

Utilização da macrófita aquática flutuante *Pistia stratiotes* no tratamento de efluentes de piscicultura no estado do Amazonas

Antônio Fábio Lopes de Souza¹ & Euclides Luis Queiroz de Vasconcelos²

¹ Doutor em Ciências Pesqueiras nos Trópicos (UFAM)

² Acadêmico de Engenharia de Pesca, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Laboratório de Tecnologia do Pescado.

*Autor para correspondência: E-mail: euclides_luis15@hotmail.com

RESUMO. Os padrões das águas para a criação de peixes e/ou para a proteção da fauna natural são pouco rígidos quanto às qualidades bacteriológicas e estéticas, embora muito exigentes quanto às características químicas, uma vez que os peixes não dispensam a presença de oxigênio, matéria orgânica ou microrganismos como alimento, estabilidade de pH e temperatura. A eutrofização artificial é um dos efeitos negativos que o contínuo lançamento de efluentes pode provocar nos ecossistemas aquáticos gerando impactos prejudiciais à biodiversidade local. Para verificar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes de piscicultura através do uso de macrófitas aquáticas, utilizou-se a macrófita aquática *Pistia stratiotes* como “agente purificador” do efluente gerado por um viveiro de piscicultura. O sistema de tratamento foi composto por um tanque experimental de terra escavado com 120 m² onde foram alocados exemplares da macrófita aquática *Pistia stratiotes* coletados em ambiente lótico não poluído, distribuídas no tanque de maneira que preenchessem aproximadamente 30% de sua superfície. Os resultados alcançados sugerem que o tratamento com a macrófita *Pistia stratiotes* é eficiente na absorção dos nutrientes, podendo dessa forma ser recomendado como medida mitigadora para evitar poluição e/ou eutrofização dos sistemas aquáticos.

Palavras-chaves: Tratamento de efluentes, piscicultor, macrófita aquática

Use of floating aquatic macrophyte *Pistia stratiotes* in the treatment of pisciculture effluent in the state of Amazonas.

ABSTRACT. Patterns of water for fish farming and / or for the protection of natural fauna are lax as to bacteriological and aesthetic qualities although very demanding as the chemical characteristics as the fish do not require the presence of oxygen, organic matter and microorganisms as food, pH and temperature stability. Artificial eutrophication is one of the negative effects that the continuous release of effluents can cause aquatic ecosystems generating impacts harmful to local biodiversity. To check the efficiency of treatment of fish farming wastewater systems through the use of macrophytes, used the aquatic macrophyte *Pistia stratiotes* as "purifying agent" of the effluent generated by a fish farm. The treatment system consisted of an experimental tank excavated earth 120 m² the which were allocated copies of macrophyte *Pistia stratiotes* collected in unpolluted lotic, distributed in the way tank to fill out approximately 30% of its surface. The results obtained suggest that treatment with the macrophyte *Pistia stratiote* is efficient in absorbing nutrients, and may thus be recommended as mitigation measure to avoid pollution and / or eutrophication of water systems.

Keywords: Wastewater treatment, aquaculture, aquatic macrophyte.

Introdução

A piscicultura teve início a mais de dois mil anos antes de Cristo quando os egípcios utilizaram tilápias para povoar seus tanques ornamentais e depois consumi-las em ocasiões especiais. Além dos egípcios, os romanos também construíram açudes destinados a criar peixes e alguns deles estão até hoje em funcionamento. No entanto, foi na China que se encontrou o primeiro documento técnico sobre piscicultura, mais especificamente sobre o cultivo de carpas, escrito por Fan-Li a 450 anos a.C. ([Proença & Bittencourt, 1994](#)).

No Brasil a piscicultura surgiu a partir de 1920 com a introdução da carpa comum (*Cyprinus carpio*), a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e a truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*), muito embora alguns fatores inerentes às espécies exóticas contribuíram para que não houvesse pleno desenvolvimento da atividade. O cultivo de espécies nativas somente se deu na década de 1970 e espécies como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a curimatá (*Pichilodus argenteus*) e os piaus (*Leporinus* sp.) passaram a ser reproduzidos rotineiramente nas estações de aquicultura ([Proença & Bittencourt, 1994](#)).

A atividade no Estado do Amazonas despertou interesse somente nos anos 80 com a implementação das primeiras ações do Programa de Desenvolvimento da Aquicultura (Rolim, 1995). Hoje os piscicultores buscam se consolidar no mercado e superar alguns entraves como a falta de produção de insumos para a fabricação de ração e o preconceito com o peixe de piscicultura que formam barreiras para o desenvolvimento da atividade ([Pereira-Filho et al., 1995](#)).

Apesar de a piscicultura depender totalmente da qualidade e da quantidade da água, a própria atividade provoca alterações na qualidade da água e estas variam de acordo com o tipo de cultivo e com as características inerentes ao corpo d'água que está recebendo o efluente ([Zaniboni Filho, 1997](#)).

De acordo com [Boyd et al. \(1997\)](#) o material orgânico e nutrientes da ração não consumidos, além das fezes e excreção de metabólitos, representam fontes de poluição e carga de dejetos dentro dos viveiros. Embora os dejetos sejam assimilados por processos físico, químicos e biológicos, os efluentes normalmente são mais concentrados que as águas superficiais naturais que os recebem, em termos de sólidos, material

orgânico e nutrientes constituindo-se, então em fontes potenciais de poluição, que podem degradar as águas naturais ([Arana, 1999](#)).

[Pinheiro et al. \(1999\)](#) analisaram a água de viveiros adubados com ração, dejetos de suínos, dejetos de marrecos e água proveniente de rizipiscicultura e os resultados mostraram alterações significativas nos níveis de coliformes fecais, turbidez, e nas concentrações de nitrogênio total, fósforo total, na demanda química por oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais das águas efluentes em relação as águas afluentes dos viveiros.

[Santeiro & Pinto-Coelho \(1999\)](#) estudaram as modificações em algumas variáveis físicas e químicas causadas pela adubação dos viveiros, encontrando variações na temperatura na ordem de 21,5 a 29 °C, pH de 6 a 10, oxigênio dissolvido de 0,5 a 6,5 mg/L antes e depois de adubados os viveiros, respectivamente.

As condições inadequadas de água podem causar prejuízos ao crescimento, à reprodução, à saúde, à sobrevivência e à qualidade dos peixes, comprometendo o sucesso dos sistemas de aquicultura ([Kubitza, 1999](#)).

Os padrões das águas para a criação de peixes e/ou para a proteção da fauna natural são pouco rígidos quanto às qualidades bacteriológicas e estéticas embora muito exigentes quanto às características químicas uma vez que os peixes não dispensam a presença de oxigênio, matéria orgânica ou microrganismos como alimento, estabilidade de pH e temperatura ([Branco, 1972](#)).

A piscicultura é uma atividade que causa degradação da qualidade da água sendo classificada pela agência norte-americana de proteção ambiental (E.P.A.) como uma fonte significativa de poluição ambiental ([Zaniboni Filho, 1997](#)).

Até o início da década de 60, embora já houvesse uma preocupação com a crescente degradação dos corpos d'água, poucos eram os que percebiam as diferenças entre as consequências da poluição e os efeitos da eutrofização ([Pompêo, 1996](#)).

A eutrofização artificial é um dos efeitos negativos que o contínuo lançamento de efluentes pode provocar nos ecossistemas aquáticos gerando impactos prejudiciais à biodiversidade local ([Iwama, 1991](#), [Beardmore et al., 1997](#)). Alguns dos efeitos negativos causados pela eutrofização foram resumidos por [Azevedo Neto](#)

(1988) dos quais vale a pena destacar: o desenvolvimento excessivo e prejudicial de algas; proliferação de macrófitas aquáticas; alterações na biota, com substituição de espécies de peixes e outros organismos; decomposição orgânica, consumo e depleção de oxigênio dissolvido e anoxia; degradação da qualidade da água, alterando a sua composição, cor, turbidez, transparência e prejuízos consideráveis para o uso da água em abastecimento, irrigação e para aproveitamentos hidrelétricos.

Para minimizar os impactos causados pela piscicultura através do lançamento contínuo de efluentes, é importante formular dietas com maior digestibilidade e efetuar o manejo correto das criações (Tacon et al., 1995). Além do que, há que se fazer o tratamento dos efluentes buscando atender as exigências das legislações e as pressões dos órgãos ambientais e da própria sociedade (Henry-Silva, 2001).

O tratamento convencional é um processo muito dispendioso e, como alternativa para a remoção de nutrientes, pode-se utilizar o cultivo em água sem solo de vegetais superiores (Branco et al., 1985).

O uso de macrófitas aquáticas como “agente purificador” justifica-se por sua intensa absorção de nutriente e rápido crescimento, assim como por oferecer facilidades na retirada e pelas possibilidades de aproveitamento da biomassa das plantas (Romitelli, 1983, Granato, 1995).

Pompêo (1996) destaca algumas das formas de aproveitamento da biomassa das macrófitas como na fabricação de fertilizantes, ração animal, geração de energia (biogás ou queima direta), fabricação de papel, extração de proteínas para uso em rações, extração de substâncias quimicamente ativas de suas raízes para uso como estimulante de crescimento de plantas etc. As macrófitas aquáticas desempenham um papel importante na retirada de substâncias dissolvidas, assimilando e incorporando-as à sua biomassa.

Henry-Silva (2001) observou em seu estudo sobre a utilização de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de piscicultura que a água, após entrar no viveiro de piscicultura, apresentou uma diminuição na qualidade em decorrência do aumento das concentrações das diferentes formas de nitrogênio, fósforo e turbidez. O mesmo autor mostrou que, após o tratamento do efluente com macrófitas aquáticas, houve queda nas concentrações dos nutrientes, principalmente no

que se refere ao fósforo e nitrogênio que, de maneira geral, são os principais limitantes ou controladores da produtividade primária e, portanto, são os nutrientes que devem ser removidos ou ter suas cargas reduzidas (Azevedo Neto, 1988).

Para verificar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes de piscicultura através do uso de macrófitas aquáticas, neste estudo utilizou-se a macrófita aquática *Pistia stratiotes* como “agente purificador” do efluente gerado por um viveiro de piscicultura.

Material e Métodos

Este experimento foi realizado em uma unidade privada de piscicultura, localizada na comunidade de Puraquequara no quilômetro 2 do município de Manaus – AM (03°02'46"S; 59°52'53"W). O efluente foi gerado por um viveiro de 14.000 m² com aproximadamente 4.000 peixes da espécie *Colossoma macropomum* (tambaqui) e 12.000 da espécie *Semaprochilodus* sp. (jaraqui). O manejo alimentar foi efetuado com ração peletizada (28% de proteína bruta) fornecida uma vez por dia. O sistema de tratamento era composto por um tanque experimental de terra escavado com 120 m² onde foram colocados exemplares da macrófita aquática *Pistia stratiotes* coletados em ambiente lótico não poluído de acordo com as recomendações de Wolverton & McDonald (1979). As macrófitas foram distribuídas no tanque de maneira que preenchessem aproximadamente 30% de sua superfície (Figura 1).

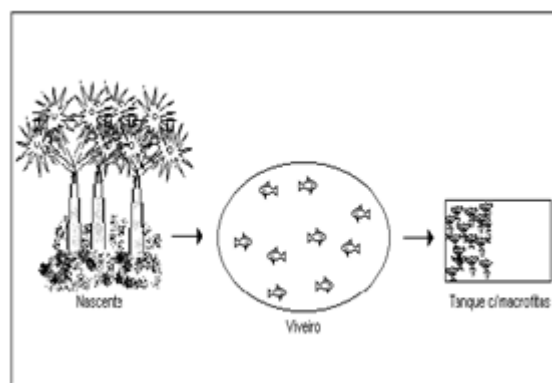


Figura 1. Desenho esquemático da distribuição dos pontos amostrados

Para avaliar as alterações na qualidade da água após passar pelo viveiro de peixes e depois do tratamento com macrófitas, foram coletadas amostras de água em triplicata nos meses de

dezembro de 2015 a fevereiro de 2016, no horário entre 8:30 e 9:30 h. no afluente (nascente), na saída do viveiro (efluente) e depois de passar pelo tanque de macrófitas. Para tanto foram medidas as seguintes variáveis limnológicas:

Temperatura. Para medir a temperatura da água dos ambientes em questão foi utilizado termômetro da marca Fielb Camp Kit Orion 1230.

pH. Os valores foram determinados com pHmetro “water check” da marca VWR Scientific Company.

Oxigênio dissolvido. Os teores de oxigênio dissolvido foram medidos com auxílio de um oxímetro da marca Horiba.

Fósforo Total e Ortofosfato. As concentrações foram obtidas pelo método descrito por [Golterman et al. \(1978\)](#).

Resultados e Discussão

Temperatura

Variações na temperatura modificam a velocidade das reações químicas no ambiente e o equilíbrio de reações de interação entre as proteínas, o que pode promover várias mudanças no funcionamento de vários órgãos do corpo dos peixes. Sendo assim, variações na temperatura corporal provocam mudanças fisiológicas. Uma vez que grande parte do calor gerado pelo metabolismo, que passa pelos tecidos, sangue e brânquias, acaba sendo perdida para o ambiente, a temperatura corporal do peixe fica igual à do meio em que vive, a água ([Baldissserotto, 2002](#)).

Os dados coletados demonstram um ligeiro aumento na temperatura da água após sua entrada nos viveiros, que se recupera após o tratamento com as macrófitas embora ainda elevado em relação à nascente ([Tabela 1](#) e [Figura 2](#)). Testados através de ANOVA (fator único) foram encontradas diferenças significativas entre os locais amostrados ($P = 0,000794$).

pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é considerado um parâmetro especial nos sistemas aquáticos, podendo causar uma série de fenômenos químicos e biológicos ([Arana, 1997](#)). Depende da natureza e da quantidade de materiais dissolvidos e geralmente, está relacionado com a concentração de dióxido de carbono. [Tavares \(1995\)](#) menciona cinco fatores que causam variações no pH da água: respiração, fotossíntese, adubação, calagem e

poluição. Nos organismos, o pH tem efeito direto visto que depende da oscilação de compostos como a amônia, metais pesados, gás sulfídrico, dentre outros, que são tóxicos para organismos aquáticos ([Tavares, 1995](#), [Arana, 1997](#)). A faixa de pH recomendável para a piscicultura está entre 6,5 a 9,0, embora algumas espécies, principalmente na região Amazônica, prefiram águas mais ácidas ([Baldissserotto, 2002](#)). Muitas espécies não suportam valores de pH inferiores a 4,0 e acabam morrendo, além disso, mudanças bruscas podem causar problemas nas brânquias e epiderme e um alto teor de dióxido de carbono aumenta a toxidez das águas ácidas ([Boyd et al., 1997](#)). Os valores encontrados neste estudo apresentaram características de águas ácidas mantendo-se no intervalo de $3,9 \pm 0,3$ a $5,4 \pm 0,4$ conforme apresentado na [Tabela 2](#).

Tabela 1. Média e desvio padrão da temperatura da água nos locais de coleta

Local	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Nascente	$26,4 \pm 1,2$	$26,5 \pm 1,4$	$26,4 \pm 1,0$
Viveiro	$26,8 \pm 1,0$	$26,9 \pm 1,2$	$27,0 \pm 1,3$
Tanque c/ macrófitas	$26,6 \pm 1,3$	$26,7 \pm 1,4$	$26,7 \pm 1,5$

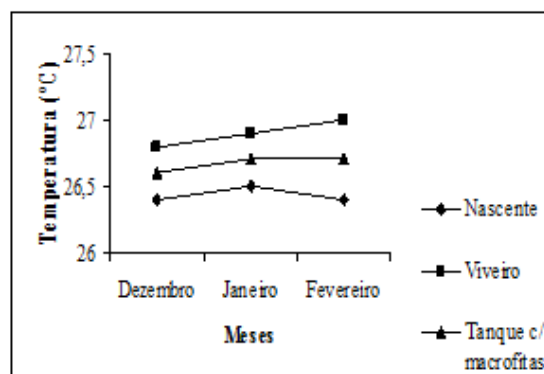


Figura 2. Variação mensal da temperatura nos três pontos amostrados

A figura 3 mostra as variações de pH nos diferentes locais de coleta durante os meses de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016. Os resultados mostram uma diminuição do pH da água coletada do viveiro, o que pode ter sido ocasionado pelo aporte de matéria orgânica proveniente do arrastoamento e excreta dos peixes. Lopes (2002) estudando seis pisciculturas de Manaus encontrou valores mínimos de 4,7 e média de 6,1 após correção com calcário. Tais resultados levam a crer que, de maneira geral, as os ambientes utilizados para a piscicultura são de pH

ácidos corroborando com os valores encontrados neste trabalho. A análise de variância mostrou diferenças ao nível de 5% ($P = 0,001713$), nos valores de pH da água, entre os locais analisados.

Tabela 2. Média e desvio padrão do pH da água nos locais de coleta

Local	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Nascente	$4,8 \pm 0,2$	$5,1 \pm 0,3$	$5,4 \pm 0,3$
Viveiro	$3,9 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,1$
Tanque c/ macrofitas	$4,4 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$

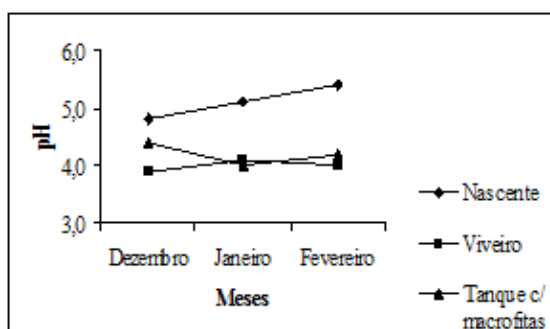


Figura 3. Valores de pH nos meses de dezembro a fevereiro nos locais de coleta

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é o gás mais abundante na água depois do nitrogênio (Pipes et al, 1960). É indispensável para a respiração e por isso é o gás mais importante na vida dos organismos aquáticos (Costa, 1978). As plantas consomem o oxigênio durante o dia e à noite, mas é à noite que o consumo é maior, e não há nenhuma atividade fotossintética, o que diminui ainda mais as concentrações de oxigênio dissolvido (Baldiasserotto, 2002). Em viveiros de piscicultura com produção excessiva de fitoplâncton é comum deficiência de oxigênio nas primeiras horas do dia e em dias nublados, sem luz solar (Izel, 1995). Os valores encontrados para a nascente variaram entre $5,2 \pm 0,3$ e $5,5 \pm 0,4$ mg/L e corroboram com os resultados alcançados por Henry-Silva (2001) que obteve em média 5,6 mg/L.

Como esperado em condições de criação, os teores médios de oxigênio dissolvido em mg/L sofreram queda no viveiro ($4,0 \pm 0,4$ a $4,2 \pm 0,3$). Isto se deve ao número de animais que estão consumindo esse oxigênio e, também, ao consumo por parte do fitoplâncton. Todavia, os valores encontrados estão dentro do intervalo considerado ideal para o cultivo de animais aquáticos que, segundo Tavares (1995) situa-se entre 4 e 6 mg/L.

As amostras de água foram coletadas no horário entre 8:30 e 9:30 h e, de acordo com Arana (1997), o déficit de oxigênio pode se prolongar até a metade da manhã quando começa o processo fotossintético, o que pode ter influenciado para que os valores no tanque com macrofitas fossem baixos (Tabela 3 e Figura 4). Foi detectada diferença estatística entre os locais de coleta ($p=6,06E-05$) quando submetidos à ANOVA (fator único) alfa = 5%.

Tabela 3. Média e desvio padrão do Oxigênio Dissolvido (mg/L) da água

Local	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Nascente	$5,5 \pm 0,4$	$5,3 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,3$
Viveiro	$4,2 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,4$	$4,1 \pm 0,2$
Tanque c/ macrofitas	$2,5 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,3$

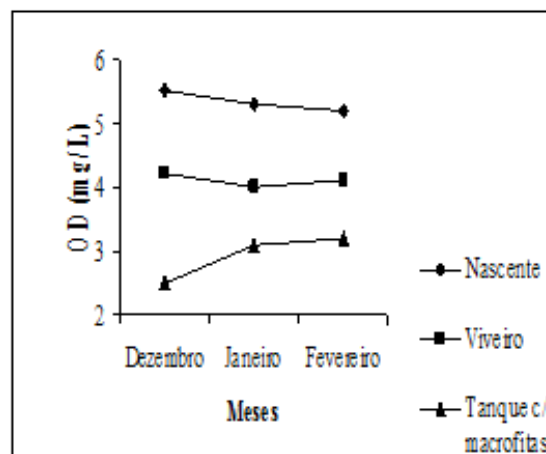


Figura 4. Variação do teor de Oxigênio Dissolvido (mg/L) nos locais de coleta

Fósforo Total e Ortofosfato

Todo o fósforo presente no sistema está sob a forma de fosfato e o ortofosfato é o mais comum e mais utilizado pelas plantas (Tavares, 1995). Os dados amostrados revelam pouca variação nos teores de fósforo total e ortofosfato desde a nascente até o tanque com macrofitas (Tabela 4 e Figura 5).

Tabela 4. Média e desvio padrão do Fósforo Total (mg/L) nos locais de coleta

Local	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Nascente	$0,21 \pm 0,1$	$0,20 \pm 0,2$	$0,19 \pm 0,3$
Viveiro	$0,25 \pm 0,2$	$0,24 \pm 0,5$	$0,25 \pm 0,2$
Tanque c/ macrofitas	$0,23 \pm 0,4$	$0,22 \pm 0,1$	$0,22 \pm 0,4$

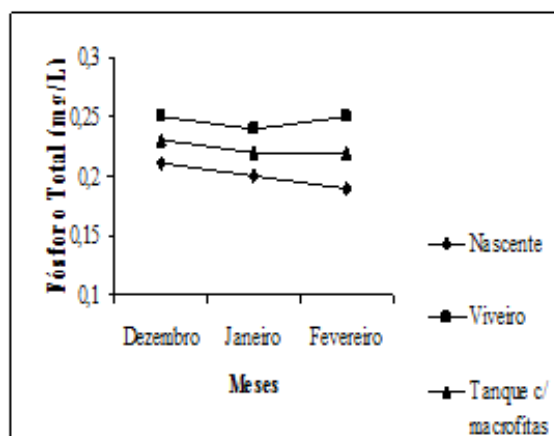


Figura 5. Valores de Fósforo Total (mg/L) nos diferentes pontos de coleta

Os valores encontrados corroboram com os resultados obtidos por [Henry-Silva \(2001\)](#) que encontrou valor médio de 0,22 mg/L de fósforo total na nascente. De acordo com [Boyd et al. \(1997\)](#) valores mais elevados poderiam ocasionar crescimento excessivo de plantas aquáticas, principalmente de fitoplâncton.

Quanto às análises estatísticas, foi encontrada diferença entre os valores nos diferentes pontos amostrados tanto para o fósforo total quanto para o ortofosfato (FT – $p=0,000794$; OF – $p=0,000729$) ([Tabela 5](#) e [Figura 6](#)).

Tabela 5. Média e desvio padrão do Ortofosfato (mg/L) nos locais de coleta

Local	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Nascente	0,10 ± 0,5	0,11 ± 0,8	0,10 ± 0,1
Viveiro	0,12 ± 0,2	0,12 ± 0,4	0,13 ± 0,1
Tanque c/ macrofitas	0,09 ± 0,3	0,08 ± 0,6	0,09 ± 0,2

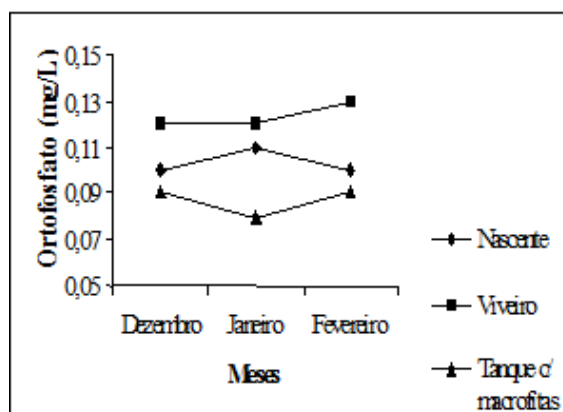


Figura 6. Valores médios de Ortofosfato (mg/L) nos locais de coleta

Conclusões

Os resultados das análises de Fósforo Total e Ortofosfato mostraram-se um pouco acima de valores encontrados em águas naturais não eutrofizadas nas cercanias de Manaus. Isso gera preocupação, pois leva a crer que a água de abastecimento dos viveiros já chega à propriedade com alguma alteração. Observou-se que a água de abastecimento passa por outra propriedade e que frequentemente é feito uso de fertilizantes e agrotóxicos, fato que tem provocado algumas mortes dos peixes segundo o proprietário.

Os resultados alcançados sugerem que o tratamento com a macrófita *Pistia stratiotes* seja eficiente na absorção dos nutrientes, podendo dessa forma ser recomendado como medida mitigadora para evitar poluição e/ou eutrofização dos sistemas aquáticos.

A *Pistia stratiotes* parece ter grande capacidade de assimilar e absorver o ortofosfato, uma vez que os níveis, após o tratamento com a macrófita, ficaram abaixo até mesmo do que na nascente, o que revela sua potencialidade como “agente purificador” de águas.

Embora seja recomendado o uso de macrófitas como tratamento de efluentes de piscicultura, vale ressaltar que não basta deixá-la em uma lagoa ou tanque crescendo sem controle, há que se fazer um planejamento e manejo adequados para o bom funcionamento do sistema de tratamento. Faz-se necessário ainda dar um destino final à biomassa gerada pelo sistema para não causar outro tipo de poluição.

Referências Bibliográficas

- Arana, L. A. V. 1999. Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira. *Entre o Passado e o Futuro*, 4, 1-31.
- Arana, V. L. 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. In: UFSC, E. d. (ed.). Florianópolis.
- Azevedo Neto, J. M. 1988. Novos conceitos sobre a eutrofização. *Revista DAE*, 48, 22-28.
- Baldiasserotto, B. 2002. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Beardmore, J. A., Mair, G. C. & Lewis, R. I. 1997. Biodiversity in aquatic systems in relation to

- aquaculture. *Aquaculture Research*, 28, 829-839.
- Boyd, C., Coelho, S. R. C. & Ono, E. 1997. *Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquicultura*. Mogiana Alimentos S/A, São Paulo.
- Branco, S. M. 1972. Poluição—Alterações na composição física, química e biológica do meio aquático. In: Pesca, I. d. (ed.) *Comissão Interestadual da Bacia do Paraná - Uruguai*.
- Branco, S. M., Bernardes, R. S. & Matheus, C. E. 1985. Produção de alimentos, aproveitamento energético e reciclagem de nutrientes em um sistema ecológico de tratamento de resíduos orgânicos. *Revista DAE*, 45, 113-115.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S. & Ohnstad, M. A. M. 1978. *Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters*. Blackwell, Oxford.
- Granato, M. 1995. *Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos*. CETEM.
- Henry-Silva, G. G. 2001. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal. *Animal Science*. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Iwama, G. K. 1991. Interactions between aquaculture and the environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 21, 177-216.
- Kubitza, F. 1999. *Nutrição e alimentação dos peixes cultivados*, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.
- Pereira-Filho, M., Val, A. L. & Honczaryk, A. 1995. Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro. In: Val, A. L. & Honczaryk, A. (eds.) *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Pinheiro, A.; Black, C.N. 1999. “Influencia do Manejo sobre a Qualidade das Águas Efluentes dos Viveiros de Peixes.” Resumos do VII Congresso Brasileiro de Limnologia.
- Pompêo, M. L. M. 1996. Culturas hidropônicas, uma alternativa não uma solução. *Anais Seminário Regional da Ecologia*, 8, 73-80.
- Proença, C. E. M. & Bittencourt, P. R. L. 1994. *Manual de piscicultura tropical*. Ibama, Brasília.
- Romitelli, M. S. 1983. Remoção de fósforo em efluentes secundários com emprego de. *Revista DAE*, 133, 66-68.
- Santeiro, R.M. & Pinto-Coelho, R.M. 1999. “Variação de Curta Duração de Fatores Limnológicos e da Qualidade do Zooplâncton (*Status nutricional*) Utilizado em Crescimento de Alevinos na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas, Minas Gerais”. VII Congresso Brasileiro de Limnologia, p. 584.
- Tacon, A. G. J., Phillips, M. J. & Barg, U. C. 1995. Aquaculture feeds and the environment: the Asian experience. *Water Science and Technology*, 31, 41-59.
- Tavares, L. H. S. 1995. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Funep, Jaboticabal.
- Wolverton, B. C. & McDonald, R. C. 1979. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) productivity and harvesting studies. *Economic Botany*, 33, 1-10.
- Zaniboni Filho, E. 1997. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Revista Brasileira de Biologia*, 57, 3-9.

Article History

Received 03 October 2016

Accepted 18 October 2016

Available on line 13 November 2016

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.