

**Concentrações letais de fósforo na água para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Luana Cagol<sup>1</sup>, Izabel Volkweis Zadinelo<sup>1</sup>, Lucíola Thais Baldan<sup>2</sup>, Eduardo Luis Cupertino Ballester<sup>2</sup>, Tânia Cristina Pontes<sup>3</sup>, Lilian Dena Dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia/UNIOESTE Campus Marechal Cândido Rondon, Palotina – PR.

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia/UFPR Setor Palotina, Palotina – PR.

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá/Campus Maringá, Maringá – PR.

luanacagol92@gmail.com, izabelzadinelo@gmail.com, baldanlt@gmail.com, elcballester@yahoo.com.br, taniacristina.bio@gmail.com, liliandena@gmail.com.

**Resumo:** A qualidade da água em aquicultura é o conjunto de características ótimas que devem ser mantidas no ambiente, garantindo o sucesso dos cultivos. O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração letal e níveis de segurança do fósforo para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O estudo foi conduzido no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. Foram alocadas 60 juvenis de tilápia com peso médio de  $3,8 \pm 1,3$ g, divididos aleatoriamente em 12 unidades experimentais que consistiam de um recipiente com volume útil de 1 L providas de aeração individual com fotoperíodo de 12/12 h (luz / escuro). Testou-se 12 concentrações diferentes de fósforo total (Fosfato de Potássio PA – Synth<sup>®</sup>), sendo elas: 0, 1, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 5000 e 10000 mg L<sup>-1</sup>. Ao longo das 96 h de teste de toxicidade aguda, os animais mortos (sem movimento observável) foram retirados das unidades experimentais e as mortalidades foram registradas em planilha. As concentrações de 0 à 400 mg L<sup>-1</sup> não foram letais, porém na maior concentração (10.000 mg L<sup>-1</sup>) foi observada 100% de mortalidade em 1 hora. Às concentrações de 5.000 mg L<sup>-1</sup> e 1.000 mg L<sup>-1</sup> provocaram mortalidade de 60% dos peixes em 24 h e 100% em 48 h. Com uma concentração mais baixa, 500 mg L<sup>-1</sup> a mortalidade média foi de 20% para uma exposição à 48 h e 60% a 72 h. A toxidez do fósforo em animais aquáticos parece não ser um sério problema, pois as concentrações utilizadas neste ensaio que foram letais estão muito longe de serem encontradas em águas de cultivo.

**Palavras-chave:** toxicidade, qualidade de água, fosfato.

**Lethal concentrations of phosphorus in the water for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

**Abstract:** The water quality in aquaculture is the set of great features that should be kept in the environment, ensuring the success of crops. The objective of this study was to determine the lethal concentration and match security levels for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study was conducted in Water and Limnology Quality Laboratory of the Federal University of Parana, Sector Palotina. Were allocated 60 juvenile tilapia with average weight of  $3.8 \pm 1.3$  g were randomly divided into 12 experimental units consisting of a container with a volume of 1 L provided individual aeration with a photoperiod of 12/12 h (light / dark ). We tested 12 different concentrations of total phosphorus (BP Potassium Phosphate - Synth<sup>®</sup>), namely: 0, 1, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 5000 and 10000 mg L<sup>-1</sup>. Over the 96 h acute toxicity test, the dead animals (no observable movement) were removed from the experimental units and mortalities were recorded in a spreadsheet. The concentrations of 0 to 400 mg L<sup>-1</sup> are not

lethal, but at higher concentration (10,000 mg L<sup>-1</sup>) was observed 100% mortality within 1 hour. At concentrations of 5.000 mg L<sup>-1</sup> and 1.000 mg L<sup>-1</sup> caused 60% mortality of the fish in 24 hours and 100% in 48 h. With a lower concentration, 500 mg L<sup>-1</sup>, the mean mortality was 20% for an 48 h exposure to 60% to 72 h. The match toxicity in aquatic animals does not seem to be a serious problem because the concentrations used in this test were lethal are far from being found in cultivation water.

**Keywords:** toxicity, water quality, phosphate.

### Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), é a espécie com maior produtividade em cultivos comerciais no Brasil, chegando à cerca de 39% do total do pescado da piscicultura continental (MPA, 2012). Para uma elevada produtividade e o sucesso na piscicultura a manutenção da qualidade da água é um requisito básico que quando não levada a sério pode resultar em prejuízos ao crescimento, saúde e sobrevivência dos peixes (ELER et al., 2001).

A variabilidade dos organismos vivos presentes em um sistema de cultivo aquático define o conceito de biodiversidade e a sua manutenção é importante para conservar sua estabilidade e função (VESCOVI et al., 2009; ISHAQ e KHAN, 2013), pois contribui para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos e preserva os recursos oriundos desses ambientes. Uma das causas mais frequentes de poluição nos ambientes aquáticos ocorre pelo aumento na disponibilidade de nutrientes, processo conhecido como eutrofização (CARDINALE, 2011; BORDOLI e BARUAH, 2014) desencadeada pelo excesso de nitrogênio e fósforo.

O fósforo é um mineral exigido para manutenção de diversas funções metabólicas, produtivas e fisiológicas. Na dieta a concentração de P inorgânico deve atender as exigências necessárias para o desempenho adequado, sem afetar a qualidade da água de produção (ROCHA et al., 2010; DIEMER et al., 2011). O fósforo e o nitrogênio são alguns dos resíduos provenientes que podem causar eutrofização nas águas (GREEN et al., 2002). Também são considerados os nutrientes mais limitantes para produção primária de algas e os mais impactantes em águas doces e ambientes marinhos (BOYD, 1979; 1990). O fósforo não digerido ou o excesso do lixiviado pode aumentar o crescimento de algas, afetando negativamente a qualidade da água (JAHAN et al., 2002). O excesso de nutrientes é um dos fatores que podem influenciar na qualidade dos efluentes oriundos de atividades aquícolas (FURUYA et al., 2010).

Para tilápia do Nilo, a concentração letal de amônia (BENLI e KOKSAL, 2005) e nitrito (ATWOOD et al., 2001) já foram relatadas, porém não há estudos sobre a concentração letal de ortofosfato dissolvido e dos níveis de segurança para cultivo.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a concentração letal ( $CL_{50}$  – 24 a 96h) e níveis de segurança (10% da  $LC_{50}$  – 24h) do fósforo dissolvido em águas para o cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia (LAQUAL) da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. A metodologia utilizada para avaliar a concentração letal média ( $CL_{50}$  – 24 a 96h) foi baseada no manual da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (PELTIER e WEBER, 1985). Foram alocadas 60 juvenis de tilápia com peso médio de  $3,8 \pm 1,3$ g, divididos aleatoriamente em 12 unidades experimentais que consistiam de um recipiente com volume útil de 1 L providas de aeração individual com fotoperíodo de 12/12 h (luz / escuro).

Testou-se 12 concentrações diferentes de fósforo total (Fosfato de Potássio PA – Synth<sup>®</sup>), sendo elas: 0, 1, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 5000 e 10000 mg L<sup>-1</sup>. Ao longo das 96 h de teste de toxicidade aguda, os animais mortos (sem movimento observável) foram retirados das unidades experimentais e as mortalidades foram registradas em planilha. As tilápias não foram alimentadas com o objetivo de se manter a integridade do ambiente experimental. Os parâmetros físicos e químicos, temperatura (Alfakit<sup>®</sup> AT160), oxigênio dissolvido (Alfakit<sup>®</sup> AT160) e fósforo foram mensurados no início e final do experimento.

A determinação da concentração de ortofosfato dissolvido ( $PO_4^{3-}$ ) foi realizada pelo método do ácido ascórbico. Nela ocorre a reação entre molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio em meio ácido ( $H_2SO_4$ ) com o ortofosfato, ocorrendo a formação do ácido fosfomolibdico, que em presença de ácido ascórbico é reduzido para fosfomolibdato, composto de coloração azul intensa característica. A absorbância desta coloração é medida em espectrofotômetro a 880 nm (APHA, 2005).

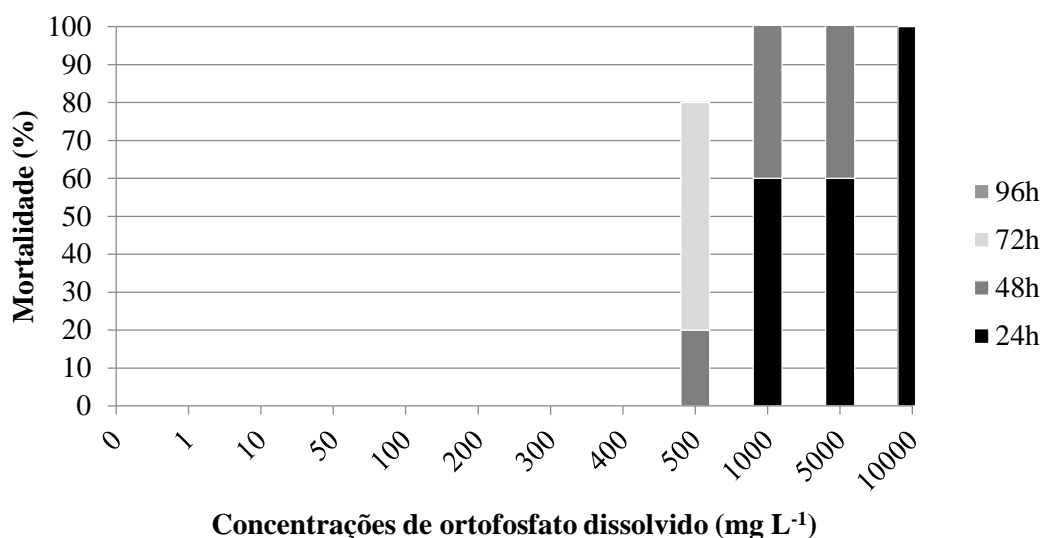
## Resultados e Discussão

Os resultados para os parâmetros físicos e químicos da água foram de 25°C para temperatura,  $5,72 \pm 0,29$  mg L<sup>-1</sup> para oxigênio dissolvido, 6,95 para pH e os níveis de ortofosfato dissolvido permaneceram conforme a concentração inicial proposta para cada tratamento. O estabelecimento de limites para a concentração de fósforo na forma de fosfato no meio aquático tem sido uma preocupação constante na preservação dos lagos e rios, e também para o cultivo de organismos aquáticos. O fósforo total presente na água não deve exceder a 0,1 mg/L para evitar problemas associados ao crescimento de algas e outras plantas aquáticas (APHA, 1998) que podem levar a eutrofização.

A eutrofização da água pode levar a alteração de alguns fatores como, sabor, odor, turbidez e cor da água, além disso, provoca a redução do oxigênio dissolvido devido ao crescimento de plantas aquáticas em grandes quantidades e ocasionar mortalidades dos organismos vivos presentes nos ambientes aquáticos (SMITH e SCHINDLER, 2009).

Testou-se um numero elevado de concentrações pois não há nenhum relato na literatura sobre níveis letais de ortofosfato para peixes, havendo apenas dados de niveis letais para outros parâmetros de nutrientes presentes no meio aquatico, com a amônia e nitrito (PIEDRAS et al., 2006).

No tratamento com a maior concentração de ortofosfato dissolvido (10.000 mg L<sup>-1</sup>) foi observado 100% de mortalidade em 1 hora. Às concentrações de 5.000 mg L<sup>-1</sup> e 1.000 mg L<sup>-1</sup> provocaram mortalidade de 60% dos peixes em 24 h e 100% em 48 h. Com uma concentração mais baixa, 500 mg L<sup>-1</sup> a mortalidade média foi de 20% para uma exposição à 48 h e 60% a 72 h e as concentrações mais baixas de 0 à 400 mg L<sup>-1</sup> não foram letais. Assim um nível de segurança para exposição de juvenis de tilápia é menor que 100 mg L<sup>-1</sup> de fósforo, que representa 10% da concentração letal que matou 60% dos indivíduos em 24 horas, conforme figura 1.



**Figura 1.** Mortalidade das tilápias do Nilo submetidas à concentrações crescentes de ortofosfato dissolvido.

Os níveis letais de concentrações de fósforo para tilápia do Nilo no presente trabalho foram extremamente elevados, por isso não são observados problemas quanto a mortalidade causada por esse composto na piscicultura. O fósforo é encontrado em baixas concentrações na água, porém, devido a fertilizações frequentemente realizadas em sistemas de produções e outras práticas realizadas inadequadamente pode acabar acelerando o processo de eutrofização (ESTEVES, 1998). A principal inclusão de fósforo no ambiente aquático pela piscicultura é por meio de rações e, conseqüentemente, da excreção dos animais (NEU et al., 2014). Alguns estudos afirmam que a criação intensiva de peixes se dá devido as principais perdas de P-orgânico para o meio aquático (ARARIPE et al., 2006).

O fósforo normalmente encontra-se nas águas em geral como fosfatos orgânico e inorgânicos, sob as formas solúveis e insolúveis. As formas inorgânicas de fosfatos solúveis são o  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  (ortofosfato),  $\text{FeHPO}_4^+$ ,  $\text{CaH}_2\text{PO}_4^+$  e as formas insolúveis são complexos fosfato-argilas, complexos metal-hidróxido e minerais (apatita)  $(\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6)$ . As formas orgânicas de fosfatos solúveis são compostos orgânicos dissolvidos como fosfatases, fosfolipídios, inositol, fosfoproteínas, etc. e as insolúveis são o fósforo complexado a matéria orgânica. A forma de ortofosfato é a mais importante por ser a principal forma assimilável pelos vegetais aquáticos (PARRON et al., 2011).

Na piscicultura, 66% do fósforo vindo do arraçoamento vão para o sedimento, 23% é incorporado pelo peixe e 11% se dissolve na água (BUENO et al., 2008). O alimento possui

maior importância que a água para suprir a necessidade em fósforo dos peixes, sendo que aproximadamente 90% do fósforo proveniente desta fonte é destinado a constituição dos tecidos de sustentação (STEFFENS, 1987).

O ortofosfato encontrado em pisciculturas de tanques-rede podem variar entre 0,001mg/L e 0,013mg/L e o fósforo total 0,002mg/L e 0,029mg/L (FEIDEN et al., 2015), podendo chegar a 4,86mg/L em tanques escavados durante a despesca (AZZOLINI et al., 2010), essas oscilações podem ser consequência da movimentação das águas e da liberação do fósforo do sedimento (FEIDEN et al., 2015).

A suplementação de fósforo nas dietas é importante devido a baixa capacidade de assimilação que os peixes possuem do meio aquático (PEZZATO et al., 2006), isso também pode justificar a resistência dos peixes à altas concentrações de ortofosfato disponível no experimento. O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de organismos e pode limitar a produtividade primária dos corpos d'água, onde é importante para participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres, como armazenamento de energia e metabolismo celular (GARCIA et al., 2009). Apesar das concentrações elevadas de fósforo não causarem efeito sobre os peixes, o efeito acumulativo está diretamente relacionado com o crescimento excessivo da comunidade fitoplanctônica e do potencial de crescimento das Cyanobacteria (SEREDIAK e PREPAS, 2014).

Basicamente o estado trófico de um corpo de água pode ser classificado como oligotrófico, mesotrófico e eutrófico, podendo haver subdivisões. No índice de estado trófico (IET), os valores correspondentes ao fósforo total (IET (PT)), devem ser entendidos como medida do potencial de eutrofização, já que esse nutriente atua como agente causador do processo (CETESB, 2009).

O IET de Carlson (1977) desenvolvido para regiões de clima temperado, onde o metabolismo dos ecossistemas aquáticos diferem do de condições tropicais, foi adaptado por Toledo Jr et al. (1983) se tornando mais adequado para determinar o estado trófico em ambientes lênticos.

**Tabela 1.** Valores dos limites das concentrações de fósforo total para os diferentes níveis tróficos, segundo o sistema de classificação proposto por Carlson (1977) e modificado Toledo Jr et al. (1983)

Estado trófico	Fósforo Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Ponderação	Transparência (m)	Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )
Ultraoligotrófico	$\leq 6,0$	$\text{IET} \leq 24$	$\geq 7,8$	$\leq 0,51$
Oligotrófico	7,0 a 26,0	$24 < \text{IET} \leq 44$	7,7 – 2,0	0,52 – 3,81
Mesotrófico	27,0 a 52,0	$44 < \text{IET} \leq 54$	1,9 -1,0	3,82 – 10,34
Eutrófico	53,0 a 211,0	$54 < \text{IET} \leq 74$	0,9 – 0,3	10,35 – 76,06
Hipereutrófico	$>211,0$	$\text{IET} > 74$	$< 0,3$	$>76,06$

Em 2004 Lamparelli propôs a modificação deste diferenciando-o para ambientes lóticos, como os rios (Equação 1 e 2) como também propôs uma nova classificação trófica observada na Tabela 2.

$$\text{IET (PT)} = 10 \cdot (6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \text{ Eq 1}$$

$$\text{IET (Cla)} = 10 \cdot (6 - ((0,7 - 0,6 \cdot (\ln \text{Cla})) / \ln 2)) - 20 \text{ Eq 2}$$

**Tabela 2.** Valores dos limites das concentrações de fósforo total para os diferentes níveis tróficos (LAMPARELLI, 2004).

Estado trófico	Fósforo Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	Ponderação	Clorofila a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	S (m)
Ultraoligotrófico	$\leq 13$	$\text{IET} \leq 47$	$\leq 0,74$	$\geq 2,4$
Oligotrófico	$13 < \text{PT} \leq 35$	$47 < \text{IET} \leq 52$	$0,74 < \text{Cla} \leq 1,31$	$2,4 > \text{S} \geq 1,7$
Mesotrófico	$35 < \text{PT} \leq 137$	$52 < \text{IET} \leq 59$	$1,31 < \text{Cla} \leq 2,96$	$1,7 > \text{S} \geq 1,1$
Eutrófico	$137 < \text{PT} \leq 296$	$59 < \text{IET} \leq 63$	$2,96 < \text{Cla} \leq 4,70$	$1,1 > \text{S} \geq 0,8$
Supereutrófico	$296 < \text{PT} \leq 640$	$63 < \text{IET} \leq 67$	$4,70 < \text{Cla} \leq 7,46$	$0,8 > \text{S} \geq 0,6$
Hipereutrófico	$640 < \text{PT}$	$\text{IET} > 67$	$>7,46$	$< 0,6$

Apesar de apenas níveis muito elevados de fósforo serem letais para os peixes, classes de trofia mais altas refletem no aumento dos custos para tratamento da água, causam uma maior obstrução dos filtros aumentando o consumo de água para lavagem dos mesmos (RITCHER e NETTO, 2005). Além disso, se torna susceptível a floração das cianobactérias

que produzem metabólitos secundários tóxicos que ocasionam doenças e até mortalidades (TUNDISI, 2006).

Barros (2008) analisando o rio Turvo Sujo em Viçosa – MG entre maio de 2007 e fevereiro de 2008, apresentou a classificação trófica como hipereutrófico pela metodologia modificada por Toledo Jr. et al. (1983) observando a média anual de fósforo total (PT), já pela metodologia de Lamparelli (2004), utilizada para ambientes lóticos como os rios, a classificação trófica do rio foi de eutrófico. Por outro lado, Silva et al. (2010) no rio São Francisco Falso no Paraná, classificaram como oligotrófico na maioria das amostras segundo metodologia descrita por Lamparelli (2004), não apresentando riscos de produção de biomassa.

Do norte ao sul do Brasil são observados diferentes níveis de trofia dos rios, inúmeros casos com altos níveis de trofia, isso ocorre principalmente devido a entrada excessiva de fósforo em águas naturais. Esgoto sanitário, efluentes industriais como os de indústrias de fertilizantes, químicas em geral, abatedouros, frigoríficos e laticínios colaboram com a entrada excessiva do fósforo em corpos de água (BARRETO et al., 2013).

### **Conclusão**

A toxidez do fósforo em animais aquáticos parece não ser um sério problema considerando que as concentrações de 0 à 400 mg L<sup>-1</sup> não causaram mortalidades, apenas as concentrações de 500 à 10000 mg L<sup>-1</sup>. As concentrações utilizadas neste ensaio estão muito longe de serem encontradas em águas de cultivo, onde o CONAMA 357/2005 recomenda para águas destinadas a criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de organismos aquáticos para o consumo humano o valor de  $\leq 0,025$  mg L<sup>-1</sup>.

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina e ao Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia (LAQUAL) pelo espaço cedido para realização do experimento.

Ao Laboratório de Sistemas de Produção de Pescado (UFPR, Setor Palotina) pelos peixes cedidos para realização do experimento.



### Referências

- APHA. American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup>. ed. Washington, DC: Water Environment Federation; 1998.
- APHA. American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 21<sup>th</sup>. ed. Washington, DC: Water Environment Federation; 2005.
- ARARIPE, M.N.B.A; SEGUNDO, L.F.F; LOPES, J.B; ARARIPE, H.G.A. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**. 8(2):1-10. 2006.
- ATWOOD, H.L; FONTENOT, Q.C; TOMASSO, J.R; ISELY, J.J. Toxicity of Nitrite to Nile Tilapia: Effect of Fish Size and Environmental Chloride. **North American Journal**. 2001. [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8454\(2001\)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8454(2001)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2)
- AZZOLINI, J.C; ZARDO, F; SEGALIN, C.A. Monitoramento dos efluentes de despesca de tanques de piscicultura em diferentes níveis de deságue. **Unoesc e Ciência**. 2010.
- BARRETO, L; BARROS, F.M; BONOMO, P; ROCHA, F.A; AMORIM, J.S. Eutrofização em rios brasileiros. **Revista Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia. 2013; 9(16):2165-2179.
- BARROS, F.M. Dinâmica do nitrogênio e do fósforo e estado trófico nas águas do rio Turvo Sujo. Minas Gerais. 2008. 172p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008.
- BENLÍ, A. C. K.; KÖKSAL, G. The acute toxicity of ammonia on tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) larvae and fingerlings. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Kırıkkale, v. 29, n. 2, p. 339-344, 2005.
- BORDOLOI, P; BARUAH, P.P. Water quality assessment using phytoplankton in a historical pond of Upper Assam. **Journal of Algal Biomass Utilization**. 5(2)1-7. 2014. ISSN: 2229-6905. doi: 10.19180/2177-4560.v9n115-12.
- BOYD, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: International Center for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.
- BOYD, C.E. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1979.
- BUENO, G.W; MARENGONI, N.G; JÚNIOR, A.C.G; BOSCOLO, W.R; TEIXEIRA, R.A. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. 2008; 30(3):237-243. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v30i3.519
- CARDINALE, B.J. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. **Nature Letters**, 472:86-91. 2011. DOI:10.1038/nature09904.

CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, 22: 361-369. 1977. DOI: 10.4319/lo.1977.22.2.0361.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/variaveis.pdf> Acesso em: 28 jun. 2016.

CONAMA. Lei nº357, 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. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em: 10 mai. 2016.

DIEMER, O; BOSCOLO, W.R; SIGNOR, A.A; SARY, C; NEU, D.H; FEIDEN, A. Níveis de fósforo total na alimentação de juvenis de jundiá criados em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 41(4)559-563, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i4.15017>.

ELER, M.N; CECCARELLI, O.S; BUFON, A.G.M; ESPÍNDOLA, E.L.G. Mortandade de peixes (matrinxã, *Brycon cephalus*, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesquepague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**. 14:35-45. 2001;

ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998.

FEIDEN, I.F.; OLIVEIRA, J.D.S.; DIEMER, O.; FEIDEN, A. Water quality, capacity of holder and best time to fish farming in cages in the reservoir Salto Caxias; **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.20 n.4, p. 589-594, 2015. DOI: 10.1590/S1413-41522015020040114845

FURUYA, W.M; PEZZATO, L.E; BARROS, M.M; BOSCOLO, W.R; CYRINO, J.E.P; FURUYA, V.R.V; FEIDEN, A. Tabelas brasileiras para nutrição de Tilápias. Toledo GFM. 2010. ISBN: 978-85-60308-14-9.

GARCIA, C.A.B; SANTOS, G.P; GARCIA, H.L. Análise dos parâmetros físicos químicos dos viveiros de camarão na Grande Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**. 11(2):209-225. 2009.

GREEN, J.A; BRANDON, E.L; HARDY, R.H. Effects of dietary phosphorus and lipid levels on utilization and excretion of phosphorus and nitrogen by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 2. Production-scale study. **Aquaculture Nutrition**. 8-291-298. 2002. DOI: 10.1046/j.1365-2095.2002.00217.x

ISHAQ, F; KHAN, A. Aquatic Biodiversity as an Ecological Indicators for Water Quality Criteria of River Yamuna in Doon Valley, Uttarakhand, India. **World Journal of Fish and Marine Sciences**. 5(3)322-334. 2013. DOI: 10.5829/idosi.wjfm.2013.05.03.72126

JHAN, P; WATANABE, T; SATOH, S; KIRON, V. A laboratory-based assessment of phosphorus and nitrogen loading from currently available commercial carp feeds. **Fisheries Sci.** 68:579–586. 2002. DOI: 10.1046/j.1444-2906.2002.00464.x

LAMPARELLI, M,C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo. 2004. 238p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/.../TeseLamparelli2004.pdf) Acesso em: 28 jun. 2016.

MALLASEN, M; BARROS, H.P; YAMASHITA, E.Y. Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade de água. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária.** 47-51. 2008. ISSN 1983-3334.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. 2012 Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil. 2009-2010. Disponível em: [http://sinpesq.mpa.gov.br/preps\\_cms/download/boletim\\_2010/boletim\\_estatistico\\_mpa\\_2010.pdf](http://sinpesq.mpa.gov.br/preps_cms/download/boletim_2010/boletim_estatistico_mpa_2010.pdf) Acesso em: 26 mai. 2016.

NEU, D.H; BOSCOLO, W.R; DIEMER, O; CAMARGO, D.J; WACHTER, N; FEIDEN, A. Qualidade da água em um reservatório neotropical associado a criação de peixes em tanques-rede: reservatório da Itaipu. **Revista Agrarian.** v.7 n23. P.139-146. 2014. ISSN:1984-2538

PARRON, L.M; MUNIZ, D.H.F; PEREIRA, C.M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico química da água. **Embrapa florestas**, documento 232. Colombo-PR, 219p. 2011. ISSN 1980-3958.

PELTIER, W.H; WEBER, C.L. Methods for measuring the acute toxicity of effluents to freshwater and marine organisms. EPA-821-R-02-012. 5º ed. Washington. **Environmental Protection Agency Office of Water.** 2002.

PEZZATO, L.E; ROSA, M.J.S; BARROS, M.M; GUIMARÃES, I.G. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. **Ciência Rural.** 36(5):1600-1605. 2006. ISSN 0103-8478. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000500041>.

PIEDRAS, S.R.N; OLIVEIRA, J.L.R; MORAES, P.R.R; BAGER, A. Toxicidade aguda da amônia não ionizada e do nitrito em alevinos de *Cichlosoma facetum* (JENYNS, 1842). **Ciência Agrotecnologia.** Lavras, 30(5):1008-1012, 2006.

RICHTER, C.A; NETTO, J.M.A. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgar Blücher, 2005. ISBN: 8521200536.

ROCHA, C.B; POUHEY, J.L.F; PIEDRAS, S.R.N; ENKE, D.B.S; FERNANDES, J.M. Fitase na dieta de alevinos de carpa húngara: desempenho e características de carcaça. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootenia.** 62(6):1462-1468. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000600024>.

SEREDIK, N.A; PREPAS, E.E. Eutrophication of Freshwater Systems. Reference Module In: Earth Systems and Environmental Sciences. **Treatise on Geochemistry**, 11:305–323. 2014. ISBN: 978-0-12-409548-9.

SILVA, G.S; MIOLA, S; SILVA, G.S; SOUSA, E.R. Avaliação da qualidade das águas do rio São Francisco Falso, tributário do reservatório de itaipu, Paraná. **Eclética Química**. 35(3)117-122. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702010000300011s>.

SMITH, V.H; SCHINDLER, D.W. Eutrophication science: where do we go from here?. **Trends in Ecology and Evolution**. 24:201-207. 2009. DOI:10.1016/j.tree.2008.11.009.

STEFFENS, W. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Editora Acribia. Zaragoza, 1987. ISBN 9788420006079.

TOLEDO JR, A.P; TALARICO, M; CHINEZ, S.J; AGUDO, E.G.A. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 12. **Anais...** Camboriú, 1983. (Resumo IV-022).

TUNDISI, J.G; MATSU, M.T; SIDAGIS, G.C. Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle. **Science Open**. IIE, Iiega, IAP, Ianas, ABC. 531p. 2006.

VESCOVI, L; BERTEAUX, D; BIRD, D; BLOI, S. Freshwater Biodiversity versus Anthropogenic Climate Change. World Water Assessment Programme. Paris: United Nations Educational, **Scientific and Cultural Organization**. 2009. ISBN 978-92-3-104134-1.