. Como a araruta não cresce nas áreas montanhosas, onde foi feita a descoberta, os pesquisadores afirmam que a presença desse vegetal é prova do comércio com os povos das planícies. O aparecimento da agricultura foi importante para o surgimento dos Incas, que dominaram os Andes de 11 mil a.C. até a chegada dos europeus.

(Nature, 02/03/06)

