

LIBERAL  
AMAZONUse a câmera  
do seu celular  
para acessar  
o conteúdo  
multimídia.

## TRAGÉDIA ECOLÓGICA

SUPERAQUECIMENTO  
CAUSOU  
MORTES  
EM MASSA  
DE BOTOS

**LAGOS** - Estudo revela que na seca extrema de 2023 mais de 200 botos cor-de-rosa e tucuxi morreram por hipertermia no Lago Tefé, no Amazonas

**ÁDRIA AZEVEDO**  
Especial para O Liberal

“É até difícil de olhar para isso e relembrar tudo: a carcaça dos botos, distribuídos pelas margens do Lago Tefé”. Esse é o relato, comovido, do engenheiro ambiental Ayan Fleischmann, ao observar a foto do cadáver de um boto sendo removido, por uma retroescavadeira da área do lago.

O episódio ocorreu em 2023 e não se resumiu à morte de um boto, no Lago Tefé, no município de mesmo nome, no Amazonas. Foram mais de 200 botos cor-de-rosa e tucuxi encontrados mortos à beira do lago. A causa? O aquecimento da água, ocasionado pelas mudanças climáticas.

A descoberta é de um grupo de pesquisadores de várias instituições, liderados por Fleischmann, do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, sediado justamente em Tefé, na região do Médio Solimões. O resultado das investigações foi publicado este mês, na revista Science, e explica a combinação de fatores que levou à mortandade das espécies de botos, ambas na lista das consideradas ameaçadas de extinção, bem como as consequências socioambientais envolvidas.

Segundo o estudo, durante a seca de 2023, a superfície do Lago Tefé diminuiu de maneira drástica, com 75% de sua área reduzida. De 379 km<sup>2</sup> passou para apenas 95 km<sup>2</sup>, com grandes áreas que viraram apenas poças com 50 centímetros de profundidade. Entre setembro e outubro daquele ano, a temperatura, ao longo de toda a coluna d'água, de cerca de dois metros de profundidade, chegou a 41°C em alguns dias, muito além da capacidade de tolerância térmica de muitos animais aquáticos, como botos e peixes.

A temperatura registrada foi bem acima da média das águas superficiais em lagos tropicais similares, que é de cerca de 29 a 30°C. “Em condições normais, a água mais profunda geralmente é mais fria, servindo como uma espécie de refúgio para os animais escaparem de temperaturas muito altas. Na seca extrema de 2023, contudo, esse refúgio simplesmente não existia”, aponta Fleischmann.

## RESPOSTAS

Ao notar, naquela oportunidade, a situação alarmante de

mortalidade de botos no Lago Tefé, os pesquisadores começaram a se perguntar o que estava acontecendo. Afinal, as causas poderiam ser várias, como contaminação. Mas em pouco tempo começou a ficar claro para os estudiosos o que ocorria: junto com os recordes de temperatura no ar e nos oceanos, as águas doces da Amazônia também estavam aquecendo, de forma sem precedentes.

O estudo monitorou, em campo, não apenas o Lago Tefé, mas também outros nove lagos da Amazônia Central

com características semelhantes, no mesmo período. O aquecimento das águas foi registrado em todos eles, com metade chegando a temperaturas superiores a 37°C e impactando toda a cadeia ecológica. Os botos estão no topo da cadeia alimentar dos lagos amazônicos, o que significa que, se eles foram impactados, todo o ecossistema sofreu os mesmos efeitos. Naquele ano, também foi registrada a morte de milhares de peixes.

De acordo com a pesquisa, vários fatores contribuíram

para o superaquecimento: além da radiação solar intensa e baixa cobertura de nuvens, a baixa velocidade dos ventos reduziu a perda natural de calor da água. Com a seca extrema, as águas ficaram mais turvas, o que causa maior absorção de calor, e muito rasas, impedindo o refúgio em áreas mais profundas e frias. De acordo com os pesquisadores, a falta de vento foi um fator mais decisivo do que o aumento da temperatura do ar, o que evidencia a complexidade do sistema climático.



MIGUEL MONTEIRO / INSTITUTO MAMIRAUÁ



## ECOLOGICAL TRAGEDY

# Overheating caused mass deaths of dolphins

**LAKES** - Study reveals that during the extreme drought of 2023, more than 200 pink river dolphins and tucuxi dolphins died. They died from hyperthermia in Lake Tefé, in the Amazon.

**ÁDRIA AZEVEDO**  
Special for O Liberal  
Translated by Maria Annary  
Tavares, Silvia Benchimol and  
Ewerton Branco (UFPA/ET-Multi)

“It’s hard to look at all this and remember: the carcasses of the dolphins, scattered along the shores of Lake Tefé.” This is the moving account of environmental engineer Ayan Fleischmann, upon observing the photograph of a dolphin’s carcass being removed by a backhoe from the lake area.

The incident occurred in

2023 and was not limited to the death of only one dolphin in Lake Tefé, in the municipality of the same name in the state of Amazonas. More than 200 pink and tucuxi dolphins were found dead on the shores of the lake. The cause? The warming of the water, caused by climate change.

The discovery comes from a group of researchers from various institutions, led by Fleischmann of the Mamirauá Institute for Sustainable Development, based in Tefé, in the region of Middle Solimões

river. The results of the investigations were published this month, in the journal *Science*, in which they explain the combination of factors that led to the deaths of the dolphin species, both of which are considered endangered, as well as the socio-environmental consequences involved.

According to the study, during the 2023 drought, the surface area of Lake Tefé decreased drastically, with 75% of its area being reduced. From 379 km<sup>2</sup> it went down to only 95 km<sup>2</sup>, with large areas turning into mere puddles 50 centimeters deep. Between September and October of that year, the temperature throughout the entire water column, which was about two meters deep, reached 41°C on some days, far exceeding the thermal tolerance capacity of many aquatic animals, such as dolphins and fish.

The recorded temperature was well above the average surface water temperature in similar tropical lakes, which is around 29 to 30°C. “Under normal conditions, deeper water is usually colder, serving as a kind of refuge for animals to escape very high temperatures. In the extreme drought of 2023, however, this refuge simply did not exist,” Fleischmann points out.

## ANSWERS

Upon noticing the alarming mortality rate of river dolphins in Lake Tefé, the researchers began to wonder what was happening. After all, the causes could be various, such as contamination. But it soon became clear to the researchers what was occurring: along with record temperatures in the air and oceans, the freshwater of the Amazon was also warming up, in an unprecedented way.

The study monitored, in field, not only Lake Tefé, but also nine other lakes in Central Amazonia with similar characteristics, during the same period. Water warming was recorded in all of them, with half reaching temperatures above 37°C and impacting the entire ecological chain. River dolphins are at the top of the food chain in Amazonian lakes, which means that, if they are impacted, the entire ecosystem will likewise be. That year, the death of thousands of fish was also recorded.

According to the research, several factors have contributed to the overheating: in addition to intense solar radiation and low cloud cover, the low wind speed reduced the natural heat loss from the water. With the extreme drought, the waters became more turbid, which causes greater heat absorption, and very shallow, preventing refuge in deeper and colder areas. According to the researchers, the lack of wind was a more decisive factor than the increase in air temperature, which highlights the complexity of the climate system.



FOTOS: MIGUEL MONTERO / INSTITUTO MAMIRAUÁ

## Águas esquentam 0,6°C a cada década, em média

Além dos estudos em campo, os pesquisadores buscaram ampliar as investigações, por meio de imagens de satélite, e também considerando períodos maiores de monitoramento. Apesar de 2023 e 2024 terem sido anos com secas mais extremas - com todos os impactos que isso ocasionou aos ecossistemas -, os especialistas afirmam que não foram casos isolados, e sim uma tendência de longo prazo, impulsionada pelas mudanças climáticas.

“Analisando dados de temperatura coletados por satélites de 24 lagos da Amazônia entre 1990 e 2023, descobrimos também uma tendência de longo prazo clara. As águas da região estão aquecendo, em média, 0,6°C a cada década, chegando a até 0,8°C por década em alguns lagos. Além disso, eventos de aquecimento acima da média têm sido mais frequentes na última década, alertando para a tendência futura de eventos cada vez mais extremos e comuns na região”, alerta Ayan Fleischmann.

O Instituto Mamirauá também atua em parceria com uma iniciativa do WWF-Brasil e do MapBiomas, uma plataforma chamada “Lagos Amazônicos”. “São, em grande parte, os mesmos lagos que nós estudamos, com alguns adicionais. Mas a ideia é olhar para uma escala maior, e trazer a resposta, em tempo real, sobre o que está acontecendo com esses lagos. Será que eles vão aquecer de novo de maneira extrema quando vier uma nova seca? É importante ter estratégias de monitoramento que nos permitam trazer respostas, em tempo real”, avalia Fleischmann.

### PLATAFORMA

De acordo com Mariana Frias, analista de Conservação do WWF-Brasil, a plataforma “Lagos Amazônicos” surgiu como uma resposta

ao evento de 2023. “É uma maneira de podermos agir de forma rápida, para que não tenhamos eventos de grande mortalidade de botos como ocorreu naquele ano”, esclarece.

A plataforma criada observa 23 lagos amazônicos chamados de lagos de ria. “Eles vêm de pequenos rios tributários, se abrem em um grande lago e deságuam nos rios principais, que são o Solimões, o Madeira, o Amazonas e o Negro. São sistemas que tendem a absorver a temperatura. Durante o evento de 2023, a combinação de seca, falta de nuvens e radiação solar intensa aumentou a temperatura desses lagos de uma maneira que eles não tiveram espaço temporal para fazer o arrefecimento. Por isso, eles viraram uma grande sopa, causando a morte dos botos, que são animais endotérmicos, assim como nós, humanos. Eles não controlam a temperatura do corpo, como os jacarés, por exemplo, que conseguem sair da água e fazer uma troca entre a temperatura mais alta. Mamíferos têm uma temperatura basal entre 36 e 37°C, e os lagos chegaram a 41°C”, lembra.

Segundo Mariana, a plataforma busca dados do Google Earth Engine, ou seja, imagens de satélite que são tratadas e disponibilizadas em uma nuvem de dados on-line. “Esse sistema de monitoramento remoto pode ajudar a prever o cenário de uma seca para outra, observando a temperatura, a profundidade, a vazão da água e os dias de radiação mais alta. Além disso, também vemos os focos de incêndios, que podem contribuir para o aumento da temperatura local e para dispersar cinzas, que têm muita matéria orgânica e podem favorecer, por exemplo, a proliferação de algas que tem um efeito patológico já detectado”, destaca a analista.

**Como** aquecimento, os lagos viraram uma grande sopa, causando a morte dos botos, que são animais endotérmicos

**With** the warming, the lakes turned into a giant soup, causing the death of the dolphins, which are endothermic animals



## Water is getting warmer by an average of 0.6°C per decade

In addition to field studies, researchers sought to expand their investigations using satellite imagery and by considering longer monitoring periods. Although 2023 and 2024 were years with more extreme droughts - with all the impacts this caused to ecosystems - experts say these were not isolated cases, but rather a long-term trend driven by climate change.

“Analyzing temperature data collected by satellites from 24 lakes in the Amazon between 1990 and 2023, we also discovered a clear long-term trend. The waters in the region are warming, on average, 0.6°C per decade, reaching up to 0.8°C per decade in some lakes. Furthermore, above-average warming events have become more frequent in the last decade, warning of a future trend towards increasingly extreme and common events in the region,” warns Ayan. Fleischmann.

The Mamirauá Institute also works in partnership with an initiative of WWF-Brazil and MapBiomas, a platform called “Lagos Amazônicos” [Amazon Lakes]. “These are, for the most part, the same lakes that we study, with some additions.

But the idea is to look at a larger scale, and provide real-time answers about what is happening to these lakes. Will they warm up again in an extreme way when a new drought comes? It is important to have monitoring strategies that allow us to provide answers in real time,” says Fleischmann.

### PLATFORM

According to Mariana Frias, a Conservation Analyst at WWF-Brazil, the “Lagos Amazônicos” Platform emerged as a response to the 2023 event. “It’s a way for us to act quickly, so that we don’t have events of high dolphin mortality like the one in that year,” she explains.

The platform created monitors 23 Amazonian lakes called ria lakes. “They originate from small tributary rivers, open into a large lake, and flow into the main rivers, which are the Solimões, the Madeira, the Amazon, and the Negro. These systems tend to absorb heat. During the 2023 event, the combination of drought, lack of clouds, and intense solar radiation increased the temperature of these lakes in such a way

that they did not have enough time to cool down. Therefore, they turned into a large soup bowl, causing the death of the river dolphins, which are endothermic animals, just like us humans. They do not control their body temperature, like alligators, for example, which can leave the water and exchange heat for a higher temperature. Mammals have a basal temperature between 36 and 37°C, and the lakes reached 41°C,” he recalls.

According to Mariana, the platform retrieves data from Google Earth Engine, that is, satellite images that are processed and made available in an online data cloud. “This remote monitoring system can help predict the scenario from one drought to another, observing temperature, depth, water flow, and days of higher radiation. In addition, we also see fire outbreaks, which can contribute to increased local temperatures and disperse ash, which contains a lot of organic matter and can favor, for example, the proliferation of algae, which has a pathological effect already detected,” the analyst points out.

# Monitoramento permite respostas rápidas

Ayan Fleischmann relata que, diante da mortalidade dos botos em 2023, as equipes do Instituto Mamirauá, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e de outras instituições, com o apoio dos próprios ribeirinhos, tentaram salvar os animais restantes. “No dia 28 de setembro de 2023, encontramos 70 carcaças de botos na beira do Lago Tefé. Isso nunca tinha sido visto. Quem estava lá naquele dia se lembra de ver os animais agonizando e morrendo. Foi uma tragédia. Tentamos entender o que estava acontecendo e concluímos que tinha a ver com estresse térmico. Então, montamos uma estratégia para conduzi-los pelo canal de oito quilômetros que liga o Lago Tefé ao Solimões, onde a temperatura era de 34°C. Foi uma megaoperação”, relembra.

Para Mariana Frias, ter um monitoramento permanente como o da plataforma Lagos da Amazônia permite respostas rápidas das instituições envolvidas. “Temos uma cadeia de tomada de decisões já instalada, envolvendo várias entidades, sobre como acionar protocolos de emergência e resgate. E na vanguarda de tudo isso está o Instituto Mamirauá, que trabalha há mais de 40 anos com mamíferos aquáticos amazônicos e é um grande polo de conhecimento. O que ocorreu em 2023 e também em 2024 só não foi pior porque já existe toda uma capacidade instalada ali, pelo Instituto”, afirma a analista.

## RIBEIRINHOS

As secas extremas e o superaquecimento de lagos também tiveram fortes impactos para a população que mora na região. Como os peixes são a base da alimentação e da economia local, a alta mortalidade das espécies agravou ainda mais a crise vivida pelos ribeirinhos.

“Quando os peixes morrem, seja por temperatura, falta de oxigênio ou porque o lago seca, isso causa um impacto enorme na segurança alimentar dessas populações. Além disso, afeta também a renda, porque os pescadores dependem desses recursos no seu dia a dia. É preciso pensar em soluções para apoiar essas populações cada vez mais vulneráveis a essas crises”, indica Fleischmann.

“Em 2023, tivemos a tragédia ecológica, com a mortandade da fauna dos lagos, mas em 2024 a tragédia social foi ainda maior, porque a seca durou mais tempo. Então, secas extremas têm trazido impactos socioecológicos realmente sem precedentes. O relato das populações é de que nunca tinham visto algo nessa escala. É alarmante”, lamenta o pesquisador.



DÉBORA HYMANS

“Quando os peixes morrem, seja por temperatura, falta de oxigênio ou porque o lago seca, isso causa um impacto enorme na segurança alimentar dessas populações. Além disso, afeta também a renda”, diz o pesquisador Ayan Fleischmann

“When fish die, whether due to temperature, lack of oxygen, or because the lake dries up, it has a huge impact on the food security of these populations. Furthermore, it also affects their income,” says researcher Ayan Fleischmann.



WAGNER SANTANA / O LIBERAL

## Monitoring allows for quick responses

Ayan Fleischmann recounts that, faced with the dolphin mortality rate in 2023, teams from the Mamirauá Institute, the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio), and other institutions, with the support of the riverside communities themselves, attempted to save the remaining animals. “On September 28, 2023, we found 70 dolphin carcasses on the shore of Lake Tefé. This had never been seen before. Those who were there that day remember seeing the animals agonizing and dying. It was a tragedy. We tried to understand what was happening and concluded that it had to do with thermal stress. So, we devised a strate-

gy to guide them through the eight-kilometer channel that connects Lake Tefé to the Solimões River, where the temperature was 34°C. It was a mega-operation,” he recalls.

For Mariana Frias, having permanent monitoring like that of the Amazon Lakes platform allows for quick responses from the institutions involved. “We have a decision-making chain already in place, involving various entities, on how to activate emergency and rescue protocols. And at the forefront of all this is the Mamirauá Institute, which has been working with Amazonian aquatic mammals for over 40 years and is a major center of knowledge. What happened in 2023, and also in

2024, wasn't worse only because there is already a solid capacity installed there by the Institute,” says the analyst.

### RIPARIANS

Extreme droughts and overheating lakes have also had a severe impact on the population living in the region. Since fish are the basis of the local diet and economy, the high mortality rate of these species has further aggravated the crisis faced by those living along the riverbanks.

“When fish die, whether due to temperature, lack of oxygen, or because the lake dries up, it provokes a huge impact on the food security of these pop-

ulations. Furthermore, it also affects their income, because fishermen depend on these resources in their daily lives. It is necessary to think about solutions to support these populations, who are increasingly vulnerable to these crises,” Fleischmann indicates.

“In 2023, we had the ecological tragedy, with the death of the fauna in the lakes, but in 2024 the social tragedy was even greater, because the drought lasted longer. So, extreme droughts have brought truly unprecedented socio-ecological impacts. The populations report that they had never seen anything on that scale. It's alarming,” laments the researcher.



### 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 multitemioses.

### 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 multitemioses.