

Cientistas começam a decifrar como o aquecimento atmosférico impacta o tamanho da cobertura de gelo no planeta. Medição de hélio-3 extraterrestre ajuda a entender a gravidade do derretimento das geleiras

Poeira cósmica indica futuro do gelo marinho

Bonnie Light/Universidade de Washington



A cobertura de gelo no Ártico diminui rapidamente, o que acelera o derretimento e altera a disponibilidade de nutrientes

Um estudo internacional recente apresentou uma das reconstruções mais detalhadas já feitas sobre a história do Ártico. A partir da análise de poeira cósmica depositada lentamente no fundo do mar ao longo de centenas de milhares de anos, estudo liderado por cientistas da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, descobriu que a extensão do gelo ártico variou, principalmente, em resposta ao aquecimento atmosférico, e não ao calor dos oceanos. Para os pesquisadores, a descoberta, publicada na revista *Science*, ajuda a compreender melhor os mecanismos que controlam a perda de cobertura gelada e auxilia a prever como a região se comportará nas próximas décadas diante do aquecimento global.

Desde 1979, quando começou o monitoramento por satélite, o Ártico perdeu cerca de 42% de sua cobertura de gelo marinho. O fenômeno cria um ciclo de retroalimentação: à medida que o gelo reflete menos luz solar e a água escura absorve mais calor, o derretimento se acelera. Segundo a publicação, modelos climáticos recentes apontam que o oceano poderá ter verões totalmente sem gelo nas próximas décadas — um marco sem precedentes na história recente da Terra, com consequências ainda incertas para o clima, os ecossistemas e as cadeias alimentares globais.

De acordo com os pesquisadores, a principal dificuldade para prever esse futuro é a escassez de registros de longo prazo. O gelo marinho derrete e congela em ciclos anuais, e sua história só pode ser inferida a partir de camadas sedimentares preservadas no fundo do oceano. Para superar essa limitação, uma equipe liderada por Frankie Pavia, professor assistente de oceanografia da Universidade de Washington, desenvolveu uma técnica inédita que combina medições de hélio-3 extraterrestre (³HeET) — proveniente da poeira cósmica — e de tório-230 (²³⁰Thxs,0), um isótopo gerado naturalmente pela decomposição do urânio dissolvido na água do mar.

Dos cometas à Terra

O hélio-3 chega à Terra constantemente, incorporado a minúsculas partículas de poeira cósmica que se

espalham pelo planeta após explosões de estrelas e colisões de cometas. Já o tório-230 é produzido de forma contínua dentro do oceano. Em condições de mar aberto, ambos os isótopos se acumulam juntos no fundo da água. No entanto, quando o oceano está coberto por gelo,

a deposição de poeira cósmica, e de hélio-3, é bloqueada, alterando a razão entre os dois elementos nos sedimentos.

Ao medir essa proporção em amostras de núcleos de sedimentos extraídos em três locais distintos do Oceano Ártico, os pesquisadores conseguiram reconstruir

variações na cobertura gelada ao longo dos últimos 300 mil anos. O resultado revelou que, durante a última era glacial, o centro do Ártico permaneceu coberto por gelo durante todo o ano. Com o aquecimento do planeta há cerca de 15 mil anos, esse cenário começou a mudar,

se tornando sazonal no início do Holoceno — há aproximadamente 11.700 anos —, quando o clima global era mais quente. Posteriormente, com o resfriamento climático, a cobertura voltou a se expandir.

Segundo Pavia e a equipe, os dados revelaram que essas oscilações foram impulsionadas predominantemente por mudanças atmosféricas, e não pelo calor oceânico. Essa conclusão desafia a hipótese de que a entrada de águas mais quentes no Ártico teria sido o principal motor das variações na extensão do gelo. “Durante a última era glacial, praticamente não havia poeira cósmica nos sedimentos do Ártico. Quando o planeta começou a aquecer, ela reapareceu, indicando que o gelo se retraía”, detalhou Pavia.

Menos peixes?

Além de revelar a dinâmica do gelo, o estudo mostrou que a cobertura marinha esteve intimamente ligada ao consumo biológico de nutrientes. A equipe analisou minúsculas conchas fossilizadas de organismos chamados foraminíferos, que utilizam nitrogênio durante seu crescimento. A proporção química desses fósseis indicou quanta matéria orgânica foi produzida quando o gelo recuou e a fotossíntese aumentou.

Os resultados indicaram que períodos com menor cobertura de gelo coincidiram com maior consumo de nutrientes — sinal de que a produtividade biológica da região aumentou. “Com a diminuição do gelo no futuro, esperamos observar um aumento no consumo de nutrientes pelo fitoplâncton, o que terá consequências para toda a cadeia alimentar marinha”, afirmou Pavia. Essa mudança pode alterar desde a abundância de peixes até a capacidade do oceano de absorver carbono da atmosfera.

Para a equipe, ainda não está claro o que controla exatamente essas variações. Uma hipótese sugere que a redução do gelo expõe mais água à luz solar, estimulando o crescimento de microalgas e intensificando o uso de nutrientes. Outra possibilidade é que o derretimento dilua os nutrientes disponíveis, limitando o crescimento biológico. Em ambos os casos, o consumo tende a aumentar, mas somente o primeiro cenário indicaria um real ganho de produtividade.

EFEITO ESTUFA

Sites de COPs têm pegada alta de CO2

No dia da abertura da COP30, em Belém (PA), cientistas da Universidade de Edimburgo, na Escócia, publicaram, na revista *PLoS Climate*, uma pesquisa que indica que sites criados para conferências climáticas das Nações Unidas emitem até 10 vezes mais gases de efeito estufa (GEE) do que páginas comuns da internet. Entre a primeira edição com dados disponíveis sobre a pegada de carbono, em 1997, e a de 2024, a liberação de GEE em decorrência do uso desses portais aumentou mais de 83 mil por cento.

Apesar de os cientistas considerarem que esse aumento também é devido à democratização do acesso a computadores e da internet — que, agora, responde por até 3% de todas as emissões — a pegada de carbono dos sites da COPs ainda é maior do que a de uma página média. Para avaliar essa questão, os pesquisadores analisaram dados de arquivos da web e verificaram as mudanças nas emissões dos portais da conferência ao longo de quase três décadas.

Os resultados indicaram que as emissões permaneceram baixas até a COP14, em 2008, com os sites lançando o equivalente a 0,02g de carbono por cada visualização. No entanto, a partir da 15ª edição, a liberação do principal gás do efeito estufa aumentou, com as páginas emanando mais de 2,4g de CO2 por visita. A média de um portal comum é de 0,36g por acesso.

Multimídia

Segundo os autores, o aumento coincidiu com o uso crescente de conteúdo que exige maior poder computacional, como arquivos multimídia. Além de revelar um acréscimo no impacto ambiental dos próprios sites da conferência, as descobertas da equipe indicaram uma elevação das emissões causadas pelo tráfego de internet nessas páginas.

As visualizações do site durante a COP3 em 1997, primeiro ano com dados disponíveis, emitiram o equivalente a 0,14kg, a quantidade de carbono que uma árvore adulta pode absorver em dois dias. Em contrapartida, seriam necessárias 10 espécies arbóreas durante um ano inteiro para retirar do ar os 116,85kg de carbono liberados pelas visitas à página inicial da COP29.

Frauke Zeller, professora do Instituto de Informática do Design da Escola de Arte de Edimburgo, declarou que a equipe está entusiasmada em apresentar a pesquisa e destacou como ela gera impacto em uma escala educacional, social e internacional mais ampla. “O Instituto de Informática do Design é um espaço único para o desenvolvimento de ferramentas inovadoras de análise de dados em uma colaboração interdisciplinar entre as áreas de artes, humanidades e Informática, para fazer a diferença não apenas em contextos acadêmicos, mas também na sociedade.”

AFP



Entre a terceira conferência, em 1997, e a realizada no Azerbaijão, ano passado, emissões aumentaram 83 mil por cento

Recomendações

Os pesquisadores sublinharam que é cedo para calcular as emissões do site da COP30, mas destacaram que o portal não está hospedado em infraestrutura de energia renovável verificada. Com base na análise, a equipe fez uma série de recomendações práticas para reduzir a pegada dos sites, incluindo limites rigorosos no tamanho das páginas e melhorias no layout.

Conforme Melissa Terras, professora do Instituto, a pegada digital dos portais e como ela cresceu ao longo do tempo merece uma análise mais aprofundada. “Nesta utilização inovadora de arquivos da web como fonte de dados para medir a expansão dos websites, optamos por analisar primeiro as próprias conferências COP, visto que elas são o foco de grande parte das discussões sobre mudanças climáticas.”

Segundo David Mahoney, estudante

de doutorado do Instituto, os sites continuam sendo a forma mais antiga e difundida de interação humano-computador, e um dos principais contribuintes para o impacto ambiental da internet. “Nosso trabalho demonstra como a reutilização de arquivos da web pode expor esse crescente ponto cego, mesmo entre organizações no centro das discussões climáticas, e ajudar a identificar maneiras práticas de reduzir as emissões digitais.”