

MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO VERTICAL PARA PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À AQUICULTURA EM GAIOLAS NOS RESERVATÓRIOS*

Paulo César VON KRÜGER^{1,3} e Gianmarco Silva DAVID²

¹ Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. ² Instituto da Pesca, IP -APTA/SAA, SP, Brasil.

³ Endereço: CAUNESP. Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/n - Vila Industrial, CEP: 14.884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. e-mail: pc-aqua@hotmail.com

*Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processo nº 50504-5); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo nº 169570/2017-7).

Palavra-chave: aquicultura; gaiola; perfil vertical; oxigênio; clorofila.

INTRODUÇÃO

Nos últimos vinte anos, os reservatórios brasileiros, antes destinados exclusivamente à produção de energia elétrica, cada vez mais são utilizados para a aquicultura em gaiolas (VALENTI *et al.*, 2021). O estado trófico desses ambientes é negativamente influenciado pelas altas taxas de arraçoamento (PILLAY, 2008), potencializando florações de fitoplâncton e cianobactérias, estas, capazes de produzir cianotoxinas associadas a intoxicação humana e animal (HUISMAN *et al.*, 2018), além de responsáveis pelo off-flavor. Eventos naturais de estratificação e desestratificação térmica também alteram o estado trófico desses ecossistemas (TUNDISI *et al.*, 2010), já que a compartimentação das massas de água atua como uma "barreira" à mistura da coluna d'água (MORENO-OSTOS *et al.*, 2008), favorecendo o acúmulo de nutrientes e o déficit de oxigênio hipolimnético. A desestratificação move para a superfície águas anóxicas, ricas em nutrientes, ácido sulfídrico e metano (ENGLÉ e MELACK, 2000), promovendo mortalidade de organismos aquáticos (CARABALLO *et al.*, 2014) e perdas na produção. Portanto, o monitoramento ambiental em áreas aquícolas é essencial para uma atividade sustentável. Este estudo busca entender esses ambientes através da análise limnológica vertical dos parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, clorofila A e ficocianina nos reservatórios hidrelétricos brasileiros de Chavantes, Nova Avanhandava e Ilha Solteira.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em seis fazendas produtoras de tilápia, localizadas nos reservatórios das hidrelétricas de Chavantes (F1), Nova Avanhandava (F2, F3 e F4) e Ilha Solteira (F5 e F6), no Estado de São Paulo, Brasil. As amostras foram coletadas a montante (M), jusante (J) e dentro das fazendas (F). Como F5 e F6 eram vizinhas, foi coletado apenas uma amostra a montante e a jusante para ambas as fazendas (Figura 1). As coletas foram realizadas nas estações de Primavera e Verão entre os anos de 2014 a 2016, compondo cinco coletas classificadas da seguinte forma: Primavera de 2014, Verão de 2015, Primavera de 2015, Verão de 2016 e Primavera de 2016.

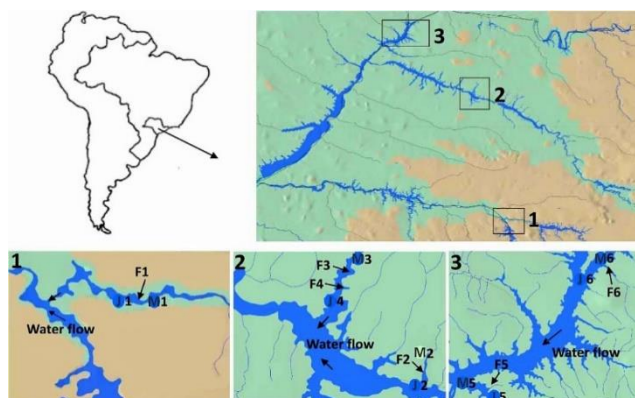


Figura 1. Locais das seis pisciculturas nos três reservatórios hidrelétricos. Reservatório 1: Chavantes (fazenda F1). Reservatório 2: Nova Avanhandava (fazendas F2, F3 e F4). Reservatório 3: Ilha Solteira (fazendas F5 e F6). Amostras: M = montante; F = dentro da piscicultura; J = jusante.

O perfil vertical da coluna d'água foi avaliado usando uma sonda multiparamétrica YSI EXO II, com sensores eletrométricos individuais para medir temperatura e oxigênio dissolvido, e sensores fluorométricos para avaliação de ficocianina e clorofila A.

RESULTADOS

Durante as coletas os reservatórios Chavantes e Nova Avanhandava apresentaram vazões semelhantes, diferente do reservatório de Ilha Solteira, conforme Figura 2.

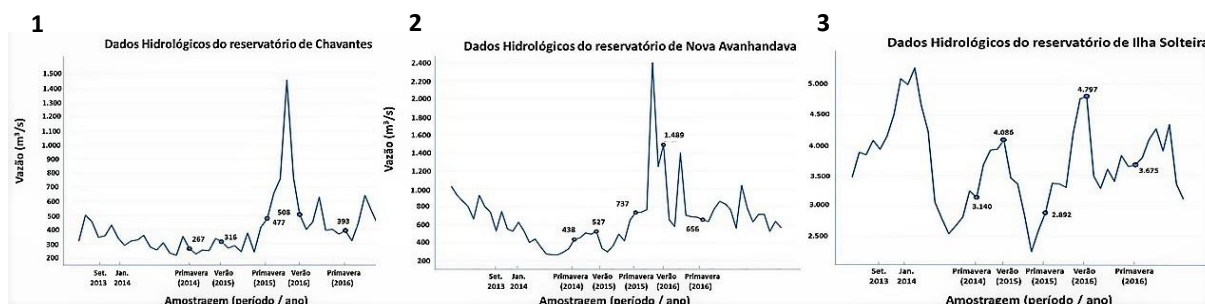


Figura 2. Vazão dos reservatórios de Chavantes (1), Nova Avanhandava (2) e Ilha Solteira (3). **Fonte:** Operador Nacional do Sistema Elétrico.

A termoclina apresentou-se semelhante a oxiclina, com as profundidades de início próximas ou coincidentes. Em Chavantes, no Verão de 2016, em M1 as concentrações de oxigênio dissolvido diminuíram continuamente a partir de 24 m de profundidade (Figura 3A). Nova Avanhandava apresentou situações evidentes de estratificação térmica com anoxia de fundo, bem como valores máximos de pigmentos abaixo das camadas superficiais. No Verão de 2016, em F2, o oxigênio dissolvido atingiu 1,13 mg L⁻¹ a 4,5 m de profundidade (Figura 3B) e na Primavera de 2015, as máximas de clorofila A e ficocianina foram registradas a aproximadamente 4,60 m de profundidade em F2 (Figura 3C). Ilha Solteira apresentou as melhores condições limnológicas, e seu pior cenário foi em F6 no Verão de 2016 (Figura 3 D).

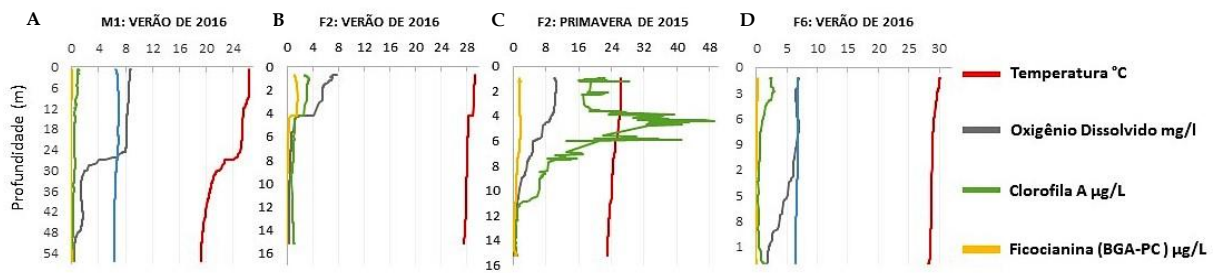


Figura 3. Perfil vertical de Temperatura, Oxigênio Dissolvido, Clorofila A e Fyocianina (BGA – PC) de áreas aquícolas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Registrando concentrações máximas de pigmentos em camadas subsuperficiais, admite-se que águas superficiais, tradicionalmente utilizadas na avaliação do estado trófico aquático, apresentam resultados subestimados. Além disso, o alto teor de oxigênio superficial acompanhado de anóxia de fundo representa riscos para a atividade. Dessa forma, o método de monitoramento utilizado mostra ser uma importante ferramenta para acompanhar mudanças na estrutura vertical dos reservatórios, permitindo uma avaliação limnológica adequada para prevenções de riscos ambientais associadas à aquicultura em gaiolas.

REFERÊNCIAS

- CARABALLO, P.; FORSBURG, B.R.; ALMEIDA, F.F.D.; LEITE, R.G. 2014. Diel patterns of temperature, conductivity and dissolved oxygen in an Amazon floodplain lake: description of a fríagem phenomenon. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 26(3): 318-331. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000300011>.
- ENGLE, D.; MELACK, J.M. 2000. Methane emissions from an Amazon floodplain lake: Enhanced release during episodic mixing and during falling water. *Biogeochemistry*, 51(1): 71-90. <https://doi.org/10.1023/A:1006389124823>.
- HUISMAN, J.; CODD, G.A.; PAERL, H.W.; IBELINGS, B.W.; VERSPAGEN, J.M.; VISSER, P.M. 2018. Cyanobacterial blooms. *Nature Reviews Microbiology*, 16(8): 471-483. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0040-1>.
- MORENO-OSTOS, E.; MARCÉ, R.; ORDÓÑEZ, J.; DOLZ, J.; ARMENGOL, J. 2008. Hydraulic management drives heat budgets and temperature trends in a Mediterranean reservoir. *International Review of Hydrobiology*, 93(2): 131-147. <https://doi.org/10.1002/iroh.200710965>.
- PILLAY, T.V.R. 2008. *Aquaculture and the Environment*. John Wiley & Sons. 208p.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PEREIRA, K.C.; LUZIA, A.P.; PASSERINI, M.D.; CHIBA, W.A.C.; SEBASTIEN, N.Y. 2010. Cold fronts and reservoir limnology: an integrated approach towards the ecological dynamics of freshwater ecosystems. *Brazilian Journal of Biology*, 70(3 suppl.): 815-824. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000400012>.
- VALENTI, W.C.; BARROS, H.P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G.W.; CAVALLI, R.O. 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, 19: 100611. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>.