

# REVISTA TWRA

ciência e sustentabilidade

**Boletim Técnico nº 1:  
Mortalidade de peixes na bacia  
hidrográfica do Rio Vermelho em  
março de 2024: implementação  
do programa de monitoramento  
do Araguaia Vivo**



**TWRA**  
TROPICAL WATER RESEARCH ALLIANCE

## QUEM SOMOS

A TWRA (Tropical Water Research Alliance) é uma organização dedicada a promover um ecossistema colaborativo que reúne pessoas e instituições de diversos campos do conhecimento. Nosso objetivo é solucionar questões relacionadas à água, facilitando a interação entre agentes interessados em promover mudanças impactantes e benéficas para a sociedade.

## MISSÃO

Preservar o acesso à água de qualidade com sustentabilidade e governança nos ecossistemas tropicais.

## VISÃO

Ser o principal interlocutor de soluções sistêmicas relacionadas à gestão e à preservação das águas tropicais no Brasil e na Austrália.

## VALORES

Equilíbrio, Reconexão, Sustentabilidade, Segurança, Planejamento, Empatia, Colaboração e Transparência.

# Bem-vindo ao primeiro Encarte Especial da “Revista da TWRA: Ciência e Sustentabilidade”

Um periódico de divulgação científica. Este projeto editorial é uma plataforma essencial para disseminar os dados científicos gerados pela TWRA e outros estudos correlatos e objetiva trazer informações científicas em uma linguagem acessível, informando a sociedade e servindo como ferramenta de gestão para tomadores de decisão.

## Estrutura da Revista

A revista conta com diversas seções, abrangendo uma ampla gama de conteúdos relacionados à ciência e sustentabilidade. As principais seções em desenvolvimento são:

- **Projetos TWRA:** Destaque para projetos em andamento e concluídos pela TWRA, incluindo metodologias, resultados e impactos.
- **Opinião:** Artigos de opinião, ensaios e editoriais sobre temas relacionados à água, sustentabilidade e governança ambiental.
- **Notas Técnicas:** Publicações de caráter técnico, como relatórios, guias práticos e estudos de caso com insights aplicáveis.
- **Compliance/Legislação:** Discussões sobre regulamentações e políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos e sustentabilidade. Inclui sub-seções como Marco Regulatório e Pagamento por Serviços Ambientais.
- **Artigos Científicos:** Pesquisas originais, revisões de literatura e estudos científicos rigorosos que contribuam para o avanço do conhecimento.

# REVISTA TWRA

ciência e sustentabilidade

## ENCARTE ESPECIAL\*

Boletim Técnico\*\* nº. 1

### MORTALIDADE DE PEIXES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO EM MARÇO DE 2024: IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO ARAGUAIA VIVO

\*Essa é uma tiragem impressa limitada de parte da Revista TWRA – Ciência e Sustentabilidade para uso no evento Conexão Araguaia 2024.

\*\*Boletim elaborado no âmbito do programa Araguaia Vivo 2030 da TWRA com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás conforme Convênio 03/2023/2023/FAPEG.

Junho de 2024

Execução:



ARAGUAIA VIVO



TWRA  
TROPICAL WATER RESEARCH ALLIANCE

Apoio Financeiro:



FAPEG  
Fundação de Amparo à Pesquisa  
do Estado de Goiás



Ano I, v. 1. n. 1, 2024  
Revista TWRA - Ciência e Sustentabilidade,  
informação científica em linguagem acessível  
para o fortalecimento da conservação e  
gestão das águas tropicais.

Encarte Especial do Programa Araguaia  
Vivo 2030. Boletim Técnico nº 1.  
DOI: 10.21826/9786587422367twra-encarte01

Associação Aliança Tropical de Pesquisa da  
Água (TWRA) - CNPJ: 39.904.835/0001-01  
Endereço: SQPS 102, lote 13, bloco C, sala  
516, Brasília/DF.  
CEP: 71215-630

Endereços Digitais:  
www.thetwra.org  
contato.twra@gmail.com

## Equipe Editorial

### EDITOR-CHEFE

José Francisco Gonçalves Júnior

### CONSELHO EDITORIAL

José Alexandre Felizola Diniz Filho  
José Francisco Gonçalves Júnior  
Lúcia Helena Ribeiro Rodrigues  
Mario Neto Borges  
Valéria Ghislotti Iared

### EDITOR EXECUTIVO

Rodrigo Antônio Queiroz Costa

### EDITORIA DE CONTEÚDO

Larissa Corteletti da Costa  
Rafaela Silva de Faria

### REDAÇÃO

Lyandra Oliveira da Penha

### ASSESSORIA EDITORIAL

Editora Letra1 | Ronaldo Machado

# EDITORIAL

É com grande satisfação, apresentamos o primeiro encarte editorial da Revista TWRA Ciência e Sustentabilidade. Esta publicação surge como uma ferramenta essencial para promover a reflexão sobre o impacto que causamos na natureza e as consequências de nossas ações para os ecossistemas ao nosso redor. Nosso objetivo é trazer à luz informações relevantes e pesquisas que ajudem a compreender a complexidade dos desafios ambientais que enfrentamos.

Acreditamos que a ciência tem o poder de transformar a maneira como interagimos com o meio ambiente. Este 1º Boletim Técnico do Programa Araguaia Vivo foi cuidadosamente elaborado para fornecer dados, análises e perspectivas que possam influenciar positivamente a tomada de decisões em prol da sustentabilidade. Ao disseminar conhecimento científico de qualidade, buscamos contribuir para escolhas mais conscientes e responsáveis, tanto no âmbito individual quanto coletivo.

Esperamos que esta publicação inspire nossos leitores a refletir profundamente sobre seu papel na preservação do planeta. Com informações sólidas e uma compreensão clara dos desafios, acreditamos que todos podemos tomar decisões que promovam um futuro mais sustentável e equilibrado para as próximas gerações.

### Convênio 03/2023/2023/FAPEG

CONVÊNIO PARA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO - PD&I N.º 03/2023, QUE ENTRE SI CELEBRAM A FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS-FAPEG E A ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA - TWRA, TENDO POR OBJETO O PROJETO "ARAGUAIA VIVO 2030: PROGRAMA PARA CONSERVAÇÃO SUSTENTABILIDADE".

### José Francisco Gonçalves Júnior

Presidente da Aliança Tropical de Pesquisa da Água - TWRA

### Marcos Fernando Arriel

Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG

# SUMÁRIO

|      |                         |
|------|-------------------------|
| V    | RESUMO EXECUTIVO        |
| VI   | APRESENTAÇÃO            |
| VI   | ÁREA DE ESTUDO          |
| VI   | METODOLOGIA             |
| IX   | DESCRIÇÃO AMBIENTAL     |
| XIII | DESCRIÇÃO BIOLÓGICA     |
| XVI  | CONCLUSÕES PRELIMINARES |
| XVII | EQUIPE TÉCNICA          |



# RESUMO EXECUTIVO

Este relatório técnico foi elaborado pela equipe de especialistas do Programa “Araguaia Vivo 2030”, executado pela Aliança Tropical de Pesquisa da Água (TWRA), com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG.

O objetivo deste estudo foi levantar evidências que possam contribuir para identificar a(s) causa(s) da mortalidade de peixes ocorrida em março de 2024 e, a partir desse levantamento, propor ações que possam evitar futuros eventos similares e/ou mitigar impactos ambientais e ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

Este relatório tem informações parciais, uma vez que continuam sendo analisadas outras variáveis na água e em peixes coletados, que poderão contribuir com mais evidências para explicar a mortalidade de peixes observada. Assim, o presente relatório está fundamentado nas informações físicas, químicas e da comunidade de algas microscópicas (fitoplâncton) que resultaram das análises das amostragens realizadas em 12 pontos de coleta na área que foi observado a mortalidade dos peixes.

As concentrações de oxigênio dissolvido observadas em toda área estudada foram muito baixas, inclusive nas regiões fluviais mais a montante do local do evento de mortalidade. Portanto, é plausível que isso está relacionado com impactos antrópicos no ambiente, desencadeados por efeitos como escoamento pontual ou difuso dos resíduos urbanos, industriais e/ou das atividades agropecuárias nos corpos hídricos desta bacia hidrográfica, não só em uma escala local (na área de estudo) mas também em uma escala regional (acompanhando o corpo hídrico até suas cabeceiras). Este escoamento é rico em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, levando a uma aceleração do metabolismo aquático, por sua vez conduzindo ao consumo maior de oxigênio. Apesar dos baixos níveis de oxigênio dissolvido encontrados na área de estudo, não é possível afirmar que essa tenha sido a causa da mortalidade dos peixes.

O Lago Acará indicou um ponto de atenção maior, uma vez que se destacou dos demais pontos de amostragem pelos: (i) baixos valores do potencial de oxidação-redução, baixo oxigênio dissolvido e menor riqueza de espécies do fitoplâncton e, (ii) valores mais elevados de nitrato, nitrito e elevada densidade de indivíduos de algumas espécies de fitoplâncton.

A cianobactéria *Chroococcus* sp1, reconhecida na literatura científica como não-tóxica, foi predominante no Lago Acará. Por outro lado, nesta localidade também foi registrada, mas com baixa densidade, a cianobactéria *Anabaena* sp1, reconhecida pelo seu potencial tóxico. Portanto, alterações ambientais futuras podem proporcionar o desenvolvimento populacional tanto desta espécie quanto de outras cianobactérias potencialmente tóxicas.

Também é necessária atenção ao canal hídrico que conecta o Lago dos Tigres ao Rio Vermelho. Pois, além do registro de uma baixa concentração de oxigênio dissolvido nesta localidade, foi observada uma grande mortalidade de peixes logo a jusante do ponto de lançamento dos efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Britânia.

Considerando a recorrência de eventos de mortalidade de peixes e as evidências de deterioração da qualidade da água, recomenda-se a implementação imediata de um programa de monitoramento da qualidade da água e das comunidades biológicas bioindicadoras na bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

Recomenda-se também a imediata recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) às margens do Rio Vermelho e seus afluentes (vegetação ripária) e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras nas proximidades dos cursos d'água, conforme legislação ambiental brasileira.

# APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico foi elaborado pela equipe de especialistas do Programa Araguaia Vivo 2030<sup>1</sup>, executado pela Aliança Tropical de Pesquisa da Água - TWRA<sup>2</sup>, com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG<sup>3</sup>. No dia 2 de março de 2024 houve, por iniciativa popular<sup>4</sup>, uma ampla divulgação da mortalidade de peixes no Rio Vermelho e no encontro das águas entre este e o Rio Araguaia<sup>5</sup>. Na ocasião, uma equipe de ictiólogos do Programa “Araguaia Vivo 2030”, que já estavam na cidade de Aruanã–GO, coletaram diversos exemplares de peixes mortos ou quase mortos. No dia 4 de março, já contando com uma equipe maior de pesquisadores que fazem parte do Comitê de Crises do Programa “Araguaia Vivo 2030”, algumas amostras de água também foram coletadas na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, entre as cidades de Aruanã–GO e Britânia–GO.

O objetivo desta ação foi levantar evidências que possam contribuir para identificar a(s) causa(s) da mortalidade de peixes ocorrida em março de 2024. A partir desse levantamento, a equipe planeja propor ações que possam evitar futuros eventos similares e/ou mitigar futuros impactos ambientais e ecológicos

na bacia hidrográfica do Rio Vermelho. Entretanto, devido à inexistência de um programa de monitoramento da qualidade da água e das comunidades biológicas bioindicadoras nessa região, estabelecer as causas da mortalidade de peixes ocorrida neste ano torna-se um desafio, por falta de informações acumuladas sobre essa área.

Este relatório, que apresenta informações preliminares, tratou-se apenas do levantamento de informações físicas, químicas e da comunidade de algas microscópicas (fitoplâncton) amostradas em 12 localidades. Para complementar com outras evidências, continuam sendo realizadas análises de contaminantes tanto na água quanto nos peixes coletados, que exigem um maior período para processamento em laboratório altamente especializado e cujos custos financeiros são mais elevados.

<sup>1</sup> <https://araguaivivo.thetwra.org/>

<sup>2</sup> <https://thetwra.org/>

<sup>3</sup> <https://goias.gov.br/fapeg/>

<sup>4</sup> <https://globoplay.globo.com/v/12407923/>

<sup>5</sup> <https://globoplay.globo.com/v/12409848/>

## ÁREA PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram estabelecidos 12 pontos de amostragem no canal principal dos rios (regiões fluviais) e em lagos (regiões lacustres). Seguindo a direção do fluxo de água, sul/norte ou de montante a jusante, foram amostrados o Lago dos Tigres (L16); um ponto no canal entre o Lago dos Tigres e Rio Vermelho (R2); dois pontos no canal do Rio Vermelho (R1 e R3), sendo R1 a montante da confluência do canal do Lago dos Tigres no Rio Vermelho; o Lago Ninharal

(L13); o Lago Acará (L2); mais dois pontos no canal do Rio Vermelho (R4 e R5), sendo R4 a montante e R5 a jusante do Lago Acará; Lago Arranca Anzol (L6); Lago Tainã (L5); mais um ponto no canal do Rio Vermelho (R6) próximo à confluência com o Rio Araguaia; um ponto no canal do Rio Araguaia (RA), a montante da confluência com o Rio Vermelho (**Tabela 1** e **Figuras 1** e **2**).

## METODOLOGIA

A campanha de campo para o levantamento dos dados foi realizada no dia 04 de março de 2024, dois dias após os relatos iniciais (comunicação popular) de mortalidade de peixes. As variáveis: profundidade do

ponto de coleta, transparência da água, temperatura da água, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais em suspensão, concentração de oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, profundidade do



**Tabela 1.** Descrição dos pontos de amostragem estabelecidas nas regiões fluviais e lacustres da bacia hidrográfica do Rio Vermelho e um ponto de amostragem em região fluvial do Rio Araguaia.

| Latitude      | Longitude     | Descrição dos Pontos de Amostragem  |
|---------------|---------------|---|
| 15° 11' 26.0" | 51° 09' 37.4" | R1. Região fluvial no canal principal do Rio Vermelho, localizada a cerca de 500 metros acima do encontro entre o Rio Vermelho e o canal hídrico do Lago dos Tigres e a 63 km de Aruanã (porto da APA). Esta localidade não sofre influência direta da cidade de Britânia-GO e do Lago dos Tigres, mas recebe influência de toda a região a montante do Rio Vermelho. |
| 15° 11' 45.2" | 51° 10' 02.0" | R2. Região fluvial, localizada no canal hídrico que conecta o Lago dos Tigres ao Rio Vermelho, 64 km de Aruanã (porto da APA). Esta localidade está a jusante da cidade de Britânia-GO e do Lago dos Tigres e próximo, também a jusante, do ponto de retorno de água para o rio da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Britânia.                                 |
| 15° 10' 21.2" | 51° 09' 26.0" | R3. Região fluvial, no canal principal do Rio Vermelho, localizada a 60 km de Aruanã (porto da APA) e a jusante da cidade de Britânia-GO e do Lago dos Tigres.  |
| 15° 03' 06.9" | 51° 06' 58.7" | R4. Região fluvial, no canal principal do Rio Vermelho, localizada a 28 km de Aruanã (porto da APA) e a montante do Lago Acará (L12).   |
| 15° 02' 25.1" | 51° 07' 31.2" | R5. Região fluvial, no canal principal do Rio Vermelho, localizada a 24 km de Aruanã (porto da APA) e a jusante do Lago Acará (L12).  |
| 14° 56' 01.4" | 51° 05' 34.5" | R6. Região fluvial, no canal principal do Rio Vermelho, localizada a 2 km de Aruanã (porto da APA) e a jusante do Lago Tainã (L5).  |
| 14° 55' 20.8" | 51° 05' 43.3" | RA. Região fluvial, no canal do Rio Araguaia, localizada a montante de Aruanã (porto da APA) por cerca de 1.4 km. Esta localidade não sofre influência direta do Rio Vermelho, da cidade de Britânia-GO e do Lago dos Tigres.   |
| 15° 14' 14.7" | 51° 8' 57.7"  | L16. Lago dos Tigres. Ponto de amostragem em região lacustre, localizada nas proximidades da cidade de Britânia-GO e a 77 km de Aruanã (porto da APA).  |
| 15° 07' 48.0" | 51° 07' 58.4" | L13. Lago Ninharal. Ponto de amostragem em região lacustre, conectada ao Rio Vermelho, localizada a jusante de R3 e a 45 km de Aruanã (porto da APA).   |
| 15° 03' 44.5" | 51° 08' 3.8"  | L12. Lago Acará. Ponto de amostragem em região lacustre, conectada ao Rio Vermelho, localizada a jusante de R4 e a montante de R5 e a 27 km de Aruanã (porto da APA).   |
| 14° 58' 05.8" | 51° 07' 27.6" | L6. Lago Arranca Anzol. Ponto de amostragem em região lacustre, conectada ao Rio Vermelho, localizada a montante de L5 (Lago Tainã) e R6 e a 9 km de Aruanã (porto da APA).   |
| 14° 57' 41.9" | 51° 06' 49.2" | L5. Lago Tainã. Ponto de amostragem em região lacustre, conectada ao Rio Vermelho, localizada a montante de R6 e a 7 km de Aruanã (porto da APA).   |



Figura 1. Mapa da área do levantamento de dados em março de 2024, contendo os pontos de amostragem em regiões fluviais (R1, R2, R3, R4, R5 e R6) e lacustres (L16, L13, L12, L6 e L5) da bacia hidrográfica do Rio Vermelho e um ponto de amostragem em região fluvial do Rio Araguaia (RA).



**Figura 2.** Pontos de amostragem em regiões fluviais (R) e lacustres (L) na área de estudo. Seguindo a direção do fluxo de água (montante a jusante), estão: A = Lago dos Tigres (L16); B = pontos no canal do Rio Vermelho (R1 e R3) e canal entre Lago dos Tigres e Rio Vermelho (R2); C = Lago Ninharal (L13); D = Lago Acará (L12) e pontos no canal do Rio Vermelho (R4 e R5); E = lagos Arranca Anzol (L6) e Tainã (L5); F = pontos no canal do Rio Vermelho (R6) e no Rio Araguaia (RA).

ponto de coleta e o potencial de oxidação-redução, foram mensuradas imediatamente em campo, em cada ponto de amostragem. Amostras de água foram levadas para laboratório para obtenção das seguintes variáveis: clorofila-a, sódio, amônio, potássio, cálcio, magnésio, fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, fosfato e sulfato.

Para o estudo do fitoplâncton, cuja amostragem ocorreu nos mesmos locais e período das demais variáveis ambientais, foram coletadas amostras de 500 ml de água em cada local de coleta, fixadas em álcool e estocadas no escuro. A densidade do fitoplâncton foi estimada pelo método de Utermöhl, utilizando

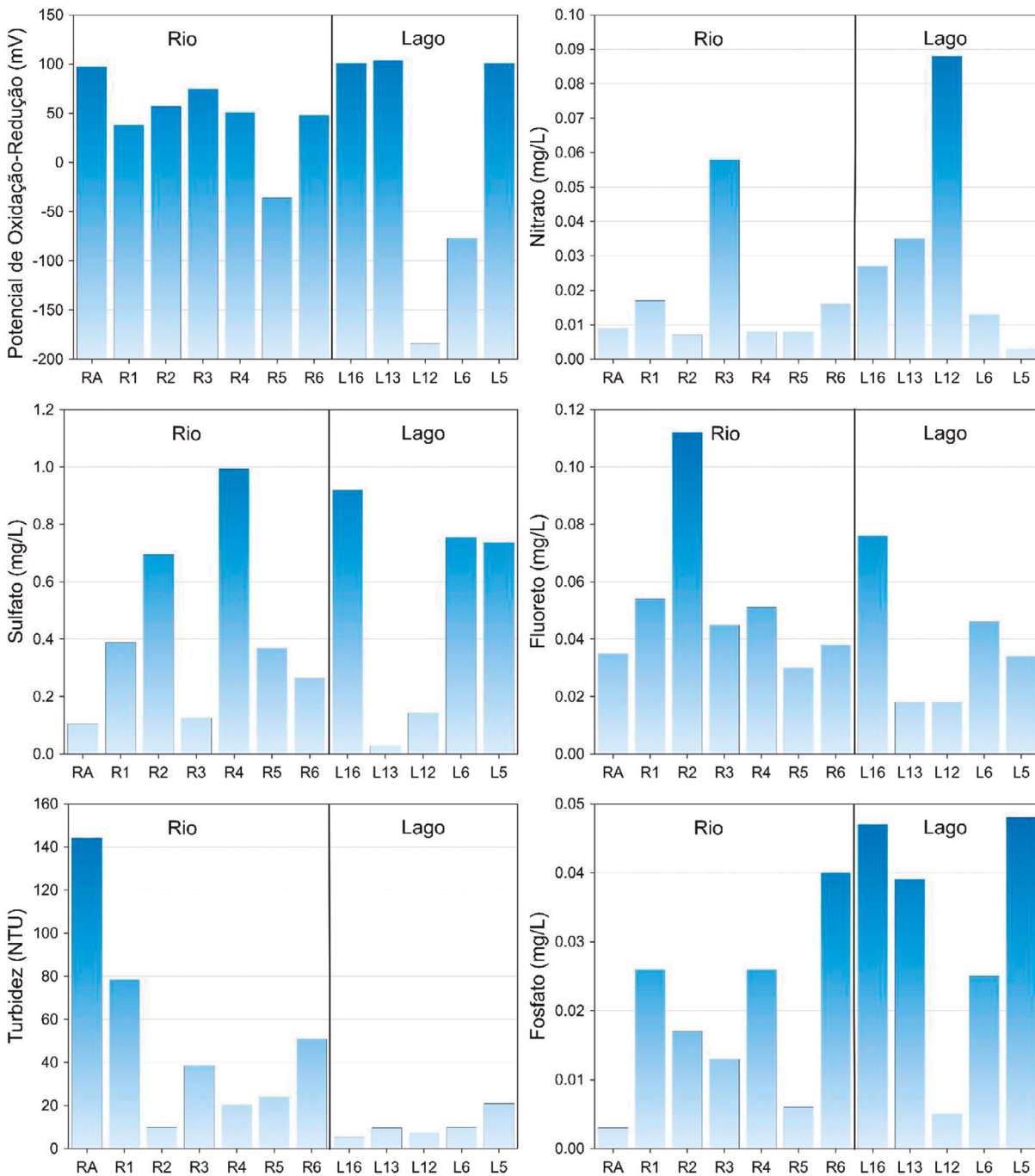
um microscópio invertido Zeiss Axiovert25, com ampliação de 400x, com um tempo de sedimentação de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara<sup>6</sup>.

## DESCRIÇÃO AMBIENTAL

Em cada unidade de amostragem, 22 variáveis físicas e químicas foram avaliadas (Tabela 2). Dentre essas, seis apresentaram uma grande variação tanto em ambientes lacustres (L16 a L5) quanto em ambientes fluviais (R1 ao R6), a saber: potencial de oxidação-redução (ORP), nitrato, sulfato, fluoreto, turbidez e fosfato (Figura 3).

**Tabela 2.** Valores médios, mínimos (Min), máximos (Max) e desvio padrão (DPAD) das variáveis ambientais e seus valores de referência segundo Conama (357/2005 - Classe 1), Ministério da Saúde (GM/MS 888/2021), União Europeia (UE) e Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia não foi considerado. SV = Sem Valor; ORP = Potencial de Oxidação-Redução; TDS = Sólidos Totais Dissolvidos; OD = Oxigênio Dissolvido.

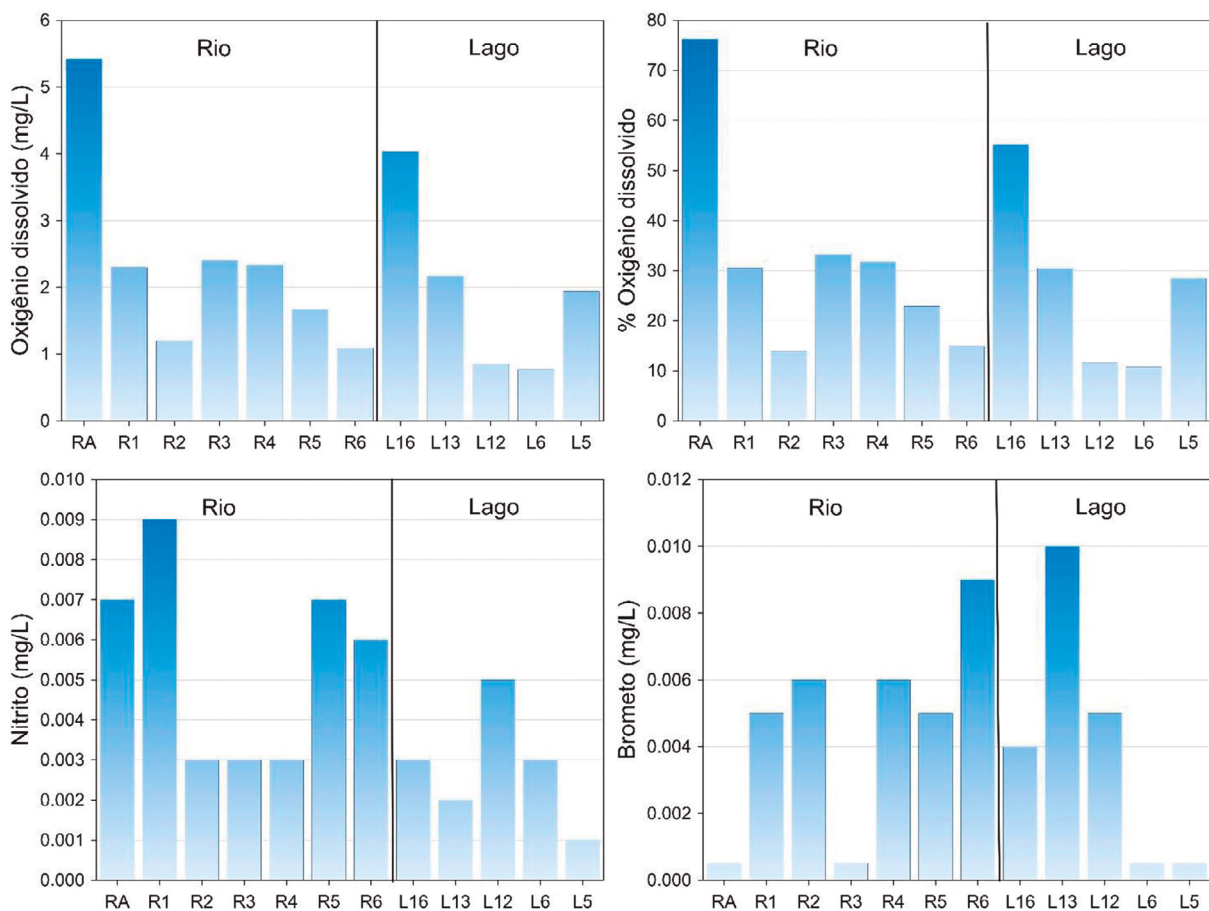
|                     | Valores de Referência |          | Rio        |    | Lago      |    | EPA   | Média | Min   | Max    | DPAD  | Média  | Min   | Max     | DPAD  |
|---------------------|-----------------------|----------|------------|----|-----------|----|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|
|                     | Conama                | GM/MS    | UE         | SV | SV        | SV |       |       |       |        |       |        |       |         |       |
| Temperatura (°C)    | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | SV    | 32.1  | 31.8  | 32.3   | 0.186 | 33.1   | 32.4  | 34.0    | 0.719 |
| pH                  | 6.0 - 9.0             | SV       | 6.5-9.5    | SV | 6.5-8.5   | SV | 7.2   | 7.0   | 7.6   | 0.224  | 0.224 | 6.7    | 6.5   | 6.8     | 0.132 |
| ORP (mV)            | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 38.8  | -36.0 | 75.0  | 38.654 | 9.0   | -184.0 | 104.0 | 132.851 |       |
| Condutividade (S/m) | SV                    | SV       | 2500 uS/cm | SV | SV        | SV | 0.122 | 0.080 | 0.164 | 0.027  | 0.110 | 0.061  | 0.150 | 0.033   |       |
| Profundidade (m)    | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 4.3   | 3.4   | 6.3   | 1.046  | 4.0   | 3.2    | 4.6   | 0.602   |       |
| Turbidez (NTU)      | 40 NTU                | 5 NTU    | SV         | SV | 5 NTU     | SV | 37.0  | 9.9   | 78.4  | 24.879 | 10.6  | 5.3    | 20.9  | 6.026   |       |
| TDS (g/L)           | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.079 | 0.052 | 0.104 | 0.017  | 0.072 | 0.040  | 0.097 | 0.021   |       |
| Saturação OD (%)    | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 24.5  | 13.9  | 33.2  | 8.626  | 27.3  | 10.8   | 55.2  | 18.085  |       |
| OD (mg/L)           | > 6 mg/L              | SV       | SV         | SV | > 5 mg/L  | SV | 1.8   | 1.1   | 2.4   | 0.596  | 2.0   | 0.8    | 4.0   | 1.321   |       |
| Clorofila-a (µg/L)  | 10 µg/L               | 10 µg/L  | SV         | SV | 12 µg/L   | SV | 4.0   | 2.2   | 7.7   | 2.269  | 9.0   | 7.7    | 9.9   | 0.919   |       |
| Sódio (mg/L)        | SV                    | 200 mg/L | 200 mg/L   | SV | SV        | SV | 0.316 | 0.133 | 0.639 | 0.179  | 0.684 | 0.318  | 0.962 | 0.326   |       |
| Amônio (mg/L)       | 0.5 - 3.7 mg/L        | SV       | 0.50 mg/L  | SV | 1.25 mg/L | SV | 0.143 | 0.104 | 0.196 | 0.035  | 0.103 | 0.083  | 0.125 | 0.016   |       |
| Potássio (mg/L)     | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.628 | 0.177 | 0.973 | 0.293  | 0.544 | 0.140  | 0.812 | 0.270   |       |
| Cálcio (mg/L)       | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.495 | 0.121 | 0.887 | 0.364  | 0.744 | 0.384  | 0.932 | 0.226   |       |
| Magnésio (mg/L)     | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.045 | 0.015 | 0.095 | 0.028  | 0.035 | 0.024  | 0.054 | 0.012   |       |
| Fluoreto (mg/L)     | 1.4 mg/L              | 1.5 mg/L | 1.5 mg/L   | SV | 4 mg/L    | SV | 0.055 | 0.030 | 0.112 | 0.029  | 0.038 | 0.018  | 0.076 | 0.024   |       |
| Cloreto (mg/L)      | 250 mg/L              | 250 mg/L | 250 mg/L   | SV | 250 mg/L  | SV | 0.043 | 0.002 | 0.092 | 0.040  | 0.005 | 0.003  | 0.009 | 0.002   |       |
| Nitrito (mg/L)      | 1.0 mg/L              | 1.0 mg/L | 0.50 mg/L  | SV | 1.0 mg/L  | SV | 0.005 | 0.003 | 0.009 | 0.003  | 0.003 | 0.001  | 0.005 | 0.001   |       |
| Brometo (mg/L)      | SV                    | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.005 | 0.001 | 0.009 | 0.003  | 0.004 | 0.001  | 0.010 | 0.004   |       |
| Nitrato (mg/L)      | 10 mg/L               | 10 mg/L  | 50 mg/L    | SV | 10 mg/L   | SV | 0.019 | 0.007 | 0.058 | 0.020  | 0.033 | 0.003  | 0.088 | 0.033   |       |
| Fosfato (mg/L)      | 0.1mg/L               | SV       | SV         | SV | SV        | SV | 0.021 | 0.006 | 0.040 | 0.012  | 0.033 | 0.005  | 0.048 | 0.018   |       |
| Sulfato (mg/L)      | 250mg/L               | 250 mg/L | 250 mg/L   | SV | 250 mg/L  | SV | 0.472 | 0.125 | 0.993 | 0.317  | 0.516 | 0.029  | 0.918 | 0.402   |       |



**Figura 3.** Variáveis ambientais que apresentaram os menores Coeficientes de Variação nos ambientes fluviais (R1 ao R6) e lacustres (L5 ao L16). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia (RA) não foi considerado para o cálculo dos Coeficientes de Variação.

Destacam-se os baixos valores de ORP no Lago Acará (L12) e no ponto de amostragem no Rio Vermelho R5, localizada logo a jusante deste lago. O ORP indica a capacidade de uma substância oxidar ou reduzir outras substâncias, podendo fornecer informações sobre a qualidade da água. Baixos valores de ORP podem indicar poluição orgânica ou industrial, pois suas substâncias geradas podem consumir oxigênio durante o processo de decomposição, reduzindo o ORP da água.

Também foi observada uma elevada concentração de nitrato (Figura 3) e nitrito (Figura 4) no Lago Acará (L12). O aumento da concentração de nitrato e nitrito nesta localidade pode estar relacionado a um processo de eutrofização, cuja causa é principalmente o escoamento/lançamento dos resíduos urbanos e das atividades agropecuárias nos corpos hídricos. O aumento de nutrientes na água pode promover o desenvolvimento de algas e plantas aquáticas que, ao morrerem e serem decompostas,



**Figura 4.** Variáveis ambientais levantadas em março de 2024, nos rios Vermelho e Araguaia, que apresentaram menores Coeficientes de Variação nos ambientes fluviais (R1 a R6) e maiores nos ambientes lacustres (L5 a L16). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia (RA) não foi considerada para o cálculo dos Coeficientes de Variação.

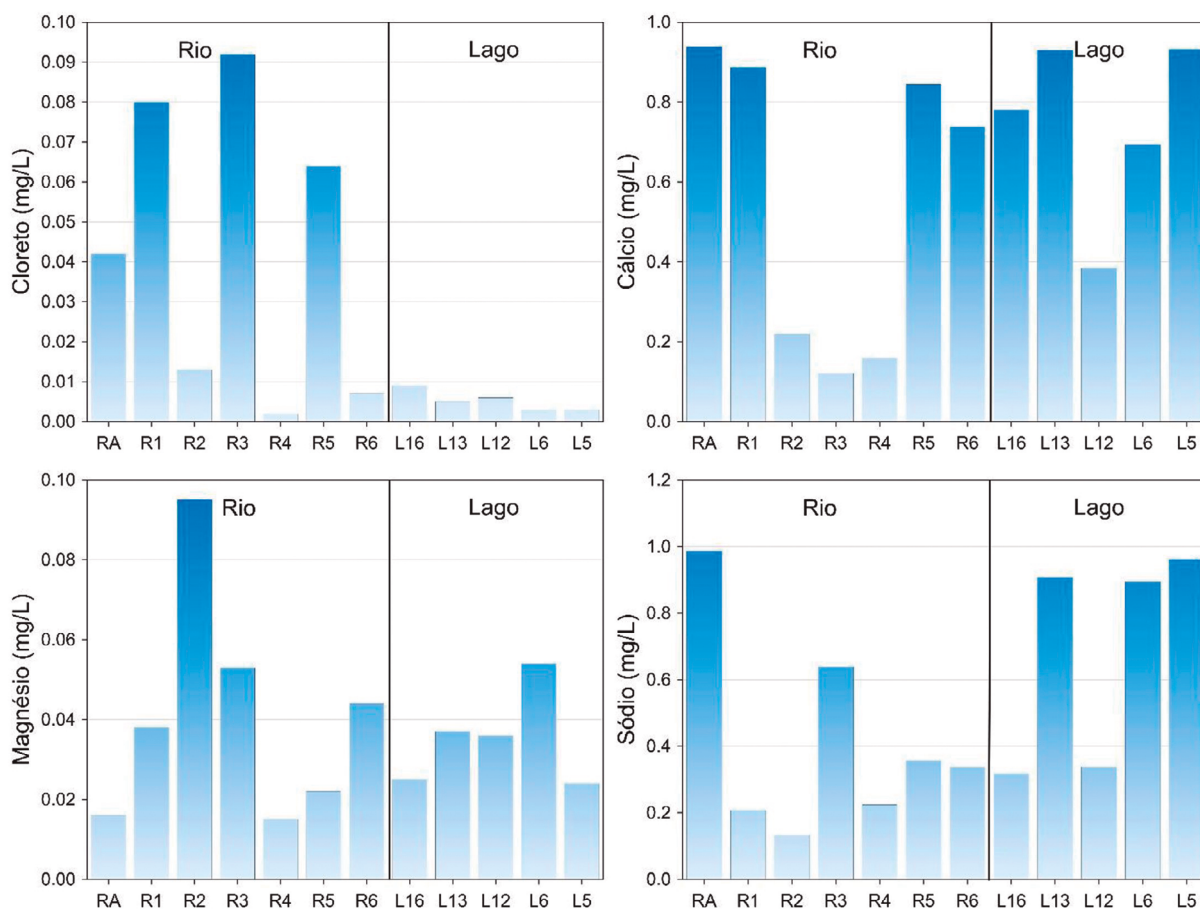
reduzem as concentrações de oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, pode levar também a uma redução do ORP.

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD), apesar de terem apresentado uma maior variabilidade nos ambientes lacustres, destacam-se pelos valores muito baixos, tanto nestes ambientes quanto nos ambientes fluviais (Figura 4). Uma concentração de OD abaixo de 5 mg/L pode ser considerada baixa para algumas espécies de peixes e outros organismos aquáticos, levando-os a um estado de estresse. Valores abaixo de 2 mg/L já representam condição de hipóxia severa, podendo resultar em mortalidade para algumas espécies<sup>7</sup>.

Todos os pontos de amostragem fluviais da bacia hidrográfica do rio Vermelho (R1 a R6) apresentaram valores de OD muito baixos, variando entre 1,1 e 2,4 mg/L. Por outro lado, o ponto de amostragem localizada no Rio Araguaia (RA), apresentou um valor bem superior, atingindo 5,4 mg/L. O ponto de amostragem R2, próxima e a jusante do ponto de lançamento dos

efluentes da ETE de Britânia, apresentou uma concentração de OD de 1,2 mg/L. Houve um pequeno aumento de OD em R3 e R4 (2,4 e 2,3 mg/L, respectivamente), valores estes similares ao encontrado em R1 (2,3 mg/L). Posteriormente, em R5 e R6, o OD volta a diminuir (1,7 e 1,1 mg/L, respectivamente).

Em relação aos ambientes lacustres (L16 a L5), o Lago dos Tigres (L16), que se encontra a montante do ponto de lançamento dos efluentes da ETE de Britânia, apresentou a maior concentração de OD (4 mg/L). Por outro lado, os demais lagos apresentaram valores muito inferiores, variando entre 2,2 mg/l no Lago Niharal (L13) a 0,85 e 0,77 mg/L nos Lagos Acará (L12) e Arranca Anzol (L6), respectivamente. Importante salientar que as aferições dos parâmetros foram realizadas durante o dia, momento em que as concentrações de oxigênio se elevam em função da ocorrência de fotossíntese. Dessa forma, esses ambientes podem experimentar concentrações de oxigênio dissolvido ainda menores, podendo chegar a anóxia (ausência de oxigênio na água).



**Figura 5.** Variáveis ambientais levantadas em março de 2024, nos rios Vermelho e Araguaia, que apresentaram maiores Coeficientes de Variação nos ambientes fluviais (R1 ao R6) e menores nos ambientes lacustres (L5 ao L16). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia (RA) não foi considerada para o cálculo dos Coeficientes de Variação.

As variáveis cloreto, cálcio, magnésio e sódio apresentaram maiores variações entre os ambientes fluviais e pouca variação entre os lacustres (Figura 5), enquanto a temperatura da água, pH, profundidade, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, amônio, potássio e clorofila-a não apresentaram relevantes variações dentre os ambientes fluviais e lacustres (Figura 6).

<sup>6</sup> Margalef R (1983). *Limnologia*. Omega, Barcelona, p. 10.

<sup>7</sup> Zhengxi Wang, Decheng Pu, Jishu Zheng *et al.* (2023). Hypoxia-induced physiological responses in fish: From organism to tissue to molecular levels. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 267(15):115609.

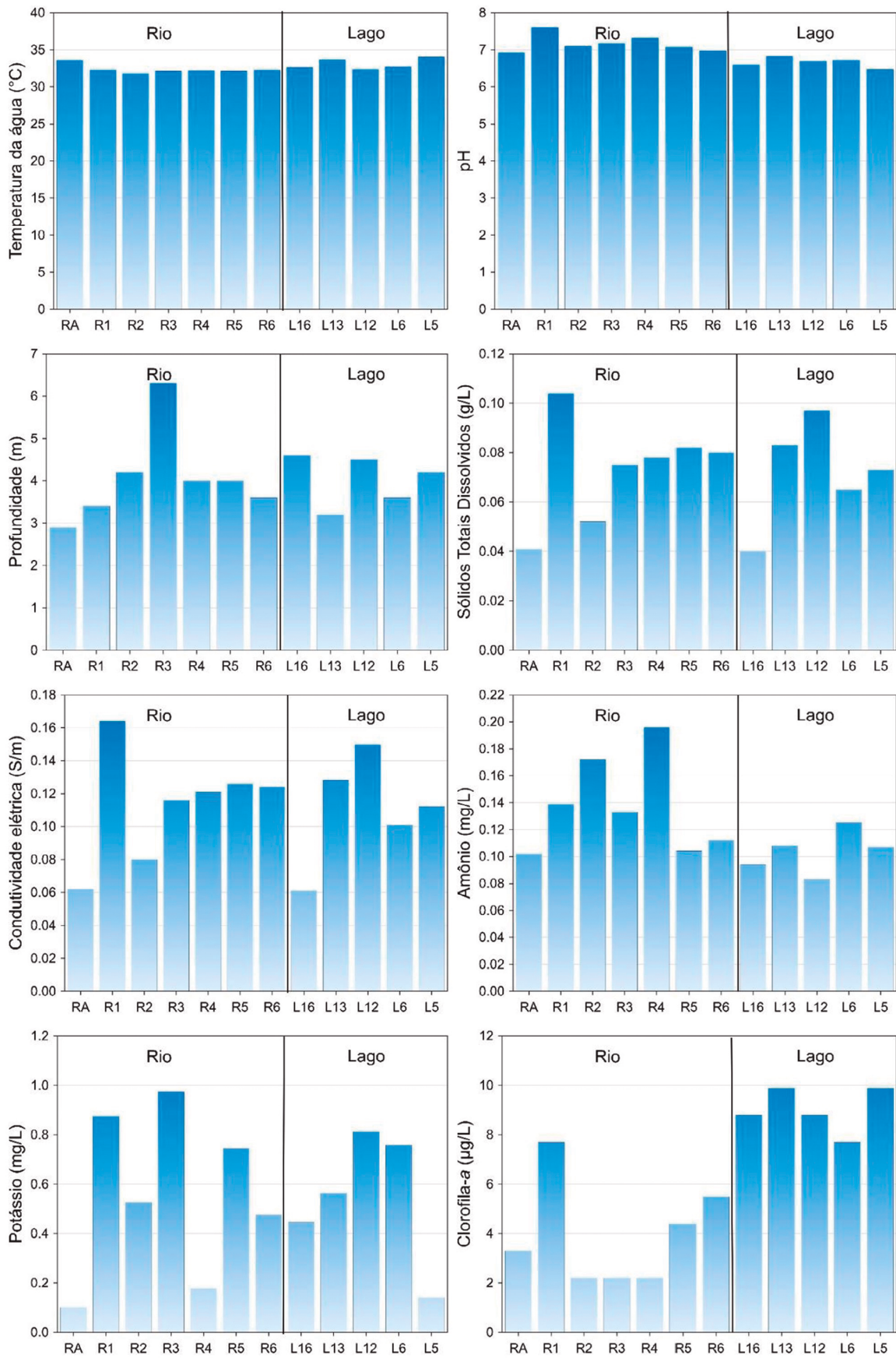
## DESCRIÇÃO BIOLÓGICA

Além das variáveis ambientais, em cada ponto de amostragem foi obtida uma amostra da comunidade fitoplanctônica (algas microscópicas). Foram identificadas 36 espécies, pertencentes a sete classes taxonômicas e 205.593 indivíduos da comunidade fitoplanctônica na bacia hidrográfica do Rio Vermelho (Tabela 3).

A riqueza de espécies apresentou uma pequena variação nos pontos de amostragem fluviais (Figura 7), sendo o menor valor registrado em R4 e R5 (sete espécies) e o maior valor registrado em R3 (17 espécies). Em relação aos ambientes lacustres, o Lago Acará (L12) se destacou dos demais por apresentar uma reduzida riqueza de espécies (quatro espécies), enquanto nos demais pontos a riqueza variou entre 12 espécies (Lago Tainã, L5) e 16 espécies (Lago Ninharal, L13).

Em relação à densidade de algas, tanto o Lago Acará (L12) quanto o ponto de amostragem fluvial logo a sua jusante (R5) se destacaram dos demais pontos pelos elevados valores (Figura 7). Assim, a densidade fitoplanctônica em R5 (48.611 indivíduos) e L12 (123.234 indivíduos) apresentou 68 e 92% de todos os organismos coletados nos ambientes fluviais e lacustres da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, respectivamente.

Elevadas densidades de fitoplâncton ou reduzidos valores de riqueza de espécies podem ser explicados por algumas combinações de fatores físicos, químicos e biológicos, tais como mudanças



**Figura 6.** Variáveis ambientais levantadas em março de 2024, nos rios Vermelho e Araguaia, que apresentaram os menores Coeficientes de Variação nos ambientes fluviais (R1 a R6) e lacustres (L5 a L16). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia (RA) não foi considerada para o cálculo dos Coeficientes de Variação.

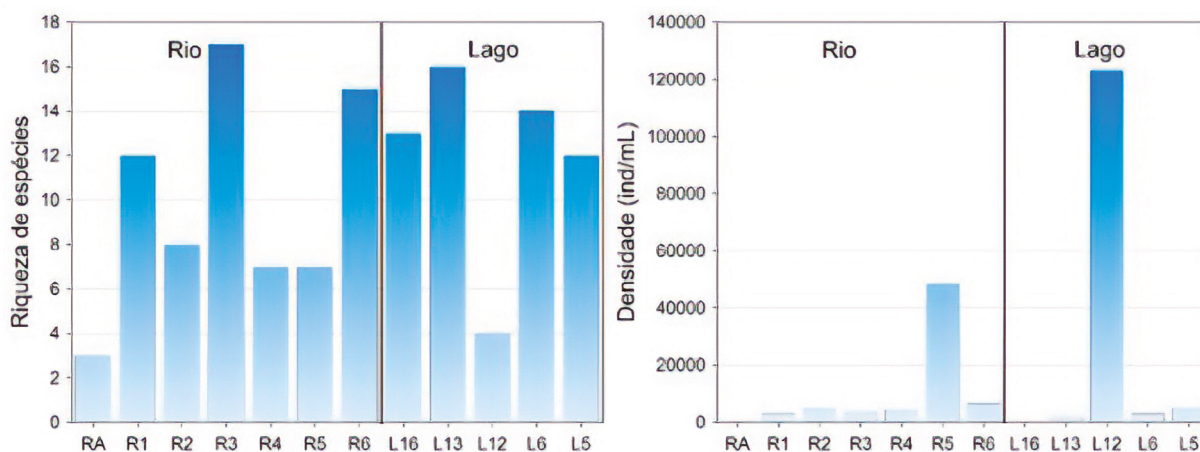


**Tabela 3.** Densidade das espécies fitoplanctônicas (ind/mL), por tipo de ambiente (rio ou lago), bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

| Classe              | Espécies                        | Densidade (ind/mL) |        |         |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|--------|---------|
|                     |                                 | Rio+Lago           | Rio    | Lago    |
| Bacillariophyceae   | <i>Achnanthes</i> sp1           | 14                 | 0      | 14      |
|                     | <i>Cocconeis</i> sp1            | 56                 | 0      | 56      |
|                     | <i>Eunotia</i> sp1              | 47                 | 0      | 47      |
|                     | <i>Eunotia</i> sp2              | 57                 | 27     | 29      |
|                     | <i>Nupela</i> sp1               | 66                 | 17     | 48      |
| Coscinodiscophyceae | <i>Aulacoseira granulata</i>    | 122                | 62     | 60      |
|                     | <i>Urosolenia</i> sp1           | 14                 | 0      | 14      |
| Chlorophyceae       | <i>Chlamydomonas</i> sp1        | 16.458             | 9.130  | 7.328   |
|                     | <i>Desmodesmus armatus</i>      | 40                 | 0      | 40      |
|                     | <i>Golenkinia radiata</i>       | 45                 | 45     | 0       |
|                     | <i>Monoraphidium contortum</i>  | 300                | 155    | 145     |
|                     | <i>Monoraphidium griffithii</i> | 325                | 208    | 117     |
|                     | <i>Monoraphidium komarkovae</i> | 31                 | 31     | 0       |
|                     | <i>Scenedesmus alternans</i>    | 14                 | 0      | 14      |
|                     | <i>Scenedesmus ellipticus</i>   | 127                | 47     | 80      |
| Cryptophyceae       | <i>Cryptomonas erosa</i>        | 745                | 263    | 483     |
|                     | <i>Cryptomonas obovata</i>      | 1.287              | 564    | 722     |
| Cyanophyceae        | <i>Anabaena</i> sp1             | 59                 | 0      | 59      |
|                     | <i>Chroococcus</i> sp1          | 183.240            | 59.838 | 123.403 |
|                     | <i>Limnothrix</i> sp1           | 655                | 625    | 29      |
|                     | <i>Planktothrix</i> sp1         | 31                 | 31     | 0       |
|                     | <i>Pseudanabaena catenata</i>   | 345                | 252    | 93      |
| Dinophyceae         | <i>Peridinium volzii</i>        | 299                | 76     | 223     |
|                     | <i>Peridinium umbonatum</i>     | 91                 | 0      | 91      |
| Euglenophyceae      | <i>Euglena</i> sp1              | 19                 | 0      | 19      |
|                     | <i>Euglena</i> sp1              | 17                 | 17     | 0       |
|                     | <i>Phacus pleuronectes</i>      | 69                 | 0      | 69      |
|                     | <i>Strombomonas verrucosa</i>   | 108                | 0      | 108     |
|                     | <i>Strombomonas</i> sp1         | 43                 | 14     | 29      |
|                     | <i>Trachelomonas</i> sp1        | 458                | 187    | 272     |
|                     | <i>Trachelomonas hispida</i>    | 128                | 62     | 66      |
| Trebouxiophyceae    | <i>Botryococcus</i> sp1         | 98                 | 84     | 14      |
|                     | <i>Crucigenia tetrapedia</i>    | 20                 | 0      | 20      |
|                     | <i>Golenkiniopsis</i> sp1       | 62                 | 62     | 0       |
|                     | <i>Oocystis</i> sp1             | 14                 | 14     | 0       |
| Zygnemaphyceae      | <i>Pleurotaenium minutum</i>    | 92                 | 49     | 43      |

nas concentrações de nutrientes (incluindo aqueles advindos da ação antrópica), alterações no uso da terra, modificações na luminosidade e temperatura na água e pelas interações biológicas (por exemplo, herbivoria pelo zooplâncton e/ou

influência de organismos patogênicos). A princípio, os padrões de densidade e riqueza de espécies do fitoplâncton observados neste estudo podem estar relacionados com os padrões observados em algumas variáveis ambientais, tais como o potencial



**Figura 7.** Variáveis ambientais que apresentaram os menores Coeficientes de Variação nos ambientes fluviais (R1 ao R6) e lacustres (L5 ao L16). Por se tratar de outro sistema fluvial, o ponto de amostragem no Rio Araguaia (RA) não foi considerada para o cálculo dos Coeficientes de Variação.

de oxidação-redução (ORP), nitrato, nitrito e oxigênio dissolvido.

No Lago Acará (L12), a espécie predominante de cianobactéria identificada foi a *Chroococcus* sp1, uma espécie generalista, caracterizada pelo seu pequeno tamanho, forma de vida unicelular, ausência de características especializadas e reconhecida na literatura científica como não-tóxica. Devido ao seu rápido crescimento e tamanho diminuto, a alta concentração de nitrato no ambiente propiciou um aumento

significativo na sua densidade populacional. Esse aumento pode servir como um indicador precoce de potenciais mudanças na comunidade de microalgas e outros organismos aquáticos. Com alteração de outras variáveis ambientais, é possível que novas espécies fitoplanctônicas, incluindo cianobactérias potencialmente tóxicas, aumentem em densidade. Uma dessas espécies identificadas, *Anabaena* sp1, atualmente apresenta baixa densidade populacional, porém é reconhecida pelo seu potencial tóxico.

## CONCLUSÕES PRELIMINARES

Os dados levantados até aqui indicam que, em toda a área de estudo na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, foram verificados valores muito baixos de oxigênio na água, inclusive nas regiões fluviais. Assim, essas evidências sugerem que pode estar ocorrendo um processo relacionado com impacto antrópico no ambiente, desencadeado por fatores como escoamento pontual ou difuso dos resíduos urbanos, industriais e/ou das atividades agropecuárias nos corpos hídricos desta bacia hidrográfica, em uma escala não apenas local (como em nossa área de estudo) mas também em escala regional (acompanhando o corpo hídrico até suas cabeceiras).

Por outro lado, os baixos valores do potencial de oxidação-redução, oxigênio dissolvido e riqueza de espécies do fitoplâncton, e os valores maiores de nitrato, nitrito e densidade de indivíduos do fitoplâncton, que foram observados no Lago Acará (L12) e no Rio Vermelho, logo abaixo desse lago (R5), sugerem um ponto de alerta, indicando a necessidade

de uma atenção maior, como um local potencial de monitoramento de longo prazo. A concentração de oxigênio nesses lagos é próxima de anóxia e potencialmente letal para os peixes, exigindo intervenções imediatas para proteger a fauna aquática e preservar a qualidade ambiental desses ambientes e dos trechos a jusante.

Ainda no Lago Acará (L12), a cianobactéria *Chroococcus* sp1, reconhecida na literatura científica como não-tóxica, foi predominante. Por outro lado, foi registrado neste local, em baixa densidade, a cianobactéria *Anabaena* sp1, reconhecida pelo seu potencial tóxico. Assim, deve-se manter uma maior atenção nesse lago, uma vez que alterações ambientais futuras podem proporcionar o aumento populacional tanto desta espécie quanto de outras cianobactérias potencialmente tóxicas.

Além disso, torna-se necessária uma atenção maior ao canal hídrico que conecta o Lago dos Tigres

ao Rio Vermelho. Além do registro de uma baixa concentração de oxigênio dissolvido nesta localidade, a equipe de pesquisadores do Programa Araguaia Vivo 2030 observou uma grande mortalidade de peixes na região, logo a jusante do ponto de lançamento dos efluentes da ETE de Britânia.

Considerando os relatos da população local, que afirmam que as mortalidades de peixes (tal como a observada em março de 2024) são frequentes, e os mecanismos que as promovem ainda não estão esclarecidos, a equipe sugere a implementação imediata de um programa de monitoramento da qualidade da água e das comunidades biológicas na bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

A imediata recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens do Rio Vermelho e seus afluentes (vegetação ripária) também é sugerida pela equipe, considerando-se a legislação ambiental

brasileira, o que provavelmente pode estar sendo descumprida ao longo da bacia hidrográfica.

Por fim, enquanto as baixas concentrações de oxigênio (em especial aquelas abaixo de 1 mg/L encontradas em alguns lagos), podem causar mortalidade de peixes, não é possível afirmar que esse foi o fator determinante da mortalidade observada no Rio Vermelho, uma vez que outros compostos potencialmente letais para os peixes, tais como os defensivos agrícolas ou outros contaminantes, eventualmente lançados no rio, resultariam em efeitos imediatos semelhantes aos observados. Porém, as análises de presença desses compostos na água e nos peixes ainda não foram concluídas. Além disso, episódios agudos de entrada de poluentes podem não ser detectados em amostragens realizadas dias após o evento, devido ao transporte destes poluentes ao longo do curso do rio, exigindo assim um monitoramento de longo prazo para essa área.

## Equipe técnica

**Dra. Cláudia Sofia Guerreiro Martins** | Engenheira Agrônoma

**Dr. Fabrício Barreto Teresa** | CRBio: 051651/01-D

**Dr. Guilherme Pereira da Silva de Sena** | Bacharel em Ciências Biológicas

**Dr. João Carlos Nabout** | CRBio: 044126/04-D

**Dr. José Alexandre Felizola Diniz Filho** | CRBio: 44180/04-D

**Dr. José Francisco Gonçalves Júnior** | Bacharel em Ciências Biológicas

**Dra. Karine Borges Machado** | CRBio: 093693/04-D

**Dr. Ludgero Cardoso Galli Vieira** | CRBio: 057884/04-D

**Dra. Mariana Pires de Campos Telles** | CRBio: 30034/04-D

### COMO CITAR:

Martins CSG, Teresa FB, GPS Sena, *et al.* (2024). Mortalidade de peixes na bacia hidrográfica do Rio Vermelho em março de 2024: implementação do programa de monitoramento do Araguaia Vivo. *Revista TWRA*, v.1, n. 1, p. v-xvii. DOI: 10.21826/9786587422367twra-v1-n1-v-xvii



**ARAGUAIAVIVO**



**TWRA**  
TROPICAL WATER RESEARCH ALLIANCE

Para mais informações sobre o programa, acesse:

[www.araguaiaivivo.thetwra.org](http://www.araguaiaivivo.thetwra.org)

e visite nossas redes sociais:



[linkedin.com/in/araguaia-vivo-00bb292b1](https://www.linkedin.com/in/araguaia-vivo-00bb292b1)



[linktr.ee/programaaraguaiaivivo](https://linktr.ee/programaaraguaiaivivo)



[@araguaiaivivo](https://www.instagram.com/araguaiaivivo)

APOIO FINANCEIRO:



**FAPEG**

Fundação de Amparo à Pesquisa  
do Estado de Goiás



Uma Publicação TWRA:



**TWRA**  
TROPICAL WATER RESEARCH ALLIANCE

Para mais informações, acesse:

[www.thetwra.org](http://www.thetwra.org)

e visite nossas redes sociais:



[linkedin.com/in/twra](https://www.linkedin.com/in/twra)



[linktr.ee/twra.team](https://linktr.ee/twra.team)



[@twra.team](https://www.instagram.com/twra.team)

ou entre em contato pelo e-mail:

[contato.twra@gmail.com](mailto:contato.twra@gmail.com)