



Avaliação de fósforo total e espécies nitrogenadas em lagos de piscicultura na região metropolitana de Manaus

Maria B. A. Ferreira^{1*}(PQ), Thaynara S. do Nascimento¹PQ), Nayana de S. dos Santos (PQ)², Kedma Cristine Yamamoto (PQ)², Tereza C. S. Oliveira (PQ)¹.

¹Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, AM, Brasil;

²Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiro – PPGCARP, Manaus, AM, Brasil

* mb5502740@gmail.com

Palavras-Chave: Piscicultura; Fósforo Total; Cromatografia Iônica; Qualidade da Água; Nutrientes.

Introdução

A piscicultura é uma atividade de grande relevância econômica na região amazônica, mas o manejo inadequado pode resultar no aporte excessivo de nutrientes e desencadear processos de eutrofização. O fósforo total é um dos principais indicadores desse processo, enquanto nitrito e nitrato refletem a dinâmica nitrogenada da água. Este trabalho integra análises de fósforo total (UV-Vis), espécies nitrogenadas (cromatografia iônica) e parâmetros de qualidade da água em lagos de piscicultura da região metropolitana de Manaus, com foco nos lagos Andrade e Manuel.

Material e Métodos

As amostras foram coletadas em quatro pontos em cada lago (Andrade e Manuel). O fósforo total foi determinado no LAMESP-LAQUA/UFAM pelo método do ácido ascórbico em espectrofotômetro UV-Vis ($\lambda = 880$ nm). Nitrito e nitrato foram analisados no LAMIN/SGB por cromatografia iônica (Metrohm 930 Compact IC Flex), após filtração (0,45 μ m e 0,22 μ m). Foram também medidos pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), temperatura, turbidez e sólidos totais em suspensão (STS). Os resultados foram comparados à Resolução CONAMA 357/2005, à Instrução Normativa nº 25/2009 e às recomendações técnicas da Embrapa/FAO.

Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos e de qualidade da água estão resumidos na Tabela 1, e demonstram as características dos lagos estudados. Os valores de pH (5,99–6,93), oxigênio dissolvido (1,78–3,47 mg/L), condutividade elétrica (35–73 μ S/cm) e temperatura (30,27–30,38 °C) estão dentro das faixas adequadas para piscicultura. No entanto, foram observadas diferenças marcantes em sólidos totais em suspensão (STS) e sólidos totais dissolvidos (STD): o lago Andrade apresentou STS de 29,1–93,7 mg/L e STD de 36 mg/L, enquanto o lago Emanuel atingiu STS de 65–154 mg/L e STD de 18 mg/L. Os valores de turbidez variaram de 25–28,3 NTU no Andrade e de 25–27,9 NTU no Emanuel. Esses resultados indicam que a turbidez e o acúmulo de partículas suspensas favorecem a adsorção de fósforo e contribuem

para sua maior concentração no lago Emanuel, correlacionando-se positivamente com os teores observados.

| | Parâmetros | Uni. | P1 | P2 | P3 | P4 |
|--------------|------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| Lago Andrade | pH | – | 6.09 | 6.08 | 6.17 | 5.99 |
| | OD | mg/L | 1.86 | 1.78 | 1.78 | 1.85 |
| | Conduct. | μ S/cm | 72 | 73 | 73 | 73 |
| | STD | mg/L | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | Temp. | °C | 30.27 | 30.30 | 30.29 | 30.32 |
| | Turbidez | NTU | 25 | 28.3 | 27.2 | 25.2 |
| | STS em duplicata | mg/L | 59,9 | 29,1 | 50,0 | 63,9 |
| | | | 93,7 | 56,9 | 59,4 | 71,7 |
| Lago Emanuel | Parâmetros | Uni. | P1 | P2 | P3 | P4 |
| | pH | – | 6.93 | 6.32 | 6.11 | 6.02 |
| | OD | mg/L | 3.47 | 3.43 | 3.44 | 3.47 |
| | Conduct. | μ S/cm | 36 | 35 | 35 | 35 |
| | STD | mg/L | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | Temp. | °C | 30.37 | 30.38 | 30.36 | 30.35 |
| | Turbidez | NTU | 27.9 | 26.6 | 23.8 | 25 |
| | STS em duplicata | mg/L | 81,7 | 154,6 | 85,6 | 74,6 |
| | | 65,0 | 140,6 | 91,2 | 74,0 | |

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos dos lagos Andrade e Emanuel.

As determinações de fósforo total apresentaram boa linearidade analítica, com coeficiente de correlação ($R^2 = 0,9978$) para a curva de calibração ($y = 0,2657x - 0,0008$). As concentrações obtidas são apresentadas na Tabela 2, variando de 0,14 a 0,23 mg/L no lago Andrade e de 0,16 a 0,51 mg/L no lago Manuel.

| | PONTOS | Concentração de P (mg/L) | PONTOS | Concentração de P (mg/L) | Resolução CONAMA 357/2005 |
|--------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|---|
| Lago Andrade | P1 | 0,23 ± 0,034 | P1 | 0,16 ± 0,036 | Limite máximo permitido de 0,025 mg/L P |
| | P2 | 0,16 ± 0,011 | P2 | 0,28 ± 0,008 | |
| | P3 | 0,14 ± 0,008 | P3 | 0,36 ± 0,028 | |
| | P4 | 0,14 ± 0,015 | P4 | 0,51 ± 0,029 | |
| | | | | LQ 0,21 mg/L P | |

Tabela 2: Concentração de P em mg/L.

Esses valores são de 6 a 20 vezes superiores ao limite máximo de 0,025 mg/L estabelecido pela CONAMA 357/2005, caracterizando aporte expressivo de fósforo decorrente da alimentação dos peixes e da decomposição de matéria orgânica. O lago Manuel apresentou os maiores valores, refletindo provável acúmulo de nutrientes em função da menor renovação hídrica e maior carga de sólidos.

As concentrações de nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) estão apresentadas na Tabela 3. No lago Andrade, o nitrito variou de 0,027 a 0,029 mg/L e o nitrato de 0,351 a 1,304 mg/L, enquanto no lago Manuel as faixas foram de 0,027–0,028

mg/L e 0,436–1,225 mg/L, respectivamente. Embora todos os valores estejam abaixo dos limites legais (100 mg/L), alguns pontos como o Lago Andrade P4 (1,304 mg/L) e Manuel P3 (1,225 mg/L) ultrapassaram o valor técnico ideal de 1,0 mg/L estabelecido pela Embrapa/FAO. Essa elevação pontual sugere contribuição localizada de resíduos orgânicos e reforça a necessidade de manejo adequado da alimentação e do fluxo d'água.

LAQUA, LAMESP, PPGCARP, NEIVA, LAMIN/SGB-AM, CNPQ e à equipe técnica envolvida nas análises e coletas.

Referências

[1] COSTA, S. M. et al. Low water quality in tropical fishponds in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 3, p. 1181–1195, 2014.

[2] FERRAGUT, C.; BICUDO, D. de C. Efeito de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade periférica em represa oligotrófica tropical (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, n. 3, p. 571–585, 2009.

[3] BRASIL. 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. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF*, n. 53, p. 58–63, 18 mar. 2005.

[4] HAUTMAN, Daniel P.; MUNCH, David J. METHOD 300.1 - Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography. U.S. Environmental Protection Agency, 1997.

[5] VEIGA, L. B. Eutrofização e recuperação de corpos d'água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, n. 4, p. 275–282, 2010.

| Comparação dos valores de nitrito e nitrato no Lago do Sítio Andrade (S.A) | | | | | |
|--|----------------|----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| Amostras | Nitrito (mg/L) | Nitrato (mg/L) | CONAMA 357/2005 | IN 25/2009 Limite legal | EMBRAPA/FAO Limite ideal |
| S.A-P1 | 0,027 | 0,395 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| S.A-P2 | 0,028 | 0,351 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| S.A-P3 | 0,028 | 0,375 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| S.A-P4 | 0,029 | 1,304 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| LQ ¹ mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

| Comparação dos valores de nitrito e nitrato no Lago Emanuel (L.E) | | | | | |
|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| Amostras | Nitrito (mg/L) | Nitrato (mg/L) | CONAMA 357/2005 | IN 25/2009 Limite legal | EMBRAPA/FAO Limite ideal |
| L.E-P1 | 0,027 | 1,225 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| L.E-P2 | 0,028 | 0,436 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| L.E-P3 | 0,027 | 0,658 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| L.E-P4 | 0,027 | 0,469 | 0,1/ 10 mg/L | 0,5 / 100 mg/L | < 0,1/ < 1,0 mg/L |
| LQ ¹ mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

¹Limite de quantificação do Cromatógrafo Iônico.

Tabela 3: Valores de nitrito e nitrato nos lagos Andrade e Emanuel.

As concentrações de nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻) estão apresentadas na Tabela 4 e 5. No lago Andrade, o nitrito variou de 0,027 a 0,029 mg/L e o nitrato de 0,351 a 1,304 mg/L, enquanto no lago Manuel as faixas foram de 0,027–0,028 mg/L e 0,436–1,225 mg/L, respectivamente. Embora todos os valores estejam abaixo dos limites legais (100 mg/L), alguns pontos como o Lago Andrade P4 (1,304 mg/L) e Manuel P3 (1,225 mg/L) ultrapassaram o valor técnico ideal de 1,0 mg/L estabelecido pela Embrapa/FAO. Essa elevação pontual sugere contribuição localizada de resíduos orgânicos e reforça a necessidade de manejo adequado da alimentação e do fluxo d'água.

Em síntese, os dados demonstram que o fósforo total é o principal fator de risco para eutrofização, apresentando correlação positiva com os parâmetros STS, turbidez e STD, principalmente no lago Manuel. Os teores de nitrito e nitrato, ainda que baixos, indicam equilíbrio relativo do ciclo nitrogenado, mas podem potencializar os impactos quando combinados a níveis elevados de fósforo e sólidos suspensos.

Conclusões

Os lagos Andrade e Manuel apresentaram concentrações de fósforo total muito superiores ao limite da legislação, caracterizando risco de eutrofização. O lago Manuel apresentou piores condições gerais, associando altos teores de fósforo e STS. Nitrito e nitrato permaneceram baixos, mas alguns pontos ultrapassaram o ideal técnico, aumentando o risco quando combinados ao fósforo. Recomenda-se monitoramento contínuo, manejo alimentar adequado e estratégias para redução de sólidos suspensos a fim de garantir a sustentabilidade da piscicultura regional.

Agradecimentos

Agradecimentos à Central Analítica da CAM-UFAM, Laboratório de Análise de Água e Qualidade Ambiental –