

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

RIOS VOADORES DA AMAZÔNIA SÃO FUNDAMENTAIS AO CLIMA E À ECONOMIA

FENÔMENO - Grandes massas de ar carregadas de vapor saem da região amazônica e percorrem a América do Sul, contribuindo para a regulação climática do subcontinente



ÁDRIA AZEVEDO
Especial para
O Liberal

Imagine um rio provavelmente mais extenso e com maior volume d'água que o Amazonas. Só que você não pode vê-lo a olho nu: é composto apenas de vapor e percorre a atmosfera, e não o solo.

Não se trata propriamente de um rio, mas de um fenômeno que foi assim chamado: rios voadores da Amazônia. São massas de ar carregadas de vapor que, como cursos d'água, percorrem não só a Amazônia, mas outras partes do País e da América do Sul, e que são fundamen-

tais para a regulação do clima e para os regimes de chuva.

Os rios voadores têm milhares de quilômetros de extensão, alcançam de dois a quatro quilômetros de altitude e estima-se que carreguem 200 milhões de litros de água por segundo, o que é comparável à vazão do rio Amazonas. Sem eles, a realidade do subcontinente sul-americano seria totalmente diferente. E tudo isso é originado pela floresta amazônica.

CICLO DA ÁGUA

A Amazônia libera algo entre 15 e 20 bilhões de toneladas de água por dia para a atmosfera. Isso acontece por meio da eva-

potranspiração: a evaporação da água do solo e a transpiração das árvores por meio de suas folhas. O fenômeno é parte do ciclo hidrológico, a circulação contínua da água no planeta.

Glauber Cirino, meteorologista e professor da Universidade Federal do Pará (UFPA), explica que é um ciclo global. "Sobre os oceanos, há uma reciclagem de chuva no próprio oceano. Mas parte desse vapor d'água sobre os oceanos também é varrido para dentro dos continentes e encontra o vapor d'água transpirado pela floresta. Cada árvore amazônica de médio porte é capaz de lançar na atmosfera de 500 a mil litros de água por dia, o que corresponde a uma caixa d'água usada em re-

sidências. A transpiração das florestas é fundamental para o ciclo hidrológico", explica o doutor em Clima e Meio Ambiente.

UMA GRANDE VIAGEM

De acordo com o pesquisador, 50% desse volume de vapor d'água é reciclado pela própria floresta, pelas chuvas da região amazônica. "O restante é varrido pela circulação através de um fenômeno chamado de jatos de baixos níveis, que transferem esse vapor para outras regiões, podendo percorrer milhares de quilômetros", esclarece Cirino.

Funciona assim: a umidade do oceano é carregada pelos chamados ventos alísios, que sopram

dos trópicos para a linha do Equador, de leste para oeste. Chegando na floresta, o ar é carregado com mais umidade ainda, pela evapotranspiração, e parte se precipita lá mesmo. Outra parte continua seguindo para oeste, até alcançar a Cordilheira dos Andes, onde novas chuvas são formadas. Barrado pelas montanhas, o vapor d'água restante acaba fazendo uma curva e seguindo para o sul, podendo atingir as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil e mesmo outros países, como Bolívia, Paraguai e Argentina. "Isso garante chuva para essas outras áreas. Ou seja, parte das chuvas nas outras regiões do Brasil dependem da transpiração da floresta amazônica", enfatiza Cirino.

LIBERAL
AMAZON

Use a câmera
do seu celular
para acessar
o conteúdo
multimídia.



EVAPOTRANSPIRATION

The Amazon's flying rivers are vital to the climate and the economy.

PHENOMENON - Large air masses laden with water vapor move from the Amazon region across South America, helping to regulate the subcontinent's climate.

ÁDRIA AZEVEDO

Special for O Liberal. Translated by Rafael de Souza Timmermann; Tatiane Lopes Moreira; Sílvia Benchimol and Ewerton Branco (ET-Multi-UFPA)

Imagine a river likely longer and carrying a greater volume of water than the Amazon River. Except you cannot see it with the naked eye: it is made entirely of vapor and flows through the atmosphere, rather than across the ground.

It is not exactly a river, but a phenomenon that has come to be known as the Amazon's "flying rivers." These are air masses laden with water vapor that, like waterways, move not only across the Amazon but also through other parts of Brazil and South America, and they are essential for climate regulation and rainfall patterns.

The flying rivers span thou-

sands of kilometers, rising to altitudes of two to four kilometers, and are estimated to carry 200 million liters of water per second, a volume comparable to the discharge of the Amazon River. Without them, the reality of the South American subcontinent would be entirely different. All of this originates in the Amazon rainforest.

WATER CYCLE

The Amazon releases between 15 and 20 billion tonnes of water into the atmosphere each day. This occurs through evapotranspiration: the evaporation of water from the soil and the transpiration of trees through their leaves. This phenomenon is part of the hydrological cycle, the continuous circulation of water on the planet.

Glauber Cirino, a meteorologist and professor at the Federal University of Pará (UFPA),

explains that it is a global cycle. "Over the oceans, rainfall is recycled within the ocean itself. But part of that water vapor over the oceans is also swept inland, where it meets the water vapor transpired by the forest. Each medium-sized Amazonian tree can release between 500 and 1,000 liters of water into the atmosphere per day, which is equivalent to a household water tank. Forest transpiration is essential for the hydrological cycle", explains the researcher, who holds a PhD in Climate and Environment.

ALONG JOURNEY

According to the researcher, 50% of this volume of water vapor is recycled by the forest itself through rainfall in the Amazon region. "The rest is transported by circulation through a phenomenon known as low-level jets,

which transfer this vapor to other regions and can travel thousands of kilometers", Cirino explains.

It works like this: moisture from the ocean is carried by the trade winds, which blow from the tropics toward the Equator, from east to west. When the air reaches the forest, it becomes even more humid through evapotranspiration, and part of it precipitates there. Another portion continues westward until it reaches the Andes Mountain Range, where new rainfall forms. Blocked by the mountains, the remaining water vapor is deflected southward, potentially reaching Brazil's Central-West, Southeast, and South regions, as well as other countries such as Bolivia, Paraguay, and Argentina. "This ensures rainfall for these other areas. In other words, part of the rainfall in other regions of Brazil depends on the transpiration of the Amazon rainforest", Cirino emphasizes.

TARSO SARRAF / OLIBERAL



BOMBA BIOTICA DE UMIDADE

Uma teoria, que vem sendo estudada há cerca de 20 anos, propõe que o papel da floresta amazônica no processo de formação dos rios voadores é maior ainda. Trata-se da teoria da bomba biótica de umidade, desenvolvida pelos cientistas russos Anastassia Makarieva e Victor Gorshov e cujo principal expoente, no Brasil, é o climatologista Antônio Donato Nobre, que foi pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) por mais de 30 anos.

De acordo com a teoria, a floresta funciona como uma bomba capaz de sugar o vapor d'água dos oceanos. "Ainda existe uma série de debates sobre isso, mas a ideia é que existe uma sucção da água pelas florestas. Elas induzem gradientes de pressão e movimentos de massas de ar do oceano

para o continente. É claro que essa convergência de umidade sobre o continente não depende exclusivamente da floresta, mas, sem ela, aconteceria em uma quantidade muito menor", indica Glauber Cirino.

Segundo o pesquisador, os movimentos ocorrem por conta de diferenças de pressão. "Muito vapor d'água sobre a enorme área da Amazônia induz um gradiente de pressão que acelera as massas de ar do oceano para o continente", detalha.

Do campus Guamá da UFPA, às margens do rio de mesmo nome, o meteorologista exemplifica o fenômeno. "Temos aqui uma comprovação visual dessa teoria. Daqui do campus, podemos ver como não há nuvens acima do rio Guamá, mas estão todas concentradas acima da área da ilha do Combu, atravessando o rio, onde há floresta", mostra.

Invisíveis, mas fundamentais

Sem os gigantescos rios invisíveis, as regiões do Brasil e mesmo outras áreas da América do Sul seriam bem diferentes. Os rios voadores são essenciais para a manutenção de diversos ecossistemas no subcontinente sul-americano.

Na latitude de onde fica a região Sul, por exemplo, a tendência natural é haver desertos, por conta de massas de ar seco. Mas, por conta dos rios voadores, a região é mais úmida e biodiversa do que suas correspondentes na mesma latitude em outros continentes.

Além da região Sul, os

rios voadores também impactam os regimes de chuvas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, o que tem diversos efeitos: o abastecimento das bacias hidrográficas locais, a umidade do solo, o sucesso da produção agrícola, a disponibilidade de água para consumo humano e animal.

"Parte das chuvas originadas nessas regiões depende dessa transpiração da floresta, garantindo não só a regulação climática, como a segurança alimentar, a segurança energética e o abastecimento de reservatórios de água de regiões muito povoadas no Sudeste", enumera Cirino.

A teoria da bomba biótica de umidade, desenvolvida por cientistas russos, diz que a floresta funciona como uma bomba capaz de sugar o vapor d'água dos oceanos

The biotic pump theory of moisture, developed by Russian scientists, states that the forest acts as a pump capable of drawing water vapor from the oceans



MICHAEL DANTAS / AFP-A



Biotic moisture pump

One theory, which has been studied for about 20 years, suggests that the Amazon rainforest plays an even greater role in the formation of the flying rivers. Known as the Biotic moisture pump, it was developed by the Russian scientists Anastassia Makarieva and Victor Gorshkov. In Brazil, its leading proponent is the climatologist Antônio Donato Nobre, who was a researcher at the National Institute for Amazonian Research (INPA) for more than 30 years.

According to the theory, the forest acts as a pump capable of drawing in water vapor from the

oceans. "There is still some debate about this, but the idea is that forests create a kind of suction effect. They induce pressure gradients and drive the movement of air masses from the ocean toward the continent. Of course, this convergence of humidity over the continent does not depend exclusively on the forest, but without it, it would occur in much smaller amounts", says Glauber Cirino.

According to the researcher, these movements are driven by pressure differences. "The large volume of water vapor over the

vast Amazon region induces a pressure gradient that accelerates air masses from the ocean toward the continent", he explains.

From the Guamá campus of the Federal University of Pará (UFPA), on the banks of the river of the same name, the meteorologist illustrates the phenomenon. "Here we have visual evidence of this theory. From the campus, we can see that there are no clouds above the Guamá River, but they are all concentrated over Combu Island, across the river, where there is forest", he points out.

Invisible, yet essential

Without these gigantic invisible rivers, Brazil's regions, and even other parts of South America, would be very different. The flying rivers are essential to sustaining diverse ecosystems across the South American subcontinent.

At the latitude where Brazil's southern region is located, for example, the natural tendency would be for deserts to form due to dry air masses.

However, because of the flying rivers, the region is more humid and biodiverse than other areas at the same latitude on different continents.

In addition to the southern region, the flying rivers also influence rainfall patterns in Brazil's Central-West and Southeast regions, with diverse effects, including replenishing local river basins, maintaining soil humidity, supporting

agricultural productivity, and ensuring water availability for human and animal use.

"Part of the rainfall in these regions depends on the forest's transpiration, ensuring not only climate regulation but also food security, energy security, and the replenishment of water reservoirs in densely populated areas of the Southeast", Cirino lists.

SEGURANÇA NACIONAL É GLOBAL

Para o pesquisador, a manutenção da floresta amazônica e, consequentemente, dos rios voadores, é uma questão de segurança nacional. “As florestas não são importantes apenas do ponto de vista de preservação da biodiversidade. Elas são uma segurança para a economia do País, para a viabilidade da agricultura, para a segurança alimentar e abastecimento de água em muitos lugares do Brasil”, diz.

“Ela afeta o ciclo hidrológico e é importante para a manutenção do clima local e regional na América do Sul. Mas existem interconexões globais. Embora o fenômeno dos rios voadores seja de escala continental, há interconexões com fenômenos globais. A Amazônia é a maior fonte continental de umidade do planeta. Por isso, interfere substancialmente em circulações atmosféricas de escala global. Então, indiretamente, a gente pode dizer que ela tem uma contribuição importante para a manutenção do clima no planeta”, afirma Glauber Cirino.

Ações humanas impactam

O fenômeno dos rios voadores é milenar, funcionando em equilíbrio. Porém, as ações humanas, que impactam o meio ambiente, têm afetado os serviços ecossistêmicos prestados pela floresta amazônica.

“Alguns estudos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas (ONU) demonstram que, sob os extremos climáticos, as florestas têm essa potência de bombear água para a atmosfera reduzida. Então, isso impacta a sustentabilidade da vida dos povos tradicionais, que utilizam os recursos da floresta também de forma milenar, coexistindo com a floresta. São povos que perdem os subsídios necessários para seu modo de vida, sendo afetados pelas mudanças climáticas sem terem uma participação efetiva de contribuição para causar essas mudanças”, lamenta o meteorologista.

Além disso, a mudança nos regimes dos rios voadores por conta dos extremos climáticos traria crises para todo o continente. “São três crises importantes. Primeiro, a crise hídrica. Nos últimos anos, por exemplo, a região sudeste sofreu com crise hídrica de alguns reservatórios, que chegaram a volumes bastante perigosos. E boa parte desses reservatórios são abastecidos devido ao fenômeno dos rios voadores. Segundo, uma crise na produção de alimentos, porque a agricultura depende da estabilidade das chuvas. E terceiro, uma crise energética, porque as hidrelétricas na Amazônia estariam em situações de risco, já que dependem fundamentalmente da estabilidade das chuvas, e essas chuvas dependem da circulação dos rios voadores”, diz Cirino.

De acordo com o pesquisador, isso afetaria vários setores. “Uma coisa implica na outra. Se a matriz energética é comprometida, é um efeito em cascata. Os cientistas têm insistido que, para além da importância ambiental, a preservação da floresta é também uma questão econômica. E apenas com a floresta em pé, continuaremos contando com os benefícios de seus rios voadores”, conclui o pesquisador.



“As florestas não são importantes apenas do ponto de vista de preservação da biodiversidade. Elas são uma segurança para a economia do País, para a viabilidade da agricultura, para a segurança alimentar e abastecimento de água em muitos lugares do Brasil”, diz o meteorologista Glauber Cirino

“Forests are not only important from the point of view of preserving biodiversity. They are a safeguard for the country's economy, for the viability of agriculture, for food security and water supply in many places in Brazil,” says meteorologist Glauber Cirino



National and global security

According to the researcher, preserving the Amazon rainforest and, consequently, flying rivers, is a matter of national security. “Forests are not only important from the standpoint of biodiversity conservation. They are essential to the country's economy, the viability of agriculture, food security,

and water supply in many parts of Brazil,” he says.

“It affects the hydrological cycle and is important for maintaining the local and regional climate in South America. However, there are also global interconnections. Although the phenomenon of flying rivers is continental in scale, it is

linked to global processes. The Amazon is the largest continental source of moisture on the planet and significantly influences atmospheric circulation on a global scale. Therefore, indirectly, we can say that it makes an important contribution to maintaining the global climate,” states Glauber Cirino.

Human activities have an impact

The flying rivers are an old phenomenon that have been functioning as a balance. However, human activities that impact the environment have been affecting the ecosystem services provided by the Amazon rainforest.

“Some studies by the Intergovernmental Panel on Climate Change of the United Nations (UN) show that under climate extremes, forests have a reduced capacity to pump water into the atmosphere. This affects the sustainability of traditional peoples, who have relied on forest resources for thousands of years, coexisting with them. These communities lose the necessary support for their way

of living and are impacted by climate change despite having little contribution to causing it”, the meteorologist laments.

In addition, changes in the flying rivers' patterns due to climate extremes could trigger crises across the continent. “There are three major crises. First, a water crisis. In recent years, for example, the southeastern region of Brazil has faced water shortages in some reservoirs, which have reached dangerously low levels. Many of these reservoirs are replenished because of the flying rivers. Second, a crisis in food production, since agriculture depends on stable rainfall

patterns. And third, an energy crisis, because hydroelectric power plants in the Amazon would be at risk, as they fundamentally depend on stable rainfall, which in turn depends on the circulation of flying rivers”, Cirino says.

According to the researcher, this would affect multiple sectors. “One thing leads to another. If the energy matrix is compromised, it triggers a cascade effect. Scientists have insisted that, beyond its environmental importance, preserving the forest is also an economic issue. Only by keeping the forest standing will we continue to benefit from its flying rivers,” the researcher concludes.



PARCERIA INSTITUCIONAL

A produção do Liberal Amazon é uma das iniciativas do Acordo de Cooperação Técnica entre o Grupo Liberal e a Universidade Federal do Pará. As reportagens que envolvem pesquisas e estudos da UFPA são revisadas por profissionais da academia. A tradução do conteúdo é também realizada pelo acordo, através do projeto de pesquisa ET-Multi: Estudos da Tradução: multifaces e multissemioses.

INSTITUTIONAL PARTNERSHIP

The production of Liberal Amazon is one of the initiatives of the Technical Cooperation Agreement between the Liberal Group and the Federal University of Pará. The articles involving research from UFPA are revised by professionals from the academy. The translation of the content is also provided by the agreement, through the research project ET-Multi: Translation Studies: multi-faces and multisemiotics.