

Programa de Parceria Ciência para Serviços de Tempo e Clima

Sumidouros terrestres de carbono – Met Office sumário

Andy Wiltshire, Andrew J. Hartley and Alexander Askew

Os sumidouros terrestres de carbono, como os solos e as florestas, se intensificaram nas últimas seis décadas, o que significa que têm absorvido quantidades crescentes de carbono em proporção ao aumento das emissões de CO₂ de origem antropogênica. A variabilidade interanual e decadal na intensidade da absorção de carbono indica que os sumidouros de carbono são sensíveis às condições climáticas e, conseqüentemente, às mudanças climáticas¹. Simulações consolidadas de Modelos de Sistema Terrestre para cenários climáticos futuros apontam para um enfraquecimento geral desses sumidouros em resposta às alterações no clima. Este breve resumo tem como objetivo apresentar os resultados científicos mais recentes e as principais opiniões sobre as diversas questões atuais levantadas nessa área.

Até que ponto existe um consenso científico sobre a intensidade dos sumidouros terrestres de carbono?

Há consenso científico em relação à resposta de longo prazo dos sumidouros terrestres globais de carbono ao aumento das emissões de gases de efeito estufa. O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC concluiu que tanto os sumidouros terrestres quanto os oceânicos continuarão a absorver progressivamente mais CO₂ a cada ano conforme as emissões aumentam. Contudo, à medida que as emissões acumuladas forem aumentando mais rápido do que a capacidade dos sumidouros de remover o carbono da atmosfera, a proporção das emissões antropogênicas absorvidas diminuirá. Isso significa que uma parcela maior do CO₂ emitido permanecerá na atmosfera¹. Em escalas de tempo mais curtas e ao nível de sumidouros específicos, como a Amazônia, são necessárias mais pesquisas para compreender as respostas a eventos extremos de curta duração, como incêndios florestais, e às pressões antropogênicas, como mudanças no uso da terra. Sob certas condições, alguns sumidouros podem até se transformar em fontes de carbono. A capacidade de sequestro de carbono a longo prazo pode ser mantida até o final deste século sob diversos cenários de emissões, especialmente se forem implementadas soluções baseadas na natureza e um manejo adequado dos ecossistemas².

A capacidade dos sumidouros terrestres está diminuindo por conta da variabilidade e mudança climática?

Pesquisas recentes indicam que o aumento dos incêndios florestais induzidos pelas mudanças climáticas pode enfraquecer os sumidouros terrestres regionais, como observado na Amazônia em 2023³. Embora seja conhecido que o fogo e a seca prolongada debilitam os sumidouros regionais, mesmo com essas alterações, os sumidouros terrestres globais continuaram sendo um absorvedor no balanço líquido de carbono em 2023. Contudo, a taxa de absorção foi significativamente menor em comparação a anos anteriores⁴. Esse enfraquecimento dos sumidouros pode levar a uma redução de 4 a 6% nos balanços globais de carbono³.

Em anos de incêndios florestais extremos, regiões como a América do Sul e o norte temperado da América do Norte podem passar de sumidouros de carbono a fontes de emissões³. Por outro lado, áreas de terras secas podem apresentar um aumento em sua capacidade de armazenar carbono devido à menor ocorrência de incêndios florestais nesses habitats⁵. Estudos recentes sobre os sumidouros florestais mostraram que sua capacidade de absorção se intensificou em florestas temperadas e tropicais em regeneração, mas diminuiu em florestas boreais e tropicais intactas⁴. Outras pesquisas também encontraram diferenças regionais em áreas da Amazônia, do Canadá e do Sudeste Asiático, que se tornaram fontes de carbono devido à seca, emissões de queimadas, calor extremo ou mortalidade de árvores^{6,7}. Adicionalmente, o desmatamento para exploração madeireira e os surtos de pragas também contribuíram para o enfraquecimento dos sumidouros regionais de carbono⁴. Sabe-se que o fenômeno El Niño tem influência regional sobre o risco de incêndios florestais e secas, afetando o comportamento dos sumidouros terrestres. No entanto, a influência em escala global do El Niño de 2023 sobre os sumidouros ainda é incerta⁶.

Os efeitos dos eventos extremos nos sumidouros terrestres estão incluídos nas projeções dos modelos climáticos?

Existe uma variedade de modelos climáticos sendo usados para investigar o comportamento atual e futuro dos sumidouros terrestres em um clima potencialmente mais quente. Em conjunto, esses modelos têm se mostrado confiáveis na representação dos sumidouros a longo prazo. No entanto, eles são menos eficazes em representar o comportamento dos sumidouros regionais em resposta ao impacto de eventos extremos de curta duração na mortalidade da vegetação. Os impactos das queimadas, em particular, são usualmente mais complicados de simular nos modelos devido à influência

¹ Canadell, J.G. et al. (2021) Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. [V., Masson-Delmotte et al. (eds.)]. Cambridge University Press, p. 673-816, doi:[10.1017/9781009157896.007](https://doi.org/10.1017/9781009157896.007).

² Ruehr, S. et al. (2023) *Nat. Rev. Earth Environ.*, **4**, 518-534, doi:[10.1038/s43017-023-00456-3](https://doi.org/10.1038/s43017-023-00456-3).

³ Burton, C.A. et al. (2024) *Nat. Geosci.*, doi:[10.1038/s41561-024-01554-7](https://doi.org/10.1038/s41561-024-01554-7).

⁴ Pan, Y. et al. (2024) *Nature*, **631**, 563-569, doi:[10.1038/s41586-024-07602-x](https://doi.org/10.1038/s41586-024-07602-x).

⁵ Pellegrini, A.F.A. et al. (2023) *Nat. Clim. Chang.*, **13**, 1089-1094, doi:[10.1038/s41558-023-01800-7](https://doi.org/10.1038/s41558-023-01800-7).

⁶ Ke, P. et al. (2024) *Natl. Sci. Rev.*, nwa367, doi:[10.1093/nsr/nwae367](https://doi.org/10.1093/nsr/nwae367).

⁷ Hubau, W. et al. (2020) *Nature*, **579**, 80-87, doi:[10.1038/s41586-020-2035-0](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0).

das atividades humanas, o que também dificulta a simulação dos impactos do manejo dos ecossistemas⁸⁹. Essa dificuldade gera uma incerteza significativa nas projeções sobre a capacidade futura dos sumidouros terrestres de carbono¹⁰.

Eventos extremos de longa duração que afetam áreas maiores, como secas e ondas de calor, estão bem representados nas projeções dos modelos climáticos. Alguns modelos incluem o impacto das atividades humanas e da seca na extensão das florestas, um fator-chave para determinar a intensidade dos sumidouros terrestres. A próxima versão do modelo UKESM do Met Office, atualmente em desenvolvimento, também incluirá os impactos do fogo nos biomas. O ano de 2023 foi marcado por condições extremas que impactaram os sumidouros de carbono terrestres. Como resultado, existem vários estudos em andamento para identificar possíveis melhorias nos modelos."

⁸ Yuan, W. et al. (2024) *Agric. For. Meteorol.*, **358**, 110264, doi:[10.1016/j.agrformet.2024.110264](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.110264).

⁹ O'Sullivan, M. et al. (2022) *Nat. Commun.*, **13**, 4781, doi:[10.1038/s41467-022-32416-8](https://doi.org/10.1038/s41467-022-32416-8).

¹⁰ Bustamante M. et al. (2023) *Glob. Sustain.*, **7**, e19, doi:[10.1017/sus.2023.25](https://doi.org/10.1017/sus.2023.25).