

AValiação DE SEDIMENTOS EM ÁREAS COM PISCICULTURA EM TANQUES-REDE

Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza^{1}; Pitágoras Conceição Bispo²; Luiz Marques da Silva Ayroza³; Jéssica Pacheco de Lima⁴; Fabiana Garcia⁵ & Antonio Fernando Monteiro Camargo⁶*

RESUMO

A criação de tilápias em tanques-rede nos reservatórios das usinas hidrelétricas do Estado de São Paulo se destaca como uma alternativa econômica, que deve ser sustentável. Neste sentido, são necessários estudos para verificar o acúmulo dos resíduos das pisciculturas nos sedimentos. No reservatório da UHE Canoas II, Médio Paranapanema, SP/PR, comparam-se granulometria, fósforo total (PT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (NKT), nitrato, nitrito e nitrogênio total (NT) entre áreas com tanques-rede e ao longo do eixo principal do rio (controles). Na piscicultura 3 e no controle 2 foram observados maiores valores de fósforo total, 1.776 e 1.720 mg Kg⁻¹, de COT, 18.693 e 22.250 mg Kg⁻¹, de NT 2.745 e 5.112 mg Kg⁻¹, de silte, 482,3 e 638 g Kg⁻¹ e de argila, 478,3 e 241,5 g Kg⁻¹, respectivamente, indicando a correlação entre essas variáveis. Os resultados refletiram as condições do baixo tempo de residência deste reservatório. De maneira geral, as maiores concentrações de nutrientes foram associadas principalmente ao predomínio de sedimentos finos. Não foi comprovada a interferência das pisciculturas nas condições do sedimento, mas é recomendável o monitoramento anual destas áreas para avaliações de longo prazo.

Palavras-chave: piscicultura, sedimento, tanques-rede.

EVALUATION OF SEDIMENTS IN AREAS WITH FISH FARM IN NET CAGES

ABSTRACT

The farming of tilapias in net cages in hydroelectric plants reservoirs in São Paulo State stands out as an economical alternative, which must be sustainable. Therefore, studies are needed to verify the accumulation of waste from fish farms in the sediments. In the Canoas II reservoir, Middle Paranapanema, SP/PR, granulometry, total phosphorus (TP), total organic carbon (TOC), Total Kjeldahl Nitrogen (NKT), nitrate, nitrite and total nitrogen (TN) were compared between areas with cages and along the main axis of the river (controls). In the fish farm 3 and in the control 2 were observed higher values of total phosphorus, 1.776 and 1.720 mg Kg⁻¹, TOC, 18,693 and 22,250 mg Kg⁻¹, TN 2745 and 5112 mg Kg⁻¹, silt, 482.3 and 638 g kg⁻¹ and clay, 478.3 and 241.5 g Kg⁻¹, respectively, indicating the correlation between these variables. The results reflected the conditions of the low residence time of the reservoir. In general, the highest concentrations of nutrients were associated mainly to the predominance of fine sediments. Not been proven interference from fish farms in the conditions of the sediment, but it is recommended annual monitoring of these areas for long-term assessments.

¹ Afiliação: Apta Médio Paranapanema/SAA/SP e e-mail dadyroza@apta.sp.gov.br

² Afiliação: UNESP, Campus de Assis e e-mail pcbispo@gmail.com

³ Afiliação: Apta Médio Paranapanema/SAA/SP e e-mail ayroza@apta.sp.gov.br

⁴ Afiliação: Bolsista PIBIC e e-mail je_estagio@hotmail.com

⁵ Afiliação: Apta Noroeste Paulista e e-mail fgarcia@apta.sp.gov.br

⁶ Afiliação: UNESP/Campus de Rio Claro e e-mail antoniofmcamargo@gmail.com

Palavras-chave: fish farm, net cage, sediment.

INTRODUÇÃO

A criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede é uma alternativa econômica no Vale do Paranapanema, tanto em função da disponibilidade de água represada, quanto das vantagens que esse sistema apresenta comparativamente ao sistema de viveiros escavados (Furlaneto *et al.*, 2008; Ono e Kubitzka, 2003; Schreiber *et al.*, 2003). No entanto, o acúmulo de resíduos da piscicultura deve ser prevenido e monitorado visando o desenvolvimento sustentável da atividade.

A piscicultura no sistema de tanques-rede implica no possível aumento de resíduos provenientes de alimentos não consumidos e produtos metabólicos (Stephens e Farris, 2004). Esses resíduos apresentam concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo, os quais são elementos essenciais para o crescimento do fitoplâncton e das macrófitas aquáticas e importantes para o grau de trofia do ambiente aquático (Soares e Mozetto, 2006). O excesso de nutrientes pode acelerar o processo de eutrofização comprometendo a qualidade da água e o desenvolvimento da biota nativa e dos peixes cultivados.

O sedimento desempenha importante papel na dinâmica de transporte, acumulação e disponibilização de nutrientes e contaminantes do ambiente aquático (Almeida e Rocha, 2006). Os nutrientes acumulados neste compartimento podem ser liberados para a coluna d'água contribuindo para o processo de eutrofização com aumento da biomassa fitoplanctônica e diminuição na penetração de luz (Esteves, 1998). Segundo esse autor, o carbono pode promover a formação de ácido carbônico, causando a diminuição do pH. Além disso, maiores concentrações de carbono orgânico no sedimento aumentam a capacidade de adsorção de compostos hidrofóbicos e metais através da complexação (Pacheco *et al.*, 2004). Adicionalmente, o nitrogênio pode ter seu ciclo alterado, causando danos à biota (Wetzel, 1981).

A determinação das frações granulométricas é complementar à de nutrientes, uma vez que a granulometria interfere na capacidade de armazenamento e de complexação de compostos químicos. A granulometria também pode indicar as origens do sedimento e contribuir na determinação de alterações antrópicas (Fonseca *et al.*, 1998). A classificação granulométrica dos sedimentos é estabelecida pela Resolução CONAMA N° 454, de 01 de novembro de 2012.

Neste trabalho foram comparadas algumas características do sedimento entre áreas com cultivo de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede e ao longo do eixo principal do rio Paranapanema, no reservatório da usina hidrelétrica (UHE) Canoas II, Médio Paranapanema, SP/PR.

OBJETIVO

Verificar o acúmulo de nutrientes proveniente do cultivo de tilápias em tanques-rede, por meio da comparação da granulometria e da concentração de nutrientes entre áreas com piscicultura e ao longo do eixo principal do rio Paranapanema (controles), no reservatório Canoas II, Médio Paranapanema, SP/PR.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O reservatório Canoas II faz parte de um complexo construído no Rio Paranapanema para fins de geração de energia elétrica (Figura 1). O reservatório possui 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, com profundidades moderadas, baixo tempo de residência da água e pouca flutuação do nível de água (DUKE ENERGY, 2003).

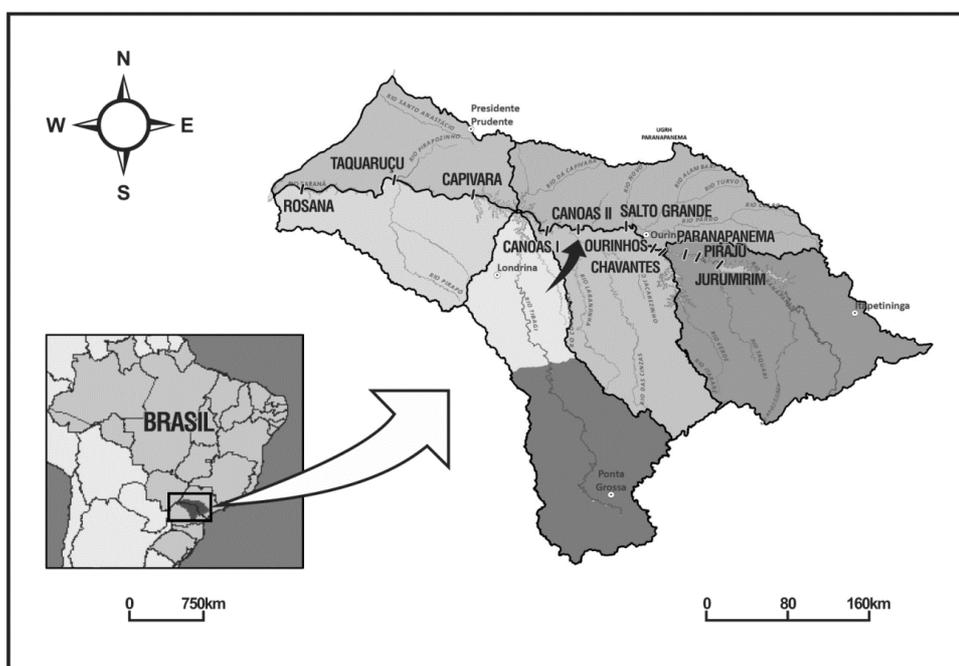


Figura 1. Localização do reservatório Canoas II no complexo construído para geração de energia elétrica na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, SE/S, Brasil.

Esta região encontra-se na zona de transição do Planalto Paranaense, onde prevalece a formação Serra Geral. As classes de solo predominantes são o latossolo roxo e a terra roxa estruturada. O relevo é plano, suave ondulado e, eventualmente, ondulado. O uso contínuo desses solos com 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, 2001; 2003).

Metodologia

Seis pontos amostrais foram selecionados entre o meio e a barragem do reservatório Canoas II, sendo três pontos no centro de pisciculturas com tanques-rede (P1, P2 e P3) e três pontos no eixo principal do rio (C1, C2 e C3) (Figuras 2). A produção anual estimada era de 35,7; 176; e 133 toneladas, respectivamente.

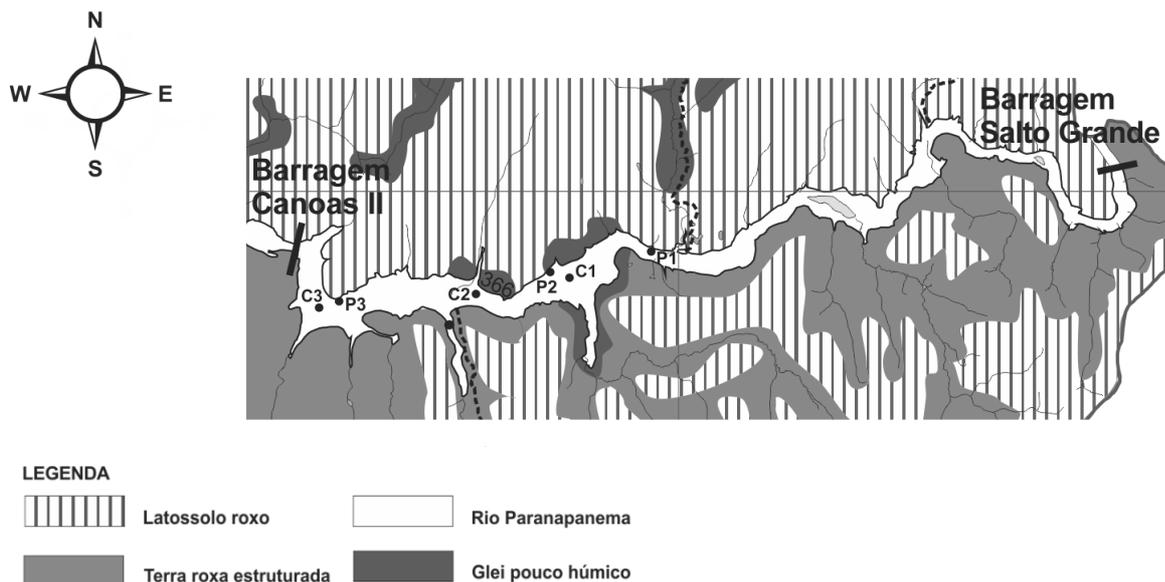


Figura 2. Pontos amostrais no reservatório Canoas II, rio Paranapanema (SP/PR). P = piscicultura em tanques-rede; C = áreas sem piscicultura (controle). Fonte: Google Earth ©Cnes/Spot Image.

No mês de junho de 2012, procedeu-se a medida da profundidade dos pontos amostrais com uma sonda portátil marca Speedtech e a coleta de sedimentos com uma draga Van Veen modificada. As amostras foram compostas por material coletado em vários pontos ao acaso até que fossem completados dois frascos de 2 kg. A coleta e armazenamento das amostras seguiram o Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (CETESB, 2011).

As amostras foram encaminhadas para o laboratório LabCris Análises Meio Ambiente e Serviços Ltda. para determinação de carbônico orgânico total (COT), fósforo total (PT), nitrogênio Kjeldahl total (NKT), nitrato, nitrito e nitrogênio total (NT), conforme metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) e granulometria, segundo norma técnica nº 7181 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Em junho de 2013, o trabalho será repetido e os resultados comparados.

A variabilidade entre as áreas foi investigada utilizando-se uma Análise dos Componentes Principais (ACP) (Legendre P. e Legendre L., 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de profundidade e das variáveis químicas. Na Figura 3 estão ilustradas as proporções entre areia total, silte e argila no sedimento das áreas avaliadas.

Tabela 1. Profundidade e variáveis químicas do sedimento de áreas com piscicultura em tanques-rede (P1, P2 e P3) e controles (C1, C2 e C3).

Ponto	Prof	PT	COT	NKT	NO ₃	NO ₂	NT
		mg Kg ⁻¹					
P1	8	11,6	10659	2261	4,98	0,1	2266
P2	10	967	7411	2168	41,1	1,18	2210
P3	9,8	1776	18693	2698	46,2	1,11	2745
C1	11	1398	17137	250	12,7	0,6	263
C2	13,5	1720	22250	5090	20,9	1,14	5112
C3	12,8	838	9301	1544	17	0,59	1562

Prof = Profundidade, PT = Fósforo Total, COT = Carbono Orgânico Total, NKT = nitrogênio Kjeldahl total e NT = Nitrogênio Total.

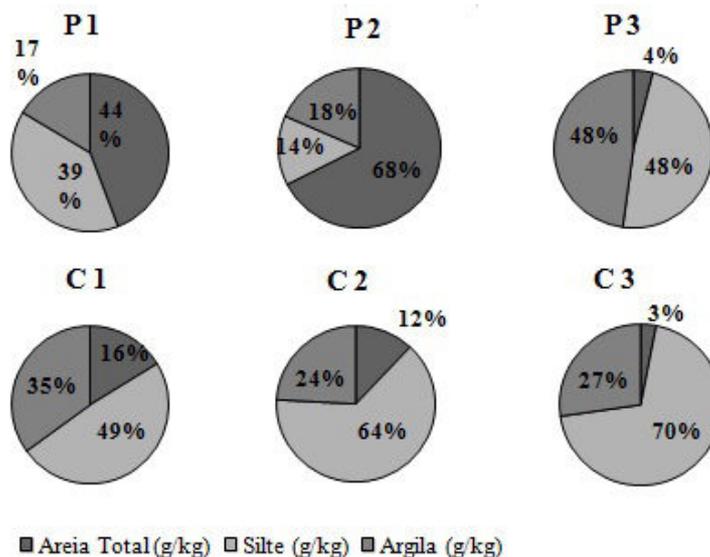


Figura 3. Frações granulométricas do sedimento de pisciculturas no sistema de tanques-rede (P1, P2 e P3) e controles (C1, C2 e C3).

Na análise de componentes principais (ACP) os dois primeiros eixos explicaram 75,6% da variabilidade (Figura 4). A explicabilidade do primeiro componente principal 1 (CP1) foi de 43,12%, segregando as áreas entre si, principalmente em relação à composição granulométrica. O CP1, associado positivamente às frações de areia, com exceção de areia fina, e negativamente ao silte, segregou principalmente a piscicultura 2 das demais áreas, associada aos sedimentos grosseiros. A retenção do componente principal 2 (CP2) foi de 32,46%. Neste componente o controle 2 e a piscicultura 3, posicionados do lado inferior do eixo 2, foram associados positivamente às concentrações de nutrientes e negativamente à fração areia muito fina. A piscicultura 2, posicionada inversamente a estas áreas, foi associada, portanto, às menores concentrações de nutrientes e a maior proporção de areia fina (Figura 4).

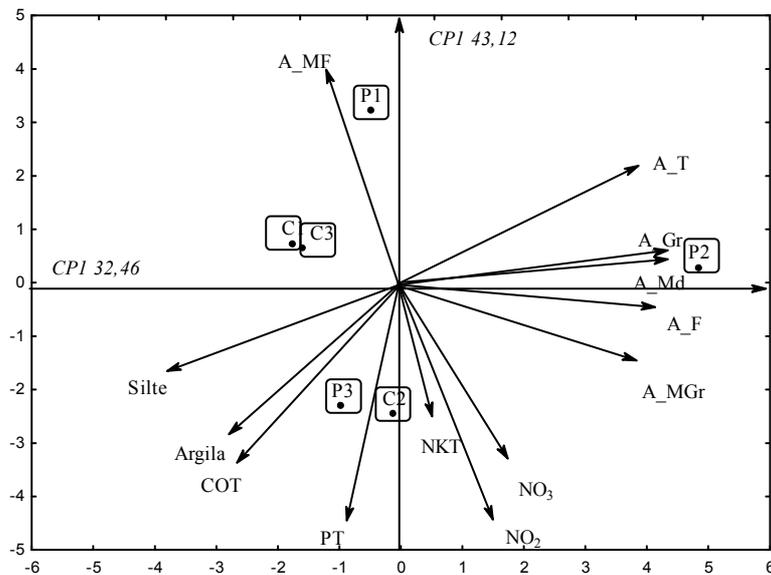


Figura 4. Componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) da ACP aplicada aos valores de variáveis físicas e químicas e frações granulométricas do sedimento (n = 7). PT = fósforo total, COT = carbono orgânico total, NKT = nitrogênio Kjeldahl total, NT = nitrogênio total, A_MF = areia muito fina, A_F = areia muito fina, A_M = areia média, A_G = areia grossa, A_T = areia total.

De maneira geral, verificou-se grande variabilidade espacial nas concentrações de nutrientes, provavelmente em função da localização das áreas (longitudinal e lateral) e do baixo tempo de residência do reservatório. No entanto, os maiores valores foram observados nas áreas com predomínio de sedimentos finos, em direção à barragem (região lacustre).

As maiores concentrações de nutrientes foram observadas na piscicultura 3 e no controle 2, cujas composições granulométricas foram caracterizadas principalmente por sedimentos finos (silte e argila). As frações granulométricas finas possuem maior área superficial de contato, o que propicia o acúmulo de matéria orgânica (MO), maior capacidade de complexação e retenção de nutrientes e contaminantes (Burton, 2002; Froehner e Martins, 2008). O fósforo encontra-se na natureza, predominantemente na forma de oxi-ânion (fosfato), cujos oxigênios apresentam alta reatividade com os grupos funcionais dos colóides inorgânicos do solo (argilominerais e óxidos - OH- monocoordenados com ferro, alumínio e silício, principalmente). No entanto, também deve ser considerada a possibilidade da influência da piscicultura 3 e do recebimento de materiais do Córrego das Três Ilhas no controle 2.

Nos controles 1 e 3, embora também tenha sido verificada maior proporção de sedimentos finos, observaram-se menores valores para a série de nitrogênio. No C1 foram observados maiores valores de PT e COT e no C3 menores valores para os nutrientes. Baixas concentrações de nutrientes no C3 indicam que não houve acúmulo dessas espécies químicas na região próxima à barragem (lacustre).

Nas pisciculturas 1 e 2 foram verificadas maiores frações de areia, menores valores de PT e COT e concentrações intermediárias para a série de nitrogênio, comparativamente aos demais locais avaliados. Provavelmente, os principais fatores que contribuíram para a composição granulométrica do sedimento nessas áreas foram a proximidade das margens e a localização no reservatório onde predominam condições lóticicas. De acordo com França *et al.* (2006), a presença significativa de frações de areia grossa e média evidencia elevado processo de erosão devido à ocupação humana.

De maneira geral, as concentrações de nutrientes foram próximas às observadas por Jorcín e Nogueira (2005), nesse mesmo reservatório. Os autores determinaram valores NT entre 2.200 e

7.180 mg kg⁻¹ e PT entre 710 e 1.600 mg kg⁻¹. No rio Jacupiranguinha, estas concentrações variaram de 70 a 1.060 mg kg⁻¹ e 0,12 a 10,50 µg g⁻¹ e no rio Pariquera-Açu entre 40 e 820 mg kg⁻¹ e 0,07 e 1 µg g⁻¹ (Cunha e Calijuri, 2008). Na referida pesquisa, os valores de NT e PT foram inferiores aos determinados no presente estudo, sendo que os maiores valores foram verificados a jusante do lançamento de efluentes agroindustriais. Ao longo das margens do rio Jacupiranguinha observam-se trechos com bananicultura e uma indústria de fertilizantes, enquanto o rio Pariquera-Açu tem o entorno preservado, com mata ciliar em vários trechos. Além disto, a região do Vale do Ribeira possui uma das maiores coberturas florestais do Estado de São Paulo. Por outro lado, na região do reservatório Canoas II predomina o uso agropecuário com maquinário pesado e os solos são suscetíveis à erosão, fatores que contribuem para aumentar as concentrações de nutrientes. As características do sedimento são influenciadas por especificidades da bacia hidrográfica, características do corpo hídrico (geoquímicas, limnológicas e hidrodinâmicas) e das interferências antrópicas. Em função das particularidades dos corpos hídricos é difícil a definição de valores aceitáveis e não se tem padrões legais orientadores para as concentrações de nutrientes nos sedimentos no Brasil, apenas para o material a ser dragado.

No sedimento sob áreas com criação de trutas em tanques-rede na Argentina, Temporetti e Pedrozo (2000) verificaram valores de 142 e 17 mg g⁻¹, respectivamente em lago natural profundo com produção anual de 50 toneladas ano⁻¹ e em reservatório com produção anual de 150 toneladas ano⁻¹. No reservatório da UHE Itaipu, Bueno *et al.* (2008) verificaram decréscimo de PT no sedimento ao longo do cultivo com maior valor (10 mg g⁻¹) em área que recebe água oriunda de praia artificial e não na área com tanques-rede. Os autores afirmaram que não houve 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

Os resultados refletiram as condições do baixo tempo de residência deste reservatório. De maneira geral, as maiores concentrações de nutrientes foram associadas principalmente ao predomínio de sedimentos finos. Não foi comprovada a interferência das pisciculturas nas condições do sedimento, mas recomenda-se o monitoramento anual destas áreas para avaliações de longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (1998). *Standard methods for examination of water and wastewater*. n.20. Washington: APHA: AWWA.
- ALMEIDA, C.A.; ROCHA, O. (2006). Estudo comparativo da qualidade dos sedimentos dos reservatórios do rio Tietê (SP), São Carlos – SP, *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, V.1, n. 2, pp.141-145.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1984). NBR - 7181, ABNT. Solo – Análise granulométrica.

- BUENO, G. W.; MARENGONI, N.G.; GONÇALVES Júnior, A.C.; BOSCOLO W.R.; TEIXEIRA R.A. (2008). 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, pp. 237-243.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resoluções CONAMA*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 11 dez. 2012.
- BURTON, G.A. JR.; Sediment quality criteria in use around of the world. (2002). *Limnology*, v. 3, pp.65-75.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). (2011). *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Carlos Jesus Brandão et al. (Org.) São Paulo: CETESB; Brasília:ANA.
- CUNHA, D.G.F; CALIJURI, M.C. (2008). 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, pp. 024-040.
- DUKE ENERGY INTERNACIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. (2001). *Plano de uso e ocupação dos reservatórios das UHEs Canoas I e Canoas II*. 89p.
- DUKE ENERGY INTERNACIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. (2001). *Peixes do Rio Paranapanema*. São Paulo: Horizonte Geográfico. 112 p.
- ESTEVES, F. de A. *Fundamentos de limnologia*. (1998). Rio de Janeiro. FINEP, Interciência. 575p.
- 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: *Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2006, Porto Alegre*.
- FONSECA, J.J.; GONÇALVES, J.F.JR.; CALLISTO, M. C, N, P e composição granulométrica do sedimento em quatro ecossistemas lóticos amazônicos sob influência de uma mineração de bauxita. In: *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, 1998, v.8, pp.1373-1380*.
- 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. (2008). *Informações Econômicas*. v. 38, n.10, out., pp.35-44.
- JORCIN, A.; NOGUEIRA, M.G. (2005). Phosphate distribution in the sediments along a cascade os reservoirs (Paranapanema River, SE, Brazil). In: *Anais do IV International Symposium, Carmona, 9p*.
- LEGENDRE, P. e LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. (1998). *Developments in > Environmental Modelling*, 20. New York: Elsevier, 853 p.
- ONO, E. A; KUBITZA, F. (2003). *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 3 ed. Jundiaí: E. A. Ono, 112p.
- PACHECO, F.S.; CESAR, D.E.; ROLAND, F. (2004). Análise e comparação e carbono orgânico total em dois reservatórios do sistema de Furnas de geração de energia elétrica. In: *Anais do XI Seminário de Iniciação Científica, 2004, Juiz de Fora - MG*.
- SCHREIBER, E. et al. Estudos para elaboração de contratos na cadeia produtiva do pescado na região oeste do Paraná. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2003, Porto Seguro - BA*. 1. CD-ROM.
- SOARES, A.; MOZETO, A.A. (2006). 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), pp.247-266.
- STEPHENS, W.; FARRIS, J.L. (2004). A biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production. *Aquaculture*, v.241, pp.319-330.
- TEMPORETTI, P.F.; PEDROZO, F.L. (2000). Phosphorus release rates from fresh water sediments affected by fishing farming. *Aquat. Res.* v.31, pp.447-455.
- WETZEL, R. G. *Limnologia*. (1981). Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 679p.