

QUALIDADE DA ÁGUA E COMPOSIÇÃO FITOPLANCTÔNICA DE UM VIVEIRO DE PISCICULTURA UTILIZADO PARA FINS DE PESCA ESPORTIVA E IRRIGAÇÃO *

Giuliana Berchieri LACHI¹ e Lucia Helena SIPAÚBA-TAVARES^{2,3}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água com base em algumas variáveis limnológicas e a composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura para fins de pesca esportiva e irrigação. Foram pesquisados quatro pontos do viveiro durante o período de um ano, sendo P₁=entrada de água no viveiro, P₂=entrada de água proveniente da carcinicultura, P₃=local de retirada de água para irrigação e P₄=saída de água (desaguamento diretamente em outro viveiro). Os dados ambientais mostram que o viveiro apresentou elevada carga de nutrientes, altos teores de clorofila-*a* e valores elevados de condutividade elétrica, dureza total e sólidos totais solúveis provenientes da descarga do viveiro anterior, influenciando, portanto, a dinâmica de variáveis biológicas, como clorofila-*a* e fitoplâncton. Em P₃, a classe Zygnematophyceae foi a de maior riqueza em número de indivíduos, contribuindo com 34,01%, porém a classe Chlorophyceae, que apresentou o maior número de gêneros, teve uma representatividade de 33,52% sobre o total de indivíduos registrados. A utilização deste viveiro para fins de irrigação deve ser reavaliada, em razão das condições eutróficas da água, presença de cianobactérias potencialmente tóxicas e do próprio manejo empregado.

Palavras-chave: aquíicultura; qualidade da água; composição fitoplanctônica; variáveis limnológicas; fluxo contínuo de água

WATER QUALITY AND PHYTOPLANKTON COMPOSITION IN A SPORTSFISHERY AND IRRIGATION POND

ABSTRACT

Water quality of a fish pond used by UNESP, at Jaboticabal, SP, Brazil, for both fishing and irrigation has been evaluated according to certain limnological parameters and to its phytoplankton composition. During the year, four sampling sites were assigned at the pond: P₁=inlet water in the pond; P₂=inlet water from a shrimp pond; P₃=irrigation spot; and P₄=outlet water (water flowing directly into another pond). The collected data show a water pond with high concentration of nutrients and chlorophyll-*a*, and high values of electrical conductivity, total hardness and total dissolved solids, proceeding from the above pond. These factors affected substantially some biological parameters, such as chlorophyll-*a* and phytoplankton. In P₃, whereas class Zygnematophyceae showed the highest specimens richness, with 34.01%, the Chlorophyceae, that had the highest number of genera, comprehended 33.52% of the total number of individuals. The use of the water fish pond for irrigation must be re-evaluated, due to eutrophic conditions of the water, the presence of potentially toxic cyanobacteria, so as the proper management employed.

Key words: aquaculture; water quality; phytoplankton composition; limnological parameters; water exchange

Artigo Científico: Recebido em 15/5/2006 - Aprovado em 15/3/2007

¹ Pós-graduanda da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agropecuária

² Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aquíicultura e-mail: sipauba@caunesp.unesp.br

³ Endereço/Address: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Centro de Aquíicultura, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP, Brasil – CEP: 14884-900

* Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agropecuária da Universidade Estadual Paulista

INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento da piscicultura, a qualidade da água vem tomando impulso de grande interesse nesta linha de atuação, visto que, em um ambiente, água em condições inadequadas acarretará problemas no cultivo, levando os peixes à morte. Os impactos negativos gerados pela aqüicultura podem promover, dentre outras agravantes, a formação de florações de algas, afetando diretamente a biota aquática e, assim, promovendo rápidas alterações na qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2003a).

Segundo MATSUZAKI *et al.* (2004), o manejo inadequado em piscicultura geralmente acelera o processo de eutrofização, deteriorando a qualidade da água, principalmente pela administração de altas doses de ração e pela fertilização (orgânica ou inorgânica).

Os viveiros e tanques de criação de peixes são ecossistemas dinâmicos que apresentam baixa profundidade e fluxo contínuo de água, afetando diretamente as variáveis limnológicas ao longo do dia e resultando em um balanço contínuo entre os processos fotossintéticos e respiratórios das comunidades aquáticas presentes no meio (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 1994).

Os viveiros de peixes possuem uma comunidade biótica composta por diversos organismos altamente dependentes da qualidade da água e do equilíbrio entre organismos planctônicos e meio ambiente, o que torna o monitoramento dos parâmetros limnológicos imprescindível para a produção de peixes.

O viveiro objeto do presente estudado faz parte de um conjunto de seis viveiros que recebem água de outros viveiros e tanques menores de criação de peixes, camarões e rãs. A escolha do viveiro para este estudo deve-se ao fato de ser utilizado pelos funcionários da UNESP (Universidade Estadual de Paulista), Campus de Jaboticabal - SP, para fins de pesca esportiva e irrigação.

A utilização da água desse viveiro sem tratamento prévio, para fins diversos, pode trazer conseqüências negativas, visto que os sistemas de criação de peixes são geralmente eutróficos, contendo densidades razoáveis de algas, com tendência ao predomínio de cianobactérias (SIPAÚBA-TAVARES e COLLUS, 1997).

Para maior entendimento da ecologia dos sistemas de criação de peixes é indispensável o estudo da qualidade da água e sua inter-relação com

a produtividade aquática. A existência de flutuações da densidade de populações fitoplanctônicas em sistemas de criação de peixes indica a dependência desses organismos pelas condições físicas e químicas do meio, os quais, particularmente nesses ambientes, estão sujeitos a grandes oscilações determinadas pelo próprio dinamismo dos viveiros (SANTEIRO, 2005).

A estrutura e dinâmica do plâncton respondem rapidamente às mudanças do ambiente, podendo funcionar como indicadores ecológicos e, assim, auxiliar no entendimento da dinâmica do ecossistema (NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

O objetivo da presente pesquisa foi estudar alguns aspectos bióticos e abióticos de um viveiro de piscicultura, avaliando a qualidade da água para uso múltiplo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o período de julho 2003 a junho 2004 em um viveiro de cultivo semi-intensivo de peixes, localizado no Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP, a 21°15'22" S e 48°18'58" W, apresentando área de 5.671 m² e tempo de residência ao redor de 29,5 m³/hora.

As amostras de água foram colhidas com garrafa de Van Dorn (5 L) às 9 horas da manhã, na superfície, em quatro pontos: P₁ = entrada de água no viveiro; P₂ = entrada de água proveniente da carcinicultura; P₃ = local de retirada de água para irrigação de áreas de plantio da Universidade; e P₄ = saída de água (desaguando diretamente em outro viveiro).

As variáveis limnológicas condutividade elétrica, pH e temperatura foram medidas utilizando-se sonda Horiba U-10. Oxigênio dissolvido, carbono inorgânico e alcalinidade foram determinados segundo GOLTERMAN *et al.* (1978) e MACKERETH *et al.* (1978). Amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e ortofosfato foram determinados de acordo com KOROLEFF (1976) e GOLTERMAN *et al.* (1978). A clorofila-*a* foi avaliada segundo NUSH (1980), e os sólidos totais solúveis e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), segundo metodologias descritas, respectivamente, em BOYD e TUCKER (1992) e GREENBERG *et al.* (1992).

Amostras de fitoplâncton foram colhidas somente no ponto P₃, local de retirada de água para fins de irrigação. Para amostragem de fitoplâncton, 5 L de água do viveiro foram filtrados em rede de 25 µm de

abertura de malha, sendo as amostras preservadas em lugol. As algas foram quantificadas em câmara de Sedgewick-Rafter. Para avaliação da densidade numérica dos organismos fitoplanctônicos, a quantidade das algas filamentosas foi avaliada através da contagem do número de células por filamento; já as algas coloniais e unicelulares foram consideradas como um único indivíduo. Os dados de densidade foram expressos em número de indivíduos/m³ e porcentagem de abundância. A identificação dos táxons fitoplanctônicos foi baseada em BICUDO e MENEZES (2006).

Para a realização da análise estatística das variáveis limnológicas foi aplicado o teste de análise de variância (ANOVA) com dois critérios: um, ao longo do período de experimento (temporal), e outro, entre os pontos investigados (espacial), utilizando o programa computacional Bio-Estat 4.0. O nível estabelecido para significância dos testes utilizados foi $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos parâmetros limnológicos foi influenciada pelo teor de matéria orgânica e de nutrientes na água provida de outros viveiros que deságuam diretamente no viveiro estudado, gerando valores médios anuais de oxigênio dissolvido (6 mg/L), condutividade (124 $\mu\text{S}/\text{cm}$), dureza (37 mg/L), fósforo total (51 $\mu\text{g}/\text{L}$), alcalinidade (93 mg/L), bicarbonato (112 mg/L), CO₂ livre (124 mg/L) e clorofila-*a* (90 $\mu\text{g}/\text{L}$) mais elevados no ponto P₁ = entrada de água no viveiro (Tabela 1).

A DBO₅ foi a única variável cujos valores não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) tanto temporal quanto espacial. Ao longo do período experimental, as diferenças entre os valores de nitrito, nitrato, alcalinidade e condutividade não foram significativas ($P > 0,05$). Já em relação aos pontos de coleta, os valores de fósforo total, sólidos totais solúveis e ortofosfato não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) significativas (Tabela 1). As Figuras 1 e 2 mostram os valores das características ambientais cujas diferenças foram significativas ($P < 0,05$) ao longo do experimento e entre os pontos investigados.

Em geral, o ponto P₁ apresentou-se mais oxigenado, com concentrações acima de 5 mg/L, porém o maiores picos de concentração de oxigênio dissolvido, com 8 mg/L, foram observados em P₁ e P₄, respectivamente em maio e julho. Nos pontos P₂, P₃ e P₄, de janeiro a junho, houve uma

tendência de decréscimo do oxigênio dissolvido, com concentrações abaixo de 4 mg/L. A menor concentração de oxigênio dissolvido foi observada no ponto P₃, em maio, com 1,89 mg/L (Figura 1).

O pH variou de 6 a 7, com médias anuais de 6,3 (P₁), 6,6 (P₂) e 6,7 (P₃ e P₄) (Figura 1; Tabela 1). A DBO₅ manteve-se abaixo de 6,0 mg/L, com as menores concentrações registradas em P₄, variando de 0,3 a 5 mg/L ao longo do período experimental (Tabela 1).

A temperatura sofreu influência direta das condições ambientais, com maiores índices no verão e menores no inverno (Figura 1). Os maiores valores de condutividade elétrica foram observados em P₁ (124,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e os menores, em P₂ (100,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$), variando de 94 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 107 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 1).

SIPAÚBA-TAVARES e MORENO, S.Q. (1994) verificaram um padrão similar de flutuação da condutividade em viveiros de piscicultura: período de seca e período de chuva, variando de 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com os maiores valores, obtidos no período de seca.

Os teores de sólidos totais solúveis foram maiores em P₁ (23,7 mg/L) e P₂ (22,1 mg/L) e menores em P₃ (17,1mg/L) e P₄ (17,5mg/L), formando dois grupos distintos, sendo o maior teor, 53 mg/L, registrado em P₂, em maio. Os maiores valores de dureza foram observados na entrada de água do viveiro, isto é, em P₁ (37,3 mg/L), e em geral os menores valores ocorreram nos pontos P₂ e P₃, sendo o menor valor mensal, 28 mg/L, registrado em P₂ (Figura 1; Tabela 1).

Os valores de sólidos totais solúveis obtidos neste estudo foram, em geral, inferiores aos de SILAPAJARN *et al.* (2004) em viveiros de criação de "channel catfish", variando de 4 a 340 mg/L, (média de 64 mg/L). Em geral, o procedimento de secagem antes da produção permite a formação de solos mais agregados, com menor dispersão de partículas finas para a água.

Em relação aos compostos nitrogenados, os valores médios anuais de nitrito e nitrato foram mais elevados em P₂, com 218,9 $\mu\text{g}/\text{L}$ e 15.406 $\mu\text{g}/\text{L}$ respectivamente, sendo o oposto observado para amônia: o menor valor médio, 9,7 $\mu\text{g}/\text{L}$, foi registrado em P₂, e o maior, 265,6 $\mu\text{g}/\text{L}$, em P₃ (Tabela 1). Neste caso, o setor de carnicultura (P₂) contribuiu com elevada carga de nutrientes, principalmente nitrato, para o viveiro e em P₃ (ponto de retirada de água para irrigação), de maneira que cuidados devem ser tomados quanto à utilização da

água, em razão da elevada concentração de amônia neste local (Figura 1).

Segundo McINTOSHI (2000), LEE e LAWRENCE (2001) e SIPAÚBA-TAVARES *et al.* (2003b), altas concentrações de compostos nitrogenados estão associadas aos processos de excreção dos peixes e à matéria orgânica oriunda de alimento não digerido

e da própria biota aquática. Baixas concentrações de amônia e elevadas de nitrato aumentam a disponibilidade de nitrogênio para o fitoplâncton, aumentando, conseqüentemente, a biomassa fitoplanctônica, expressa pela concentração de clorofila-*a*, e influenciando a concentração de fósforo na água (KARJALAINEN *et al.*, 1998).

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos (entre parênteses) das variáveis limnológicas da água nos quatro pontos do viveiro, durante o período de experimento e o resultado do teste ANOVA de dois critérios (* $P < 0,05$; ** $P < 0,001$; ns = não significativo)

Variável	Ponto				F (temporal)	F (espacial)
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄		
Temperatura (°C)	23,6 (20 - 27)	23,9 (20 - 27)	23,8 (19 - 28)	24,0 (19 - 28)	390,15*	3,44*
Condutividade (µS/cm)	124,2 (107 - 135)	100,4 (94 - 107)	104,2 (96 - 112)	103,1 (96 - 108)	1,14 ^{ns}	15,31**
pH	6,3 (6 - 7)	6,6 (6 - 7)	6,7 (6 - 7)	6,7 (6 - 7)	5,83**	11,52**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,3 (6 - 8)	4,8 (3 - 7)	3,9 (2 - 6)	4,7 (3 - 8)	5,17**	10,72**
Dureza Total (mg/L)	37,3 (32 - 46)	32,3 (28 - 41)	31,0 (29 - 43)	31,3 (29 - 34)	3,19*	22,34**
Sólidos Totais Solúveis (mg/L)	23,7 (3 - 42)	22,1 (3 - 53)	17,1 (6 - 35)	17,5 (4 - 38)	4,81**	1,80 ^{ns}
DBO ₅ (mg/L)	3,0 (2 - 6)	3,2 (1 - 6)	2,9 (1 - 6)	2,4 (0,3 - 5)	1,24 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Alcalinidade (mg/L)	93,4 (84 - 108)	79,5 (62 - 87)	79,3 (64 - 85)	74,9 (74 - 87)	1,51 ^{ns}	15,40**
Bicarbonato (mg/L)	112,4 (103 - 131)	95,8 (76 - 106)	95,6 (78 - 104)	97,9 (87 - 104)	2,34*	16,54**
CO ₂ Livre (mg/L)	124 (33 - 495)	64 (33 - 120)	40 (29 - 97)	39 (8 - 75)	3,77*	6,73*
Nitrato (µg/L)	560 (172 - 2.200)	15.406 (106 - 17.700)	378 (33 - 2.200)	197,3 (28 - 416)	1,25 ^{ns}	2,80*
Nitrito (µg/L)	12,4 (1 - 22)	218,9 (50 - 432)	11,4 (0,4 - 19,4)	11,6 (0,6 - 21)	1,28 ^{ns}	47,95**
Amônia (µg/L)	231,4 (23 - 291)	9,7 (0,8 - 18)	265,6 (144 - 432)	257,3 (17 - 466)	3,74*	20,00**
Fósforo Total (µg/L)	50,8 (2 - 132)	35,7 (1 - 46)	44,0 (23 - 84)	43,3 (1 - 93)	3,26*	1,07 ^{ns}
Ortofosfato (µg/L)	17,6 (2 - 30)	11,2 (5 - 20)	11,3 (1 - 20)	17,10 (5 - 53)	9,19**	1,23 ^{ns}
Clorofila- <i>a</i> (µg/L)	90 (64 - 118)	68,0 (22 - 134)	67,7 (6 - 134)	68,8 (17 - 128)	6,50**	3,22*

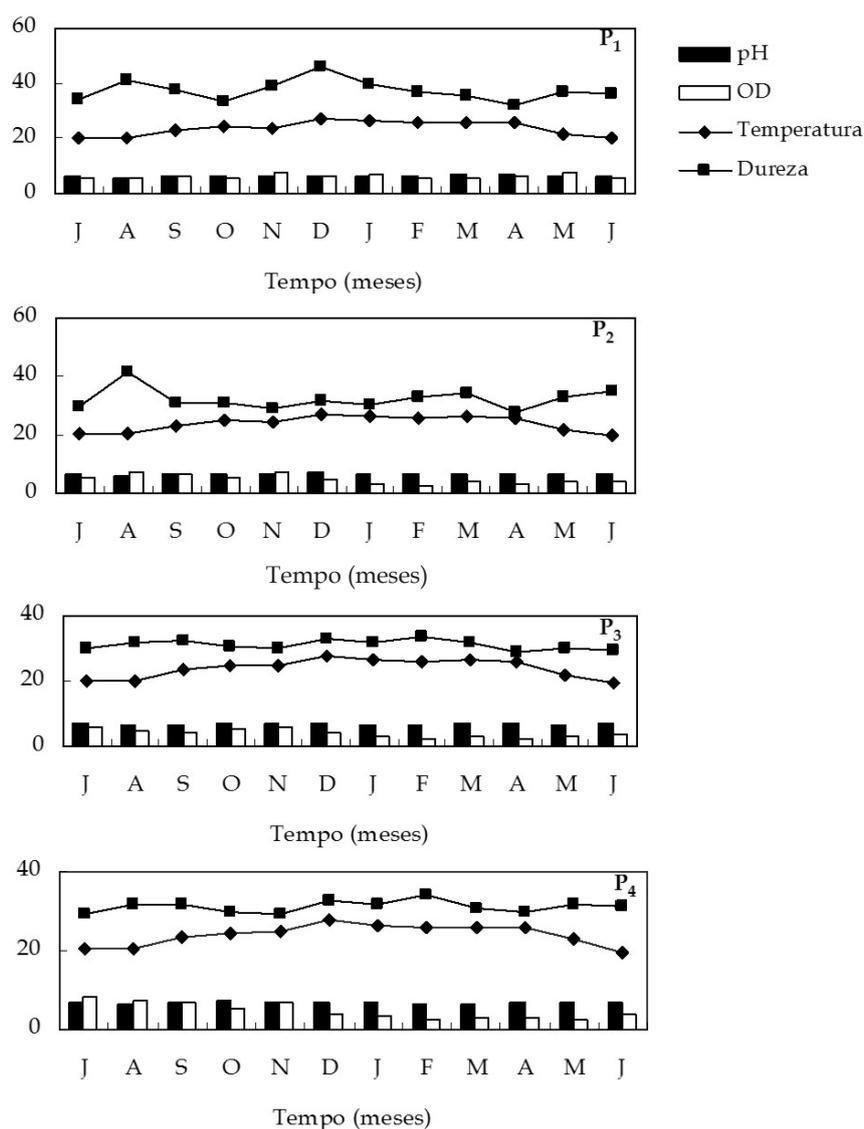


Figura 1. Variação sazonal do pH, oxigênio dissolvido (OD, mg/L), temperatura (°C) e dureza (mg/L), cujos valores foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) em relação ao tempo e aos pontos investigados ao longo do período experimental

As concentrações de fósforo foram bem mais baixas que aquelas dos compostos nitrogenados, apresentando brusco decréscimo entre os meses de novembro e janeiro, posteriormente ao pico de clorofila-*a* e em todos os pontos pesquisados. A clorofila-*a* também decresceu após este pico, com tendência a diminuir até o final do experimento, exceto em P₁. As maiores concentrações de clorofila-*a* ao longo dos meses estudados foram observadas no ponto P₁ (90 µg/L), em que variou de 64 a 118 µg/L. O fósforo total e o ortofosfato apresentaram comportamentos similares, com tendência a elevar-se a partir do mês de fevereiro e com ligeira queda a

partir de maio. Em geral, as maiores concentrações de fósforo total foram observadas entre julho a outubro (período de estiagem), à exceção do pico no mês de fevereiro no ponto P₁, com 132 µg/litro. Os teores de fósforo total e ortofosfato foram mais elevados em P₁, com 50,8 e 17,6 µg/L, respectivamente, e mais baixos em P₂: 35,7 e 11,2 µg/litro respectivamente (Figura 2; Tabela 1). O ponto P₄, local de saída de água que escoava para o viveiro subsequente, apresentou valores consideráveis de nutrientes, condutividade e sólidos em suspensão, indicando o efeito direto da contribuição de matéria orgânica e inorgânica que ocorre em viveiros dispostos seqüencialmente.

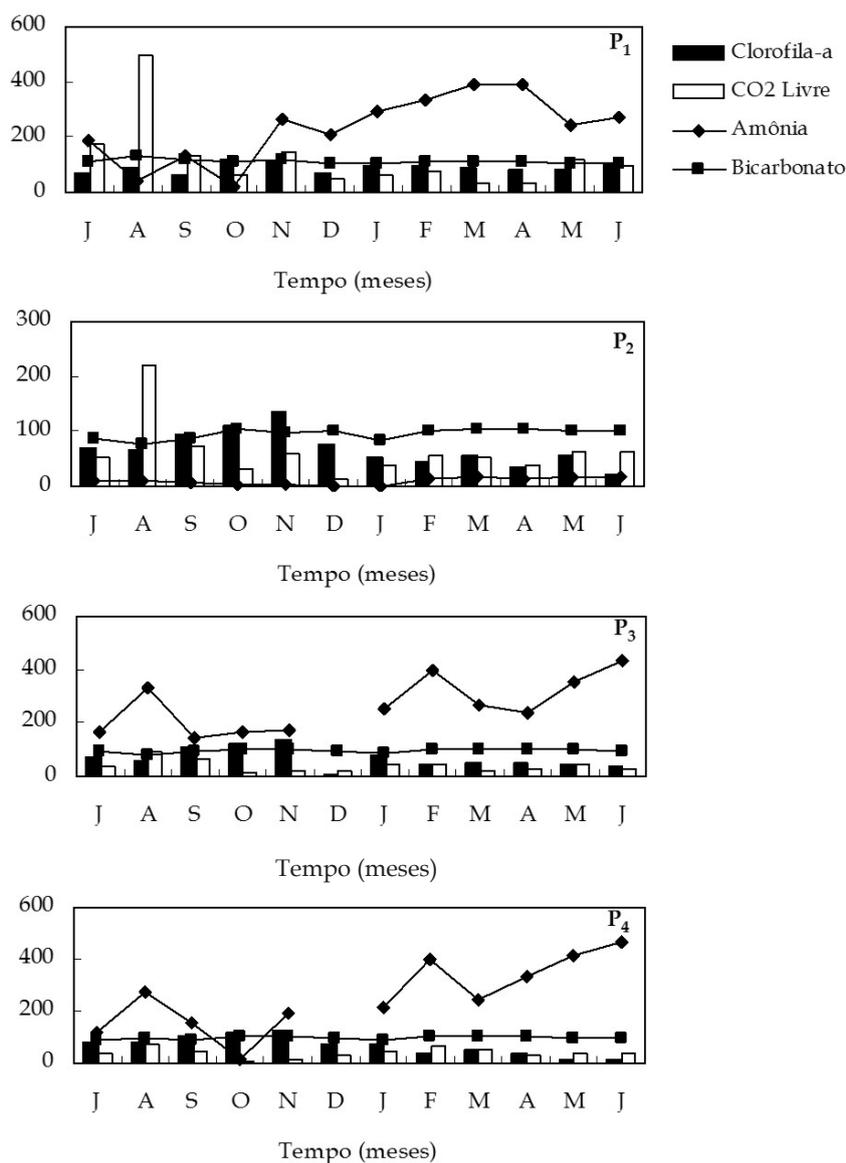


Figura 2. Variação sazonal da amônia ($\mu\text{g/L}$), clorofila-*a* ($\mu\text{g/L}$), bicarbonato (mg/L) e CO_2 livre (mg/L), cujos valores foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) em relação ao tempo e aos pontos investigados ao longo do período experimental

Os meses de maiores concentrações de fósforo na água foram os do período de chuva, que promoveu o aumento do fluxo de água, acelerando a liberação de fósforo do sedimento e, assim, disponibilizando-o para a coluna d'água.

A limitação da produção primária é estabelecida pela quantidade de fósforo e nitrogênio disponível no ambiente. Os teores de nitrogênio e fósforo são frequentemente relacionados como os principais fatores que influem no crescimento e estrutura da comunidade fitoplanctônica, ligados à acumulação da biomassa. O fósforo é considerado fator limitante

nos viveiros de cultivo, sendo imediatamente incorporado à cadeia alimentar via fitoplâncton (AZIM *et al.*, 2004).

Os teores de carbonos inorgânicos foram mais elevados em P₁: 124 mg/L de CO_2 livre e 112 mg/L de bicarbonato, este último, dominante nos pontos P₂ a P₄. A alcalinidade também foi elevada no ponto P₁ (93,4 mg/L), tendendo a diminuir nos outros pontos (Figura 2; Tabela 1).

Em relação aos organismos fitoplanctônicos, registrou-se a ocorrência de 33 gêneros, sendo 21 pertencentes à classe Chlorophyceae. As classes

Euglenophyceae e Chlamydomphyceae foram representadas, respectivamente, pelos gêneros *Trachelomonas* sp e *Chlamydomonas* sp. Destes, o primeiro gênero ocorreu somente nos meses de

outubro e abril, com, respectivamente, 1,3% e 0,9% do total de indivíduos observados. Já *Chlamydomonas* sp foi constante ao longo de todo o experimento, porém em baixa abundância (Figuras 3 e 4).

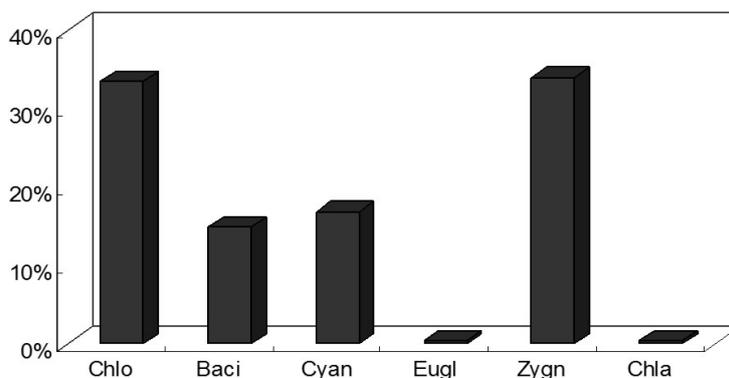


Figura 3. Percentagem de abundância de algas das diferentes classes fitoplanctônicas registradas na água do viveiro ao longo do período experimental. Chlo=Chlorophyceae; Baci=Bacillariophyceae; Cyan=Cyanophyceae; Eugl=Euglenophyceae; Zygn=Zygnematophyceae; Chla=Chlamydomphyceae

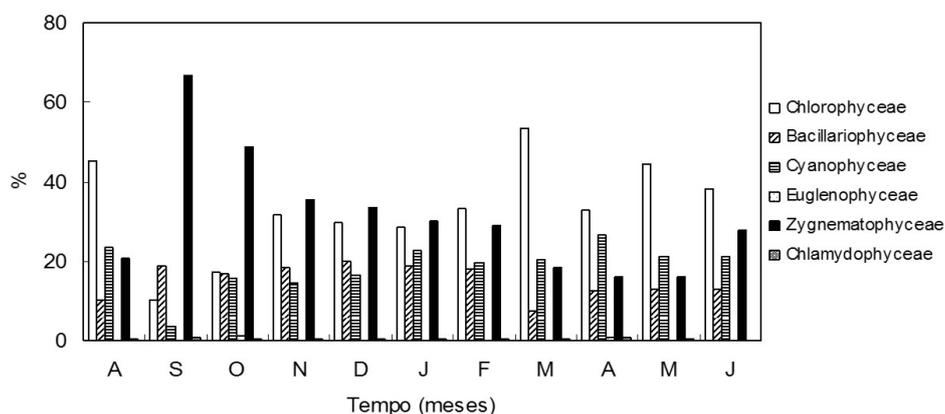


Figura 4. Abundância relativa de algas, por táxon fitoplanctônico, observada no viveiro, no ponto P3: retirada de água para irrigação, ao longo do período experimental

A presença do gênero *Trachelomonas* sp caracteriza ambiente rico em matéria orgânica e contribui de forma efetiva para a degradação biológica das substâncias orgânicas, sendo, portanto, um indicativo das condições eutróficas deste viveiro (SIPAÚBA-TAVARES e COLLUS, 1997).

Alguns autores (ALVAIN *et al.*, 2005; FERRIER *et al.*, 2005; THOMAS *et al.*, 2005) têm observado que gêneros de Chlorophyceae exigem maiores intensidades de luz que as Chrysophyceae. É provável que isto também tenha influenciado a diminuição das algas verdes no meio, visto que Bacillariophyceae e Cyanophyceae tenderam a aumentar no período de chuva, quando ocorre maior revolvimento da água e ressuspensão do sedimento, devido à baixa profundidade dos viveiros de criação

de peixes (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2003a).

Da classe Cyanophyceae foram registrados três gêneros, com *Anabaena* sp ocorrendo somente em outubro e correspondendo a 0,2% do total de organismos observados. De Bacillariophyceae foram registrados dois gêneros, com dominância de *Melosira* sp (95,1%). A classe Zygnematophyceae, representada principalmente por *Hyalotheca* sp (72,43%), foi abundante no período de chuva (setembro-janeiro), após o qual, o predomínio foi de Chlorophyceae (Figuras 3 e 4). Estas duas classes foram dominantes ao longo do experimento, com 34,01% e 35,52% respectivamente, seguidas de Cyanophyceae (16,86%), Bacillariophyceae (14,87%), Chlamydomphyceae (0,41%) e Euglenophyceae (0,33%) (Figura 3; Tabela 2).

Tabela 2. Densidade (nº indivíduos/m³) e porcentagem de organismos fitoplanctônicos registrados no ponto P₃=local de retirada de água para irrigação

Táxon	Gênero	Nº ind./m ³	%
Chlamydomonadales	<i>Chlamydomonas</i> sp	98	
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i> sp	24	0,31
	<i>Ankistrodesmus</i> sp	321	4,12
	<i>Asterococcus</i> sp	112	1,44
	<i>Botryococcus</i> sp	163	2,09
	<i>Chlorella</i> sp	492	6,31
	<i>Coelastrum</i> sp	1.001	12,83
	<i>Crucigenia</i> sp	430	5,51
	<i>Dictyosphaerium</i> sp	310	3,97
	<i>Dimorphococcus</i> sp	25	0,32
	<i>Gloeocystis</i> sp	1.844	23,64
	<i>Golenkinia</i> sp	109	1,40
	<i>Kirchneriella</i> sp	193	2,47
	<i>Monoraphidium</i> sp	18	0,23
	<i>Pediastrum</i> sp	1.078	13,82
	<i>Scenedesmus</i> sp	782	10,03
	<i>Selenastrum</i> sp	14	0,18
	<i>Sphaerocystis</i> sp	629	8,07
	<i>Tetraëdron</i> sp	218	2,80
<i>Tetrallantos</i> sp	31	0,40	
<i>Tetrastrum</i> sp	5	0,06	
Zygnematales	<i>Closterium</i> sp	259	3,17
	<i>Cosmarium</i> sp	167	2,04
	<i>Euastrum</i> sp	370	4,53
	<i>Hyalotheca</i> sp	5.922	72,43
	<i>Mougeotia</i> sp	924	11,30
	<i>Staurastrum</i> sp	534	6,53
Bacillariophyta	<i>Melosira</i> sp	3.399	95,10
	<i>Navicula</i> sp	175	4,90
Cyanophyta	<i>Anabaena</i> sp	8	0,20
	<i>Microcystis</i> sp	3.891	96,00
	<i>Nostoc</i> sp	155	3,80

A classe Cyanophyta, que ficou entre as três mais abundantes, foi representada, principalmente, por *Microcystis* sp (96%), indicando, assim, a necessidade de especial cuidado quando a água de sistemas de criação de peixes é utilizada para fins de irrigação, devido ao potencial tóxico destas algas. Diante disso, esta água só deverá ser reutilizada para irrigação de canteiros agrícolas cuja produção não se destine ao consumo humano.

A presença de Cyanophyta no viveiro pode

estar associada ao fato de o ambiente (eutrófico) conter elevadas concentrações de nitrogênio, como também à capacidade de flutuação da alga, resistência à luminosidade e absorção do nitrogênio atmosférico, realizado através de uma organela especializada para este fim, denominada heterocisto (JAYATISSA *et al*, 2006).

A maior porcentagem de abundância de fitoplâncton foi registrada em outubro, e a menor, em maio, sendo que o período de abril a junho foi aquele

em que se observaram as menores porcentagens de organismos fitoplanctônicos. Em geral, no período de engorda de peixes, que ocorre entre os meses de outubro e fevereiro, as porcentagens de abundância de organismos fitoplanctônicos foram mais elevadas (Figura 4). De acordo com ALMEIDA e GIANI (2000), a pluviosidade desempenha papel fundamental dentre os fatores ambientais que possivelmente influem nas variações da composição do fitoplâncton de reservatório. Neste estudo, durante o período de chuva (novembro-março) foi observado aumento da concentração de material particulado em suspensão e de nutrientes. Além dos fatores ambientais, o fluxo de água e o manejo em sistemas de criação de peixes têm papel fundamental nas características físicas, químicas e biológicas da água.

PEREIRA *et al.* (2004) e SIPAÚBA-TAVARES *et al.* (2003b) verificaram que o fluxo de água afetou diretamente as concentrações de clorofila-*a* e de nutrientes da água.

Muitos autores têm estudado o comportamento da comunidade fitoplanctônica e suas etapas de sucessão sazonal. Embora essa atividade de pesquisa venha gerando uma quantidade sempre crescente de artigos, o progresso no entendimento e previsão destes processos tem sido lento.

Viveiros e tanques de criação de peixes têm a tendência de permanecer entre sistema mesotrófico e sistema eutrófico, devido à adubação orgânica ou inorgânica, que ocorrem antes do processo de permanência do peixe nos tanques ou durante o mesmo, dependendo do tipo de manejo empregado, como também ao constante aporte de alimento, pois parte dele não é assimilado pelos peixes, disponibilizando nitrogênio, via excreção, e fósforo, via urina, para a água. O viveiro estudado mostrou-se com tendência a eutrofia, encontrando-se em condições para manutenção de peixes. Porém, a utilização direta da água deste viveiro de piscicultura para irrigação de plantação para fins de consumo humano deve passar por um tratamento prévio, visto que a biomassa algal e a concentração de nutrientes estiveram em níveis não recomendados, principalmente, no período de engorda dos peixes (novembro-março). Além disso, ao longo do período experimental, a presença de cianobactérias, muitas vezes em concentrações que podem torná-las potencialmente tóxicas à biota aquática, é outro fator a ser levado em consideração, principalmente em ambientes que apresentam forte instabilidade em razão do manejo empregado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Silvia R. L. de Laurentiz e Tatiana Betioli Fiorese, pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.R. e GIANI, A. 2000 Fitoplâncton do reservatório de Ibitité (MG), com ênfase na taxonomia das espécies. *Rev. BIOS, Belo Horizonte*, 8(8): 75-87.
- ALVAIN, S.; MOULIN, C.; DANDONNEAU, Y.; BRÉAON, F.M. 2005 Remote sensing of phytoplankton groups in case of water from global WIFS imagery. *Oceanography Research*, 52(11): 1989-2004.
- AZIM, M.E.; RAHAMAN, M.M.; WAHAB, M.A.; ASAEDA, T.; LITTLE, D.C.; VERDEGEM, M.C.J. 2004 Periphyton based pond polyculture system: a bioeconomic comparison of on-farm and on-station trials. *Aquaculture*, Amsterdam, 242: 381-396.
- BICUDO, C.E. e MENEZES, M. 2006 *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: Chave para identificação e descrições*. São Carlos: Rima Editora. 498p.
- BOYD, C.E e TUCKER, C.S. 1992 *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Alabama: Auburn University Press. 183p.
- FERRIER, M.D.; BUTLER, B.R.; TERLIZZI, D.E.; LACOUTURE, R.V. 2005 The effects of barley straw (*Hordeum vulgare*) on the growth of freshwater algae. *Bio-resource Technology*, 96(16): 1788-1795.
- GOLTEMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. London: Blackwell Sci. Publ. 213p.
- GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. 1992 Microbiological examination. In: *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18. ed. Washington: American Public Health Association. p.32-39.
- JAYATISSA, L.P.; SILVA, E.I.J.; McELHINEY, J.; LAWTON, L.A. 2006 Occurrence of toxigenic cyanobacterial blooms in freshwater of Sri Lanka. *Systematic and Applied Microbiology*, 29: 156-164.
- KARJALAINEN, H.; SEPPALA, S.; WALLS, M. 1998 Nitrogen, phosphorus and *Daphnia* grazing

- in controlling phytoplankton biomass and composition: an experimental study. *Hydrobiologia*, 363: 309-321.
- KOROLEFF, F. 1976 Determination of nutrients. In: GRASHOF, E. e KREMLING, E. (Ed.). *Methods of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Weinheim. p.117-181.
- LEE, P.G e LAWRENCE, A.L. 2001 Feed management for recirculation of aquaculture system. *Advocate*, 4(1): 27-28.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. 1978 *Water analysis: some revised methods for limnologist*. Kendal: Titus Wilson and Sons LTDA. Freshwater Biological Association Scientific Publication, n.36. 121p.
- MATSUZAKI, M.; MUCCI, J.J.N.; ROCHA, A.A. 2004 Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Rev. Saúde Pública*, 38(5): 679-686.
- McINTOSHI, R.P. 2000 Changing paradigms in shrimp farming: IV - Low proteins and feeding strategies. *Advocate*, 3(2): 44-50.
- NOGUEIRA, MG. e MATSUMURA-TUNDISI, T. 1996 Limnologia de um ecossistema artificial raso (Represa do Monjolinho - São Carlos, SP) - Dinâmica das populações planctônicas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 8: 149-168.
- NUSH, E.A. 1980 Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Archiv Für Hydrobiologie*, 14: 14-36.
- PEREIRA, R.H.G.; ESPINDOLA, E.L.G.; ELLER, M.N. 2004 Limnological variables and their correlation with water flow in fishponds. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(3): 263-271.
- SANTEIRO, R.M. 2005 *Impacto ambiental da piscicultura na qualidade da água e na comunidade planctônica*. Jaboticabal. 93p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura).
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BACHION, M.A.; ROCHA, O. 1994 Estudo do crescimento populacional de três espécies zooplanctônicas em laboratório e o uso de plâncton na alimentação de alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilapia) e *Astyanax scabripinis paranae* (lambari). *Revista UNIMAR*, 16(3): 189-201.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. e MORENO, S.Q. 1994 Variação dos parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva. *Revista UNIMAR*, 16(4): 229-242.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. e COLLUS, D.S. de O. 1997 Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes (Jaboticabal, Brasil). *Bol. Lab. Hidrobiol.*, 10: 51-64.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; GOMES, J.P.F.; BRAGA, F.M. de S. 2003a Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui") ponds. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15(3): 95-103.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BARROS, A.F. de; BRAGA, F.M. de S. 2003b Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. *Acta Scien. Biol. Sci*, 25(1): 101-106.
- THOMAS, C.M.; PERISSINOTO, R.; KIBIRIGE, I. 2005 Phytoplankton biomass and size structure in two South African eutrophic, temporarily open/closed estuaries. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 65(1-2): 223-238.