



Fernando Abreu Oliveira (Servidor e Doutorando UFOPA)

Paulo Roberto Brasil Santos (Professor UFOPA)

Mayerly Guerrero Moreno (Pesquisadora UFOPA/CAPACREAM)

Wellington Ribeiro (Mestrando UFOPA)

Adilson Alves dos Santos (Discente UFOPA)

Gabriel Vinicius Silva (Discente UFOPA)

Helbia Beatriz Farias da Silva (Discente UFOPA)

Jaynara Aboim de Oliveira (Discente UFOPA)

Frankilin José de Oliveira Melo (Discente UFOPA)

Matheus Silva Pimentel (Discente UFOPA)

Jean Jacques Douglas Sampaio Oliveira (Discente UFOPA)

Beatriz Vinente Brelaz (Discente UFOPA)

Nilro Antonio Amorim Marinho (Discente UFOPA)

Antonio Jorge Silva Araujo Junior (Professor UFOPA)

Lucinewton Silva de Moura (Professor UFOPA)

Dávia Marciana Talgatti (Professora UFOPA)

José Max Barbosa de Oliveira Junior (Professor UFOPA)

Presença de florações de cianobactérias (“limo”) em praias de Santarém

NOTA TÉCNICA

Santarém – PA

2026



RESUMO

Este comunicado alerta para a elevada densidade de cianobactérias detectada em praias do rio Tapajós, nas proximidades de Santarém (PA), configurando risco potencial à saúde pública. O Índice de Estado Trófico (IET), calculado a partir das concentrações de clorofila-a (Chl-a) e fósforo total (FT), indica um cenário de enriquecimento nutricional que favorece a ocorrência de florações em diversos trechos do rio. Análises laboratoriais registraram concentrações de Chl-a acima dos níveis de alerta recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), dados corroborados por sensoriamento remoto (CyanoLakes) e observações de campo, que confirmaram o acúmulo de biomassa em praias de uso recreativo. O conjunto de resultados aponta para o possível comprometimento da qualidade sanitária da água, a urgência de monitoramento contínuo, comunicação de risco e adoção de medidas preventivas, especialmente em zonas de uso recreativo.

SUMÁRIO

1. Introdução	4
2. Desenvolvimento	4
2.1 Índice de Estado Trófico (IET)	5
2.1.1 Dados de clorofila-a por espectrofotometria (análise laboratorial)	5
2.1.2 Dados de fósforo total por espectrofotometria	6
2.1.3 Dados do Índice de Estado Trófico médio	7
2.2 Imagens de satélite (aplicativo CyanoLakes)	8
2.3 Registros de florações de cianobactérias no rio Tapajós	9
2.4 Implicações à Saúde Humana e Recomendações Preventivas	10
3. Conclusão	11
Referências	12

1. INTRODUÇÃO

Este comunicado visa alertar a comunidade científica, os órgãos de fiscalização ambiental e a população em geral sobre a elevada densidade de cianobactérias (popularmente conhecidas como “limo”) identificada em praias do rio Tapajós, nas proximidades de Santarém (PA). A presença desses acúmulos representa um potencial risco de exposição a cianotoxinas, podendo comprometer a balneabilidade nas áreas afetadas. Tal cenário corrobora o relatório técnico de janeiro de 2025 (Oliveira et al., 2025), que registrou altas concentrações de toxinas na praia de Ponta de Pedras, mesmo em períodos de menor densidade de florações. Esse achado indica que o risco ambiental e à saúde pública pode persistir ainda que a biomassa fitoplanctônica aparente esteja reduzida.

A presente nota técnica tem como objetivo apresentar: (i) o Índice do Estado Trófico (IET) das águas do rio Tapajós, calculado a partir de estimativas de Chl-a e FT obtidas por coletas *in situ* e integradas à análise de imagens do satélite Landsat, no âmbito do projeto de pesquisa intitulado “*Estimativa da Concentração de Clorofila-a e Dinâmica da Dispersão de Nutrientes no Rio Tapajós*”, coordenado pelo Professor Paulo Brasil; (ii) produtos de sensoriamento remoto processados pelo aplicativo CyanoLakes para avaliar a distribuição espacial desses parâmetros; e (iii) registros *de campo* da ocorrência de florações em praias da região de Santarém.

Análises complementares, incluindo a identificação e quantificação de espécies, e a determinação de toxinas, estão sendo desenvolvidas na tese de doutorado de Fernando Oliveira (Técnico da UFOPA), discente do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND). Os resultados detalhados serão divulgados ao longo do desenvolvimento da tese.

2. DESENVOLVIMENTO

A área de estudo compreende três seções transversais no rio Tapajós (pontos 1 a 12). Os pontos 13, 14 e 15 correspondem às coletas realizadas nas praias e não foram incluídos nos cálculos do Índice do Estado Trófico (IET). Esses pontos foram utilizados para registros *in loco* da ocorrência do “limo”, confirmação visual das florações e determinação das concentrações de Chl-a, integrando um estudo posterior de maior abrangência.

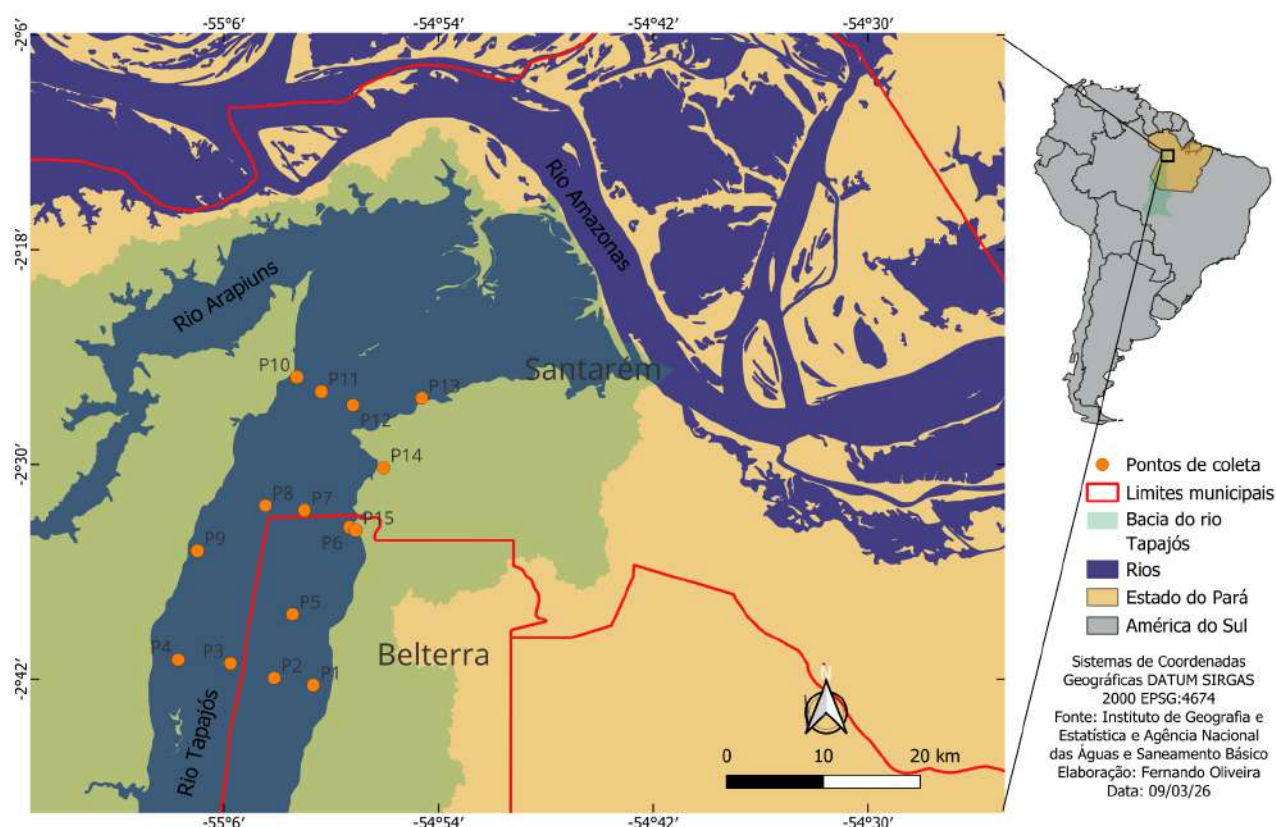


Figura 1. Localização da área de estudo no rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil, indicando as seções transversais (P1 – P12) e os pontos de coleta nas praias de Ponta de Pedras (P13), Alter do Chão (P14) e Pindobal (P15).

2.1 Índice de Estado Trófico (IET)

2.1.1 Dados de clorofila-a por espectrofotometria (análise laboratorial)

A concentração de Chl-a é amplamente utilizada como indicador da biomassa fitoplancônica e do potencial risco associado a florações de cianobactérias. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda, para águas recreativas, o “Alerta 1” quando as concentrações de Chl-a estão entre 12 e 24 $\mu\text{g/L}$, e o “Alerta 2” quando os valores são superiores a esse intervalo (WHO, 2021).

As análises laboratoriais de Chl-a apresentam maior precisão, refletindo de forma mais fiel as concentrações reais desse parâmetro na água (Yogi; Stanganini, 2025). No rio Tapajós, foram registradas elevadas concentrações de Chl-a na margem esquerda, nos pontos P4 e P9, com valores de 98,04 e 34,9 $\mu\text{g/L}$, respectivamente.

A concentração média de Chl-a nas seções transversais (P1–P12) foi de 16,71 $\mu\text{g/L}$. No entanto, valores expressivamente superiores foram identificados na praia de Ponta de Pedras entre

dezembro de 2025 e janeiro de 2026, atingindo 61,2 µg/L e 117,14 µg/L, respectivamente (Figura 1). Tais índices superam drasticamente os limites de alerta da OMS, sugerindo um risco elevado de exposição a cianotoxinas em áreas de intenso uso recreativo.

Considerando as concentrações elevadas de Chl-a registradas, especialmente na praia de Ponta de Pedras nos meses de dezembro de 2025 e janeiro de 2026, os valores observados superam de forma significativa os limites orientadores da OMS para águas recreacionais. Esses resultados indicam elevada biomassa fitoplanctônica e sugerem aumento do potencial de exposição a cianotoxinas em áreas amplamente utilizadas para lazer.

Embora a presença e a concentração de toxinas não tenham sido determinadas neste estudo, os níveis de Chl-a registrados apontam para condições ambientais propícias à ocorrência de florações potencialmente tóxicas, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e da adoção de medidas preventivas voltadas à proteção da saúde pública.

Em cenários como este, a exposição durante atividades recreativas pode ocorrer por diferentes vias, incluindo a ingestão acidental de água, o contato direto com a pele e a inalação de aerossóis (Oliveira et al., 2025; WHO, 2021). Essa exposição pode estar associada a efeitos adversos como irritações cutâneas, reações alérgicas, sintomas gastrointestinais (náuseas, vômitos e diarreia) e desconfortos respiratórios, especialmente em crianças e em indivíduos mais sensíveis (Chorus; Welker, 2021; WHO, 2021).

2.1.2 Dados de fósforo total por espectrofotometria

O fósforo total (FT) é reconhecido como um nutriente limitante essencial para o crescimento de cianobactérias em diversos ecossistemas aquáticos continentais. O aumento de suas concentrações favorece o enriquecimento trófico do sistema, intensifica a produtividade primária e cria condições propícias à dominância de cianobactérias, elevando a probabilidade de florações caracterizadas pelo acúmulo expressivo de biomassa (“limo”) (Paerl et al., 2016).

No rio Tapajós, a concentração média de FT nas seções transversais avaliadas (P1–P12) foi de 25 µg/L. Esses valores, quando analisados em conjunto com as concentrações médias de Chl-a anteriormente descritas, contribuíram para a classificação trófica das águas por meio do IET. Os resultados indicam condição de enriquecimento nutricional nos trechos avaliados, evidenciando um cenário ambiental favorável ao desenvolvimento de florações (Figura 2).



Figura 2. Atividade de coleta de amostras na comunidade de Surucuaá, margem esquerda do rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil (novembro de 2025).

2.1.3 Dados do Índice de Estado Trófico médio

O Índice do Estado Trófico (IET) foi determinado para o rio Tapajós com base na metodologia estabelecida pela CETESB (2009), fundamentada e adaptada a partir da proposta de Lamparelli (2004). O IET é um indicador sintético que expressa o grau de enriquecimento nutricional de um corpo hídrico e o consequente aumento da produtividade biológica, sendo amplamente utilizado como ferramenta de monitoramento da eutrofização em ambientes aquáticos continentais (Lamparelli, 2004).

Na área de estudo localizada no rio Tapajós, utilizadas para cálculo (P1-P12), os resultados indicaram mediana do IET calculado a partir da concentração de Chl-a [IET (Chl-a)] igual a 67,86, enquanto o índice obtido a partir do FT [IET (FT)] apresentou valor de 49,5. O IET médio, calculado pela média aritmética entre os índices de Chl-a e FT, resultou em 58,68. De acordo com os intervalos de classificação propostos na metodologia adotada, esse valor caracteriza o trecho avaliado do rio Tapajós como eutrofizado (Lamparelli, 2004).

A eutrofização favorece as florações de cianobactérias potencialmente tóxicas pode provocar alterações na transparência da água, redução do oxigênio dissolvido e mudanças na estrutura da biodiversidade aquática, afetando a ictiofauna e outros organismos de interesse ecológico, cultural e econômico (Wurtsbaugh; Paerl; Dodds, 2019; Ho; Michalak; Pahlevan, 2019). Em regiões amazônicas, onde comunidades ribeirinhas utilizam diretamente a água para

abastecimento, higiene, pesca e lazer, a deterioração da qualidade da água pode comprometer a segurança hídrica, a subsistência e o bem-estar local, ampliando a vulnerabilidade socioambiental (Oliveira et al., 2025; Ho; Michalak; Pahlevan, 2019).

2.2 Imagens de satélite (aplicativo CyanoLakes)

Dados de Chl-a também podem ser obtidos por sensoriamento remoto, a partir de imagens de satélite processadas por plataformas como o aplicativo CyanoLakes. Essas ferramentas utilizam algoritmos específicos para estimar a concentração de Chl-a na superfície da água, permitindo o monitoramento contínuo e em larga escala de florações de cianobactérias em diferentes regiões do mundo.

Para a geração desses produtos espaciais, a plataforma CyanoLakes processa dados ópticos obtidos pelo instrumento Ocean and Land Color Instrument (OLCI), a bordo dos satélites Sentinel-3A e Sentinel-3B (Matthews, 2023). A estimativa das concentrações de clorofila-a e a detecção específica de cianobactérias são realizadas por meio do algoritmo Maximum Peak-Height (MPH), que analisa as assinaturas espectrais de refletância na superfície da água (Matthews, 2023).

As estimativas geradas são frequentemente interpretadas com base nos níveis de alerta estabelecidos pela OMS, contribuindo para a identificação precoce de áreas com potencial risco à saúde humana decorrente da proliferação de cianobactérias, especialmente em ambientes utilizados para recreação e abastecimento.

Os produtos espaciais revelam uma mancha de alta concentração de Chl-a em frente às comunidades de Boim e Arumã. Observa-se a dispersão dessa biomassa em direção à margem direita do rio, atingindo a Ponta do Cururu e praias estratégicas como Ponta de Pedras, Itapari e Carapanari (Figura 3). Esse padrão de transporte indica a expansão das florações para zonas críticas de turismo e lazer (Figura 3).

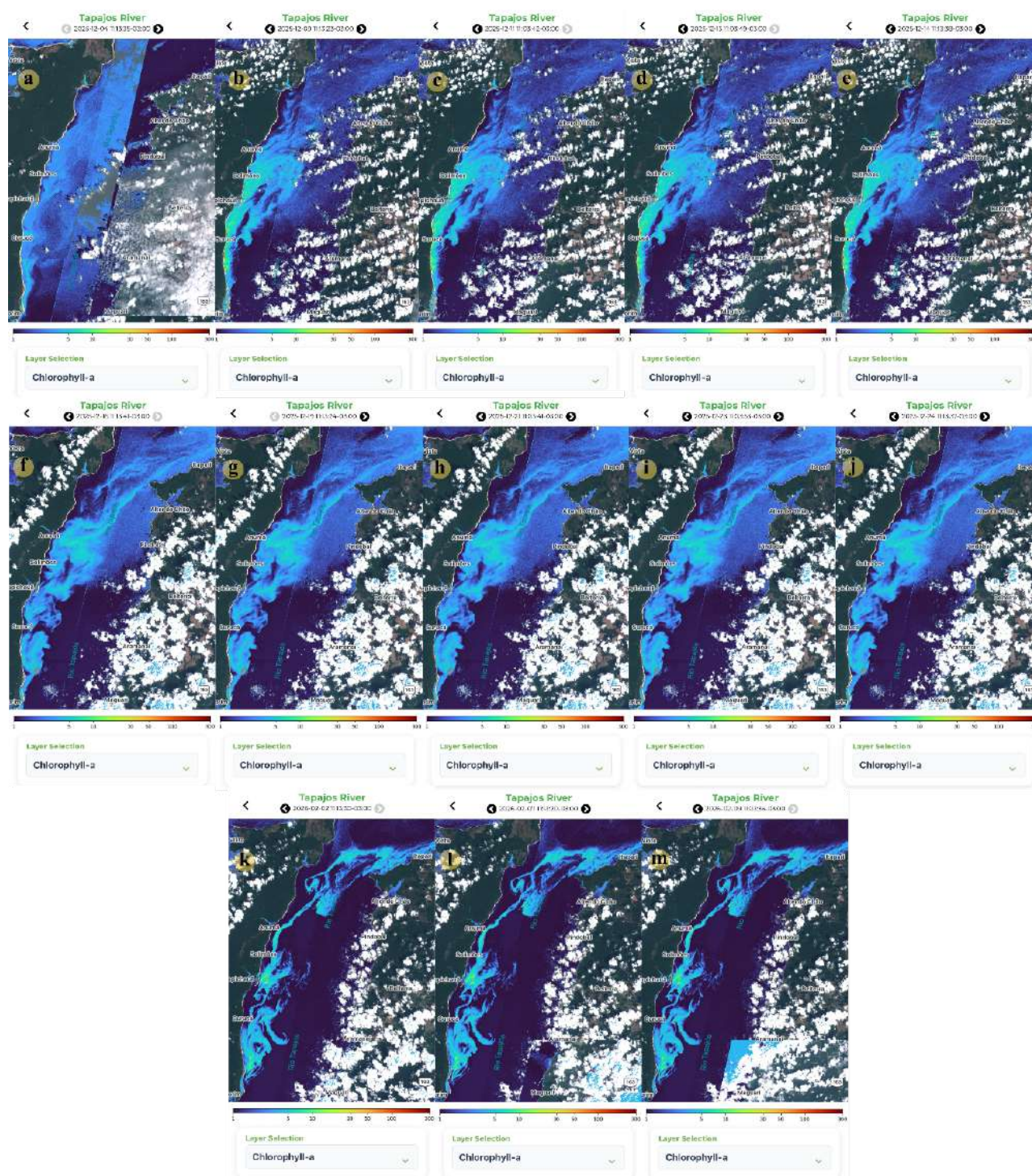


Figura 3. Distribuição espacial da concentração de clorofila-a (Chl-a), representada em tons de azul-claro, obtida por sensoriamento remoto (CyanoLakes) em seção transversal do rio Tapajós, entre as praias de Maguari e Itapari, Santarém, Pará, Brasil. Séries temporais correspondentes aos meses de dezembro de 2025 (a – j) e fevereiro de 2026 (k – m).

2.3 Registros de florações de cianobactérias no rio Tapajós

A presença densa de cianobactérias potencialmente tóxicas “limo” foi confirmada em campo nas praias de Ponta de Pedras e Maracanã, na margem direita do rio Tapajós. Essa observação direta reforça os resultados obtidos por análises laboratoriais e por sensoriamento remoto, bem como a avaliação do Índice de Estado Trófico Médio, os quais evidenciam uma tendência clara de alteração do estado trófico e indicam uma situação ambiental preocupante na região (Figura 4 e 5).



Figura 4. Atividade de coleta de amostras na praia de Ponta de Pedras, rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil (janeiro de 2026).



Figura 5. Registro de floração de cianobactérias na praia do Maracanã, margem direita do rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil (fevereiro de 2026).

2.4 Implicações à saúde humana e recomendações preventivas

A relação e dependência das comunidades tradicionais e ribeirinhas com o rio Tapajós torna esse resultado preocupante e um alerta para as autoridades locais (Oliveira et. al 2025). Diante deste

cenário faz-se necessário adoção de medidas preventivas voltadas à essas populações e banhistas que utilizam a água do rio, para consumo, preparo de alimentos, higiene pessoal e demais atividades domésticas e turísticas nas praias estudadas e pontos analisados.

No que diz respeito ao uso turístico e de lazer, a elevada densidade fitoplanctônica compromete diretamente a balneabilidade das praias da região. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite máximo de 30 $\mu\text{g/L}$ de Chl-a para águas doces de Classe 2, destinadas à recreação de contato primário (Brasil, 2005). Os valores registrados na praia de Ponta de Pedras superam em até quatro vezes o padrão legal. De maneira similar, a Resolução CONAMA nº 274/2000 determina que as águas sejam classificadas como impróprias para banho sempre que houver constatação visual de florações (Brasil, 2000). A superação substancial dos limites estabelecidos, reforçada pelos registros *in loco*, corrobora o caráter de urgência para a emissão de boletins de alertas preventivos aos banhistas pelas autoridades competentes.

Embora a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabeleça critérios rígidos de potabilidade, sua aplicação prática foca em sistemas urbanos formais (Brasil, 2021). Isso gera uma lacuna de proteção para as comunidades ribeirinhas da Amazônia, que dependem da captação direta de água superficial. A ausência de monitoramento sistemático e de infraestrutura laboratorial nestas áreas amplia a vulnerabilidade sanitária frente a contaminantes emergentes, evidenciando a necessidade de políticas territorialmente sensíveis.

Para suprir essa lacuna e mitigar os riscos de ingestão, ressalta-se a importância de investimentos em alternativas seguras de abastecimento de água, como sistemas comunitários de tratamento adequados para o consumo humano, bem como a realização de análises periódicas que permitam avaliar a eficácia das medidas adotadas. A proteção da saúde das populações ribeirinhas depende de uma abordagem integrada, que considere simultaneamente os determinantes ambientais, sociais e sanitários envolvidos no uso direto das águas do rio.

No âmbito da saúde pública e para gestão dos riscos associados a essas exposições, recomenda-se o fortalecimento do monitoramento, da atenção primária à saúde das comunidades em torno dos pontos amostrais, bem como treinamento das equipes de saúde para identificação precoce de sinais e sintomas possivelmente relacionados a intoxicação associados à exposição a cianotoxinas, incluindo manifestações gastrointestinais, dermatológicas e hepáticas. A criação de protocolos de notificação e investigação de casos suspeitos pode contribuir para o acompanhamento epidemiológico e para a tomada de decisões baseadas em evidências.

3. CONCLUSÃO

A detecção de densas massas de cianobactérias indica o comprometimento da qualidade da água e da balneabilidade na margem direita do rio Tapajós, especialmente em áreas com intensa circulação de banhistas.

Os resultados do Índice de Estado Trófico (IET), impulsionados pelos altos níveis de Chl-a e FT, classificam o trecho como eutrofizado, criando um cenário de risco iminente à saúde pública. A exposição a toxinas de cianobactérias representa preocupação relevante à saúde pública, sobretudo para crianças, que, devido ao menor peso corpóreo, podem ser mais vulneráveis aos efeitos adversos decorrentes da ingestão acidental de água, contato dérmico ou inalação de aerossóis.

A convergência entre os dados laboratoriais e o sensoriamento remoto valida a urgência de:

1. Emissão imediata de boletins de alerta e sinalização das praias afetadas;
2. Implementação de programas de monitoramento contínuo;
3. Capacitação das equipes de saúde local para identificação de sintomas de intoxicação por cianotoxinas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 - DOU - Imprensa Nacional.** Disponível em:

<<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>.

Acesso em: 27 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 70-71, 25 jan. 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 58-63, 18 mar. 2005.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2020.** São Paulo: CETESB, 2021.

CHORUS, Ingrid; WELKER, Martin. **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management.** 2. ed. London: CRC Press, 2021.

HO, Jeff C.; MICHALAK, Anna M.; PAHLEVAN, Nima. Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s. **Nature**, v. 574, n. 7780, p. 667–670, 31 out. 2019.



LAMPARELLI, Marta Condé. **Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Doutorado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos—São Paulo: Universidade de São Paulo, 3 set. 2004.

MATTHEWS, M. W. Near-term forecasting of cyanobacterial and harmful algal blooms in lakes using simple univariate methods with satellite remote sensing data. **Inland Waters**, v. 13, n. 1, p. 62-73, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20442041.2022.2145839>. Acesso em: 6 mar. 2026.

OLIVEIRA, Fernando Abreu *et al.* Análise de microcistinas nas águas das praias de Ponta de Pedras, Alter do Chão (Santarém, PA) e Pindobal (Belterra,PA). 2025.

PAERL, Hans W. *et al.* Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. **Harmful Algae**, v. 54, p. 213–222, abr. 2016.

WHO. **Toxic cyanobacteria in water - Second edition**. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition>>. Acesso em: 23 out. 2025.

WURTSBAUGH, Wayne A.; PAERL, Hans W.; DODDS, Walter K. Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. **WIREs Water**, v. 6, n. 5, p. e1373, set. 2019.

YOGI, Fernando; STANGANINI, Fabio Noel. Monitoramento de clorofila-a em reservatórios em plataformas geospaciais de código aberto: Estudo de caso – fontes de abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). **Research, Society and Development**, v. 14, n. 2, p. e4614248227, 14 fev. 2025.