

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM VIVEIRO DE
PISCICULTURA UTILIZADO PARA IRRIGAÇÃO**

Giuliana Berchieri Lachi

Bióloga

JABOTICABAL-SÃO PAULO-BRASIL

2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM VIVEIRO DE
PISCICULTURA UTILIZADO PARA IRRIGAÇÃO**

Giuliana Berchieri Lachi

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Microbiologia Agropecuária.

JABOTICABAL-SÃO PAULO-BRASIL

Junho-2006

L137q Lachi, Giuliana Berchieri
Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica
de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação/ Giuliana
Berchieri Lachi. -- Jaboticabal, 2006
43 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientadora: Lúcia Helena Sipaúba-Tavares
Banca examinadora: Ely Nahas, Rose Meire Vidotti
Bibliografia

CDU 556.55

OFEREÇO

“Há momentos em nossas vidas que passamos por dificuldades. Às vezes nos sentimos enfraquecidos e chegamos a pensar em desistir. Minha mãe me mostrou que devemos encarar as adversidades da vida com coragem, força, determinação e otimismo, pois sempre vale a pena lutar pelo que se acredita. À você mãe (in memoriam), que mesmo distante, sempre me deu forças para continuar a jornada, ofereço o meu trabalho”.

DEDICO

Aos meus avós, **Jacyra** e **Ângelo** (*in memoriam*),
às minhas irmãs, **Márcia** e **Danielle** e ao meu
pai **José Roberto**.

AGRADECIMENTOS

À DEUS!

À Profª Dra. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares, pelo aprendizado, oportunidade, apoio, sem ela com certeza não teria este trabalho.

Aos Profsº Drs. Ely Nahas, Eliana Gertrudes Macedo Lemos e Rose Meire Vidotti, pelas valiosas sugestões para melhoria do trabalho científico.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP Jaboticabal), ao Centro de Aqüicultura (CAUNESP/UNESP), pela oportunidade de realização do trabalho.

À minha avó, pela paciência, dedicação e amor. Ao meu avô (*in memorian*), que sempre fez das netas suas filhas.

Às minhas irmãs, Danielle e Márcia, sempre unidas, vencendo cada obstáculo, cada dor, cada dúvida. Amo vocês!

Ao meu pai, que sempre apoiou as minhas decisões, a Cleide (Japa), pelo companheirismo e dedicação.

À Mariana, Isabelli, José Octávio e Yago, meus sobrinhos, não existe felicidade maior que ver o sorriso deles.

Minha prima Talissa, pelas intermináveis risadas, pelo carinho. Ao meu cunhado, Wellington, pelo carinho, atenção e ajuda.

Minhas eternas amigas, Juliana e Michele, as irmãs que Deus me permitiu escolher.

Ao Igor, que esteve junto de mim durante anos, acreditando e apoiando todos os meus projetos, esteve ao meu lado nas minhas dores e alegrias e tornou possível boa parte disso tudo assim como a Izilda, Natalie, Camila e tio Nego.

A Elisa, e a Nil, minhas companheiras de casa e conselheiras.

Ao Aimar e Toninho pela confiança e amizade.

Ao Artur, pela amizade, apoio e ombro amigo nos momentos de alegria e tristeza.

Ao Prof^o. Dr. Pitelli e Claudinha, por todo aprendizado adquirido.

À Tati, nem tenho palavras para agradecer o tanto que me auxiliou, Deus te dê em dobro. A Rachel pelo apoio e auxílio na identificação do fitoplâncton. À Silvia Regina Ligeiro pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório.

A todos que de forma direta ou indireta me auxiliaram na realização deste trabalho.

Agradeço.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3. OBJETIVOS GERAIS.....	12
4. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....	13
5. REFERÊNCIAS.....	15
ARTIGO CIENTÍFICO.....	21
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAIS E METODOS.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

“ QUALIDADE DA ÁGUA E COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM VIVEIRO DE PISCICULTURA UTILIZADO IRRIGAÇÃO”

RESUMO – O estudo foi realizado em um viveiro de criação semi-intensiva de peixes do Centro de Aqüicultura da UNESP (CAUNESP) Jaboticabal, SP. Foram amostrados quatro pontos de coleta durante o período de um ano, onde P_1 = entrada de água no viveiro, P_2 = entrada de água proveniente da carcinocultura, P_3 = local de retirada de água para irrigação e P_4 = saída de água (desaguando diretamente em outro viveiro). Este viveiro faz parte de um conjunto de seis viveiros dispostos em série, onde a água de um viveiro passa diretamente para o outro sem nenhum tratamento prévio, recebendo ainda água de outros tanques e viveiros em paralelo dos setores de pisciculturas, ranicultura e carcinocultura. A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta utilizada no monitoramento de qualidade da água, que podem interferir na dinâmica de populações aquáticas. O trabalho avaliou algumas variáveis limnológicas e fitoplâncton neste viveiro utilizado para irrigação. Foram analisados variáveis físicas e químicas (pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, alcalinidade total, formas de carbono inorgânico, dureza, sólidos totais solúveis, demanda bioquímica de oxigênio, nitrito, nitrato, amônia, fósforo total e ortofosfato), clorofila-a e identificação dos organismos fitoplanctônicos. A temperatura sofreu influência direta das condições ambientais. Foram observadas altas concentrações de condutividade elétrica acima de 100 μ S/cm. Para os compostos nitrogenados foram observadas concentrações abaixo de 1 mg/L, com exceção do nitrato, o nitrito a forma menos abundante. Espécies fitoplanctônicas mais abundantes foram as pertencentes ao grupo Chlorophyta. A utilização deste viveiro para fins de irrigação deve ser reavaliado em função das condições de manejo e da presença de Cyanobacteria. Devido a distribuição em série em que o viveiro estudado esta incluído, provocou o aumento nas variáveis limnológicas, principalmente no período de engorda dos peixes. O manejo inadequado em piscicultura geralmente acelera o processo de eutrofização, deteriorando a qualidade da água, em função do manejo empregado principalmente, pela administração de altas doses de ração e fertilização (orgânica ou

inorgânica). O objetivo do trabalho foi avaliar alguns aspectos bióticos e abióticos de um viveiro de piscicultura e sua relação direta na qualidade da água para uso múltiplo.

Palavras-chaves: Alga, limnologia, aqüicultura, fitoplâncton, variáveis físico-químicas, viveiro.

" WATER QUALITY AND PHYTOPLANKTON COMUNITY IN THE FISHPOND USED TO IRRIGATION “

SUMMARY - This study was carried out at one semi-intensive breeding fishpond at the UNESP (CAUNESP) Aquaculture Center, in Jaboticabal, SP. Four sampling sites were assigned at the pond during one year, where: P₁= inlet water in the pond, P₂= inlet water from a shrimp pond, P₃= irrigation spot and P₄= outlet water (watering directly in another pond). This fishpond is part of a group of six fishponds were set up sequentially with the water from one fishpond flowing directly into the next on with no previous treatment, receiving water from other tanks and smaller ponds from the pisciculture frog breeding and crustacean-breeding sectors. The physicochemical parameters are very important in water quality management, and influenced aquatic population dynamics. The study evaluated some limnological parameters and phytoplankton of a fishpond used to irrigation. The purpose of this work was to determine physical and chemical variables (pH, dissolved oxygen, conductivity, temperature, total alkalinity, forms of inorganic carbon, hardness, total solids soluble, biochemical oxygen demand, nitrite, nitrate, ammonia, total phosphorus, and orthophosphate), chlorophyll-*a* and phytoplankton organisms consist. The temperature was influenced directly by climatic conditions. The highest conductivity concentration was observed with 100µS/cm. Among nitrogen compounds nitrate was predominant and nitrite was the least abundant nitrogen compound. Species of Chlorophyta were more abundant among phytoplankton organism. The utilization of this fishpond as a source of irrigation must be reevaluated in function of management conditions and the presence of Cyanobacteria. In function of set up sequentially, this fishpond study had favored a change in the limnological features, mainly in the grow-out fish period. The used of inappropriate management may eventually produce the eutrophication, and water quality degradation due to the higher rates of ration and fertilizer (organic or inorganic). The present work was conducted to evaluate the biotic and abiotic aspects in the water quality of fish pond with water flow and distributed sequentially and multiple use.

Key words: Algae, limnology, aquaculture, phytoplankton, physical-chemical variation, fishpond.

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura, segundo a própria semântica da palavra é a criação de peixe, de forma racional onde tem-se o controle sob o crescimento, reprodução e nutrição seguindo nível de conhecimento de várias áreas da ciência como limnologia, ictiologia, botânica, fisiologia, microbiologia, parasitologia, dentre outros (ALVAREZ, 1999).

Na última década a piscicultura brasileira transformou-se de fonte agropecuária alternativa para a principal atividade de produção, em função do investimento neste setor.

O controle das variáveis da água de criação de peixes é essencial em projetos de aquicultura, já que a sobrevivência e o crescimento dos peixes estão diretamente relacionados a esses fatores (SIPAÚBA-TAVARES, 1992).

A dinâmica dos processos biológicos e físico-químicos, determinam as condições da qualidade da água, sendo transportados de maneira cíclica pelos diferentes níveis dentro da cadeia aquática desde os produtores passando pelos consumidores, decompositores e de novo aos produtores (LAZZARO, 1987). A resposta inicial à modificação de qualquer fator ambiental é dada pelo fitoplâncton, em seguida refletida aos demais níveis tróficos. A integração tripla de luz, nutrientes e seres autotróficos é constantemente alterada na coluna d'água, através dos processos físicos e químicos da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

O viveiro estudado não possui margem recortada e pouco protegida por vegetação, curto tempo de residência, baixa profundidade e as características limnológicas são influenciadas pelo tempo de residência, manejo, água de abastecimento estocagem de peixes e entrada de água proveniente de outros viveiros e setores de criação do CAUNESP-Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água e da comunidade fitoplanctônica de um viveiro utilizado para fins de pesca e irrigação, avaliando quatro pontos distintos, sendo dois referentes à entrada e saída de água do viveiro, outros referentes a descarga proveniente do setor de carcinocultura e o último relacionado ao local de captação de água para irrigação.

A dissertação foi dividida em duas partes distintas, uma referente a revisão de literatura e outra com o artigo que corresponde as amostragens realizadas.

2- REVISÃO DE LITERATURA

A importância do estudo ecológico em viveiros e tanques de criação de peixes tem grande efeito na produção final em relação a quantidade e qualidade do produto. A qualidade da água reflete positivamente na biomassa vivente e o inverso poderá acarretar danos à criação como pro exemplo, o aparecimento de doenças ou mesmo à morte dos peixes (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*,2003-a). Para um perfeito entendimento da estrutura e dinâmica de um ecossistema aquático é necessário um estudo de parâmetros hidrológicos, através de avaliações das características bióticas e abióticas dos sistemas, para posterior aplicações práticas (HENRY *et al.*, 1978).

Aqüicultura é uma atividade destinada a criação de seres vivos aquáticos, tendo como objetivo o aumento da produtividade nos ambientes em que vivem, estando voltada para produção de alimentos de origem aquática, destinados ao consumo humano como também, para o desenvolvimento larval de espécies, que servirão de alimento para outro organismo aquático. Geralmente, o objetivo da aquicultura é obter um máximo de produção de peixes, de boa qualidade, grande porte e baixo custo, para alimentação humana.

Sendo a piscicultura uma alternativa para a produção de alimento de alto valor nutritivo, esta atividade vem despertando maior crédito e reconhecimento de sua importância. Dentre os múltiplos recursos que a natureza oferece, os recursos vivos aquáticos sempre fascinaram a humanidade no que diz respeito a sua exploração. Atualmente, este é o setor de produção de alimentos de maior crescimento no mundo.

Segundo BRUNE (1994) o limite para a produção na aqüicultura é controlada pela qualidade da água e impacto ambiental causado pela descarga destas águas em outros ambientes.

Dentre os fatores abióticos que irão interferir no ecossistema aquático, estão o pH, oxigênio dissolvido, condutividade, tempo de residência, alcalinidade, temperatura, transparência da água, nutrientes e clima, dentre os fatores bióticos as comunidades

aquáticas. O conjunto desses fatores irá determinar a qualidade da água nos ecossistemas artificiais rasos (BACHION e SIPAÚBA-TAVARES, 1992).

O conhecimento da qualidade da água é de fundamental importância para a aquicultura, sendo imprescindível em trabalhos de criação de peixes. Os viveiros e represas utilizados na aquicultura comportam-se como sistemas intermediários entre sistemas lênticos e lóticos. O estudo do fitoplâncton de água doce é importante porque ajuda a revelar padrões biológicos em relação ao efeito antropogênico e as condições limnológicas do local (SIPAÚBA-TAVARES e GAGLIANONE, 1993).

Sistemas de cultivo de peixes acarretam modificações nas condições ambientais, seja pela alteração da flora, fauna e sedimento. A qualidade da água é determinada por fatores alóctones como temperatura do ar, radiação solar, velocidade do vento, fluxo de água e pelos autóctones como taxas biológicas e processos químicos que determinam as condições de cultivo. Outro fator que interfere diretamente na qualidade da água é a fertilização, que pode ser química ou orgânica. A fertilização tem por objetivo aumentar a concentração de nutrientes e a abundância do plâncton (AVAULT, 2003).

São muitos os fatores que interferem no estudo do “status” trófico e na caracterização de um ambiente aquático, dentre os quais podemos destacar a climatologia, morfometria, formação geológica e impactos humanos realizados neste ambiente. Fatores climatológicos afetam a produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, fundamental para a manutenção de qualquer cadeia alimentar. Dentre os diversos fatores climáticos, a radiação solar tem maior importância em superfícies líquidas, sendo responsável pela distribuição de calor na massa da água, participando também nos processos de evaporação. A precipitação total também tem forte influência sobre a dinâmica destes ambientes, pois ocasiona um aporte de nutrientes e material particulado, alterando as características ópticas, físicas e químicas da água (HENRY e CURY, 1981).

Uma das características mais importantes da água é a capacidade de solubilização de gases, em especial o oxigênio, cuja concentração interfere decisivamente nas comunidades presentes e no balanço de vários nutrientes (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

Quando a produtividade primária de um sistema é alta, são maiores as possibilidades de manutenção de abundância de consumidores primários e secundários, acelerando o processo fotossintético, produzindo altas concentrações de oxigênio beneficiando os produtores, os consumidores e os decompositores de matéria orgânica (TALAMONI, 1995). A produtividade de um ambiente aquático está diretamente relacionada à composição e abundância do fitoplâncton e zooplâncton (CASABLANCA e SENDACZ, 1985).

O ecossistema aquático é bastante complexo e os fatores físicos, químicos e biológicos apresentam uma inter-relação que deve ser melhor compreendida e respeitada, pois todas as formas de vida dentro deste ambiente dependem do entendimento desta dinâmica. Além disso, em sistemas artificiais rasos de cultivo as flutuações das variáveis limnológicas são intensas ao longo de 24 horas devido ao curto tempo de residência e efeito de manejo (SIPAÚBA-TAVARES *et al*, 1991; SIPAÚBA – TAVARES e MORENO, 1994; SIPAÚBA-TAVARES e COLUS, 1995; SIPAÚBA-TAVARES, 1996).

As condições físicas e químicas da água podem se tornar um fator limitante para os peixes ao longo do dia, ou pelo crescimento denso da comunidade fitoplanctônica, acarretando um déficit de oxigênio em determinadas horas do dia, ou pelo acúmulo de substâncias como dióxido de carbono e nitrito, entre outros (BOYD, 1990).

Nos viveiros de criação de peixes, as variáveis físicas, químicas e biológicas regulam o funcionamento destes sistemas, porém, além desses três fatores, o fluxo de entrada e saída de água e manejo são de fundamental importância na determinação das flutuações que ocorrem nas populações planctônicas (SIPAÚBA-TAVARES, 1996).

A eutrofização artificial que ocorre nas águas de ambientes rasos resulta em grande redução da diversidade de espécies e aumenta a ocorrência e dominância de Cyanobacteria (ARAÚJO, 2000). O fósforo devido a sua participação em processos fundamentais dos seres vivos, tais como, armazenamento de energia (molécula de ATP) e estruturação da membrana celular, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial e dos sistemas aquáticos (ESTEVES, 1988; TALAMONI, 1995).

A eutrofização orgânica proveniente dos sistemas de criação de peixes é maximizada como resultado das atividades, de alimentação, rotina de limpeza e cultivo intenso. Nem todas as técnicas de criação de peixes têm conseqüências ambientais negativas uma vez que muitas delas são altamente benéficas quando o manejo é efetivo e sócio-econômico sustentável (STEPHENS e FARRIS, 2004).

Os fatores climáticos também atuam de forma significativamente na dinâmica dos viveiros de piscicultura. Em nossa região, no período de engorda de peixes (novembro a abril) a adição de ração é mais intensa e os fatores climáticos como temperatura e precipitação têm forte efeito na dinâmica destes sistemas, já no inverno, correspondendo ao período de seca (junho a agosto) apresenta baixa circulação de água e maior tempo de residência da água, neste caso, a matéria orgânica e inorgânica tendem a permanecer mais tempo no sistema havendo maior interação entre os fatores bióticos e abióticos nos viveiros (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2003 *b*).

Em sistemas artificiais rasos, como os viveiros de piscicultura, o fluxo contínuo de água assegura a constante oxigenação das camadas mais profundas removendo excretas e excesso de nutrientes, sendo portanto fundamental na criação de peixes (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

O fluxo de entrada e saída de água em um ambiente aquático, também tem papel decisivo sobre a composição da comunidade. O fitoplâncton que habita as camadas superiores da água e os organismos zooplancônicos que não exibem habilidade de escape são levados para a saída da água e removidos dos sistemas aquáticos (RUTTNER, 1975). O fluxo de entrada e saída de água em grande intensidade torna-se responsável pela remoção do excesso de nutrientes e outros materiais do viveiro, controlando a dinâmica de fósforo no meio em relação a sua absorção no sedimento (BOYD e HULCHER, 2002).

Em sistemas artificiais rasos, como viveiros e tanques de criação de peixes, os fatores primários controlam a produtividade do fitoplâncton como: luz e disponibilidade de nutrientes (MISCHKE e ZIMBA, 2004).

BACHION e SIPAÚBA-TAVARES (1992), trabalhando com viveiros de criação de camarões, verificaram que as flutuações na comunidade fitoplanctônica estiveram

relacionadas com mudanças periódicas no ambiente físico, através de alterações de dia para noite, de estação para estação e de períodos úmidos e secos. Segundo MARGALEF (1974), uma das causas para estas variações seria a forma de atuação dos fatores climatológicos, que freqüentemente agem na forma de impactos descontínuos, tais como seca, invernos frios e golpes de vento sem regularidade de ocorrência. De acordo com este autor, a existência de grandes flutuações irregulares indica dependência muito grande da população, quanto a um só ou poucos fatores-chaves.

A existência de flutuações nas comunidades fitoplanctônicas em sistemas de criação de organismos aquáticos indica a dependência desses organismos às condições físicas e químicas, que particularmente nesses ambientes, estão sujeitos a grandes oscilações determinadas pelo próprio dinamismo dos sistemas de criação.

Segundo MARGALEF (1983), os organismos fitoplanctônicos funcionam como sensores refinados das variáveis ambientais e refletem melhor que qualquer artefato tecnológico o valor dessas variáveis na sua composição e interação sobre os diversos períodos de tempo.

A análise da comunidade fitoplanctônica possibilita identificar importantes interfaces que atuam ao nível do sistema como um todo. O plâncton apresenta uma contínua substituição de espécies ao longo do tempo, denominada sucessão sazonal, sendo esta uma de suas características mais notáveis.

A composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica são produtos do crescimento, reprodução, competição, pressão de predação, disponibilidade de nutrientes e condições físicas e químicas do meio (METAXA *et al.*, 2006).

Uma das características mais importantes das associações naturais do fitoplâncton é a presença de inúmeras espécies em cada pequena amostra tomada do ambiente. Segundo NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI (1996), embora a maioria das algas esteja competindo pelos mesmos nutrientes, freqüentemente mais de 30 espécies coexistem num mesmo local.

O fitoplâncton produz oxigênio no período do dia, consumindo o gás carbônico que é acidificante, provocando aumento do pH em função da respiração e

decomposição do meio. O pH freqüentemente interfere na distribuição dos organismos aquáticos e no decorrer do dia, os processos biológicos na água interferem na flutuação do pH (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

Deve-se considerar que nos viveiros, o funcionamento é regulado pelas variáveis físicas, químicas e biológicas e, além desses fatores, o fluxo de entrada e saída de água pode ser também de fundamental importância na determinação das flutuações que ocorrem nas populações planctônicas (ELER, 2000).

Um problema comum em aquicultura é a formação de florescimentos de algas que são favorecidas pela elevada temperatura assim como, pela alta taxa de reciclagem de nutrientes. Essas características criam as condições básicas para que ocorram altos valores de produtividade primária (ELER, 2000).

Diminuição no tempo de residência ou retenção da água pode ocasionar o aparecimento de florescimento de algas, porém um aumento no fluxo de água leva a uma perda de nutrientes e parte da comunidade planctônica, favorecendo o aparecimento de espécies que tenham rápido desenvolvimento ou que se adaptam às mudanças físicas e químicas da água, como por ex, Rotifera entre os organismos zooplanctônicos e Cyanobacteria (SIPAÚBA-TAVARES e COLLUS, 1997).

Estudos de Cyanobacteria em lagos rasos evidenciaram que o pico de floração é precedido por um evento forte, como turbulência no sistema, que eventualmente disponibiliza nutrientes e/ou dispersa os esporos destas espécies armazenados no sedimento para a coluna d'água (BECKER *et al.*, 2004).

A quantidade de nutrientes no ambiente aquático atua como fator limitante para o crescimento das algas e de Cyanobacteria. As maiores densidades de biomassa fitoplanctônica pode ser provocada pela intensificação dos processos de decomposição.

O estudo das comunidades planctônicas em sistemas de criação de peixes é uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade da água, já que alterações das concentrações de nutrientes determinam mudanças na composição específica.

Um importante fator a ser considerado em ambientes aquáticos destinados a criação de organismos é a influência das práticas de manejo sobre as características

físicas e químicas da água, como por exemplo, o acréscimo de partículas em suspensão.

A água que entra em um sistema tem sua própria identidade química, que pode ser alterada a partir dos processos que ocorrem nos viveiros. As condições físicas e químicas da água podem se tornar um fator limitante para os peixes ao longo do dia, ou pelo crescimento muito denso da comunidade fitoplanctônica, o que poderá levar a um déficit de oxigênio e determinadas substâncias, como dióxido de carbono e nitrito, entre outros (BOYD e TUCKER, 1998).

O manejo empregado nas pisciculturas, como utilização de adubo orgânico influencia o comportamento das comunidades fitoplanctônicas, tanto na ocorrência de “picos” quanto nas densidades máximas atingidas (FARIA *et al.*, 2001).

O crescimento de algas em sistemas de criação de peixes ocorre como resultado da adição de nitrogênio e fósforo nos tanques ou viveiros e, a partir dos resíduos metabólicos dos peixes e carbono inorgânico proveniente do processo de respiração dos organismos aquáticos (DRAPCHO e BRUNE, 2000).

A qualidade da ração nos tanques e viveiros eleva a concentração de nutrientes na água e sedimento. Este incremento de nutrientes está relacionado diretamente a mineralização da ração não consumida pelos peixes ou pelos excretas. Estas perdas são responsáveis pela eutrofização destes corpos d'água, conseqüentemente pelo florescimento de Cyanobacteria com possíveis espécies de cepas tóxicas (DAWSON, 1998; SANT'ANA e AZEVEDO, 2000).

A adição do alimento fornecido aos peixes é uma das principais formas de alteração da qualidade da água dos sistemas de criação de peixes, pois apenas parte dele é assimilado e o restante é liberado para o meio, principalmente na forma de fósforo e nitrogênio. O florescimento do fitoplâncton, principalmente espécies de Cyanobacteria pode liberar substâncias tóxicas e afetar diretamente ou indiretamente os consumidores primários e secundários do ambiente em que se encontra, sendo por conseguinte nocivo à piscicultura (SANTEIRO, 2005).

As práticas de manejo em viveiros de piscicultura são responsáveis pelo acréscimo de partículas em suspensão, acarretando uma turbidez na água. A turbidez é

o resultado de partículas orgânicas ou inorgânicas em suspensão na água dos viveiros, sendo desejável a medida que reduz a penetração de luz, impedindo a manifestação de macrófitas submersas ou florescimento de algas, que são indesejáveis em viveiros de piscicultura. A turbidez causada pela presença de altas densidades da comunidade planctônica é benéfica, pois fornece alimento natural aos peixes e aumenta a produtividade do sistema, influenciando a cadeia alimentar. Já a turbidez excessiva proveniente de partículas inorgânicas, reduz a penetração da luz para o crescimento do fitoplâncton, diminuindo a produção de oxigênio na água e afetando diretamente a biomassa, além de assorear os tanques e viveiros de criação de peixes (BOYD, 1993).

A avaliação da qualidade da água e da comunidade fitoplanctônica em ambientes destinados à recreação permite estabelecer formas de manejo desses sistemas, evitando possíveis problemas à saúde humana. O manejo inadequado dos corpos d'água geralmente acelera o processo da eutrofização, ou melhor, o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes orgânicos e minerais, levando à proliferação da comunidade biológica e à baixa qualidade da água utilizada para diversos fins.

À medida que as concentrações de nutrientes aumentam na água, há aceleração da produtividade de algas, alterando a ecologia do sistema aquático. Os nutrientes ao serem lançados na água, contribuem para o aumento da produção orgânica do sistema, com o aumento da biomassa fitoplanctônica e conseqüente diminuição de luz (ESTEVES, 1988).

A taxa de decomposição e consumo de oxigênio pelos organismos podem ocasionar produção de metano e gás sulfídrico no sedimento, entretanto os nutrientes disponibilizados na coluna d'água contribuirão novamente para a produção fitoplanctônica (BOYD, 1990).

Alterações na composição planctônica podem fazer com que espécie ausente em sistemas oligotróficos seja encontrada em sistemas eutróficos servindo de indicadores do estado trófico aquático (MATSUMURA-TUNDISI, 1999).

Em viveiros e tanques de criação de peixes, o fluxo de entrada e saída de água quando em grande intensidade torna-se responsável pela remoção do excesso de nutrientes e outros materiais do viveiro. Os viveiros possuem uma comunidade biótica composta por diversos organismos, porém, estes são altamente dependentes da

qualidade da água, indicada pelas variáveis limnológicas, tornando seu monitoramento imprescindível na produção de peixes (BOYD, 1984).

Temperaturas na faixa de 30-35°C contribuem para o desenvolvimento do fitoplâncton, acelerando os processos químicos e biológicos dos viveiros de criação de peixes, culminando em uma melhor produtividade do sistema (BOYD, 1997).

De acordo com ALVAREZ (1999), viveiros de piscicultura em sistemas de criação semi-intensiva, os processos internos de consumo e produção de oxigênio através da comunidade fitoplanctônica são geralmente mais importantes que os processos de difusão.

Comunidades planctônicas apresentam padrões diferentes de distribuição, abundância e diversidade de espécie, nos ambientes com diferentes graus de eutrofização. Entretanto, somente o conhecimento da quantidade de algas no sistema aquático não constitui um fator fundamental para avaliar o nível de eutrofização, pois a variação na diversidade pode estar relacionada a diversos fatores, além do aumento de nutrientes no meio aquático (MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Geralmente Chlorophyta possuem abundância elevada nos viveiros de criação de peixes, entretanto as Cyanobacteria são bem representadas devido às condições eutróficas destes sistemas (MACEDO, 2004)

A disponibilidade de nutrientes e o estado nutricional das algas exercem influência na dinâmica das populações. A composição da comunidade fitoplanctônica pode ser afetada por vários mecanismos, como: quantidade, reciclagem e distribuição de nutrientes e predadores. A deterioração da qualidade da água em viveiros de peixes pode causar redução de oxigênio dissolvido, poluição visual, aumento nos custos de tratamento da água, morte excessiva de peixes, aumento na incidência de plantas aquáticas e florações de Cyanobacteria (MACEDO, 2004).

Os estudos limnológicos aplicados à aqüicultura ainda são insuficientes para uma completa compreensão do funcionamento destes ambientes, dadas todas as particularidades de tanques e viveiros de criação de peixes e, a grande diversidade de fatores que influenciam, como por exemplo, fatores climáticos, geológicos, físico-químicos, biológicos e suas inter-relações. Assim, estudos desta natureza poderão permitir futuramente um modelamento destes ecossistemas contribuindo para aumentar

ainda mais a produtividade da aqüicultura nacional (COLUS, 1995). Os estudos hidrológicos e limnológicos básicos são essenciais para compreender e estabelecer os mecanismos de funcionamento do sistema, os fundamentos de utilização da água e modelos para aplicações e prognósticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1992).

O melhoramento das atividades piscícolas depende diretamente do entendimento da dinâmica da água dos viveiros através da caracterização limnológica, propiciando assim conhecimentos que poderão gerar tecnologias de manejo adequado, garantindo a sustentabilidade desses ecossistemas e alta produção de biomassa.

3. OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos propostos neste trabalho são:

- a) Avaliar as flutuações das características limnológicas de um viveiro de piscicultura e seus efeitos na comunidade fitoplanctônica ao longo de um ano.
- b) Avaliar a qualidade da água enfatizando a concentração dos nutrientes, variáveis físico-químicas e estrutura da comunidade fitoplanctônica.

4- DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O viveiro estudado faz parte de um conjunto de seis viveiros localizados no Campus de Jaboticabal –SP, com uma área de 5970 m² e volume de 6.805 m³ com água lançada no viveiro subsequente sem tratamento prévio, cujas águas posteriormente irão desaguar no Córrego Jaboticabal afluente do rio Mogi-Guaçu (SP) (Figura 1).

O viveiro apresenta um processo de circulação de água contínua, devido à presença de vertedouros sempre abertos e desta forma influenciando diretamente na variação dos fatores físicos, químicos e biológicos da água. A água que abastece o viveiro é proveniente de uma série de viveiros e tanques localizados acima e do setor de carcinocultura que contém aproximadamente 48 tanques experimentais em sistema fechado com capacidade para produzir 200.000 pós larvas/mês de camarão e mais 18 viveiros externos cuja a água passa por um processo de biofiltração sendo posteriormente lançada diretamente no viveiro estudado (SIPAÚBA-TAVARES *et al*, 1991). O manejo alimentar no viveiro estudado consiste em fornecer cerca de 10 a 12 Kg diários de ração comercial com 28% de proteína bruta. O viveiro estudado, contém espécies de tilápia (*Oreochromis niloticus*), tucunaré (*Cichla ocellaris*), lambari (*Astyanax* sp), matrinxã (*Brycon cephalus*), carpa (*Cyprinus carpio*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). A água do viveiro estudado também é utilizada para irrigação de canteiros agrícolas da Universidade e posteriormente, via tubulação vai diretamente irrigar hidroponias e abastecer mais três viveiros de piscicultura pertencentes ao Colégio Técnico Agrícola da UNESP (Jaboticabal-SP) que estão localizados fora deste conjunto de viveiros.

O viveiro estudado contém plantas aquáticas como *Eichhornia crassipes*, sendo a principal macrófita aquática flutuante, que de acordo com o sentido do vento, desloca-se acumulando-se em sítios variáveis da margem do viveiro (Figura 1).

Este viveiro foi construído com a finalidade do cultivo semi-intensivo de peixes com fundo de terra, em geral são estocados peixes ao redor de 1 kg/m². Os peixes são

usados em experimentos e pescada para consumo pelos funcionários da UNESP (Jaboticabal-SP).



A



B

Figura 1 – Foto do viveiro estudado, onde **A** = referente ao ponto P_1 entrada de água no viveiro e **B** vista geral do viveiro.

5. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, E.J.A.; **Dinâmica de algumas variáveis limnológicas em tanques de larvicultura de *Brycon orbignyanus* sob dois tipos de tratamentos alimentares.** Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, Jaboticabal-SP, 120p, 1999.

ARAÚJO, M.F.F. **Comunidade fitoplânctonica e variáveis ambientais na Lagoa de Extremoz, Natal, RN, Brasil.** Acta Limnol. Brasil., 12:127-140, 2000.

AVAULT, J.W.J. **More on fertilization of pond waters.** *Aquaculture Magazine*, May/June: 54-57,2003.

BACHION, M. A. & SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Estudo da composição das comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas em dois viveiros de camarão.** Acta Limnol. Brasil., 4:371-393 , 1992.

BECKER, V.; CARDOSO, L. de S.; MOTTA AMRQUES, D. **Development of *Anabaena Bory ex Bornet & Flahault (Cyanobacteria)* blooms in a shallow, subtropical lake in southern Brazil.** Acta Limnol, Brasil., 16 (4): 306-317, 2004.

BOYD, C.E. **Water Quality Management for Pond Fish Culture.** Amsterdam: Elsevier 318p, 1984.

BOYD, C.E. **Water Quality Management for Aquacultura.** Alabama: Ala. Agr. Exp. Sta., Auburn University. 482p. 1990.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture.** Birmingham Publishing, 1st edition, Alabama. 482 p.,1992.

BOYD, C.E. **Manejo de viveiros: Qualidade da água e condições do solo.** Panorama da Aqüicultura, 3120 p.,1993.

BOYD, C.E. **Manejo do solo e e da qualidade da água e viveiro para aquicultura.** Depart. de Aqüic. Mogiana Alim. S.A (Assoc. Am. de Soja). 55p., 1997

BOYD, C.E. & TRUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management.** Kluwer academic publishers, London. 700 p., 1998.

BOYD, C.E. & HULCHER, R. **Best managements practices established for channel catfish farming inalabama.** AAES Highlights, 1:1-4, 2002.

BRUNE, D.E. **Managing water in aquaculture ponds: the tradeoff between carrying capacity and environmental impact.** Bull. Natl. Re. Inst. Aquicultura, 1:37-44, 1994.

CASABLANCA, M.A & SENDACZ, S. **Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba-SP). II Zooplâncton.** B. Inst. Pesca, 12 (3):93-95, 1985.

COLUS, D.S de O. **Distribuição da comunidade zooplanctônica e fitoplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Jaboticabal-SP, 126 p.,1995.

DAWSON, R.M. **The toxicology of microcystins.** Toxican, 36 (7): 953-962, 1998.

DRAPCHO, C. M. & BRUNE, D.E. **The partitioned aquaculture system impact of design and environmental parameters on algal productivity and photosynthesis oxygen production.** Aquacultural Engineering, 21 (3): 151-168, 2000.

ELER, M.N. **Impacto de sistemas artificiais rasos (viveiro de piscicultura) e seus efeitos na qualidade da água e na biota aquática.** Dissertação Mestrado Universidade de São Paulo. São Carlos. 170p. , 2000.

ESTEVES, F.A.; **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 575p.,1988.

FARIA, A.C.E.A; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; e FURUYA, W.M. **Dinâmica da comunidade fitoplanctonica e variáveis físicas e químicas em tanques experimentais submetidos a diferentes adubações orgânicas.** Acta Scientiarum, 23 (2): 291-297, 2001.

HENRY, R.; CARAMASCHI, E.M.P.; e TUNDISI, J.G. **Preliminary results of survey of ecological factors in shallow tropical reservoir.** Rev. Bras. Biol., 38 (1): 171-175, 1978.

HENRY, R. & CURY, P.R.P. **Influências de parâmetros climatológicos sobre alguns fatores físico-químicos da água na represa do Rio Pardo.** (Botucatu-SP). Rev. Bras. Biol., 41 (2): 209-306, 1981.

LAZZARO, X. **A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding, behaviours, selectivities and impacts.** Hydrology, 146: 97-167,1987.

MACEDO, C.F. **Qualidade da água em viveiros de criação de peixes com sistema de fluxo contínuo.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Jaboticabal-SP 135p., 2004.

MACEDO, C.F. & SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Variação de nutrientes e estado trófico em viveiros seqüenciais de criação de peixes.** Acta Sci. Anim., 27 (3): 405-411, 2005.

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 951 p.,1974.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1010 p. ,1983.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; **Diversidade de zooplankton em represas do Brasil. Pp.39-54. In: R. Henry (ed), Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. FUNDIBIO/FAPESP, Botucatu, 799p.,1999.

METAXA, E.; DEVILLER, G.; PAGAND, P.; ALLIAUME, C.; CASELLAS, C.; e BLANCHETON, J.P. **High rate algal pond treatment for water reuse in a marine fish recirculation system: water purification and fish health**. Aquaculture, 252: 92-101, 2006.

MISCHRE, C.C. & ZIMBA, P. V. **Plankton community responses in earthen channel catfish nurse ponds under various fertilization regimes**. Aquaculture, 233: 219-235, 2004.

NOGUEIRA M.G. & MATSUMURA-TUNDISI T. **Limnologia de um ecossistema artificial raso (Represa do Monjolinho -São Carlos, SP) Dinâmica das populações planctônicas**. Acta Limnol. Brasil., 8:149-68,1996.

RUTTNER, F. **Fundamentals of Limnology**. 3rd edition, University of Toronto Press, Canadá. 307p.,1975.

SANT'ANA, C.L.; AZEVEDO, M.T. **Contribution to the knowledge of pontetially toxic cyanobacteria from Brazil**. Nova Hedwigia, 71 (3-4): 359-385, 2000.

SANTEIRO, R.M. **Impacto ambiental da Piscicultura na qualidade da água e na comunidade planctônica**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 93p., 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia e Piscicultura**. Ciência Zootécnica, 7 (1): 15-17,1992.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia Aplicada à Piscicultura**. Boletim Técnico, nº1, FUNEP. 72 p.,1995.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Variação diurna de alguns parâmetros liminológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência**. Acta. Limnol. Baril., 8: 29-36. 1996

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia dos sistemas de cultivo**. In: carcinicultura de Água Doce: tecnologia para produção de camarões. Valenti (ed), Brasília, IBAMA/FAPESP, p. 47-75, 1998.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SOARES de OLIVEIRA, D.B.; CASTAGNOLI, M.C.; BACHION, M.A ; e DURIGAN, J.G. **Estudo batimétrico e morfométrico em represas**. Ciências Zootécnica, 6 (1):10-12. 1991.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. & GAGLIANONE, M.C. **Estudo preliminar da sucessão dos parâmetros físicos-químicos e biológicos em dois viveiros de piscicultura**. Red. Regional de Acüicultura, 7 (1):8-12, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. & MORENO, S.Q. **Variação dos parâmetros em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva**. Maringá: Revista Unimar, 16(4): 229-242, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. e COLUS, D. S. de O. **Estudo da variação nictemeral em viveiro de piscicultura no período de seca**. Revista UNIMAR, 17 (2): 225-236, 1995.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; e COLLUS, D.S. de O. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônia em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes.** Bol. Lab. Hidrobiol. ,10:51-64, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; GOMES, J.P.F.; e BRAGA, F.M. de S. **Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui") ponds.** Acta. Limnol. Brasil., 15 (3):95-103 (a), 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BARROS, A.F.de ; e BRAGA, F.M. de S. **Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond.** Acta Scientiarum = Biological Sciences, 25 (1): 101-106 (b), 2003.

STEPHENS, W.W. & FARRIS, J.L. **A Biomonitoring approach to aquaculture effluent characterization in channel catfish fingerling production.** Aquaculture, 241:319-330, 2004.

TALAMONI, J.L. **Estudo comparativo das comunidades planctônicas de lagos de diferentes graus de trofia e uma análise de microcrustáceos.** Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 305p. 1995.

ARTIGO CIENTÍFICO

Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação.

QUALIDADE DA ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM VIVEIRO DE PISCICULTURA UTILIZADO PARA IRRIGAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar algumas variáveis limnológicas e fitoplâncton de um viveiro de piscicultura para fins de pesca esportiva e irrigação. Foram amostrados quatro pontos de coleta durante o período de um ano, onde P₁= entrada de água no viveiro, P₂= entrada de água proveniente da carcinocultura, P₃= local de retirada de água para irrigação e P₄= saída de água (desaguando diretamente em outro viveiro). Os dados mostraram que o viveiro apresentou uma elevada carga de nutrientes, clorofila-a, condutividade elétrica, dureza total e sólidos totais solúveis, provenientes da descarga do viveiro anterior influenciando portanto, na dinâmica das variáveis físico-químicas como, clorofila-a e fitoplâncton. A temperatura sofreu influência direta das condições ambientais, não diferindo entre os pontos amostrados. Foram observadas altas concentrações de condutividade elétrica acima de 100 µS/cm. Os compostos nitrogenados apresentaram valores baixos com exceção do nitrato, com valores de 2 mg/L. Espécies fitoplanctônicas mais abundantes foram as pertencentes ao grupo Chlorophyta, no entanto observou-se somente três gêneros de Cyanobacteria, sendo *Microcystis* sp a mais abundante num total de 3891 indivíduos/m³, o segundo gênero de maior densidade dentre os organismos fitoplanctônicos observados ao longo do experimento, ficando atrás somente de *Hyalotheca* sp com 5922 indivíduos/m³. A utilização deste viveiro para fins de irrigação deve ser reavaliado em função das condições de manejo e da presença de Cyanobacteria.

Palavras-chave: aqüicultura; nutrientes; comunidade fitoplanctônica; características limnológicas; fluxo contínuo de água.

WATER QUALITY AND PHYTOPLANKTON IN THE FISHPOND USED TO IRRIGATION, AND FEE FISHING

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate some limnological parameters and phytoplankton of a fish pond used by UNESP (Jaboticabal, SP) workers for fishing and irrigation. Four sampling sites were assigned at the pond during one year, where P₁= inlet water in the pond, P₂= inlet water from a shrimp pond, P₃= irrigation spot and P₄= outlet water (watering directly in another pond). The data collected showed a high concentration of nutrients in the pond, chlorophyll-*a*, electrical conductivity, total hardness and total dissolved solids coming from the above pond influenced markedly the physicochemical variables, chlorophyll-*a*, and phytoplankton. Species of Chlorophyta were more abundant among phytoplanktonic organisms. The utilization of this fish pond as a source of irrigation must be reevaluated in function of the management conditions and the presence of Cyanobacteria.

Key-words: pond; water quality; phytoplankton; chlorophyll-*a*; physico-chemical parameters.

INTRODUÇÃO

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

Os viveiros e tanques de criação de peixes são ecossistemas dinâmicos, apresentando baixa profundidade e fluxo contínuo de água que afetam diretamente as variáveis limnológicas ao longo do dia, 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, sendo altamente dependentes da qualidade da água, tornando o monitoramento imprescindível na produção de peixes, já que a maioria depende fundamentalmente do equilíbrio entre organismos planctônicos e meio ambiente.

A importância dos fatores físicos e químicos tem-se destacado em ecossistemas aquáticos, devido a sua influência sobre os processos metabólicos. Destes fatores, a temperatura está intimamente relacionada com o desenvolvimento dos organismos, as reações químicas e bioquímicas que ocorrem.

A utilização desta água 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 a predominância de Cyanobacteria (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*,2003-b).

Visando 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 nas populações fitoplanctônicas em sistemas de criação de peixes indica a dependência desses organismos às condições físicas e químicas, que 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, auxiliando no entendimento da dinâmica do ecossistema (NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

O objetivo deste estudo foi avaliar alguns aspectos bióticos e abióticos de um viveiro de piscicultura e sua relação direta com a qualidade da água para uso múltiplo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área e local de estudo

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 Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, a 21°15'22"S e 48°18'58"O, apresentando área de 5.671 m² e tempo de residência ao redor de 29,5 m³/h.

O viveiro estudado faz parte de um conjunto de seis viveiros que recebe 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, Jaboticabal - SP) para irrigação.

Variáveis Físico-Químicas

As amostras de água foram colhidas ao longo de um ano por meio de uma garrafa de Van Dorn (5L) às 9:00 horas da manhã na superfície em quatro pontos: P₁= entrada de água no viveiro, P₂= entrada de água proveniente da carcinocultura, P₃= local de retirada de água para aguar áreas de plantio da Universidade e P₄= saída de água (desaguando diretamente em outro viveiro).

As variáveis limnológicas como condutividade elétrica, pH e temperatura foram medidas utilizando uma sonda Horiba U-10. O oxigênio dissolvido, carbono inorgânico e alcalinidade, foram determinadas 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 metodologia descrita em BOYD e TURCKER (1992) e GREENBERG *et al.*, (1992), respectivamente.

Fitoplâncton

As amostras de fitoplâncton foram colhidas somente no P₃ referente ao local de captação de água para fins de irrigação. Foram filtradas 5L de amostra de fitoplâncton em rede de 25 µm de abertura de malha, preservadas em lugol e quantificadas em câmara de Sedgewick-Rafter. Para contagem da densidade numérica dos organismos fitoplanctônicos, considerou-se os gêneros filamentosos contando-se o número de células por filamento, os coloniais e unicelulares como um único indivíduo. Os gêneros de Cyanobacteria foram contados junto com o fitoplâncton. Os dados de densidade foram expressos em indivíduos/m³ e percentagem de abundância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das variáveis limnológicas foi influenciado pelo teor de matéria orgânica e nutrientes na água provinda de outros viveiros que deságuam diretamente no viveiro estudado, em função dos maiores valores de condutividade, dureza, nutrientes e clorofila-a no ponto entrada de água no viveiro (P₁) (Figura 1; Tabela 1).

A temperatura sofreu influência direta das condições ambientais, com maiores índices no verão ($\pm 26^{\circ}\text{C}$) e menores no inverno ($\pm 20^{\circ}\text{C}$). Foram observadas altas concentrações de condutividade elétrica no P₁ acima de 100 µS/cm com maior pico em agosto com 135 µS/cm e os menores valores observados no P₂ variando de 94 µS/cm a 107 µS/cm (Tabela 1). MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES (2006) verificaram um padrão similar da flutuação da condutividade em viveiros de piscicultura ao longo do ano, ou seja, menores concentrações no período de seca e maiores no período de chuva, este último coincidindo com altas temperaturas e maior produtividade dos sistemas de criação de peixes.

Os maiores valores de sólidos totais solúveis oscilaram entre os quatro pontos amostrados, com maior concentração no P₂ em maio com 53 mg/L. Os maiores valores de dureza foram observados na entrada de água do viveiro no P₁ variando de 32 a 46 mg/L. Em geral, as menores concentrações foram obtidas nos pontos P₂ e P₃, com a menor concentração de 28 mg/L no P₂ (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios das variáveis limnológicas ao longo do período de estudo no viveiro estudado, onde: P₁= entrada de água no viveiro; P₂= entrada de água proveniente da carcinocultura; P₃= local de retirada de água para aquar áreas de plantio da Universidade e P₄= saída de água.

Variáveis	Pontos	Tempo (meses)											
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Limnológicas	P ₁	20,0	20,5	22,8	24,2	23,9	27,0	26,2	25,6	26,1	25,6	21,6	20,0
	P ₂	20,3	20,5	23,0	24,8	24,6	27,3	26,3	25,7	26,2	25,8	21,9	19,9
	P ₃	20,1	20,2	23,4	24,9	24,6	27,6	26,5	25,9	26,2	25,8	21,6	19,3
	P ₄	20,4	20,5	23,3	24,5	24,7	27,8	26,5	25,8	25,9	26,0	22,9	19,4
Temperatura(°C)	P ₁	109	135	116	115	113	106	119	117	114	107	108	114
Condutividade (μ.S./cm)	P ₂	94	97	97	101	104	107	97	96	107	100	100	105
	P ₃	97	98	96	107	101	107	103	108	112	108	107	106
	P ₄	96	98	99	108	102	100	102	107	108	106	105	106
	P ₁	34	41	38	33	39	46	39	37	36	32	37	36
Dureza (mg/L)	P ₂	30	41	31	31	29	32	30	33	34	28	33	35
	P ₃	30	32	32	30	30	33	32	33	32	29	30	29
	P ₄	29	32	32	30	29	33	32	34	31	30	32	31
	P ₁	14	14	33	23	27	42	3	22	31	10	20	45
Sólidos Totais Solúveis (mg/L)	P ₂	16	27	21	8	27	25	14	3	12	21	53	38
	P ₃	16	10	20	16	35	34	18	8	12	6	16	14
	P ₄	19	18	16	23	38	33	8	4	17	7	5	22
	P ₁	14	14	33	23	27	42	3	22	31	10	20	45

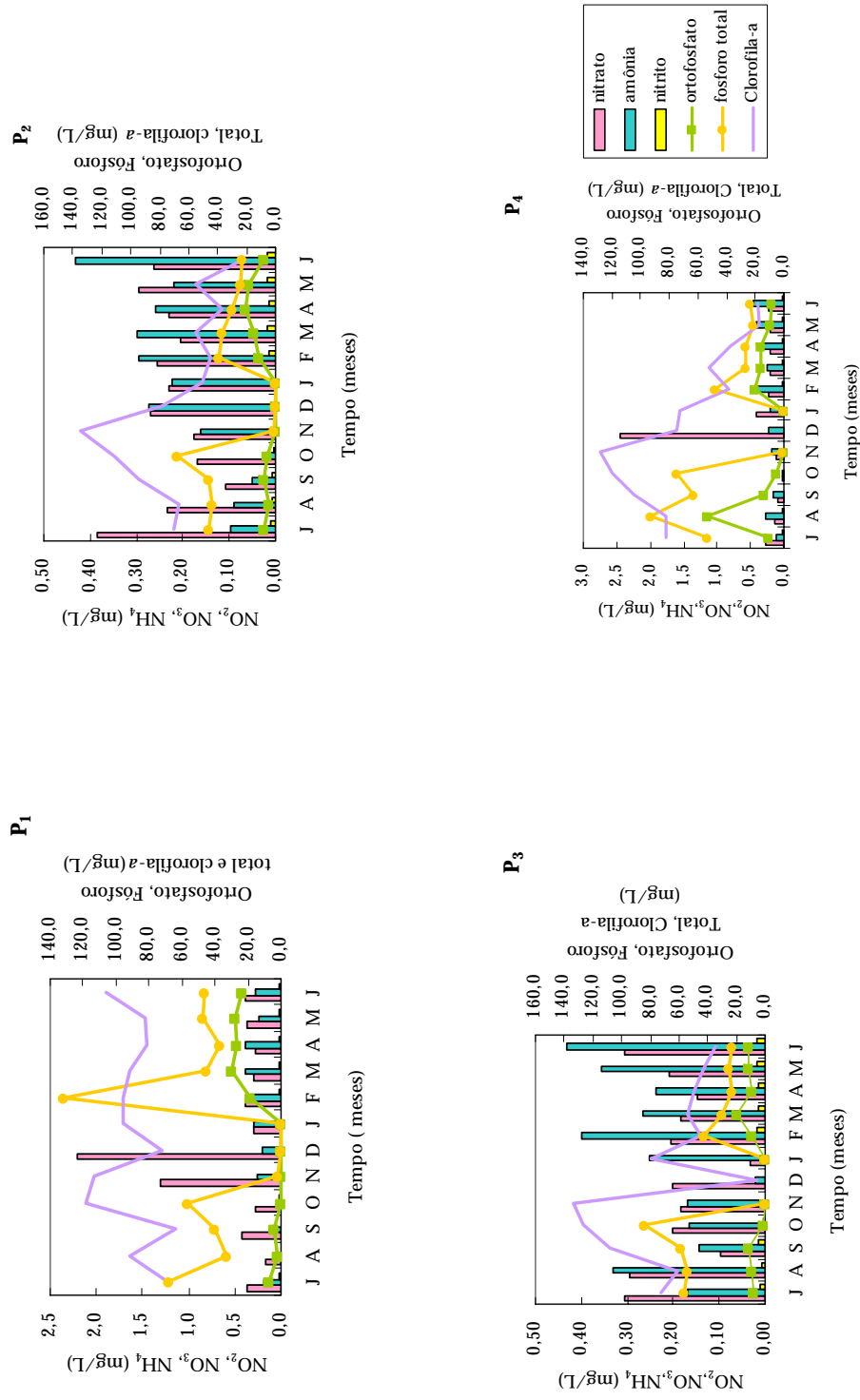


Figura 1. Variação do nitrato, amônia, nitrito, ortofosfato, fósforo total, e clorofila -a ao longo do período de estudo nos quatro pontos amostrados (P₁= entrada de água, P₂= entrada de água proveniente da carcinocultura, P₃ = retirada de água para irrigação e P₄ = saída de água para outro viveiro).

Os valores de sólidos totais solúveis obtidos neste estudo foram bem inferiores aos de SUMAGAYSAY-CHAVOSO e DIEGO- MG GLONE (2003) em sistemas semi-intensivos de criação de *Chanos chanos*, variando de 73 a 142 mg/L. Segundo esses autores sistemas com procedimento de secagem antes da produção, formam solos mais agregados com menor dispersão de partículas finas para a água.

Para os compostos nitrogenados foram observadas concentrações abaixo de 1 mg/L, com exceção do nitrato no ponto P₁ em novembro com 1,2 mg/L e dezembro com 2,2 mg/L, e 2,48mg/L no P₁ e P₄, respectivamente. As menores concentrações de amônia foram observadas no P₄, variando de 0,15 a 0,50 mg/L. Devido ao fluxo contínuo de água o nitrito foi a forma menos abundante, não ocorrendo nos meses de outubro e janeiro (Figura 1).

Segundo Mc INTOSH (2000), LEE e LAWRENCE (2001) e, SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, (2003-b), as altas concentrações dos compostos nitrogenados estão associados aos processos de excreção dos peixes, matéria orgânica oriunda do alimento não digerido e da própria biota aquática. Concentração de amônia acima de 0,06 mg/L pode levar a redução de até 5% do crescimento da grande maioria dos juvenis de peixes (FRANCES *et al.*, 2000).

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

As concentrações de fósforo foram bem mais baixas que a dos compostos nitrogenados, apresentando brusco decréscimo entre os meses de novembro e janeiro, posterior ao pico de clorofila-a, em todos os pontos amostrados. A clorofila-a também decresceu após este pico com tendência a diminuir até o final do experimento com exceção do P₁. As maiores concentrações de clorofila-a ao longo dos meses amostrados, foram observadas no ponto P₁ variando de 71 a 118 µg/L, com o maior pico no P₂ com 133 µg/L. O fósforo total e ortofosfato apresentaram comportamento similar 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 referente ao período de seca, com exceção do pico no mês de

fevereiro no ponto P₁ com 138 µg/L. O fósforo total manteve-se abaixo de 93 µg/L. O ortofosfato apresentou as maiores concentrações entre fevereiro a junho com exceção do ponto P₄ em agosto com 52,5 µg/L. Em geral, as concentrações de ortofosfato estiveram abaixo de 2,98 µg/L (Figura 1).

Os meses de maiores concentrações de fósforo na água foram obtidos no período de chuva que promoveu o aumento do fluxo de água, acelerando a liberação de fósforo do sedimento, disponibilizando para a coluna d'água (BOYD e GAUTIER,2000).

Os teores de fósforo no viveiro apresentaram uma brusca redução em novembro, perdurando até janeiro nos quatro pontos amostrados, coincidindo com o pico de clorofila-a neste mesmo mês, indicando a incorporação destes nutrientes a biomassa algal. Já os compostos nitrogenados apresentaram um comportamento inverso, ou seja, aumento das concentrações, principalmente nos pontos P₁ e P₄, indicando uma excreção destes nutrientes pela biota aquática. Além disso, nesse período, que corresponde a engorda de peixe, há uma maior adição de ração no meio contribuindo com grande aporte de compostos nitrogenados. (Figura 1 e 3).

A limitação da produção primária é estabelecida pela reação dos teores de fósforo e nitrogênio. Os teores de nitrogênio e fósforo são freqüentemente relacionados como os principais fatores 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).

Em geral, o ponto P₁ apresentou mais oxigenado com concentrações acima de 5mg/L, porém o maior pico de concentração de oxigênio dissolvido foi observado no P₄ com 8 mg/L (janeiro). 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 2).

O pH manteve-se no intervalo 6,3 a 6,8 em média, com maior valor observado no P₄ no mês de outubro com 7,4 sendo este o único valor alcalino observado ao longo do estudo (Figura 2).

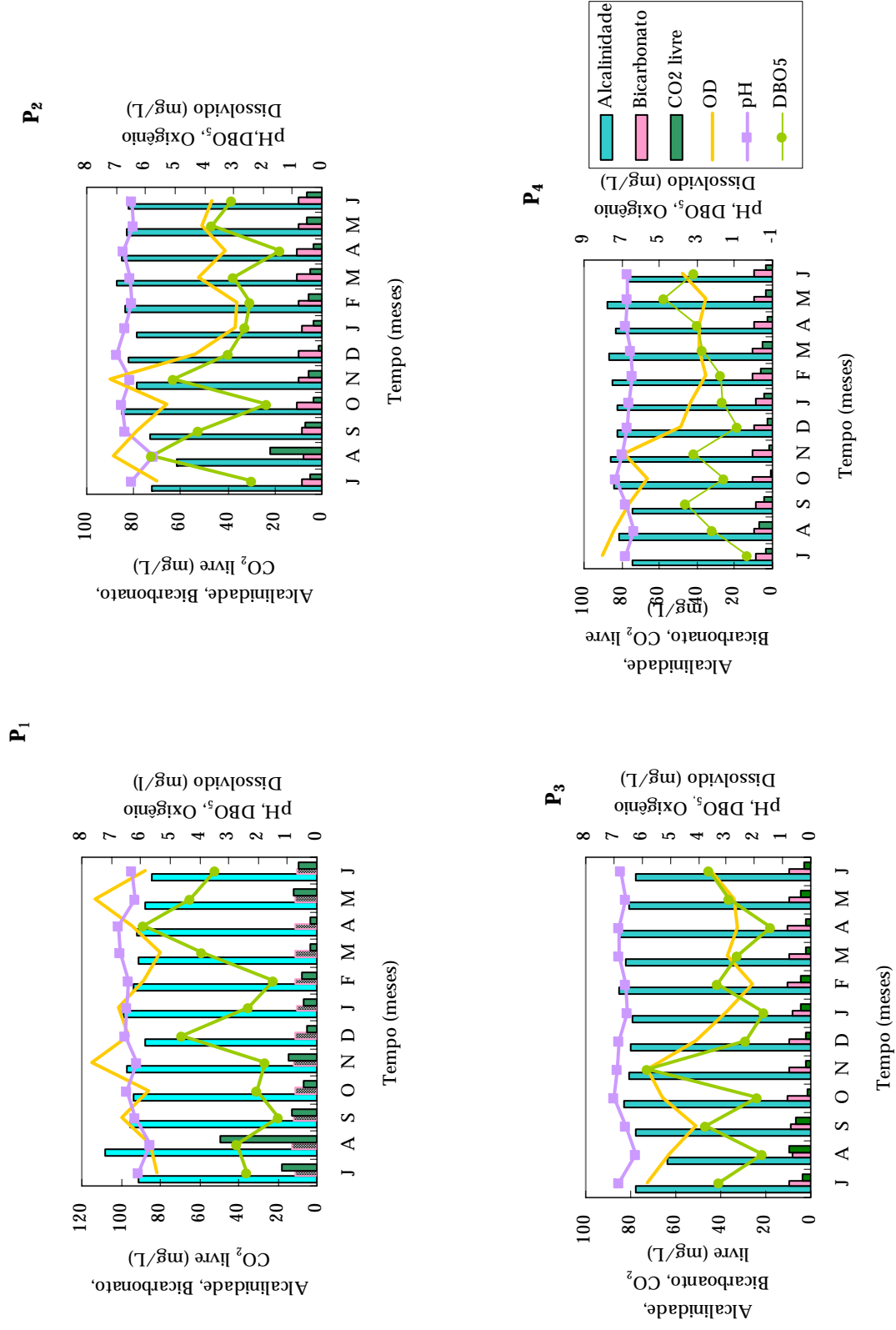


Figura 2. Variação da alcalinidade, bicarbonato, CO₂ livre, oxigênio dissolvido (OD), pH e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) durante o período de estudo nos quatro pontos amostrados (P₁= entrada de água, P₂= entrada de água proveniente da carcinocultura, P₃ = retirada de água para irrigação e P₄ = saída de água para outro viveiro).

A DBO₅ manteve-se abaixo de 6,0 mg/L com exceção do P₁ em abril apresentando um valor de 6,3 mg/L. As menores concentrações de DBO foram registradas no P₃ variando de 0,8 a 4,7 mg/L ao longo do período experimental (Figura 2).

O bicarbonato foi a forma de carbono inorgânico dominante ao longo do período experimental com exceção do P₁ em que o CO₂ livre no mês de agosto apresentou maior concentração com 68 mg/L e no P₂ com 74 mg/L. Nos outros pontos amostrados as concentrações de CO₂ livre variaram entre 19 e 36 mg/L. As concentrações de bicarbonato e de alcalinidade, foram bem reduzidas no ponto P₁, variando de 17 a 25 mg/L e 8 a 12 mg/L, respectivamente. Nos outros pontos as concentrações de bicarbonato e alcalinidade foram maiores sendo mais elevadas no P₄ (Figura 2).

Foram encontrados um total de 33 gêneros de organismos fitoplanctônicos destes, 27 pertencentes ao táxon Chlorophyta. O táxon Euglenophyta foi representado por uma espécie *Trachelomonas* sp. que ocorreu somente nos meses de outubro e abril, correspondendo a 1,3 e 0,9% do total de indivíduos observados, respectivamente. O táxon Cyanobacteria apresentou 3 espécies, com *Anabaena* sp. ocorrendo somente em outubro, representando 0,2% do total de organismos observados com dominância de *Microcystis* sp num total de 3.891 indivíduos/m³ (Figura 3; Tabela 2).

O mês com maior porcentagem de abundância de fitoplâncton foi outubro e o menor em maio, sendo que o período entre abril e junho foram observadas as menores porcentagens de organismos fitoplanctônicos. Em geral, no período de engorda de peixes entre os meses de outubro a fevereiro, as porcentagens de abundância de organismos fitoplanctônicos foram mais elevadas (Figura 3). De acordo com ALMEIDA e GIANI (2000), a pluviosidade desempenha papel fundamental entre os fatores ambientais que possivelmente afetam as variações na composição do fitoplâncton em reservatório. Neste estudo, durante o período de chuva (nov-mar) foi observado aumento na concentração de material particulado em suspensão e diminuição nas concentrações de nutrientes.

Além dos fatores ambientais o fluxo de água em sistemas de criação de peixes tem papel fundamental nas características físico-químicas da água. Altas concentrações de

clorofila-a e alta densidade de alga foram observados no período correspondente entre seca e chuvoso.

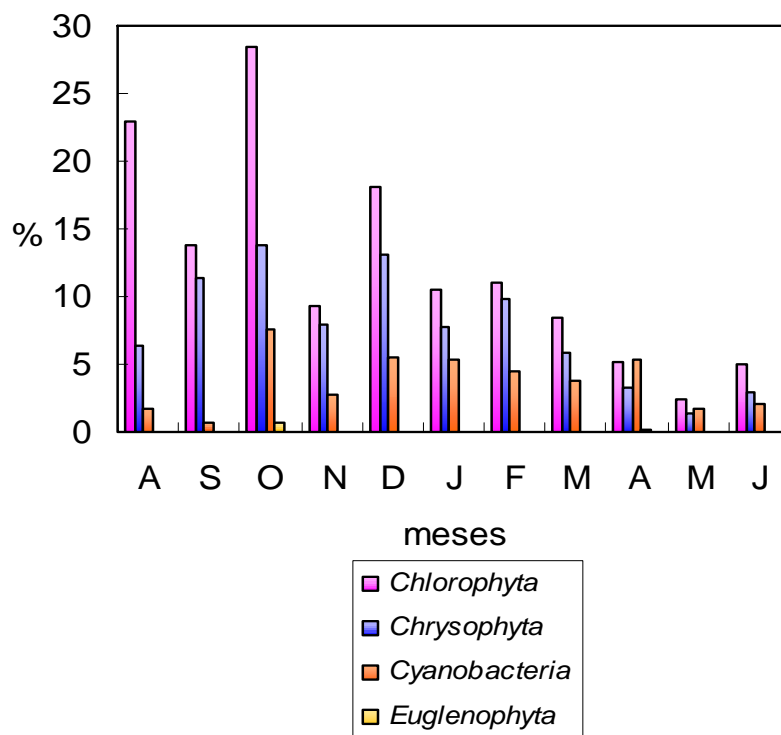


Figura 3. Porcentagem de abundância dos táxons fitoplanctônicos observados no viveiro no ponto P₃ (retirada de água para irrigação), ao longo do período de estudo.

Tabela 2. Número total dos gêneros fitoplanctônicos (indivíduos/m³) encontrados no P₃, local de retirada de água para irrigação.

Taxon	Gêneros	Nº Ind/m ³	Taxon	Gêneros	Nº Ind/m ³
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i> sp	24	Chrysophyta	<i>Melosira</i> sp	3399
	<i>Ankistrodesmus</i> sp	321		<i>Navicula</i> sp	175
	<i>Asterococcus</i> sp	112	Cyanobacteria	<i>Anabaena</i> sp	8
	<i>Botryococcus</i> sp	163		<i>Microcystis</i> sp	3891
	<i>Chlorella</i> sp	492		<i>Nostoc</i> sp	155
	<i>Coelastrum</i> sp	1.001	Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i> sp	78
	<i>Cosmarium</i> sp	167			
	<i>Chlamydomonas</i> sp	98			
	<i>Closterium</i> sp	259			
	<i>Crucigenia</i> sp	430			
	<i>Dictiosphaerium</i> sp	310			
	<i>Dimorphococcus</i> sp	25			
	<i>Euastrum</i> sp	370			
	<i>Gloeocystis</i> sp	1.844			
	<i>Golenkinia</i> sp	109			
	<i>Hyalotheca</i> sp	5.922			
	<i>Kirchneriella</i> sp	193			
	<i>Monoraphidium</i> sp	18			
	<i>Mougeotia</i> sp	924			
	<i>Pediastrum</i> sp	1.078			
<i>Scenedesmus</i> sp	782				
<i>Staurastrum</i> sp	534				
<i>Sphaerocystis</i> sp	629				
<i>Selenastrum</i> sp	14				
<i>Tetraëdron</i> sp	218				
<i>Tetrallantos</i> sp	31				
<i>Tetrastrum</i> sp	5				

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

Nem todas as espécies mais abundantes ao longo do período experimental apresentaram o maior número de indivíduos/m³, como o caso de *Coelastrum* sp. em março foi a segunda mais numerosa com 248 indivíduos/m³. O táxon mais abundante foi Chlorophyta representando 67,59% do total de organismos fitoplanctônicos seguidos de Cyanobacteria com 17%, Chrysophyta com 15% e Euglenophyta com 0,3% (Figura 3).

Os gêneros mais representativos de cada táxon são mostrados na Tabela 2, onde *Hyalotheca* sp. foi a mais abundante representando 5922 ind/m³ do total de organismos observados, seguidos de *Microcystis* sp com 3.891 ind/m³, *Melosira* sp com 3.399 ind/m³, *Gloeocystis* sp com 1.844 ind/m³, *Scenedesmus* sp com 1.078 ind/m³ e *Coelastrum* sp com 1.001 ind/m³ ficando o restante dos gêneros encontrados abaixo de 925 ind/m³. Todas as espécies mais abundantes apresentaram um pico em outubro com um brusco declínio após esse pico, com tendência a decrescer ao longo do período de estudo.

Com exceção do pico de densidade populacional observado em outubro a maior densidade populacional dos táxons Chrysophyta e Cyanobacteria foi observada em outubro, já Chlorophyta tendeu a decrescer a partir deste mês até o final do estudo. Alguns autores (ALVAIN *et al.*, 2005; FERRIER *et al.*, 2005; THOMAS *et al.*, 2005) têm observado que espécies de Chlorophyta exigem maiores intensidades de luz do que as Chrysophyta. Provavelmente, isto também possa ter influenciado o decréscimo das algas verdes no meio, visto que Chrysophyta e Cyanobacteria tenderam a aumentar.

Cyanobacteria foi o táxon mais constante no viveiro de criação de peixes, devido a capacidade de flutuação, resistência a luminosidade e absorção do nitrogênio atmosférico através da presença de uma organela especializada para este fim, denominado heterocisto (JAYATISSA *et al.*, 2006).

Foi observado uma espécie do táxon Euglenophyta, *Trachelomonas* sp, sendo característica de ambientes ricos em matéria orgânica contribuindo de forma efetiva na degradação biológica das substâncias orgânicas, sendo portanto, um indicativo das condições eutróficas deste viveiro (SIPAÚBA-TAVARES e COLLUS, 1997).

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

O processo de enriquecimento de um corpo d'água pode ocasionar o desenvolvimento de inúmeras florações de algas que muitas vezes podem comprometer os diversos usos da água, levando prejuízos econômicos e ambientais. O viveiro mostrou-se com tendência a eutrofia, encontrando-se em condições para manutenção de peixes, pois sistemas de criação de organismos aquáticos em geral, encontram-se em estado clímax. Porém, a utilização direta da água deste viveiro de piscicultura para irrigação de produtos para fins de consumo humano, deve sofrer um tratamento prévio, visto que as concentrações da biomassa algal e nutrientes estiveram em níveis não recomendados, principalmente no período de engorda de peixes (nov-fev).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permite concluir:

1. As flutuações das variáveis limnológicas foram influenciadas pela água de entrada do viveiro, proveniente de outros sistemas de criação de organismos aquáticos.
2. O período de chuva (engorda de peixes) foram observadas elevadas concentrações de nutrientes principalmente, fósforo devido ao aumento do fluxo de água e conseqüentemente, acelerando a liberação deste elemento do sedimento, visto que o viveiro estudado é raso e sofre influência direta das condições ambientais.
3. O período de chuva que corresponde ao de engorda de peixes, promoveu altas concentrações de compostos nitrogenados , em função da maior adição de ração no meio.
4. O período após a engorda dos peixes (abril-junho) foi a época em que foram observadas as menores porcentagens de organismos fitoplanctônicos, coincidindo com uma ligeira redução de fósforo e amônia na água.
5. As algas Chlorophyta foram mais representativas em todos os pontos amostrados.
6. Espécies de Cyanobacteria foram encontradas em todos os pontos, com maiores densidades entre os meses de outubro a abril, especialmente as do gênero *Microcystis*.
7. A retirada direta de água para fins de irrigação deve ser reavaliada em função das condições do viveiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.R. e GIANI, A. **Fitoplâncton do reservatório de Ibirité (MG), com ênfase na taxonomia das espécies**. Revista BIOS 8, (8): 75-87,2000.

ALVAIN, S.; MOULIN, C.; DANDONNEAU, Y.; BRÉAON, F.M. **Remote sensing of phytoplankton groups in case of water from global WiFS imagery**. Oceanography Research, 52 (11): 1989-2004,2005.

AZIM, M.E.; RAHAMAN, M.M.; WAHAB, M.A.; ASAEDA, T.; LITTLE, D.C; VERDEGEM, M.C.J. **Periphyton based pond polyculture system: a bioeconomic comparison of on-farm and on-station trials**. Aquaculture, 242: 381-396,2004.

BOYD, C.E & TUCKER, C.S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Alabama, Auburn University Press. 183p.,1992.

BOYD, C.E & GUARTIER, D. **Effluent composition & water quality standards: Implementing GAA'S Responsible Aquaculture Program**. Advocate, 35: 61-66, 2000.

FERRIER, M.D.; BUTLER, B.R.; TERLIZZI, D.E.; LACOUTURE, R.V. **The effects of barley straw (*Hordeum vulgare*) on the growth of freshwater algae**. Bioresource Technology 96(16):1788-1795,2005.

FRANCES, J.; NOWAK, B.F., ALLAN, G.L. **Effect of ammonia on juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*)**. Aquaculture, 183: 95-103,2000.

GOLTEMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analisys of freshwater**. London, Blackwell Sci. Publ. p.213,1978.

GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. **Standart methods for examination of water and wastewater**. 18ed. Washington, American public Health Association, Microbiological examination. p. 32-39,1992.

JAYATISSA,L.P.; SILVA, E.I.J.; McELHINEY, J.; LAWTON, L.A. **Occurrence os toxigenic Cyanobacterial blooms in freshwater of Sri Lanka**. Systematic and Applied Microbioly, 29:156-164,2006.

KARJALAINEN, H.; SEPPALA, S.; WALLS, M. **Nitrogen, phosphorus and *Daphnia* grazing in controlling phytoplankton biomass and composition an experimental study**. Hydrobiologia, 363: 309-321,1998.

KOROLEFF, F. **Determination of nutrients**. In: GRASHOF, E. e KREMLING, E. *Methods of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Wenhein. p.117-181, 1976.

LEE, P.G e LAWRENCE, A.L. **Feed management for recirculating aquaculture system**. Advocate, 4 (1): 27-28, 2001.

MACEDO, C.F. & SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Morfometria e qualidade de água em viveiros seqüências de criação de peixes**. Revista Bios (in press). 2006.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis: some revised methods for limnologist**. Freshwater Biological Association Scientific Publication, n.36, Kendal: Titus Wilson & Sons LTDA. 121 p., 1978.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. J. N.; ROCHA, A. A. **Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo**. Ver. Saúde Publica, 38(5): 679-686, 2004.

McINTOSHI, R.P. **Changing paradigms in shrimp farming: IV-Low proteins and feeding strategies**. Advocate, 3 (2): 44-50, 2000.

NOGUEIRA MG. & MATSUMURA-TUNDISI T. **Limnologia de um ecossistema artificial raso (Represa do Monjolinho- São Carlos, SP) Dinâmica das populações planctônicas.** Acta Limnol. Bras. 8:149-68, 1996.

NUSH, E.A. **Comparison of diferents methods for chlorophyll and phaeopigments determination.** Archiv. Fuer. Hydrobiologie, 14, p. 14-36, 1980.

PEREIRA, R.H.G.; ESPINDOLA, E.L.G.; ELLER, M.N. **Limnological variables and their correlation with water flow in fishponds.** Acta limnologica Brasiliensia, 3 (16): 263-271, 2004.

SANTEIRO, R.M. **Impacto ambiental da piscicultura na qualidade da água e na comunidade planctônica.** Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura (UNESP-Jaboticabal). p. 93, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BACHION, M.A.; ROCHA, O. **Estudo do crescimento populacional de três espécies zooplanctônicas em laboratório e o uso de plâncton na alimentação de alevitos de *Oreochromis niloticus* (tilapia) e *Astyanax cabripinus paranae* (lambari).** Revista UNIMAR, 16 (3): 189-201, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. & COLUS, D. S. de O. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes. (Jaboticabal, Brasil).** Bol. Lab. Hidrobiol., 10: 51-64, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; GOMES, J.P.F e BRAGA, F.M. de S. **Effect os liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui") ponds.** Acta Limnol. Bras. 15 (3): 95-103 (a), 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BARROS, A.F.de; BRAGA, F.M. de S. **Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond.** Acta Scien Anim. Sci, 25 (1): 101-106 (b), 2003.

SUMAGAYASAY-CHAVOSO, N.S. & DIEGO-McGLONE, M.L.S. **Water quality and holding capacity of intensive and semi-intensive milkfish (*Chanos chanos*) ponds.** *Aquaculture*, 279: 413-429, 2003.

THOMAS, C.M.; PERISSINOTO, R.; KIBIRIGE, I. **Phytoplankton biomass and size structure in two South African eutrophic, temporarily open/ closed estuaries.** *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 65 (1-2): 223-238, 2005.