



Mortalidade de peixes em cultivo com baixa renovação de água: estudo de caso em Parauapebas, Amazônia Central

Rúbia Alessandra Franco Conde dos Santos¹ , Gabriel Araújo Costa Cruz¹ , Adriano Joaquim Neves de Souza², Maria de Lourdes Souza Santos¹, Daniel Dário de Oliveira Nunes² & Maurício Willians de Lima^{3*}

¹ Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, Brasil.

² Cooperativa de Trabalho e Empreendedores Rurais de Palmares II, Parauapebas-PA, Brasil.

³ Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, Brasil.

Recebido 8 julho 2025 / Aceito 5 agosto 2025

Resumo

A piscicultura familiar é uma importante atividade na produção de alimentos e geração de renda para pequenos produtores. Entretanto, o manejo inadequado e a falta de monitoramento contínuo da qualidade da água podem representar um grande risco para o sucesso produtivo. O objetivo deste estudo foi relatar a mortalidade de peixes em cultivo com baixa renovação de água em área assentamento de Parauapebas-PA. Foram coletadas amostras de águas (500 mL) e macroalgas presentes nos viveiros de cultivo. As amostras de água foram analisadas em laboratório conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e as algas foram identificadas por meio da análise morfológica em microscópio óptico e chaves taxonômicas. Os resultados das variáveis físico-químicas revelaram que o pH estava alcalino (7,14), condutividade variando entre 5,0 e 5,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e concentrações de nitrito (NO_2^-) de 0,06 mg/L, nitrato (NO_3^-) de 0,56 mg/L e amônio (NH_3^+) de 0,28 mg/L, indicando um perfil típico de águas com baixa carga nitrogenada, porém com potencial para acúmulo de compostos tóxicos como amônia não ionizada. Houve dominância de *Spirogyra* sp. ($1,2 \times 10^4$ células/mL), alga filamentosa que forma tapetes superficiais, reduz a penetração de luz em até 40% e limita a fotossíntese. As variáveis físico-químicas indicaram condições adequadas para piscicultura. Apesar da água apresentar padrões de qualidade dentro dos limites aceitáveis para cultivados, o afloramento e crescimento de algas não tóxicas pode ter contribuído para a mortalidade dos peixes, uma vez que, sua presença em elevada densidade pode prejudicar a alimentação, locomoção e respiração dos peixes. Adicionalmente, a falta de monitoramento da qualidade de água e o manejo alimentar inadequado podem ter contribuído para mortalidade dos peixes.

Palavras-chave: estado do Pará, algas, qualidade da água, aquicultura familiar.

Abstract - Fish mortality in culture systems with low water exchange: Case study in Parauapebas, Central Amazon

Family fish farming is an important activity for food production and income generation for small producers. However, inadequate management and lack of continuous monitoring of water quality can pose significant risks to productive success. The objective of this study was to report fish mortality in a farming system with low water renewal in a settlement area in Parauapebas, PA. Water samples (500 mL) and macroalgae present in the culture ponds were collected. The water samples were analyzed in the laboratory according to *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, and the algae were identified through morphological analysis using an optical microscope and taxonomic keys. The results of the physicochemical variables revealed that the pH was alkaline (7.14), conductivity ranged from 5.0 to 5.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrite (NO_2^-) concentrations were 0.06 mg/L, nitrate (NO_3^-) was 0.56 mg/L, and ammonium (NH_3^+) was 0.28 mg/L, indicating a typical profile of waters with a low nitrogen load, but with the potential for accumulation of toxic compounds such as un-ionized ammonia. There was a dominance of *Spirogyra* sp. (1.2×10^4 cells/mL), a filamentous alga that forms surface mats, reduces light penetration by up to 40%, and limits photosynthesis.

The physicochemical variables indicated suitable conditions for fish farming. Although the water quality parameters were within acceptable limits for cultivation, the emergence and growth of non-toxic algae may have contributed to the fish mortality, since their presence at high density can impair feeding, movement, and respiration in fish. Additionally, the lack of water quality monitoring and inadequate feed management may have contributed to the fish mortality.

Keywords: State of Pará, algae, water quality, family aquaculture.

Resumen - Mortalidad de peces en cultivos con baja renovación de agua: Estudio de caso en Parauapebas, Amazonía Central

La piscicultura familiar es una actividad importante en la producción de alimentos y la generación de ingresos para pequeños productores. Sin embargo, el manejo inadecuado y la falta de monitoreo continuo de la calidad del agua pueden representar un gran riesgo para el éxito productivo. El objetivo de este estudio fue reportar la mortalidad de peces en cultivos con baja renovación de agua en un área de asentamiento de Parauapebas-PA. Se recolectaron muestras de agua (500 mL) y macroalgas presentes en los estanques de cultivo. Las muestras de agua fueron analizadas en laboratorio de acuerdo con los *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* y las algas fueron identificadas mediante análisis morfológico en microscopio óptico y claves taxonómicas. Los resultados de las variables fisicoquímicas revelaron que el pH era alcalino (7,14), la conductividad variaba entre 5,0 y 5,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y las concentraciones de nitrito (NO_2^-) eran de 0,06 mg/L, de nitrato (NO_3^-) de 0,56 mg/L y de amonio (NH_3^+) de 0,28 mg/L, lo que indica un perfil típico de aguas con baja carga nitrogenada, pero con potencial para acumulación de compuestos tóxicos como amoníaco no ionizado. Hubo dominancia de *Spirogyra sp.* ($1,2 \times 10^4$ células/mL), un alga filamentosa que forma mantos superficiales, reduce la penetración de luz hasta en un 40% y limita la fotosíntesis. Las variables fisicoquímicas indicaron condiciones adecuadas para la piscicultura. A pesar de que el agua presentaba estándares de calidad dentro de los límites aceptables para los organismos cultivados, la proliferación y crecimiento de algas no tóxicas puede haber contribuido a la mortalidad de los peces, ya que su presencia en alta densidad puede perjudicar la alimentación, locomoción y respiración de los peces. Adicionalmente, la falta de monitoreo de la calidad del agua y el manejo alimenticio inadecuado pueden haber contribuido a la mortalidad de los peces..

Palabras clave: estado do Pará, algas, calidad del agua, acuicultura familiar.

Introdução

A aquicultura possui importância social e econômica, possibilitando a geração de renda e o desenvolvimento em áreas rurais, além de colaborar para a diminuição da pobreza e da fome (Siqueira, 2018). No estado do Pará, a aquicultura possui um grande potencial, impulsionado pela abundância de recursos hídricos e pela rica biodiversidade local (Costa & Costa, 2022). Dentre as atividades produtivas da aquicultura, a piscicultura destaca-se e está em plena expansão no meio rural do estado do Pará, mesmo diante dos desafios pela falta de conhecimento dos produtores em algumas regiões.

A piscicultura no estado do Pará é um pilar socioeconômico para comunidades rurais, indígenas e ribeirinhas, representando 23% da produção aquícola da região Norte e garantindo segurança alimentar a mais de 50 mil famílias, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Municípios como Parauapebas destacam-se pela adoção de sistemas de cultivo em tanques escavados, principalmente de espécies nativas como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o matrinxã (*Brycon amazonicus*), que respondem por 70% da produção estadual (Embrapa Amazônia Oriental, 2022).

Além das espécies nativas tradicionais, observa-se em municípios como Parauapebas a expansão do cultivo de tambatinga, híbrido resultante do cruzamento entre tambaqui (*Colossoma macropomum*) e pirapitinga (*Piaractus brachipomus*). Essa estratégia de hibridação foi desenvolvida para reunir características produtivas superiores de ambas as espécies parentais, como crescimento acelerado, maior conversão alimentar e rusticidade, fatores que conferem à tambatinga alto potencial zootécnico em sistemas semi-intensivos e intensivos (Gomes et al., 2010). A espécie apresenta corpo arredondado e profundo, boa conformação de carcaça e elevada taxa de ganho de peso mesmo em ambientes com limitações de manejo ou qualidade de água, demonstrando adaptabilidade a tanques escavados e viveiros (Souza et al., 2021). Estudos apontam ainda sua tolerância a variações ambientais e resistência relativa a doenças, reduzindo riscos sanitários para pequenos produtores (EMBRAPA, 2022b).

Em Parauapebas, a escolha pela tambatinga visa não apenas a diversificação produtiva, mas também o aumento da rentabilidade, já que o híbrido atende à demanda por pescado de qualidade com bom rendimento de filé, contribuindo de forma decisiva para a segurança alimentar e para o fortalecimento socioeconômico das comunidades rurais (Embrapa, 2022a; Costa & Costa, 2022). Contudo, a atividade enfrenta desafios estruturais, como a falta de monitoramento sistemático da qualidade da água, que compromete a sustentabilidade dos viveiros e a população de peixes (Nascimento et al., 2019).

A tambatinga, apesar de sua rusticidade geral e rápido crescimento, apresenta sensibilidade significativa aos impactos indiretos da proliferação algal. Como híbrido de tambaqui e pirapitinga, ela possui altas taxas metabólicas que exigem níveis estáveis de oxigênio dissolvido, tornando-se vulnerável a hipóxia noturna causada pela respiração das algas (Cavero et al., 2007; Gomes et al., 2010). Além disso, estruturas filamentosas de gêneros como *Oedogonium* sp. podem obstruir as brânquias, provocando estresse respiratório e aumentando a suscetibilidade a infecções oportunistas (Melo et al., 2020). Em condições de alta carga orgânica, a mortalidade de alevinos e juvenis de tambatinga é frequentemente observada, gerando prejuízos diretos para pequenos produtores sem assistência técnica suficiente para monitorar e controlar essas florações.

A ausência de conhecimento adequado sobre manejo e planejamento resulta em práticas ineficientes, como a superlotação de viveiros, dimensionamento inadequado dos tanques e baixa qualidade genética dos alevinos utilizados, fatores que elevam a mortalidade e reduzem o desempenho zootécnico dos plantéis (Oliveira et al., 2021) problemas esses agravados com o monitoramento inadequado, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica, o aumento da demanda bioquímica de oxigênio e a ocorrência de eutrofização. Além disso, erros comuns, como a oferta excessiva de ração sem controle de conversão alimentar, ampliam os custos de produção ao mesmo tempo em que deterioram a qualidade da água, criando um ambiente propício à disseminação de doenças (Brito et al., 2020). Esses fatores, somados à dificuldade de acesso a insumos de qualidade, crédito rural e mercados consumidores, tornam o pequeno produtor vulnerável a perdas produtivas e financeiras significativas, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à assistência técnica continuada e à capacitação em boas práticas de manejo aquícola (Silva et al., 2018).

A Resolução Conama nº 357/2005 estabelece que corpos d'água para aquicultura devem manter nitrogênio amoniacal abaixo de 0,5 mg/L (Brasil, 2005). Em Parauapebas, relatos de produtores apontam que casos de mortalidade de peixes coincidem com períodos de intensa proliferação algal, especialmente após chuvas torrenciais que carregam nutrientes de pastagens adjacentes (Costa et al., 2021). A proliferação de algas em viveiros, fenômeno associado à eutrofização, é uma preocupação crescente.

No Pará, pesquisas identificaram que gêneros como *Pediastrum* e *Spirogyra* (Chlorophyta) são predominantes em tanques com alta carga orgânica, podendo reduzir a transparência da água em até 40% (Nascimento et al., 2019). *Pediastrum* sp., uma alga colonial da família Hydrodictyaceae, forma estruturas estreladas que limitam a penetração de luz, prejudicando a fotossíntese de macrófitas benéficas (Bicudo & Menezes, 2017). Já *Spirogyra* sp., conhecida por cloroplastos em espiral, prospera em ambientes lênticos com alta disponibilidade de fósforo ($> 0,3$ mg/L), formando tapetes superficiais que reduzem oxigênio dissolvido à noite (Kelly et al., 2021). Outro gênero identificado, *Oedogonium* sp., possui filamentos que podem obstruir brânquias de peixes, causando estresse respiratório, especialmente em espécies sensíveis como o pirarucu (*Arapaima gigas*) (Melo et al., 2020).

A presença excessiva de algas em viveiros escavados representa um dos principais fatores limitantes para a sustentabilidade da piscicultura em regiões tropicais. A proliferação descontrolada de algas, fenômeno associado à eutrofização, compromete a qualidade da água ao reduzir sua transparência, aumentar a demanda bioquímica de oxigênio e promover flutuações drásticas nos níveis de oxigênio dissolvido, especialmente durante a noite (Nascimento et al., 2019). Essa dinâmica provoca estresse fisiológico nos peixes, eleva taxas de mortalidade, prejudica a alimentação e o crescimento, além de favorecer o surgimento de condições anaeróbias no fundo dos tanques que liberam compostos tóxicos como amônia e sulfetos (Embrapa, 2022).

Problemas relacionados à proliferação de algas e suas consequências econômicas, são relatados em diversas regiões aquícolas do Brasil. No Mato Grosso do Sul, casos de floração de cianobactérias em viveiros de tilápia resultaram em prejuízos superiores a 30% da produção anual em propriedades familiares (Silva et al., 2018). No Amazonas, o crescimento excessivo de *Spirogyra* sp. e outras algas verdes têm sido apontado como responsável por obstrução de redes de abastecimento de água de viveiros e por quedas abruptas na taxa de conversão alimentar em cultivos semi-intensivos de tambaqui (Gomes et al., 2010; Brito et al., 2020). Esses casos demonstram que a eutrofização constitui um desafio nacional para a aquicultura, especialmente em áreas

de agricultura adjacente sem planejamento ambiental, onde fertilizantes e sedimentos são facilmente carregados para os viveiros durante chuvas intensas.

O manejo adequado da qualidade da água e da alimentação é indispensável para evitar esses impactos e garantir a viabilidade econômica da piscicultura. Práticas como monitoramento regular de variáveis físico-químicas, controle rigoroso da oferta de ração, adoção de sistemas de drenagem eficiente e uso de filtros biológicos são fundamentais para reduzir cargas orgânicas e prevenir a eutrofização (Embrapa, 2022). Além disso, a adoção de calendários de remoção mecânica de algas, a construção de barreiras vegetadas para contenção de nutrientes provenientes de pastagens e o licenciamento ambiental exigido pela Instrução Normativa Semas nº 4/2013 são estratégias essenciais para garantir a sustentabilidade da atividade. A implementação dessas boas práticas não apenas minimiza riscos de mortalidade em massa, mas também aumenta a produtividade e a competitividade do pescado amazônico no mercado nacional.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos da proliferação de algas em viveiros escavados no município de Parauapebas, estado do Pará, e discutir estratégias de manejo sustentável para reduzir prejuízos produtivos e econômicos, contribuindo para o fortalecimento da piscicultura local.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado município de Parauapebas, localizado na região sudeste do estado do Pará, Brasil, especificamente no assentamento rural na localidade de Palmares II, nas coordenadas geográficas de 6°06'38" S e 49°54'25" W. O assentamento passa atualmente pela expansão da piscicultura com a construção de 40 unidades de criação em 2024. Por outro lado, a sustentabilidade econômica e ecológica das atividades agrícolas em Palmares II depende do acesso a treinamentos em práticas agrícolas conservacionistas e do fortalecimento das cadeias produtivas locais (Santos & Mitja, 2012).

Coleta de Dados

A coleta de amostras de água foi realizada em dezembro de 2024, em viveiros escavados com cultivo semi-intensivo de tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachipomus*), localizados na zona rural de Parauapebas e caracterizados por baixa renovação hídrica. Foram obtidas amostra de 500 mL antes da alimentação diária homogeneizada e subdividida em três subamostras para análise, armazenada em frasco sob refrigeração para preservar suas características físico-químicas durante o transporte. As amostras seguiram para o Laboratório de Biosistemas Aquícolas Amazônicos (Bioaquam), onde foram medidos pH, condutividade. No Laboratório de Química Ambiental (LQA) foram determinadas as concentrações de nitrito, nitrato e amônio, enquanto que, no Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical (Lecat), responsável pela classificação e identificação taxonômica das algas presentes.

A análise físico-química incluiu a medição de pH e condutividade elétrica, utilizando potenciômetro digital e condutivímetro, calibrados conforme o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). Cada amostra foi analisada em triplicata, os compostos nitrogenados: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), N-amoniaco ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) foram empregados os métodos descritos em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

A identificação das algas presentes nas amostras foi realizada por meio da análise morfológica em microscópio óptico (Olympus CX23, 400×), a partir de lâminas preparada. Foram observadas características morfológicas essenciais, tais como forma e tamanho celular, organização colonial ou filamentosa, ornamentação da parede celular e disposição dos cloroplastos, que permitiram a determinação taxonômica ao nível de gênero e, quando possível, de espécie. O procedimento de identificação seguiu as chaves taxonômicas e descrições morfológicas propostas por Bicudo e Menezes (2017) para Chlorophyta, Santos et al. (2019) para microalgas tropicais e Esteves (2020) para gêneros tropicais, a escolha de conservante bem como os métodos detalhados de identificação triagem foram baseados na 4ª edição de métodos quali-quantitativos de organismos fitoplânctônicos de água doce (Cetessb, 2012). A densidade algal foi estimada por contagem em câmara de Sedgwick-Rafter, classificando-se como rara ($< 10^3$ células/mL), comum (10^3 – 10^4 células/mL) ou abundante ($> 10^4$ células/mL).

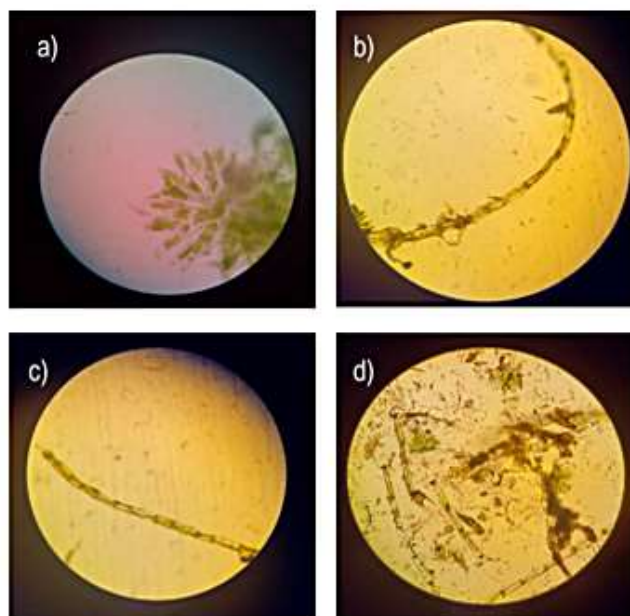
Resultados e Discussão

As variáveis físico-químicas analisadas nos viveiros apresentaram valores médios de pH de 7,14 e condutividade elétrica entre 5,0 e 5,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com concentrações de nitrito (NO_2^-) de 0,06 mg/L, nitrato (NO_3^-) de 0,56 mg/L e nitrogênio amoniacal (NH_3^+) de 0,28 mg/L. A qualidade da água apresentou pH adequado para o cultivo de tambatinga, que tolera variações entre 6,5 e 8,5 (Moraes, 2016). Contudo, a condutividade elétrica, registrada entre 5,0 e 5,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considerado baixa para viveiros escavados (~ 40 a $80 \mu\text{S}/\text{cm}$), podendo comprometer o equilíbrio osmótico dos peixes e provocar estresse fisiológico que os torna mais suscetíveis a doenças e à mortalidade (Moraes, 2016). As concentrações de nitrito, nitrato e amônio mantiveram-se abaixo dos limites críticos para aquicultura definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), sugerindo que, isoladamente, esses compostos nitrogenados não representaram fator de risco agudo para o cultivo.

A presença de Chlorophyta (*Pediastrum* sp., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp.) e Trebouxiophyceae (*Polyedriopsis* sp.), com densidades variáveis pode estar relacionada a qualidade da água de cultivo. A condutividade reduzida geralmente ocorre em ambientes oligotrófico, característico de solos lateríticos da Amazônia, corroborada pela presença de *Polyedriopsis* sp. ($3,8 \times 10^3$ células/mL), alga adaptada a águas pobres em nutrientes (Esteves, 2011). Contudo, a identificação de *Pediastrum* sp. em densidade comum ($2,5 \times 10^3$ células/mL) sugere a existência de microhabitats com moderada disponibilidade de matéria orgânica, possivelmente associada a restos de ração ou decomposição de vegetação marginal, comum em sistemas semi-intensivos (Bicudo & Menezes, 2017), isso se baseia principalmente na própria natureza oportunista do *Pediastrum*, encontrados mais frequentemente em ambientes que apresentem uma taxa relativamente alta de eutrofização como resposta biológica acumulação de MeHg e transferir para a teia trófica local (bioacumulador passivo), particularmente em águas lentas ou estratificadas (Reynolds, 2006). Essa dualidade ecológica — oligotrofia geral com zonas de enriquecimento pontual — reflete a complexidade do viveiro na localidade, onde práticas de manejo interagem com características naturais do solo e hidrologia, bem como os pontos críticos no próprio tanque.

A dominância de *Spirogyra* sp. ($1,2 \times 10^4$ células/mL), alga filamentosa (Figura 1) que forma tapetes superficiais, contrasta com a baixa condutividade, indicando aporte sazonal de nutrientes durante as chuvas intensas de dezembro. Esse padrão foi registrado em microbacias próximas a Percuse dos Canajas, onde atividades agropecuárias adjacentes contribuem para a lixiviação de fertilizantes (Observatório das Interioridades, 2008). A formação de tapetes por *Spirogyra* sp. reduz a penetração de luz em até 40%, limitando a fotossíntese de fitoplâncton benéfico e macrófitas submersas, o que pode levar à hipóxia noturna e mortalidade de peixes.

Figura 1. As microalgas identificadas nos viveiros de piscicultura em Parauapebas, Pará: a) *Pediastrum* sp., b) *Spirogyra* sp. (grau elevado de degradação), c) *Oedogonium* sp. (grau elevado de degradação), d) Conjunção de diatomáceas e *Polyedriopsis* sp., 2024.



A coexistência de *Pediastrum* sp. e *Polyedriopsis* sp. revela ainda a heterogeneidade ecológica: enquanto *Pediastrum* é um clássico exemplo de que o ambiente está com alta porcentagem de zonas com leve acúmulo de sedimentos orgânicos, *Polyedriopsis* caracteriza basicamente um gênero obscuro que não fornece tantos

Actapesca (2025), n. esp., 11-17

estudos que confirmem a relação da propagação em lagos ou mesmo viveiros (Dixon, 1973), provavelmente por ser um agente ativo em domina áreas de água mais estável, típicas de solos lateríticos pobres em nutrientes.

O início da proliferação das algas neste estudo de caso aconteceu aproximadamente em 2020 de forma localizada, durante o período de povoamento. Na segunda tentativa de cultivo, a situação persistiu e resultou em perdas grandes de espécimes que variava de acordo com o período do dia, sendo ainda mais intensa à noite devido à queda de oxigênio dissolvido. Posteriormente, uma outra tentativa foi realizada e novamente houve a presença agressiva e rápida das algas, formando uma crosta espessa e aderente, mesmo adotando medidas preventivas. Ao realizar o corte dos peixes já mortos (Figura 2), foi observada um denso acúmulo de matéria algal compactada. A deposição desta biomassa sobre os filamentos está diretamente relacionada ao bloqueio mecânico das guelras, impedindo a captação eficiente de oxigênio, agravada ainda mais pela decomposição da matéria orgânica associada, que exacerbou a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no ambiente. O resultado foi um ambiente anóxico, promovendo a asfixia dos indivíduos, especialmente durante o período noturno como relatado.

Figura 2. A disposição dos peixes mortos pós retirada dos viveiros impactados, 2024.



Essa dinâmica ressalta lacunas na legislação vigente. A IN Mapa/MPA nº 28/2011, por exemplo, limita-se a variáveis físico-químicas, ignorando que mesmo algas não tóxicas, como *Spirogyra* sp., podem comprometer ecossistemas por mecanismos indiretos (ex.: competição por oxigênio). Em regiões onde a piscicultura é vital para a subsistência, a ausência de diretrizes para controle de densidade algal aumenta a vulnerabilidade socioeconômica das comunidades. Instrução Normativa Semas nº 4/2013, embora exija licenciamento, não prevê medidas específicas para manejo de florações, como rotação de tanques ou introdução de espécies filtradoras.

Os sistemas de piscicultura com baixa renovação de água são alternativas promissoras para produtores que possuem baixa disponibilidade hídrica na produção de peixes, desde que, possuam manejo adequado. Este estudo revelou que, apesar da qualidade da água apresentar variáveis físico-químicas dentro da faixa de tolerância da tambatinga, a presença em excesso das algas *Pediastrum* sp., *Spirogyra* sp., *Oedogonium* sp. podem representar um risco potencial à saúde dos peixes, especialmente quando em elevada densidade, devido à obstrução branquial e à redução do oxigênio dissolvido, além da grande influência nos valores de condutividade elétrica do ambiente. Dessa forma, é plausível que os episódios de mortalidade observados estejam associados tanto às condições físico-químicas da água quanto à proliferação dessas algas, indicando a necessidade de manejo rigoroso para evitar prejuízos produtivos.

Agradecimentos

À Cooperativa de Trabalho e Empreendedores Rurais de Palmares II, Laboratório de Biossistemas Aquícolas Amazônicos (Bioaquam) e Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical (Lecat).

Referências

- APHA - American Public Health Association (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23^a ed.). <https://www.standardmethods.org>
- APHA - American Public Health Association; AWWA. American Water Works Association; WEF. Water Environment Federation. (2012) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF.
- Bicudo, C. E. M. & Menezes, M. (2017). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil* (3^a ed.). RiMa Editora.
- Brasil. (2005). *Resolução Conama n° 357, de 17 de março de 2005*. Ministério do Meio Ambiente. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- Brasil. (2009). *Lei n° 11.959, de 29 de junho de 2009*. Presidência da República. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11959.htm
- Cetesb. (2012). *Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo* (4th ed.). São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/Norma-Tecnica-Cetesb-L5.303-Fitoplancton-de-agua-doce-Metodos-qualitativo-e-quantitativo.pdf>.
- Costa, J. C. O., & Costa, L. C. O. (2022). Legislação e aquicultura no estado do Pará. *Papers do NAEA*, 31(1), 1-15.
- Dixon, P. S. (1973). The Chlorococcales: Morphology, taxonomy and ecology. *Phycologia*, 12(2), 117–124. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-12-2-117.1>
- Embrapa Amazônia Oriental. (2022). *Desafios da piscicultura na Amazônia: Relatório técnico*. <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). *Malha municipal digital do Brasil*. <https://www.ibge.gov.br>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Censo agropecuário: Aquicultura e pesca no estado do Pará*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>
- Kelly, A. M., Koh, L. L. & Melo, R. B. (2021). Algal blooms and fish kills in tropical aquaculture: A review of causes and mitigation. *Aquaculture Reports*, 20, 100735. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100735>
- Mapa-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2019). *Instrução Normativa n° 2, de 10 de janeiro de 2019*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>
- Moraes, T. C. H. Parâmetros zootécnicos e fisiológicos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e híbrido tambatinga (fêmea de *C. macropomum* x macho de *P. brachypomus*) durante cultivo em viveiro escavado (2016). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Cuiabá, Mato Grosso.
- Melo, R. B., Souza, A. R. & Costa, L. F. (2020). Efeito de microalgas tóxicas sobre a sobrevivência de juvenis de pirarucu. *Boletim do Instituto de Pesca*, 46(3), 1–12.
- Nascimento, R. S., Borges, P. A. F. & Santos, A. B. (2019). Florações de algas em viveiros de piscicultura na Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 49(4), 321-328. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201904273>
- Santos, A. M. & Mitja, D. Agricultura familiar e desenvolvimento local: os desafios para a sustentabilidade econômico-ecológica na comunidade de Palmares II, Parauapebas, PA. *Interações*, Campo Grande, 13(1), 39-48, jan./jun. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1518-70122012000100004>
- Siqueira, T.V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, 25(49), 119-170, jun. 2018. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16085>

Como citar o artigo:

Santos, R.A. F.C., Cruz, G.A.C., Souza, A.J.N., Santos, M.L.S., Nunes, D.D.O. & Lima, M.W. (2025). Mortalidade de peixes em cultivo com baixa renovação de água: estudo de caso em Parauapebas, Amazônia Central. *Actapesca*, 23, 178-184.