



**Qualidade da Água em um Reservatório Neotropical Associado à Criação de Peixes em Tanques Rede:
Reservatório de Itaipu**

Water Quality in a Neotropical Reservoir Associated with Fish Culture in Net Cages: Itaipu Reservoir

**Dacley Hertes Neu¹, Wilson Rogério Boscolo², Odair Diemer², Douglas Jardelino de Camargo²,
Naihara Wächter², Aldi Feiden²**

¹ Universidade Estadual de Maringá. Pós-Graduação em Zootecnia. Avenida Colombo, 5790, Jardim
Universitário, CEP: 87020-900, Maringá, PR. dacley_pesca@hotmail.com

² GEMaQ – Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
Unioeste, Toledo, PR

Recebido em: 16/05/2013

Aceito em: 02/11/2013

Resumo. O cultivo de peixes em tanques rede proporciona a otimização do espaço e grande produção, mas por outro lado, há o risco do ambiente ficar eutrofizado quando não houver manejos adequados. O presente trabalho teve por objetivo verificar a qualidade da água na criação de peixes em tanques rede durante o período de um ano no reservatório da Itaipu Binacional. A coleta de água foi realizada mensalmente durante o ano de 2009 com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn. Para o levantamento dos dados abióticos estabeleceram-se quatro estações de amostragem. Foram analisados os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade elétrica, transparência, pH, fósforo, ortofosfato, amônia, clorofila-a e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Verificou-se que os parâmetros apresentaram diferenças estatísticas entre os meses de coleta com exceção da amônia e DBO. Contudo, o ambiente se manteve dentro da faixa propícia ao cultivo de peixes e não há indícios de deterioração da qualidade de água.

Palavras-chave. Aquicultura, fatores físicos e químicos, sustentabilidade, cultivo superintensivo

Abstract. Fish culture in net cages optimizes space and increases production. However, there is a risk of environment eutrophication in the absence of adequate management. The objective of the present work was to examine water quality in net cage fish culture during a one-year period at the Itaipu reservoir. Water samplings were carried out monthly in 2009 using a Van Dorn bottle. Four sampling seasons were established to assess abiotic data. The study analyzed the following parameters: dissolved oxygen, water temperature, electrical conductivity, pH, phosphorus, orthophosphate, ammonia, chlorophyll-a and biochemical oxygen demand (BOD). We observed that the parameters showed statistical differences among the sampling months, except for ammonia and BOD. Nevertheless, the environment remained within the appropriate range for fish cultivation, and there were no signs of water quality deterioration.

Keywords. Aquaculture, physical and chemical factors, sustainability, superintensive culture

Introdução

O Reservatório de Itaipu é um lago formado artificialmente a partir do fechamento das comportas do canal de desvio da Usina Hidrelétrica de Itaipu em 1982. Tem área de 1.350 km² que abrangem dois países, Brasil e Paraguai, com taxa de residência de 32 dias aproximadamente, possui profundidade média de 21,5 metros e máxima de 170, opera a fio d'água, tem uma conformação dendrítica, e um volume de água aproximado de 29x10⁹ m³ que tem sido utilizado para diversos usos múltiplos, entre eles a piscicultura em tanques rede.

O sucesso da aquicultura em qualquer sistema de produção depende, dentre outros, da qualidade da água e do manejo alimentar dos animais. Tais práticas de manejo estão diretamente relacionadas com as características físicas, químicas e biológicas dos ambientes aquáticos, e determinarão a higidez dos peixes produzidos e os problemas decorrentes no ecossistema (Ntengwe & Edema, 2008).

O crescimento populacional tem resultado na crescente demanda para a utilização dos ambientes aquáticos para atender uma variada gama de necessidades antrópicas, incluindo a eliminação de resíduos sólidos e a descarga de efluentes (Amisah



& Cowx, 2000). No Brasil a produção de peixe é considerada uma atividade potencial poluidora e por isso vem recebendo bastante atenção, todavia, a aplicação de boas práticas de manejo e o monitoramento constante podem minimizar este potencial impacto, promovendo a sustentabilidade da atividade.

Como a qualidade do corpo hídrico torna-se um fator limitante, a renovação contínua é utilizada para a redução dos resíduos metabólicos e alimentares dos animais, com isso, o fluxo de água se torna um meio de diluição de produtos químicos e componentes biológicos presentes no sistema (Pereira et al., 2004).

O controle dos parâmetros limnológicos abióticos e bióticos no cultivo de peixes em tanques rede é dificultado devido às estruturas serem distribuídas ao longo de áreas extensas, locais esses que estão sujeitos as intempéries do tempo e do próprio meio em que se situam. Por outro lado, a renovação de água constante permite ao sistema a alta produtividade de organismos aquáticos. Desta maneira, o conhecimento dos fatores físicos e químicos é de suma importância para que a atividade piscícola ocorra de forma sustentável e ambientalmente correta (Liu et al., 2008).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a qualidade da água na criação de peixes em tanques rede durante o período de um ano no Reservatório de Itaipu.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologias para Piscicultura em Tanques rede, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena - PR, em um braço do Reservatório de Itaipu numa área aproximada de 20.000 m², constituído por 80 tanques rede de 5,0 m³ de volume útil e 20 tanques rede de pequeno volume (0,7 m³), destinados a produção de espécies nativas como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) piapara (*Leporinus obtusidens*), curimba (*Prochilodus lineatus*), dentre outros, alocados em uma região com média de oito metros de profundidade e que recebe diariamente, um aporte aproximado de 230 kg de ração com diferentes teores de fósforo na sua composição.

As coletas da água foram realizadas nos meses de janeiro a dezembro de 2009, no período vespertino, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn, com capacidade para cinco litros. Para o levantamento dos dados abióticos estabeleceram-se

quatro estações de amostragem de modo que toda área dos tanques rede fosse abrangida. Cada local foi considerado como uma repetição. As estações foram assim denominadas: **1S** localizada nas coordenadas geográficas S - 24°51'097" e W - 54°21'110", **2S** nas coordenadas geográficas S - 24°50'996" e W - 54°21'312", **3S** nas coordenadas geográficas S - 24°51'103" e W - 54°21'329" e **4S** localizada nas coordenadas geográficas S - 24°51'105" e W - 54°21'733".

Em todas as coletas foram avaliados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade elétrica, transparência, pH, fósforo, ortofosfato, amônia, clorofila-a e demanda bioquímica de oxigênio.

O oxigênio dissolvido, a temperatura da água, a condutividade elétrica, e o pH foram avaliados *in situ*, mensurados através de potenciômetros portáteis Hanna Instruments®. A transparência da água foi obtida através da metodologia proposta por Secchi em 1865 (Pompêo, 1999).

Amostras da água coletada foram preservadas em garrafas de polietileno escuras e conservadas resfriadas (5°C) para posterior análise de fósforo, ortofosfato, amônia, clorofila-a e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), no Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura GEMAq/Unioeste (Toledo-PR).

Para cada amostra de água coletada, utilizaram-se duas repetições seguindo a metodologia proposta por Mackreth *et al.* (1978) para o fósforo e ortofosfato, Strickland & Parson (1972) para amônia, Wetzel & Likens (1991) para a quantificação da clorofila-a e Apha (1998) para demanda bioquímica de oxigênio.

Os dados obtidos foram agrupados por mês e submetidos à análise de variância ANOVA (Zar, 1984) e quando observadas diferenças significativas (P<0,05), foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa SAS (2004). Através do mesmo programa, realizou-se a análise de correlação de Pearson para verificar as possíveis correlações entre as variáveis abióticas selecionadas (Sokal & Rohlf, 1981) na qual é estabelecido que coeficientes variando entre 1 a 0,7 positivo ou negativo são considerados fortes, 0,3 a 0,7 positivo ou negativo são considerados moderados e 0,3 a 0 positivo ou negativo são considerados fracos.

Resultados

Os valores de todas as variáveis abióticas coletadas "*in situ*" (oxigênio dissolvido, temperatura



da água, condutividade elétrica, transparência e pH) estão apresentados na Tabela 1.

Observou-se que a maior transparência (2,86 m) e temperatura (30,25 °C) ocorreram no mês de janeiro enquanto as menores incidiram sobre o mês de julho (1,00 m; 19,43 °C; para a transparência e temperatura, respectivamente). O maior valor de pH foi registrado no mês de fevereiro (9,00) e o menor, no mês de setembro (6,34), e apesar, das médias

gerais ficarem próximas a 7,0, diferenças significativas (P<0,05) foram detectadas.

O oxigênio dissolvido variou de 4,38 a 8,50 mg.L⁻¹, sendo os maiores valores registrados nos meses de maio, junho, julho e agosto, com médias superiores a 8,0 mg.L⁻¹.

A maior condutividade elétrica ocorreu no mês de junho e a menor no mês de agosto, havendo diferenças significativas (P<0,05) entre os meses.

Tabela 1. Valores dos parâmetros abióticos durante a criação de peixes em tanques rede, coletados in situ.

Meses	Parâmetros				
	Transparência (m)	pH	Temperatura da água (°C)	Oxigênio (mg.L ⁻¹)	Condutividade (µS cm ⁻¹)
Janeiro	2,86±0,23a	6,55±0,41ed	30,25±0,13ab	5,97±0,36cd	45,78±2,56a
Fevereiro	2,32±0,16ab	9,00±0,28a	29,85±0,26bc	6,80±0,16b	30,00±0,95bc
Março	1,78±0,15cd	7,58±0,27bc	30,75±0,31a	4,38±0,61e	41,15±0,79ab
Abril	2,32±0,17abc	7,71±0,22b	30,28±0,17ab	5,71±0,28d	38,98±0,67ab
Maio	2,68±0,38a	6,43±0,29e	23,75±0,65e	8,20±0,28a	37,30±0,08ab
Junho	2,45±0,37ab	7,20±0,09bcd	23,90±0,01e	8,00±0,01a	47,25±10,60a
Julho	1,00±0,00f	6,48±0,22e	19,43±0,13g	8,45±0,41a	44,85±3,69a
Agosto	1,65±0,24de	6,89±0,32cde	20,40±0,16g	8,50±0,12a	21,50±4,12c
Setembro	2,03±0,24bcd	6,34±0,32e	22,10±0,14f	6,00±0,01cd	40,58±9,62ab
Outubro	2,00±0,36bcd	6,72±0,29de	24,00±0,00e	6,45±0,30bcd	35,00±10,00ab
Novembro	1,93±0,15bcd	7,20±0,07bcd	28,48±0,25d	6,10±0,12bcd	40,43±0,85ab
Dezembro	1,11±0,02ef	7,18±0,07bcd	29,43±0,10c	6,55±0,41bc	41,20±1,74ab
C.V. (%)	11,73	3,46	0,96	4,57	13,90

Valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey

Os valores das variáveis analisadas em laboratório (amônia, ortofosfato, fósforo, clorofila-a e demanda bioquímica de oxigênio) estão descritos na Tabela 2.

Para a amônia e a DBO não foram observadas diferenças estatísticas (P>0,05) entre os meses. O ortofosfato, que é a forma disponível de fósforo aos organismos aquáticos teve seu maior índice no mês de julho (0,159 mg.L⁻¹) e o menor em novembro (0,004 mg.L⁻¹), diferindo estatisticamente dos demais meses, o mesmo foi verificado para o fósforo. A clorofila apresentou teores elevados nos meses de fevereiro (0,030 mg.L⁻¹) e abril (0,026

mg.L⁻¹), diferenciando estatisticamente (P<0,05) em relação aos outros meses do ano.

A partir da análise de correlação (Tabela 3) podemos verificar que o pH teve correlação significativa (P<0,01) com a temperatura e com a clorofila, sendo essas, correlações moderadas. A temperatura teve correlação forte com o oxigênio dissolvido e moderada com o ortofosfato (P<0,01). O oxigênio dissolvido apresentou significância com o ortofosfato tendo uma correlação moderada com esse elemento. E o ortofosfato apresentou ainda correlação significativa com o fósforo.

Tabela 2. Valores dos parâmetros abióticos durante a criação de peixes em tanques rede, analisados em laboratório.

Parâmetros



Meses	Amônia (mg.L ⁻¹)	Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	Fósforo (mg.L ⁻¹)	Clorofila-a (mg.L ⁻¹)	DBO (mg.L ⁻¹)
Janeiro	0,044±0,060a	0,011±0,006b	0,046±0,020b	0,006±0,005bc	6,08±4,81a
Fevereiro	0,060±0,040a	0,007±0,005b	0,030±0,010b	0,030±0,010a	2,57±1,27a
Março	0,044±0,010a	0,007±0,004b	0,030±0,010b	0,003±0,004bc	4,33±2,19a
Abril	0,043±0,004a	0,045±0,010b	0,066±0,010b	0,026±0,010a	0,67±0,02a
Maió	0,009±0,005a	0,015±0,005b	0,043±0,020b	0,003±0,002c	4,67±0,54a
Junho	0,023±0,020a	0,020±0,005b	0,090±0,020b	0,003±0,002c	4,17±0,64a
Julho	0,019±0,020a	0,159±0,090a	0,340±0,260a	0,013±0,005b	4,00±2,31a
Agosto	0,032±0,010a	0,133±0,010a	0,041±0,010b	0,005±0,003bc	6,00±1,63a
Setembro	0,078±0,050a	0,009±0,005b	0,101±0,080b	0,003±0,004bc	4,50±1,00a
Outubro	0,046±0,060a	0,041±0,010b	0,014±0,005b	0,006±0,005bc	4,50±1,00a
Novembro	0,034±0,020a	0,004±0,005b	0,014±0,010b	0,002±0,002c	5,50±1,91a
Dezembro	0,039±0,010a	0,008±0,004b	0,051±0,010b	0,005±0,004bc	5,00±3,83a
C.V. (%)	88,46	67,58	108,25	44,57	51,01

Valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Valores das correlações de Pearson entre as variáveis físicas e químicas da água do reservatório

	Tran	pH	T°C	OD	Con	Amo	Ort	P	Clo
Tran									
pH	0,111								
T°C	0,277	0,562*							
OD	-0,109	-0,274	-0,729*						
Con	0,025	-0,304	0,157	-0,197					
Amo	-0,015	0,045	0,143	-0,230	-0,174				
Ort	-0,454	-0,245	-0,624*	0,577*	-0,213	-0,099			
P	-0,354	-0,297	-0,429	0,372	0,205	0,007	0,629*		
Clo	0,057	0,610*	0,296	-0,065	-0,147	0,198	0,095	0,108	
DBO	-0,139	-0,398	-0,155	0,189	-0,025	0,008	0,119	0,080	-0,431

Tran = transparência; T°C = temperatura, OD = oxigênio dissolvido; Con = condutividade; Amo = amônia; Ort = ortofosfato; P = fósforo; Clo = clorofila-a.

*Significativo a 0,01%

Correlações fracas (positivas e negativas) foram encontradas entre a amônia e fósforo, amônia e DBO, fósforo e DBO, clorofila e ortofosfato, ortofosfato e amônia, DBO e condutividade e condutividade e transparência, isso quer dizer que não há como explicar esses dados correlacionando-os.



Discussão

Nos meses fevereiro e abril quando a transparência da água elevou-se, a concentração de clorofila também foi superior, enquanto nos períodos com menor incidência de luz a quantidade de clorofila encontrada diminuiu. Todavia, a correlação existente entre essas duas variáveis foi fraca ($r=0,296$), entretanto, essa análise foi realizada para o ano todo, e não somente para esses meses. A incidência de luz está entre as principais variáveis físicas do ecossistema aquático (Pérez et al. 2010), isso porque ela influencia na produção primária e interfere na movimentação dos organismos microscópicos que vivem nela.

A variação da temperatura da água observada no presente estudo está associada à estação do ano, que no sul do Brasil é bem definida. A temperatura da água e o oxigênio dissolvido estão intimamente relacionados e também interferem no metabolismo dos peixes (Phan-Van et al., 2008). Quando a temperatura aumentou, houve maior consumo de oxigênio por parte dos organismos heterotróficos presentes no ambiente aquático, enquanto nos meses mais frios, o metabolismo dos organismos diminui fazendo com que a demanda desse elemento diminuísse, resultando em maiores concentrações no meio. Essas duas variáveis estão fortemente correlacionadas de maneira negativa ($r= -0,726$) e significativas em nível de 99,9%. Em lagos, como foi o caso do presente experimento, ocorre variação contínua do oxigênio durante o dia, em consequência de processos físicos, químicos e biológicos, podendo apresentar teores críticos no período noturno, como reportado por Diemer et al. (2010).

Quanto ao pH, apenas em fevereiro foi encontrado um valor crítico (Boyd, 1990), que pode estar ligado a cargas pontuais do reservatório, como carreamento de sedimentos, lixiviação de nutrientes ou resíduos lançados no meio aquático. Além disso, pode variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, com o aumento da fotossíntese pode haver incremento da biomassa fitoplanctônica (clorofila-a), e isso é explicado pela correlação significativa ($r=0,610$) encontrada na análise. No presente experimento também foi encontrada correlação significativa entre pH e temperatura da água, quando uma variável aumentou a outra seguiu a mesma tendência.

A variação da condutividade foi de 21,50 a 47,25 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, resultados semelhantes aos encontrados por Bueno et al. (2008) para o mesmo

reservatório, quando os valores são altos, indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indica acentuada produção primária, sendo portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Ribeiro et al., 2005). Desta forma, os resultados indicam que não houve uma grande entrada de matéria orgânica no ambiente de cultivo.

A amônia que tem seu principal sítio de formação no sedimento (Esteves, 1998), apresentou teores abaixo do disposto na legislação brasileira. Todavia, em maio, devido à precipitação ocorrida e às correntes de água, a concentração foi desprezível, já nos meses mais secos como março e abril a concentração desse gás elevou-se, não apresentando diferença estatística entre os meses do ano.

O ortofosfato apresentou valores oscilando entre 0,004 a 0,159 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, variação provavelmente devido ao aporte de matéria orgânica derivada da ração ou do transporte de sedimentos provocados pela precipitação. Estima-se que de 10 a 30% do alimento fornecido não seja ingerido pelos peixes e 66% do fósforo aportado via ração sofrerem sedimentação, sendo 23% solubilizado e disponível ao fitoplâncton (Pilarski et al., 2004). O ortofosfato apresentou correlação positiva ($r=0,629$) significativa com o fósforo, quanto maior as concentrações de fósforo, maior é o teor de ortofosfato no meio.

O fósforo apresentou-se mais elevado em meses com maior incidência de chuvas como constatado em julho (Tabela 2) ($p<0,05$), essa situação pode ser explicada pelo aumento do fluxo da água que acelera a liberação desse mineral do sedimento para a coluna d'água, assim como pode haver um repasse desse elemento através do solo, pois há o escoamento da água das chuvas para o reservatório e junto com elas o transporte de defensivos agrícolas e outros materiais.

Outro fator que pode contribuir para o aumento do teor desse mineral no ambiente é o excesso no fornecimento de rações. Os *pellets* que não são consumidos acabam lixiviando (Potrich et al., 2011) e deteriorando a qualidade de água, o que pode resultar em estresse e doenças aos animais (Santos, et al., 2010), sobretudo quando não há controle da qualidade de água. Bueno et al. (2008) observaram que o fósforo diminui ao longo da área aquícola do reservatório de Itaipu, devido principalmente à sedimentação e decantação.

A clorofila apresentou valores baixos quando comparados aos encontrados por Eler et al. (2009) em viveiros de piscicultura, porém os sistemas são



diferentes e com dinâmicas distintas. Segundo Pereira & Mercante (2005) a assimilação de compostos nitrogenados pelo fitoplâncton pode acarretar crescimento descontrolado dessa comunidade, provocando florações. Como a clorofila teve resultados amenos durante o ciclo anual, não foi constatado o aparecimento de algas em grandes quantidades, o que reforça a idéia de um local confortável para a criação de peixes. Corroborando, Bueno et al. (2008) e Diemer et al. (2010) classificaram o reservatório como oligotrófico, classificação essa que leva em consideração os teores de clorofila-a, fósforo e a visualização do disco de Secchi.

A demanda bioquímica de oxigênio não apresentou diferenças estatísticas durante o período. Segundo Keppeler (2008), a DBO e os sólidos suspensos têm correlação em sistemas abertos devido à movimentação de água promover menores valores do que em viveiros de cultivo.

De modo geral, a qualidade da água do local onde estão alocados os tanques rede, apresentam-se dentro dos limites toleráveis para a criação de peixes. No ano de 2009, alguns meses tiveram chuvas atípicas para a região, o que pode ter contribuído para a oscilação dos dados. Todavia o ambiente se enquadra dentro da regulamentação disposta pela resolução 357/05 do CONAMA referente a águas de classe II que dispõe os limites para aquicultura.

Conclusão

As variações de todos os parâmetros avaliados ao longo do ano no local do estudo, apesar de em algumas estações terem sido acentuadas e significativamente distintas, se mantiveram em consonância com o estabelecido como adequado ao cultivo em tanques rede.

Do ponto de vista ambiental, estes também se mantiveram compatíveis com a classe prevista pela legislação que regulamenta a atividade (resolução CONAMA 357/05).

Ressalta-se a importância do monitoramento limnológico sistemático, em áreas de reservatórios destinadas a aquicultura como uma importante ferramenta para assegurar a produtividade do sistema e a preservação do ambiente, indicando os momentos em que medidas de manejo deverão ser implementadas para garantir o uso sustentável do recurso.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Itaipu Binacional pelo auxílio financeiro por meio do convênio 450008796, e aos integrantes do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Referências

AMISAH, S.; COWX, I.G. Response of the fish populations of the River Don in South Yorkshire to water quality and habitat improvements. **Environmental Pollution**, v. 108, p. 191-199, 2000.

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association. 1998. 824p.

BILOTTA, G.S.; BRAZIER, R.E. Understanding the influence of suspended solids of water quality and aquatic biota. **Water Research**, v. 42, p. 2849-2861, 2008.

BOYD, C.E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Auburn, Author's edition, 1990. 482p.

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 Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.3, p.237-243, 2008.

CONAMA Nº 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, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acessado em 21 de setembro de 2009.

DIEMER, O.; NEU, D.H.; FEIDEN, A.; LORENZ, E.V.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n.1, p. 24-31, 2010.

ELER, M.N.; CAMPAGNA, A.F.; MINILLO, A.; RIBEIRO, M.A.P.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Water quality, toxicity and Gill lesions caused by intraperitoneally administered water-bloom crude extract in *Brycon Cephalus* (Günter, 1986;



- Characidae) from fee fishing ponds in São Paulo state, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.21, n.1, p. 89-100, 2009.
- ESTEVEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência 2ª Edição, 1998. 601p.
- KEPPELER, E.C. Correlações limnológicas em viveiros de cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 65-72, 2008.
- KOROLEFF F. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed). Methods of sea water analysis. Weinheim: Willey, 1976. p. 117- 181.
- LIU, Y.; YANG, P.; HU, C.; GUO, H. Water quality modeling for load reduction under uncertainty: A Bayesian approach. **Water Quality**, v. 42, p. 3305-3314, 2008.
- MACKERETH, J.F.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. Water analysis: some revised methods for limnologists. Cumbria: Freshwater Biological Association, n. 36, 1978. 121 p.
- NTENGWE, F.W.; EDEMA, M.O. Physico-chemical and microbiological characteristics of water for fish production using small ponds. **Physical and Chemistry of the Earth**, v. 33, p. 701-707, 2008.
- PEREIRA, R.H.G.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; ELER, M.N. Limnological variables and their correlation with water flow in fishponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 3, p. 263-271, 2004.
- PEREIRA, L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, p. 81-85, 2005.
- PÉREZ, G.L.; TORREMORELL, A.; BUSTINGORRY, J.; ESCARAY, R.; PÉREZ, P.; DIÉGUEZ, M.; ZAGARESE, H. Optical characteristics of shallow lakes from Pampa and Patagonia regions of Argentina. **Limnologica**, v. 40, p. 30-39, 2010.
- PHAN-VAN, M.; ROUSSEAU, D.; PAUW, N. Effects of fish bioturbation on the vertical distribution of water temperature and dissolved oxygen in a fish culture-integrated waste stabilization pond system in Vietnam. **Aquaculture**, v. 281, p. 28-33, 2008.
- PILARSKI, F.; TOMAZELLI JUNIOR, O.; CASACA, J.M.; GARCIA, F.R.M.; TOMAZELLI, I.B.; SANTOS, I.R. Consórcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do pescado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 267-276, 2004.
- POMPÊO, M.L.M. O disco de Secchi. **Bioikos**, V. 13, p. 40-45, 1999.
- POTRICH, F.R.; SIGNOR, A.A.; DIETERICH, T.G.; NEU, D.H.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R. Estabilidade e lixiviação de nutrientes com rações de diferentes níveis proteicos. **Cultivando o Saber**, v. 4, n. 1, p. 77-87, 2011.
- RIBEIRO, G.M.; MAIA, C.E.; MEDEIROS, J.F. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 15-22, 2005.
- SANTOS, G.A.; SCHRAMA, J.W.; MAMAUAG, R.E.P.; ROMBOUT, J.H.W.M.; VERRETJ, J.A.J. Chronic stress impairs performance, energy metabolism and welfare indicators in European seabass (*Dicentrarchus labrax*): the combined effects of fish crowding and water quality deterioration. **Aquaculture**, v. 299. p. 73-80, 2010.
- SAS Institute Inc. SAS User's guide statistics. 9ª ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3. 2004.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aquíicultura. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1995. 72p.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J.. Biometry. New York: W.H. Freeman. 1981. 859 p.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. A practical handbook of sea water analysis. Ottawa: Fish Res. Board of Canada. 1972. 310p.
- WETZEL, R.G.; LIKENS G.E. Limnological Analyses. Springer-Verlag. 1991. 391p.



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. New Jersey:
Prentice Hall, Englewood Cliffs. 2nd ed. 1984. 718p.