

a terra é redonda

As fronteiras planetárias de água doce



Por PETRO KOTZÉ*

A situação das águas irá se agravar antes que qualquer inversão da tendência seja observada

Os sistemas operativos da Terra mantiveram-se em relativo equilíbrio durante milhares de anos, permitindo o florescimento da civilização. Contudo, as ações da humanidade resultaram na transgressão de múltiplas fronteiras planetárias, resultando na desestabilização desses sistemas operativos vitais.

Esta semana cientistas anunciaram que a humanidade ultrapassou a fronteira planetária de água doce. Outras fronteiras já atravessadas são as mudanças climáticas, integridade da biosfera, ciclos biogeoquímicos (poluição por nitrogênio e fósforo), alteração do sistema terrestre e novas entidades (poluição por substâncias sintéticas).

No passado, a fronteira de água doce era definida apenas por “água azul” – uma medida da utilização pela humanidade de lagos, rios e águas subterrâneas. Mas os cientistas estenderam agora essa definição para incluir a “água verde” – pluviosidade, evaporação e umidade do solo.

Os cientistas dizem que as condições de umidade do solo estão mudando das florestas boreais aos trópicos, com solos anormalmente secos e úmidos, agora comuns, com risco de alterações no bioma. A Amazônia, por exemplo, está tornando-se muito mais seca, o que pode fazer com que se atinja um ponto de inflexão entre a floresta tropical e a savana, libertando grandes quantidades de carbono armazenado.

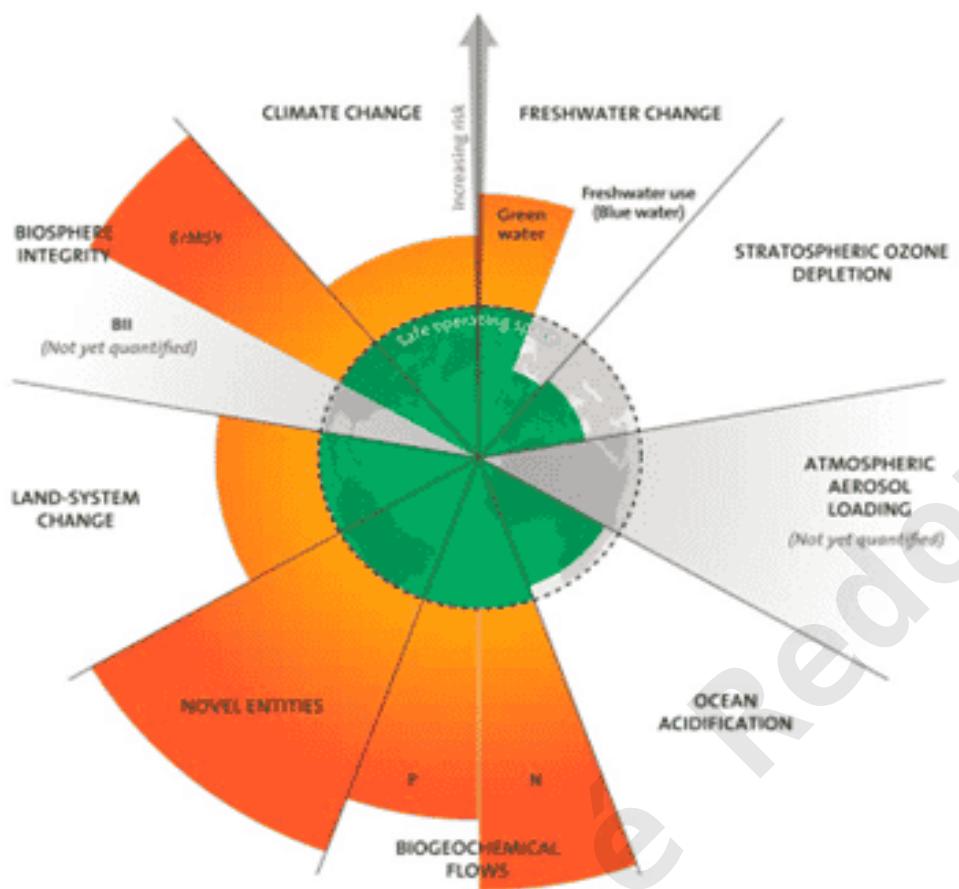
A modificação do ciclo da água pela humanidade tem levado o mundo muito além de um espaço operativo seguro para a continuação da vida na Terra, dizem os cientistas. Uma reavaliação da fronteira planetária para água doce, que agora inclui a precipitação, umidade do solo e evaporação – a chamada “água verde” –, concluiu que a fronteira foi “consideravelmente ultrapassada”, sendo provável que a situação se agrave antes que qualquer inversão da tendência seja observada. Anteriormente, os pesquisadores tinham considerado apenas rios, lagos e águas subterrâneas em suas avaliações.

“As modificações da água verde agora estão causando riscos crescentes no sistema terrestre numa escala que as civilizações modernas talvez nunca tenham enfrentado”, segundo pesquisadores do [Stockholm Resilience Centre](#) em colaboração com colegas da Alemanha, Países Baixos, Finlândia, Áustria, Austrália, Estados Unidos e Canadá. Os resultados foram [publicados](#) recentemente na revista *Nature Reviews Earth & Environment*.

“Este é um chamado a despertar para o fato de que devemos parar a forma como modificamos a água verde”, diz a autora principal Lan Wang-Erlandsson do Stockholm Resilience Centre da Universidade de Estocolmo. “Estamos modificando profundamente o ciclo da água”, diz ela, observando que esta desestabilização do sistema terrestre está afetando agora a saúde de todo o planeta, tornando-o significativamente menos resiliente aos choques do meio ambiente.

Com base nos resultados, a água é agora a sexta fronteira a ser ultrapassada, das nove identificadas pelo [Painel de Fronteiras Planetárias](#). Publicado em 2009 e atualizado regularmente, o painel demarca um espaço operativo seguro para a humanidade, além do qual a civilização poderia colapsar, modificando a vida como a conhecemos. As outras fronteiras já ultrapassadas são as mudanças climáticas, [integridade da biosfera](#), fluxos biogeoquímicos ([poluição por nitrogênio e fósforo](#)), alteração do sistema terrestre, e também, desde 2022, [novas entidades](#), que incluem a poluição por plásticos e outras substâncias de origem humana.

a terra é redonda



As nove fronteiras planetárias: mudanças climáticas, integridade da biosfera (funcional e genética), mudança do sistema terrestre, mudança da água doce, fluxos biogeoquímicos (nitrogênio e fósforo), acidificação oceânica, poluição atmosférica por aerossóis, destruição da camada de ozônio estratosférica e liberação de novos produtos químicos.

Em 2022, os cientistas anunciaram a transgressão dos limites tanto da água doce como das novas entidades.

Até agora, a fronteira de água doce era considerada dentro da zona segura. O chamado limite de "utilização de água doce" baseava-se no consumo humano permitido, e fixado em 4.000 km³/ano de água utilizada e não devolvida como escoamento superficial. Ele avaliava a água retirada de rios, lagos e águas subterrâneas, a chamada "água azul".

A avaliação atualizada utiliza a umidade do solo na zona radicular das plantas para medir a fronteira de “água verde” porque é diretamente influenciada pelas pressões humanas, e porque tem um impacto direto numa série de dinâmicas ecológicas, climáticas, biogeoquímicas e hidrológicas de grande escala.

Durante as secas, por exemplo, as plantas podem manter a fotossíntese e a transpiração através do acesso à umidade do solo, mas uma vez que estes níveis de umidade descem abaixo de um limiar crítico, a mortalidade da vegetação aumenta, especialmente para plantas como as árvores tropicais que não têm normalmente estratégias alternativas para lidar com a seca. O estudo aponta que as anomalias da umidade do solo na zona radicular também são fatores-chave do ciclo de carbono do solo, e que as modificações na umidade do solo num cenário de elevada emissão de carbono arriscam transformar a terra de dissipadora líquida de carbono numa fonte de carbono até meados deste século.

As provas deste processo de escalada já se encontram na diminuição da resiliência de ecossistemas críticos como a Amazônia e as florestas tropicais do Congo, que armazenam grandes quantidades de carbono e se orgulham de uma imensa biodiversidade. Estes dois biomas são considerados vitais para os sistemas operativos da Terra, mas poderiam ser empurrados para além dos pontos de ruptura do meio ambiente por transgressões das fronteiras de água doce.

"A floresta tropical amazônica depende da umidade do solo para sua sobrevivência. Mas há provas de que partes da

a terra é redonda

Amazônia estão secando. A floresta está perdendo umidade do solo como resultado das mudanças climáticas e do desmatamento”, diz Arne Tobian, coautor da nova avaliação: “Estas mudanças estão potencialmente empurrando a Amazônia para mais perto de um ponto de inflexão em que grandes partes poderiam mudar de estados de floresta tropical para estados semelhantes a savanas”, acrescenta ele.

A nova avaliação constatou que o fenômeno é global, com a umidade do solo mudando das florestas boreais até os trópicos, das terras agrícolas às florestas. Cada vez mais, os solos anormalmente úmidos e secos são comuns. Os fenômenos climáticos extremos provocados pelas mudanças climáticas provocam aumentos tanto na seca severa como nas chuvas torrenciais, enquanto que as alterações no uso do solo para fins agrícolas e outros podem causar a secagem do solo.

“A água é fundamental para qualquer organismo vivo na Terra”, diz Wang-Erlandsson. “Há muitas coisas interligadas, que agora estão mudando de um modo sem precedentes”, acrescenta ela, observando que os impactos no ciclo da água são impulsionados por múltiplas ações humanas, muito além da retirada para o consumo. “É massivamente afetado pelas mudanças climáticas, gestão da terra, degradação da terra, etc. É complexo e entrelaçado em nossas atividades humanas; em tudo o que fazemos”, explica.

“Esta última análise científica mostra como nós, humanos, podemos estar empurrando a água verde para fora da variabilidade que a Terra experimentou por vários milhares de anos durante o período Holoceno”, conclui o coautor da avaliação Johan Rockström, diretor do Potsdam Institute for Climate Impact Research e professor do Stockholm Resilience Centre.

Com seis das nove fronteiras planetárias já ultrapassadas, a resiliência do sistema operativo terrestre como um todo é agora bastante baixa, adverte Wang-Erlandsson. A contínua deterioração do funcionamento dos sistemas terrestres aumentará o risco de mudanças regionais dos regimes ambientais. A humanidade precisa agir para inverter estas mudanças crescentes e retornar para uma zona segura, diz ela.

“Reducir os riscos de alteração da água verde do sistema terrestre requer agora ações imediatas em relação à água como um todo para enfrentar as mudanças climáticas, desmatamento e degradação do solo”, diz Ingo Fetzer, coautor da avaliação e pesquisador no Stockholm Resilience Centre.

Com base nos resultados, “as atuais tendências e trajetórias mundiais de aumento da utilização da água, desmatamento, degradação das terras, erosão dos solos, poluição atmosférica e mudanças climáticas devem ser prontamente barradas e invertidas para aumentar as hipóteses de permanência no espaço operativo seguro”.

***Petro Kotzé** é jornalista.

Tradução: **Fernando Lima das Neves**.

Publicado originalmente em: [Mongabay](#)

Referência

Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R.J. et al. [A planetary boundary for green water](#). *Nat Rev Earth Environ* (2022).