

CONDIÇÕES LIMNOLÓGICAS DO RESERVATÓRIO DA UHE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA CRIAÇÃO DE PEIXES EM TANQUES-REDE

RESUMO

A existência de diversos reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil apresenta a possibilidade da utilização destes recursos hídricos para a criação de peixes em sistema de tanques-rede, o que contempla a ideia de uso múltiplo dos recursos hídricos. Esse sistema de produção enriquece o ambiente aquático com nutrientes, principalmente o nitrogênio e fósforo, oriundos dos dejetos do metabolismo do alimento e com eventuais sobras de alimentos pelos peixes. A emissão desses nutrientes em níveis acima do limite que o sistema é capaz de metabolizar pode provocar o fenômeno da eutrofização, comprometendo a qualidade da água para os seus usos múltiplos. Este estudo avaliou as condições limnológicas do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães na influência do cultivo de peixes em tanques-rede, através da análise das alterações dos parâmetros físicos e químicos da água, comparando-os com a Resolução CONAMA 357/05. As amostras para as análises foram obtidas bimestralmente durante um ano, em cinco pontos distribuídos na região onde foi instalado o sistema de cultivo. Os resultados demonstram tanto variações temporais, quanto espaciais, estando dentro dos valores normais indicados pelo CONAMA. A exceção foi o fósforo total, que chegou a apresentar concentrações 10 vezes acima do recomendado pela Resolução. Observou-se que este nutriente não foi limitante, pois o reservatório apresenta esta característica. Assim, para que essa atividade se desenvolva de forma sustentável, é necessário avaliar as condições limnológicas do ambiente na qual estão inseridas.

PALAVRAS-CHAVES: Reservatório; Meio Ambiente Aquático; Recursos Hídricos; Condições Limnológicas.

LIMNOLOGICAL CONDITIONS OF THE RESERVOIR OF THE UHE LUIS EDUARDO MAGALHÃES DAM IN THE AREA OF THE GROWING FISH IN TANK- NET SYSTEM

ABSTRACT

The existence of several reservoirs of hydroelectric plant dams in Brazil presents the possibility of using these hydric resources for growing fish in tank-net system, which means the idea of multiple uses of these water resources. This production system enriches the aquatic environment with nutrients, mainly nitrogen and phosphorus, originated from food and with eventual food leftovers and dejections resulting from the fish metabolism. The emission of these nutrients, in levels above the capability of the system can provoke the eutrophication phenomenon, compromising the water quality to its multiple uses. This study evaluated the limnological conditions of the reservoir of the UHE Luis Eduardo Magalhães on growing fish in tank-net system through the physical and chemical parameters of the water analysis alterations, comparing them to the CONAMA 357/05 Resolution. The samples for the analyses were collected bimonthly during a year, in five different points distributed in the region where the culture system was set. The results demonstrate both time and space variations, inside the normal values indicated by the CONAMA. The exception was the total amount of phosphorus, that presented concentrations 10 times above the level recommended by the Resolution. The reservoir observation showed that this nutrient was not limiting, therefore the reservoir presents this characteristic. So, in order to develop itself in a sustainable way, this activity needs evaluate the limnological conditions of the environment in which it is set.

KEYWORDS: Reservoir; Aquatic Environment; Hydric Resources; Limnological Conditions.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.2, Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov 2015.

ISSN 2179-6858

SECTION: Articles
TOPIC: Recursos Hídricos



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0013

Florisvardo Tavares Sousa

Secretaria de Educação do Estado do Tocantins, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4191323676263456>
florisvardo@uft.edu.br

Paula Benevides de Morais

Universidade Federal do Tocantins, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8545749738251622>
moraispb@uft.edu.br

Received: 13/02/2015

Approved: 14/10/2015

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

SAOUZA, F. T.; MORAIS, P. B.. Condições limnológicas do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães na área de influência da criação de peixes em tanques-rede. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.6, n.2, p.183-191, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0013>

INTRODUÇÃO

Reservatórios são construídos para vários propósitos e, entre eles, se destacam aqueles para abastecimento de água, irrigação, geração de energia, prevenção de enchentes e recreação. São formados com o barramento de um vale natural com formação artificial de lagos, associados a uma bacia de drenagem natural, e com as vazões de fluentes sujeitas a controle. O Brasil possui grande potencial hídrico, e condições extremamente favoráveis para a aquicultura. São mais de cinco milhões de hectares de áreas represadas nos reservatórios, construídos, principalmente com a finalidade de geração de energia elétrica que poderão ser aproveitados na produção de organismos aquáticos. Se 1% dessa área fosse utilizada para a produção intensiva de peixes com uma densidade média de $150 \text{ kg m}^{-3} \text{ ano}^{-1}$ com dois ciclos anuais seria possível produzir um total de 82,5 milhões de toneladas. Esse valor colocaria o Brasil como segundo maior produtor aquícola do planeta (LEONHARDT, 2007).

O Estado do Tocantins possui grande potencial hidrelétrico, concentrado, principalmente, na bacia Tocantins-Araguaia, com previsões para conclusão e construção de seis usinas hidrelétricas, dentre as quais já se encontra concluída a UHE Luis Eduardo, formando um lago de 630 km^2 , no qual tem gerado grande interesse comercial para o desenvolvimento da aquicultura. Esse cultivo intensivo de peixes é feito em tanques-rede, com estruturas de tela ou rede, fechadas por todos os lados e fixadas dentro do lago para aprisionar os peixes e permitir a troca completa de água, de forma a remover os seus metabólitos e fornecer oxigênio aos organismos confinados (BEVERIDGE, 1987).

Embora este sistema produtivo seja altamente vantajoso, ele emprega um considerável volume de insumos alimentares para a produção de peixes num espaço reduzido e sob altas densidades, com o conseqüente lançamento de restos de alimentos e metabólitos diretamente no ambiente, sendo, portanto, fonte em potencial de impacto ambiental. Os impactos negativos são relacionados principalmente à adição de nutrientes particulados ou dissolvidos, proveniente da excreção animal ou resíduos da alimentação (PHILLIPS et al., 1985; ACKEFORS & ENELL, 1990). Esses efluentes do cultivo têm sido comparados aos efluentes domésticos, liberando grande quantidade de nitrogênio e fósforo, que são os nutrientes mais limitantes à produtividade primária em ambientes aquáticos naturais, favorecendo a aceleração do processo de eutrofização nos ambientes aquáticos, causando assim, uma diminuição do teor de oxigênio dissolvido principalmente nas camadas mais profundas do reservatório, como também o surgimento de patógenos, o que pode acarretar na mortalidade dos peixes (NAYLOR et al., 2000).

Para Beveridge (1984) e Kubitzka (1999), essa dinâmica das principais perdas de P-orgânico para o meio aquático está associado à criação intensiva de peixes em tanques-rede; neles a principal fonte de incorporação seria a partir do arraçoamento, pois as rações comerciais balanceadas utilizadas apresentam, em média, teor de fósforo orgânico de 0,50 a 1,0%,

equivalente a 5,0 a 10,0 kg de fósforo por tonelada de ração. Estudos indicam que somente 32% do fósforo são utilizados para o metabolismo do peixe e os 68% restantes são transferidos para o meio (PENCZAR et al., 1982), sendo este capaz de induzir o processo de eutrofização (ESTEVES, 1998). A eutrofização é o enriquecimento do ecossistema aquático com nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, causando uma série de alterações, tais como o aumento da produção de matéria orgânica (Smith et al., 2006) e deterioração da qualidade da água, representando uma das mais comuns e complexas perturbações observadas nos lagos e reservatórios do mundo (CARPENTER et al., 1998). A intensificação das atividades biológicas pelo enriquecimento de nutrientes conduz o ecossistema aquático a transformações dramáticas na sua estrutura e funcionamento (SMITH et al., 2006).

Reforçando esta ideia, Alves e Baccarin (2005), informaram que 66% do fósforo aportado pelo arraçoamento intensivo vão para o sedimento, 11% ficam dissolvidos na água e 23% são incorporados no peixe em cultivo. Pearson e Gowen (1990), também avaliando os impactos deste sistema produtivo em ambientes aquáticos, afirmaram haver perda de 20% do alimento antes de ser ingerido. Guo e Li (2003), ao realizarem um experimento no lago Niushanhu na China, verificaram que a taxa de utilização da dieta por peixes cultivados em sistemas intensivos é de 14,85 para nitrogênio e de 11% para o fósforo.

Portanto, para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável e ecologicamente correta é importante ressaltar a necessidade da prática de um manejo específico das áreas aquícolas. O efetivo monitoramento e acompanhamento das condições do ambiente aquático e suas características e respostas em relação às funções naturais e influências antrópicas no sistema, auxiliarão na validação para a regulamentação de empreendimentos aquícolas, de acordo com as leis em vigor (AYROSA et al., 2006). Estudos limnológicos fornecem um diagnóstico da real situação de destes ambientes aquáticos, sendo parte relevante do monitoramento da qualidade de suas águas. O objetivo deste trabalho foi analisar e monitorar as condições limnológicas da água do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, na área de influência do cultivo experimental de peixes nativos em tanques-rede, comparando-os com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005, para cursos de água em condição classe 2.

METODOLOGIA

A área do experimento estudado está situada no Reservatório formado pelo barramento da UHE – Luis Eduardo Magalhães na Unidade Demonstrativa Tecnológica de Engorda de Peixes Amazônicos em Tanque-rede, no Centro Agrotecnológico de Palmas - CAP, pertencente à Secretária da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado do Tocantins – SEAGRO, localizado no município de Palmas (Figura 1). O CAP insere-se na zona rural de Palmas, na rodovia TO-050, no km 35 e os tanques-rede ficam localizados nas coordenadas geográficas latitudes 10°23'41,7"S e longitude 48°22'27,9"W, meridiano -51 W e a 212 metros de altitude.

O reservatório iniciou seu enchimento em setembro de 2001, com encerramento em fevereiro de 2002, resultando em uma área inundada que abrange 630 Km², 172 km de extensão e com tempo de residência da água de 24 dias e profundidade média de 3 metros (REIS PEREIRA, 2002).

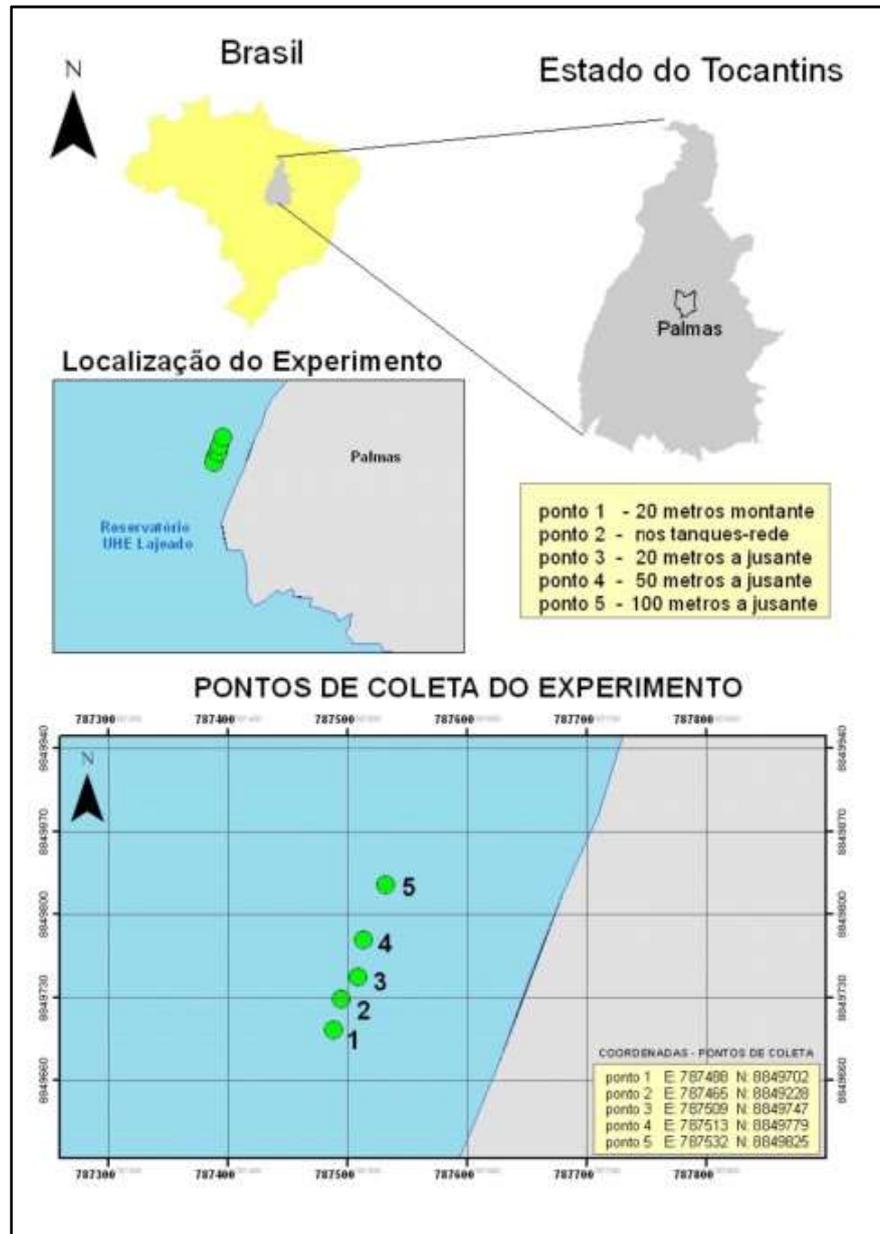


Figura 1: Localização do experimento e pontos de coletas.

A área aquícola no qual estão instalados os tanques-rede apresenta uma profundidade média de 2,10 m. A unidade de cultivo possui uma linha com dez tanques-rede (Figura 2), com espaçamento de dois metros entre os tanques-rede, sendo que cada tanque apresenta área de 2,0m de largura, 2,0m de comprimento e 1,2m de profundidade, sendo cultivado a espécie *Colossoma macropomum* (Figura 3).



Figura 2: Linha de tanques-rede.



Figura 3: *Colossoma macroporum* (Tambaqui).

Na primeira coleta, antes da introdução dos peixes nos tanques-rede, foram selecionados 04 pontos amostrais, de acordo com o projeto de disposição dos tanques-rede. Após a introdução dos peixes, a partir da segunda coleta adotou-se mais um ponto 50m a jusante dos tanques-rede, com o intuito de verificar a capacidade de autodepuração do reservatório (Figura 1). As amostras tiveram volumes conhecidos de água do lago formada pelo barramento da UHE – Luís Eduardo Magalhães na Unidade Demonstrativa Tecnológica de Engorda de Peixes Amazônicos em Tanque-rede, da SEAGRO, coletadas em subsuperfície com garrafa de Van Dorn, em intervalos bimestrais, no período de um ano, abrangendo o período seco e o período chuvoso, sendo que, para os pontos 1, 3, 4, e 5 as amostras foram simples, e no ponto 2 a amostra foi composta.

Foram quantificados variáveis limnológicas (físicas e químicas da água), tais como: temperatura, profundidade, transparência, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, nitrogênio e concentração de fósforo total, que foram analisados segundo as metodologias propostas em APHA (2005), (Tabela 1).

Tabela 1: Variáveis limnológicas e métodos utilizados no estudo.

VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA		
VARIÁVEIS	TÉCNICA/EQUIPAMENTO MARCA	REFERÊNCIA
Condutividade (µS)	Medida direta /condutímetro HANNA	APHA (2005)
Temperatura da água (°C)	Medida direta /termômetro	APHA (2005)
Transparência (m)	Disco de Secchi	APHA (2005)
Turbidez (NTU)	Turbidímetro, Horiba U-22	APHA (2005)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Winckler, modificado pela azida sódica,	APHA (2005)
pH	Método eletrométrico/HANNA	APHA (2005)
Nitrogênio Total (mg/L)	Método de destilação Kjeldahl	APHA (2005)
Fósforo (mg/L)	Espectrofotometria	APHA (2005)

RESULTADOS

Analisando a média das variáveis físico-químicas da água durante o estudo (Tabela 2), verificam-se os seguintes resultados: Os valores da temperatura da água, nesta área de cultivo, mostraram uma sazonalidade na distribuição de maneira bem clara, com variação entre 26 e 31°C. Esses resultados foram similares aos encontrados por Marques (2006), que obteve no mesmo reservatório, médias entre 25°C e 31,7°C, considerada por Kubitza (2003), como ideal para peixes de clima subtropical e tropical.

A transparência medida pelo disco de Secchi mostrou variação média entre 1,16m e 1,88m, com maior valor registrado no mês de julho, época na qual não houve precipitação pluviométrica. Os meses de seca (abril a outubro) apresentaram águas mais transparentes que no período das chuvas (novembro a março), com exceção do mês de setembro, que apresentou média de 1,30m. Este valor pode ser explicado pelo elevado índice pluviométrico no mês de setembro, 148,20mm, considerado atípico para o mês. Tundisi (2005) salienta que, o fator climático desempenha importante papel em relação à variável da transparência, atuando também nas concentrações de outros nutrientes primários.

Tabela 2: Valores médios de profundidade (PF), temperatura (TP), oxigênio dissolvido (OD), transparência (TS), nitrogênio (N), pH, fósforo total e condutividade (CE), na área agrícola do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, em Palmas, Estado do Tocantins, durante um ano.

Época	PF (m)	TP (°C)	OD (mg L ⁻¹)	TS (m)	N (mg L ⁻¹)	pH	P (mg L ⁻¹)	CE (µS cm ⁻¹)
Julho	2,09	26,0	6,92	1,80	1,63	7,68	0,080	88,90
Setembro	2,38	30,6	8,47	1,16	1,80	7,63	0,187	81,53
Novembro	1,96	31,0	9,16	1,63	1,58	7,80	0,275	83,30
Janeiro	2,36	30,0	7,06	1,24	1,92	7,50	0,137	73,44
Março	2,44	30,3	10,68	1,38	1,40	6,34	0,059	61,80
Maio	2,19	29,2	7,10	1,48	1,68	6,92	0,314	68,80
Julho	1,96	26,9	8,03	1,88	1,12	6,73	0,343	87,20

A média do pH durante o estudo foi de 6,34 a 7,80, valores que contribuem para o bom desenvolvimento no cultivo de peixes e não comprometem a qualidade da água do ecossistema em questão. Peixoto (2007), realizando estudo no reservatório da UHE Lajeado, observou valores de pH na faixa de 7,6. Segundo Vinatea-Arana (1997), a faixa de pH adequada para a produção de peixes varia entre 6,5 a 9,0. Os valores de oxigênio dissolvido oscilaram entre 6,74 mg/L e 8,60 mg/L no período de seca, enquanto que, a concentração desse gás variou entre 6,30 mg/L e 11,66 mg/L na época de chuva, sendo esta a maior concentração das duas épocas de estudo, sendo atribuído a redução do pH nesse período.

A resolução do CONAMA de 2005 que utiliza em sua classificação de águas, entre outros fatores, os valores de oxigênio e pH, estabelece padrões máximos de emissão destes elementos. Analisando a Tabela 2, pode-se constatar que, neste estudo, não foram encontrados valores de oxigênio dissolvido inferiores a 6 mg L⁻¹. Além disso, os valores de pH se mantiveram alcalinos, não ultrapassando 7,80. Portanto, a água da área de estudo classifica-se como água doce de classe 2, podendo ser utilizada para aquicultura.

MARQUES (2006), também observou valores semelhantes de oxigênio dissolvido na água da UHE Lajeado durante o período de estudo, o mesmo acontecendo com PEIXOTO (2007). Em relação à condutividade, os valores encontrados apresentaram variação, máximo de $88,90 \mu\text{S cm}^{-1}$ em julho/06 e o mínimo de $61,80 \mu\text{S cm}^{-1}$ em março (Tabela 2), valores próximos aos encontrados por Peixoto (2007), no mesmo reservatório.

Para Boyd et al., (2003), altos índices de condutividade são ocasionados por fontes não-pontuais, como efluentes de áreas residências, águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas. Mudanças significativas podem ser indicadores que processos de poluição estão ocorrendo com a descarga de material na água.

Já as concentrações de fósforo encontradas nas amostras da área de influência dos tanques-rede, alcançaram valor médio de $0,059$ a $0,314 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 2). Essas concentrações nos permite afirmar que, cerca de 80% das amostras, apresentaram concentrações de fósforo acima dos limites preconizados pela resolução CONAMA nº 357 de 2005, que estabelece concentrações de fósforo total inferiores a $0,030 \text{ mg L}^{-1}$ em ambientes lênticos e inferiores a $0,050 \text{ mg L}^{-1}$ ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lênticos (Brasil, 2005). Os maiores picos de elevação da concentração de fósforo total foram encontrados nos pontos 2 e 3, indicando que o cultivo esta contribuindo com a elevação do aporte de fósforo na água.

Convém destacar que, próximo ao experimento, está localizado a foz da sub-bacia do córrego São João, na qual possuem um assentamento rural com intensos projetos agrícolas irrigados, o qual poderá estar recebendo adubos químicos e orgânicos fosfatados. Estes fatores afetam consideravelmente as concentrações de fósforo no reservatório, sendo um dos principais nutrientes responsáveis pelo processo de eutrofização. PEIXOTO (2007) calculou a concentração máxima de fósforo afluyente admissível por ano para manter o ambiente do reservatório da UHE Lajeado mesotrófico e concluiu que haveria necessidade de reduzir a carga afluyente de fósforo de $31.225,6 \text{ kgp.ano}^{-1}$ para $3.148 \text{ kgp.ano}^{-1}$, ou seja, uma redução de $28.077 \text{ kgp.ano}^{-1}$.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que todas as variáveis limnológicas, com exceção do fósforo total apresentaram-se dentro dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/05, e acompanham os resultados obtidos por estudos anteriores. As concentrações de fósforo, encontradas em quase todas as amostras, foram superiores ao limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, para curso de água em condição classe 2, enquanto que as demais estiveram dentro do preconizado pela resolução.

Considerando que o reservatório possui um grande aporte de fósforo, devido a característica de sua formação, o cultivo de peixe pode contribuir ainda mais para a bioacumulação de fósforo total do ambiente. Há contribuição de aporte de nutrientes oriundos da

ração e das excretas dos peixes, sendo que durante o estudo foram observadas maiores concentrações de nutrientes no ponto P-2 (entre tanques) e P-3 (20m a jusante), decrescendo nos demais pontos a jusante. A instalação desse tipo de empreendimento em larga pode causar grande impacto nas condições limnológicas do reservatório, pois os impactos têm efeito cumulativo sobre o sistema, que tende a alterar sua dinâmica mediante a presença de novos elementos, como a presença da metacomunidade de peixes e o maior aporte de matéria orgânica na água.

Assim, os efeitos dessa atividade em longo prazo e/ou aumento na produção são difíceis de serem previstos e podem promover séria degradação do ecossistema aquático onde os tanques-rede estejam instalados, caso não haja um controle eficiente sobre a qualidade da água. Por isso, é de fundamental importância o seu controle e a sua regulamentação.

REFERÊNCIAS

- ACKEFORS, H.; ENELL, M.. Discharge of Nutrients from Swedish Fish farming to Adjacent Sea Areas. **Ambio**. v.19, p.28-35,1990.
- ALVES, R. C. P.; BACCARIN, A. L.. **Efeitos da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava), baixo rio Tietê**. São Carlos: Rima, 2005.
- APHA (American Public Health Association). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: APHA/WEF/AWWA, 2005.
- AYROSA, D. M. M. R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L. M. S.. **Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da união no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2006.
- BEVERIDGE, M. C. M.. **Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact**. Rome: FAO, 1984.
- BEVERIDGE, M. C. M.. **Cage aquaculture**. 1 ed. Fishing News Books, Oxford. 1987.
- BOYD, C. E.; HULCHER, R. F.. **Best management practices for channel cattish farming**. Alabama: Alabama Cattish Producers, 2003.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA **Resolução n 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. Brasília: MMA, 17 mar 2005.
- CARPENTER, S.; CARACO, N.; CORRELL, D. L.; HOWARTH, R. W.; SHARPHLEY, A. N.; SMITH, V.. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorous and nitrogen. **Issues in Ecology**. v.3, p.2-12, 1998.
- ESTEVEES, F. A.. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- GUO, L.; LI, Z.. Effectc of nitrogen and phosphorus from fish Cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River bassic of China. **Aquaculture**. Amsterdam, v. 226, n.1-4, p. 201-212, 2003.
- KUBITZA, F.. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1 ed. Jundiaí, 2003. 229 p.
- KUBITZA, F.. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Revista Panorama da Aquicultura**, Botafogo, v.51, n.9, p.44-50, 1990.

LEONHARDT, J. H.. Sustentabilidade da produção agroecológica de peixes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA. 4. **Anais**. Londrina: UEL, 2007.

MARQUES, A. K.. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins (TO):** estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais. Palmas (TO). Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, 2006.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUSTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M.. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**. v.405, p.1017-1024, 2000

PEARSON, T. H.; GOWEN, R. J.. **Impacto of caged farming on the marine environment**. Dublin: The National Trust for Ireland, 1990.

PEIXOTO, R. H. P. B.. **Efeitos da implantação do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães sobre a qualidade da água do rio Tocantins (TO, Brasil)**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PENCZAK, T.; GALICKA, W.; MOLINSKI, M.; KUSTO, E.; ZALEWSKI, M.. The enrichment of a mesotrophic lake by carb, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **J. Appl. Ecol.**, Oxford, v.19, n.2, p.371-393, 1982.

PHILLIPS, M. J.. **The environmental impact of cage culture on Scottish greshwater lochs**. Lond: University of Stirling – Institute of Aquaculture, 1985.

PHILLIPS, M. J.; BEVERIDGE, M. C. M.; ROSS, L. G.. The environmental impact of Salmonid Cage Culture on Inland Fisheries: Present status and Future Trends. **J. Fish Biol.** v.27, n.123-127, 1985.

REIS, V. L. P.. **A Limnologia e o gerenciamento integrado do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE Lajeado, Tocantins**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SMITH, V. H.; JOYE, S. B.; HOWARTH, R. W.. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. **Limnol. Oceanogr**, v.5, p.351-355, 2006.

TUNDISI, J. G.. **Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios: estudos de caso e perspectivas**. São Carlos: Rima, 2005..

VINATEA-ARANA, L.. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC. 1997.