



INTERFERÊNCIAS DA PISCICULTURA EM TANQUES REDE NO SEDIMENTO DO RESERVATÓRIO DA UHE CANOAS II, RIO PARANAPANEMA, SP/PR, BRASIL

Josiane M. **Cunha**¹; Luiz M. S. **Ayroza**², Daercy M. M. R. **Ayroza**², Jéssica P. **Lima**³

Nº12304

RESUMO

No Vale do Paranapanema, a criação de peixes se destaca como uma alternativa econômica, principalmente a produção de tilápias em tanques rede. No entanto, são necessários mais estudos direcionados à redução de impactos negativos da atividade, considerando-se que o acúmulo de compostos orgânicos em água e sedimentos pode levar à progressão da eutrofização do ambiente aquático. No presente trabalho comparam-se as condições do sedimento entre áreas com piscicultura e controles, no reservatório da UHE Canoas II, Médio Paranapanema, SP/PR. Foram coletadas amostras em três áreas com piscicultura e três controles para determinação de carbônico orgânico total (COT), fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT). As concentrações dessas variáveis apresentaram variação entre as áreas, sendo que, de modo geral, os resultados foram próximos aos observados em estudos anteriores. Os maiores valores de fósforo total ocorreram nas áreas TR 3 e CTR 2, respectivamente, 1,78 e 1,61 mg g⁻¹. Nessas áreas também foram verificados os maiores valores de COT, 18,69 e 23,38 mg g⁻¹, de NT 4,41 e 2,74 mg g⁻¹, e de sedimentos finos (silte e argila), 482,3 e 478,3 g Kg⁻¹ e 536,4 e 423 g Kg⁻¹, respectivamente, indicando a correlação entre as variáveis. De maneira geral, não se observou aumento nas concentrações de COT e nutrientes no sedimento das áreas de tanques rede, sendo que as diferenças entre as áreas foram mais associadas à granulometria e, possivelmente à localização, em função das condições naturais e antrópicas. Outras investigações serão realizadas e podem aprimorar as conclusões do estudo.

Palavras-chave: Canoas II, piscicultura, sedimento, reservatório, tanques rede

¹Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, UNIP, Assis-SP.

²Orientador: Pesquisador, APTA Regional/DDD/APTA/SAA-SP, Assis-SP.

²Colaboradora: Pesquisadora, APTA Regional/DDD/APTA/SAA-SP, Assis-SP.

³Colaboradora: Graduação em Engenharia Agrônoma, UNIMAR, Marília-SP
dadyroza@apta.sp.gov.br



ABSTRACT

In the Paranapanema Valley, fish farming stands out as an economical alternative, especially the production of tilapia in net cages. However, further studies are needed aimed at reducing the negative impacts of the activity, considering that the accumulation of organic compounds in water and sediments can lead to progression of eutrophication of the aquatic environment. The conditions of the sediment in areas with fish and controls, in the reservoir of UHE Canoas II, Middle Paranapanema, SP / PR were compared in this paper. Samples were collected in three areas with fish and three controls for determination of total organic carbon (TOC), total phosphorus (TP) and total nitrogen (TN). The concentrations of these variables presented variation between the areas, while, in general, the results were similar to those observed in previous studies. The highest values of total phosphorus occurred in areas TR 3 and CTR 2, respectively, 1,78 and 1,61 mg g⁻¹. In these areas were also observed higher values of TOC, 18,69 and 23,38 mg g⁻¹, NT 4,41 and 2,74 mg g⁻¹, and fine sediments (silt and clay), 482,3 and 478,3 g kg⁻¹ and 536,4 and 423 g kg⁻¹, respectively, indicating the trend of correlation between the variables. In general, no increase in TOC and concentrations of nutrients in the areas of net cages were reported; differences among the areas were more associated with particle size characteristics, and possibly the location of areas, due to natural conditions and usage environment. Further investigation will be conducted and can enhance the study's findings.

Keywords: Canoas II, fish farming, sediment, reservoir, net cages

INTRODUÇÃO

No Vale do Paranapanema, a criação de peixes se destaca como uma alternativa econômica para a agropecuária, principalmente a produção de tilápias em tanques-rede (FURLANETO et al., 2008). Essa modalidade de cultivo é relativamente recente, sendo necessários mais estudos, direcionados para a redução de impactos negativos da atividade, com vistas a garantir os usos múltiplos da água por meio da utilização de boas práticas de manejo e de políticas públicas de gestão da água.

A maior biomassa produzida nesse sistema intensivo implica no aumento potencial de resíduos provenientes de alimentos não consumidos e produtos metabólicos (STEPHENS; FARRIS, 2004). Estima-se que 66% do fósforo aportado pelo arraçoamento intensivo vão para o sedimento, 11% ficam dissolvidos na água e 23% são incorporados no peixe do cultivo (ALVES; BACCARIN, 2005).

O sedimento desempenha papel fundamental na dinâmica de transporte,



acumulação e disponibilização de nutrientes e contaminantes (ALMEIDA; ROCHA, 2006). O acúmulo gradual de compostos orgânicos em água e sedimentos pode levar a um estado progressivo de eutrofização, o que pode prejudicar a qualidade da água, a biota e aumentar a toxicidade potencial de substâncias com efeitos biológicos adversos (JORCIN; NOGUEIRA, 2005).

A poluição do sedimento é causada, principalmente, pela liberação de efluentes domésticos, industriais, urbanos e agrícolas (HORTELLANI et al., 2008). Geralmente, os resíduos piscícolas apresentam concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2006). Esses nutrientes são elementos essenciais para o fitoplâncton e as macrófitas aquáticas e importantes para o grau de trofia do ambiente aquático (SOARES; MOZETTO, 2006). No sedimento de áreas com tanques rede foi observado o aumento do conteúdo de carbono, nitrogênio e fósforo, além de maior consumo de oxigênio (HAMBLIN; GALE, 2002; TEMPORETTI; PEDROZO, 2000).

Maiores concentrações de carbono orgânico no sedimento aumentam a capacidade de adsorção de compostos hidrofóbicos e metais através da complexação. O carbono orgânico total (COT) é constituído de duas categorias: carbono orgânico dissolvido (COD), adquirido a partir da decomposição de plantas, animais e restos metabólicos, e carbono orgânico particulado total (COP), proveniente do carbono orgânico particulado da biota e de detritos (PACHECO et al., 2004). As alterações nas razões estequiométricas entre carbono, nitrogênio e fósforo (C:N:P) podem representar contaminações (FROEHNER; MARTINS, 2008).

A granulometria interfere na capacidade de armazenamento de compostos químicos e é um indicativo da origem do sedimento. A presença significativa de frações de areia grossa e média, por exemplo, evidenciam elevado processo de erosão devido à ocupação humana (FRANÇA et al., 2006). Por outro lado, frações mais finas (silte e argila) possuem maior área superficial de contato, o que aumenta o acúmulo de matéria orgânica (MO), a capacidade de complexação e retenção de nutrientes e contaminantes (BURTON, 2002; FROEHNER; MARTINS, 2008). Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são dependentes da granulometria do material particulado presente na bacia (LIMA; SILVA, 2007).

No presente trabalho avaliaram-se os efeitos do cultivo em tanques rede nas condições do sedimento do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) Canoas II, Médio Paranapanema, SP/PR, por meio da comparação da granulometria e da concentração de fósforo, nitrogênio e carbono totais entre áreas com piscicultura e sem piscicultura (controles). Essa pesquisa foi financiada pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O reservatório de Canoas II tem área de 22,5 Km² e sua barragem fica localizada entre os municípios de Palmital/SP e Andirá/PR (50° 15' 00" W e 22° 56' 00" S). É um reservatório do tipo fio d'água, possuindo áreas alagadas, profundidades moderadas e baixo tempo de residência da água e pouca flutuação do nível de água.

Essa região encontra-se na zona de transição do Planalto Paranaense, pertencendo a sua maior parte à formação Serra Geral. As classes de solo predominantes são o latossolo roxo e a terra roxa estruturada, originados a partir do intemperismo de rochas eruptivas básicas e de rochas do derrame basáltico, respectivamente. O relevo é plano e suave ondulado e eventualmente ondulado. O uso contínuo desses solos maquinário pesado para agricultura tem ocasionado a formação de uma camada adensada, que diminui a infiltração e aumenta o escoamento superficial e os processos erosivos (DUKE ENERGY, 2003; 2001).

Metodologia

O estudo teve início em junho de 2006 e será realizado no decorrer de um ano. Inicialmente, foi realizada uma campanha para reconhecimento das áreas e estabelecimento da logística de trabalho. O reservatório foi percorrido em um barco e foram selecionadas seis áreas para coleta de sedimentos, sendo três áreas com piscicultura em tanques rede e três áreas sem piscicultura (controles) (Figura 1).

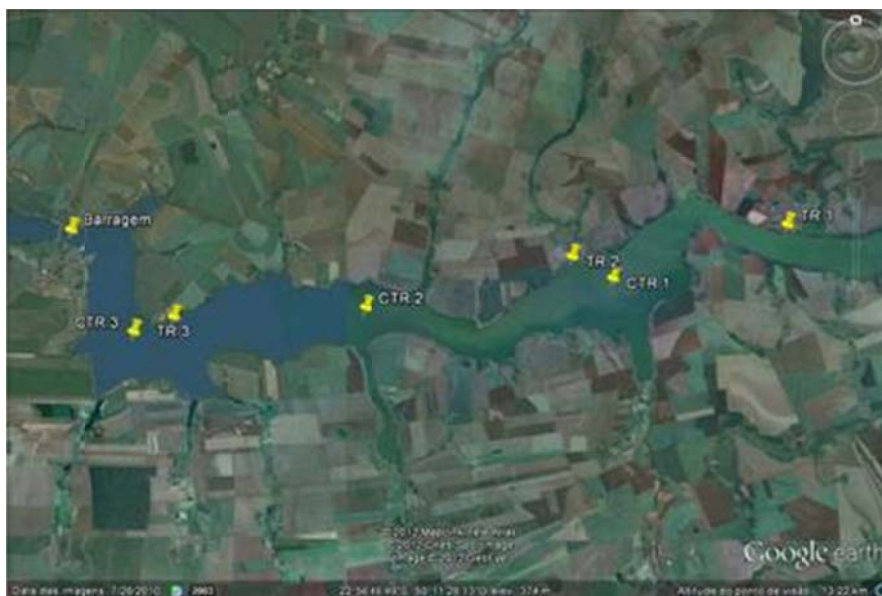


FIGURA 1. Pontos de coleta de sedimento no Reservatório Canoas II. Fonte: Google Earth ©Cnes/Spot Image.

Em cada área mediu-se a profundidade (sonda portátil Speedtech) e coletou-se sedimento (draga de Van Veen modificada), que foi acondicionado e encaminhado para o laboratório LabCris Análises Meio Ambiente e Serviços Ltda. para determinação de carbônico orgânico total (COT), fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT), conforme metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) e da granulometria, segundo norma nº 7181 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A coleta e o armazenamento seguiram o Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (BRANDÃO, 2011).

Avaliações mensais de fósforo e nitrogênio na água, do sedimento ao final do período de análise, do manejo empregado nas criações e do uso e ocupação do entorno serão realizadas no decorrer da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 e nas figuras 2 e 3 estão apresentados os resultados das determinações físicas, químicas e da granulometria do sedimento das áreas avaliadas.

Os maiores valores de fósforo total foram observados nas áreas TR 3 e CTR 2, respectivamente, 1,78 e 1,61 mg g⁻¹. Nessas áreas foram verificados os maiores valores de COT, 18,69 e 23,38 mg g⁻¹ e de NT 4,41 e 2,74 mg g⁻¹, respectivamente. Essas áreas apresentaram maior porcentagem de sedimentos finos (silte e argila), indicando uma correlação positiva entre as variáveis. No entanto, a correlação que se mostrou mais significativa foi entre a concentração de COT e de PT (Figura 4).

TABELA 1. Variáveis físicas e químicas e frações granulométricas do sedimento de áreas com tanques rede (TR 1, TR 2 e TR 3) e controles (CTR 1, CTR 2 e CTR 3).

| Área | Prof. (m) | Areia Total (g kg ⁻¹) | Silte (g kg ⁻¹) | Argila (g kg ⁻¹) | P total (mg kg ⁻¹) | COT (mg kg ⁻¹) | N total (mg kg ⁻¹) | COT/N |
|-------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------|
| TR 1 | 8 | 443 | 393,1 | 163,9 | 11,6 | 10659 | 2266 | 4,7 |
| CTR 1 | 11 | 161,6 | 488 | 350,4 | 1398 | 17137 | 263 | 65,2 |
| TR 2 | 10 | 675,6 | 139,8 | 184,6 | 967 | 7411 | 2210 | 3,4 |
| CTR 2 | 7 | 40,6 | 536,4 | 423 | 1611 | 23384 | 4409 | 5,3 |
| TR 3 | 9,8 | 39,5 | 482,3 | 478,3 | 1776 | 18693 | 2745 | 6,8 |
| CTR 3 | 12,8 | 29,8 | 683 | 267,2 | 838 | 9301 | 1562 | 6 |

Prof = profundidade, P = fósforo, COT = carbono orgânico total, N = nitrogênio.

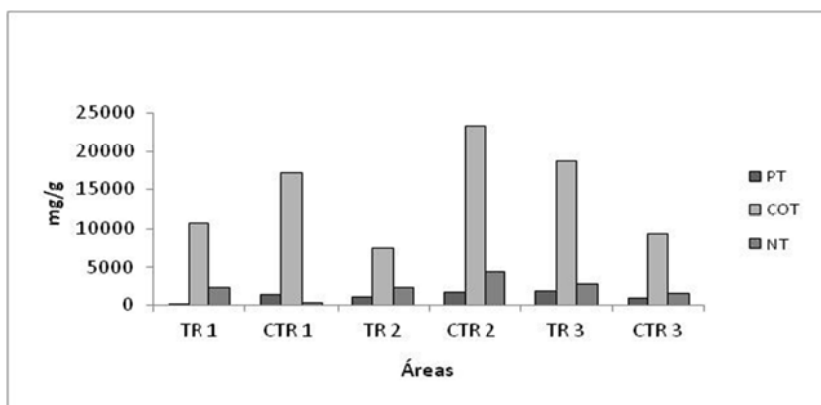


FIGURA 2. Fósforo, carbono orgânico e nitrogênio totais (PT,COT e NT) no sedimento de áreas com tanques rede (TR 1, TR 2 e TR 3) e controles (CTR 1, CTR 2 e CTR 3).

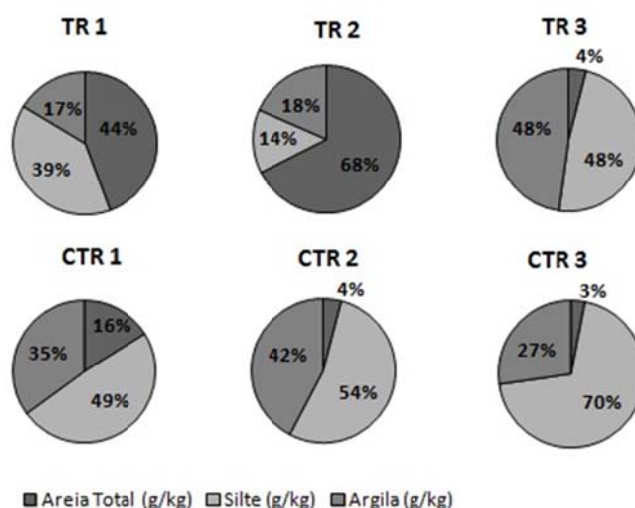


Figura 3. Frações granulométricas do sedimento de áreas com tanques rede (TR 1, TR 2 e TR 3) e controles (CTR 1, CTR 2 e CTR 3).

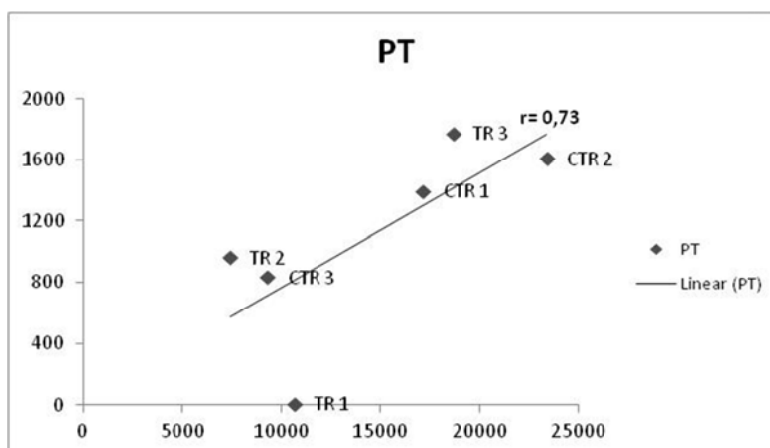


Figura 4. Correlação linear entre carbono orgânico (COT) e fósforo (PT) totais no sedimento de áreas com tanques rede (TR 1, TR 2 e TR 3) e controles (CTR 1, CTR 2 e CTR 3).

A área TR 3 fica localizada próxima às margens e apresenta grande quantidade de macrófitas, além da piscicultura. A área CTR 2, embora localizada equidistante às margens, não representa um ponto de amostragem do canal, o que é demonstrado pela profundidade (7,0 m). Nesse local existem paliteiros, o que provavelmente contribuiu o aumento de COT e de nutrientes. Apenas nas áreas TR 1 e TR 2 predominou a fração areia, verificando-se valores intermediários e baixos de NT, COT e PT, comparativamente às demais.

Froehner; Martins (2008) afirmaram que sedimentos finos tendem a apresentar maior teor de COT e, conseqüentemente, maior condição para adsorção de compostos orgânicos hidrofóbicos e de metais. Apenas no CTR 3, onde se verificou alta porcentagem de sedimentos finos, observou-se baixas concentrações de PT e COT. No entanto, esse fato é positivo, indicando que não houve acúmulo dessas espécies químicas na região mais próxima à barragem. Também demonstra que em reservatórios do tipo fio d'água, a compartimentalização longitudinal do reservatório (lótica, transição rio-reservatório e lacustre) é atenuada devido à manutenção da vazão ao longo do seu eixo.

O NT variou de 0,26 mg g⁻¹ (CTR 1) a 4,41 mg g⁻¹ (CTR 2). A relação COT/N nas áreas TR 1, TR 2, CTR 2 e CTR 3, ficou abaixo de 6,6, na área TR 3, entre 6,6 e 10 e no CTR 1 acima de 10. Essa relação é utilizada para identificar a origem das fontes da matéria orgânica dos sedimentos. A relação molar de 6,6 (Relação de Redfield) indica origem autóctone, valores entre 6,6 e 10, origem terrígena e aquática e entre 10 a 1000, origem terrígena (FROEHNER; MARTINS, 2008).

As variáveis analisadas apresentaram variação entre as áreas, sendo que os resultados foram relativamente próximos aos observados por Jorcin; Nogueira (2005), nesse mesmo reservatório. Os autores determinaram valores de MO entre 8,8 e 20,4 %, NT entre 2,20 e 7,18 mg g⁻¹ e PT entre 0,71 e 1,60 mg g⁻¹. No rio Jacupiranguinha, estas concentrações variaram de 0,8 a 5,4%, 0,07 a 1,06 mg g⁻¹ e 0,12 a 10,50 µg g⁻¹ e no rio Pariquera-Açu entre 0,6 e 6,6%, 0,04 e 0,82 mg g⁻¹ e 0,07 e 1 µg g⁻¹ (CUNHA; CALIJURI, 2008). Em ambos os rios, observou-se sedimentos predominantemente minerais, com concentrações de MO abaixo de 10%, e maiores valores de nutrientes a jusante do lançamento de efluentes de indústria de fertilizantes (rio Jacupiranguinha) e de lagoa de estabilização (rio Pariquera-Açu). As concentrações de nutrientes foram inferiores às determinadas no presente estudo, demonstrando que as características do sedimento são influenciadas por especificidades naturais da bacia hidrográfica (geologia, topografia, vegetação e solos), do corpo hídrico (limnologia e hidrodinâmica)



e por interferências antrópicas. No entorno do reservatório Canoas II predomina o uso agropecuário, o que contribui para a elevação das concentrações de nutrientes.

No sedimento de áreas com tanques rede no reservatório da UHE Itaipu, no município de Santa Helena/PR, Bueno et al. (2008) verificaram decréscimo de PT ao longo do cultivo. O valor máximo de fósforo (1,34 g Kg) foi verificado em área que recebe água oriunda de praia artificial e desemboca na área de cultivo. No presente trabalho, valor semelhante foi observado no CTR 1, inferior nas áreas TR 1, TR 2 e CTR 3 e superior nas demais (CTR 2 e TR 3). Em ambos os trabalhos não foi verificada uma relação positiva entre as concentrações de fósforo e as áreas com piscicultura, provavelmente, devido às condições naturais do local e às do cultivo (manejo e porte dos empreendimentos).

CONCLUSÃO

De maneira geral, não se observou aumento nas concentrações de COT e nutrientes no sedimento das áreas com tanques rede, sendo que as diferenças entre as áreas foram mais associadas à granulometria e, possivelmente à localização, em função das condições naturais e antrópicas. Outras investigações serão realizadas no decorrer do estudo, as quais contribuirão para o aprimoramento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.A.; ROCHA, O. Estudo comparativo da qualidade dos sedimentos dos reservatórios do rio Tietê (SP), São Carlos – SP, **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, V. 1, n. 2, p.141-145, 2006.

ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.E. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre a sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, baixo rio Tietê, SP). In: Marcos Gomes Nogueira, Raul Henry e Adriana Jorcin (Org.) **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**. São Paulo: RIMA, p. 329-347, 2006.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for examination of water and wastewater. n.20. Washington: **APHA: AWWA**, 1998.

BRANDÃO, C. J. et al. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **CETESB**, Brasília: ANA, 2011.



BUENO, G. W.; MARENGONI, N.G.; GONÇALVES Júnior, A.C.; 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 Sci. Biol. Sci. Maringá, v. 30, n. 3, p. 237-243, 2008.

BURTON, G.A. JR.; Sediment quality criteria in use around of the world. **Limnology**, v. 3, p.65-75, 2002.

CUNHA, D.G.F; CALIJURI, M.C. **Comparação entre os teores de matéria orgânica e as concentrações de nutrientes e metais pesados no sedimento de dois sistemas lóticos do Vale do Ribeira de Iguape- SP.** Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.2, p. 024-040, mai/ago, 2008.

DUKE ENERGY INTERNACIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. **Plano de uso e ocupação dos reservatórios das UHEs Canoas I e Canoas II.** 89p. 2001.

DUKE ENERGY INTERNACIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. **Peixes do Rio Paranapanema.** São Paulo: Horizonte Geográfico, 2003. 112 p.

FRANÇA, J.S.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Importância da Composição Granulométrica para a Comunidade Bentônica e sua Relação com o Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (MG). In: VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2006, Porto Alegre. Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2006.

FROEHNER, S.; MARTINS, R.F. **Avaliação da composição química de sedimentos do Rio Barigüi na região metropolitana de Curitiba.** Quim. Nova, v. 31, n. 8, p.2020-2026, 2008.

FURLANETO, F. de P.B; ESPERANCINI, M.S.T, BUENO, O.C, AYROZA, L.M.S.; AYROZA, D.M.M.R., Análise quantitativa das pisciculturas da Região do Médio Paranapanema. **Informações Econômicas.** v. 38, n.10, out., p.35-44, 2008.

HAMBLIN, P.F; GALE. P, **Water Quality Modeling of Caged Aquaculture Impacts in Lake Wolsey, North Channel of Lake Huron.** J. Great Lake Res. v.28 (1), p.32-43, 2002.



HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. **Scientia Agrícola**, v.63, p.433-438, 2006.

HORTELLANI, M.A; SARKIS, J.E.S; ABESSA, D.M.S.; SOUSA, E.C.P.M. **Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do estuário Santos – São Vicente**, Química Nova, v. 31, n.1, p.10-19, 2008.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M.G. Temporal and spatial patterns along the cascade of reservoirs in the Paranapanema River (SE Brazil) based on the characteristics of sediment and sediment-water interface. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**. n.10, p. 1-12, 2005.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M.G. Phosphate distribution in the sediments along a cascade os reservoirs (Paranapanema River, SE, Brazil). In: IV International Symposium, 2005, Carmona, 9 p, 2005.

LIMA, J E. F. W.; SILVA, E.M. Seleção de modelos para o traçado de curvas granulométricas de sedimentos em suspensão em rios. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. 2007, v. 11, n.1, p. 101-107.

PACHECO, F.S.; CESAR, D.E.; ROLAND, F. Análise e comparação e carbono orgânico total em dois reservatórios do sistema de Furnas de geração de energia elétrica. Trabalho apresentado no XI seminário de iniciação científica. Juiz de Fora, MG, 2004.

SOARES, A.; MOZETO, A.A. Water Quality in the Tietê River Reservoirs (Billings, Barra Bonita, Bariri and Promissão, SP-Brazil) and Nutrient Fluxes across the 127 Sediment-Water Interface (Barra Bonita). **Acta Limnol. Bras.**, n.18(3), p.247-266, 2006.

STEPHENS, W.; FARRIS, J.L. A biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production. **Aquaculture**, v.241, p.319-330, 2004.

TEMPORETTI, P.F.; PEDROZO, F.L. **Phosphorus release rates from fresh water sediments affected by fishing farming**. Aquat. Res. V.31, p.447-455, 2000.