

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

**INTER-RELAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM
TANQUES DE PISCICULTURA NOS PERÍODOS DE SECA E
CHUVA.**

Lucimari Missae Seto
Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2007

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

**INTER-RELAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM
TANQUES DE PISCICULTURA NOS PERÍODOS DE SECA E
CHUVA.**

Lucimari Missae Seto

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares

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

Jaboticabal – SP

Março – 2007

S495i Seto, Lucimari Missae
Inter-relação entre a comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em tanques de piscicultura nos períodos de seca e chuva / Lucimari Missae Seto. -- Jaboticabal, 2007
xiii, 63 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientadora: Lúcia Helena Sipaúba Tavares
Banca examinadora: João Batista Kochenborger Fernandes, Márcia Noélia Eler
Bibliografia

1. Alga. 2. Aqüicultura. 3. Qualidade da água. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 574.583

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



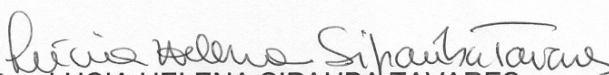
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INTER-RELAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E
VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM TANQUES DE PISCICULTURA NOS
PERÍODOS DE SECA E CHUVA

AUTORA: LUCIMARI MISSAE SETO

ORIENTADORA: Dra. LUCIA HELENA SIPAUBA TAVARES

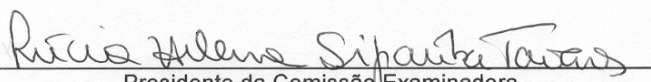
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em MICROBIOLOGIA
AGROPECUÁRIA pela Comissão Examinadora:


Dra. LUCIA HELENA SIPAUBA TAVARES


Dr. JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES


Dra. MÁRCIA NOÉLIA ELER

Data da realização: 30 de março de 2007.


Presidente da Comissão Examinadora
Dra. LUCIA HELENA SIPAUBA TAVARES

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUCIMARI MISSAE SETO - nascida em 06 de junho de 1974, em Jaboticabal, SP. Graduada em Biologia (Licenciatura Plena) – Resolução nº30/74, do Conselho Federal de Educação, dezembro de 1996 pelo Centro Universitário Barão de Mauá em Ribeirão Preto no Estado de São Paulo. Mestranda em Microbiologia Agropecuária junto à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal - UNESP - SP, desde março de 2005. Bolsista pelo CNPq (Processo nº131951/2006-8) durante os meses de abril de 2006 a março de 2007.

“Enquanto o poço não seca, não
conhecemos o valor da água.”

Thomas Fuller

Dedico este trabalho aos meus pais,
Takashi e Edna e a todas as pessoas
“especiais” que me incentivaram nesse
período de estudo.

AGRADECIMENTOS

A DEUS!

À Profa. Dra. Lúcia Helena Sipaúba-Tavares, pela oportunidade, orientação, apoio e grande ajuda desde a elaboração do projeto até a sua redação final.

Aos membros da banca de qualificação Prof. Dr. Antonio Carlos Monteiro e Prof. Dr. Fernando Ávila, pela contribuição, com as correções e sugestões que permitiram o aprimoramento deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa, Profa. Dra. Márcia Noélia Eler e Prof.Dr. João Batista Kochenborger Fernandes pela inestimável colaboração no que toca à finalização da dissertação.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela orientação nas análises estatísticas.

Aos funcionários do Centro de Aquicultura de Jaboticabal (CAUNESP), sempre prontos a me atender.

Ao Carlos Alberto Santacapita, Departamento de Ciências Exatas, pelos dados climatológicos da Estação Agroclimatológica do Campus de Jaboticabal.

Aos meus amigos do Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton do CAUNESP de Jaboticabal, Daniela (Val), Pedro, Flávia, Emerson, Rodrigo, Fernanda, Ludmilla, Mariah, pela grande união dessa equipe e pela ajuda prestada; além disso, agradecimentos pelos bons e maus momentos compartilhados no laboratório e fora dele.

Em especial, a querida amiga Tatiana pela sua grande colaboração e companheirismo em todos os momentos do nosso estudo, o meu muito obrigado.

Ao CNPq, pela concessão de uma bolsa de mestrado, que permitiu elaborar esta dissertação.

As minhas tias, tios, primas e primos que vibraram com essa conquista.

As minhas eternas amigas, Profa. Andrea Sanchez (Cuca) e Profa. Dra. Zina C. Bellodi por sempre estarem presentes, ajudando, torcendo, orientando...

Ao meu amor Diego da Silva Macri agradeço pela pessoa especial que é, pois ao longo da nossa caminhada, passamos por várias provas... e mesmo assim sempre estive ao meu lado, acreditando no nosso puro e sincero amor.

Finalmente, a todos que, de diferentes maneiras, contribuíram para execução dessa dissertação.

Muito obrigada!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Considerações Gerais sobre Aqüicultura	3
2.2. Comunidade Fitoplancônica e Variáveis Ambientais.....	4
3. OBJETIVOS	8
4. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....	9
5. REFERÊNCIAS.....	11
ARTIGO CIENTÍFICO.....	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAS E MÉTODOS.....	18
PERÍODO E LOCAL DE COLETA.....	18
VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS.....	19
FITOPLÂNCTON.....	19
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	30

INTER-RELAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM TANQUES DE PISCICULTURA NOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA.

RESUMO – Este trabalho objetivou o estudo da inter-relação entre os fatores hidrológicos e a composição da comunidade fitoplânctonica, em quatro tanques de criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*), ambos juvenis, com fluxo contínuo de água. A qualidade da água em tanques de piscicultura é influenciada pelos fatores físicos, químicos e biológicos. As amostras de água foram colhidas por meio de uma garrafa de Van Dorn (1 L) em um único ponto nos quatro tanques estudados, durante um ano (maio/2003 a abril/2004). Em relação à análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton, as amostras foram concentradas em rede de 25 µm de abertura de malha e preservadas em lugol. Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o período de seca e de chuva para as variáveis ambientais e fitoplâncton, as mesmas não foram observadas ($p > 0,05$) para as variáveis hidrológicas entre superfície e fundo dos tanques com exceção do pH, condutividade e temperatura. Chlorophyceae apresentou maior número de gêneros e/ou espécies (13) sendo *Chlorella vulgaris* e *Oocystis* sp. as mais frequentes. De acordo com os resultados obtidos, os tanques localizados em paralelo e recebendo o mesmo manejo, mostraram diferenças limnológicas sendo diretamente afetados pelos fatores climáticos. Não foi observado um padrão de flutuação sazonal do fitoplâncton em função da dinâmica dos tanques. Em tanques de criação de organismos aquáticos apresentam um conjunto de fatores físico-químicos e interações bióticas que dependem diretamente da qualidade da água.

Palavras-Chave: alga, aquicultura, qualidade da água, variáveis físico-químicas.

INTERRELATIONSHIP BETWEEN PHYTOPLANKTON COMMUNITY AND ENVIRONMENTAL VARIABLES IN FISH BREEDING PONDS DURING THE DRY AND RAINY SEASON.

ABSTRACT - The aim of this report was to study the interrelationship between hydrological factors and phytoplankton community composition in four fish pond, used for breeding of “pacu” (*Piaractus mesopotamicus*) and “tambaqui” (*Colossoma macropomum*) in continuous water flow. Fish ponds water quality is influenced by physical-chemical and biological factors. Water samples were taken with a Van Dorn bottle (1 L) at one site in for fish ponds, during one year (May/2003 to april/2004). For quantitative and qualitative analysis of phytoplankton, the samples were obtained with a 25 µm mesh net, and preserved in lugol solution. Significant differences ($p < 0.05$) were found during dry and rainy seasons for limnological variables and plankton, but no significant difference ($p > 0.05$) was found for fish ponds water surface and bottom, excepting for temperature, pH and conductivity. Chlorophyceae presented higher number of genera and/or species (13), whereas the *Chlorella vulgaris* and *Oocystis sp* were most frequently observed. According to results obtained, fish ponds placed paralelly and receiving the same management showed significant limnological difference, which were directly affected by season factors. A pattern of season for phytoplankton according to fish ponds was not observed. Ponds designed for aquatic organisms breeding presented a groups of physical-chemical factors and biotics interaction, which depended directly on water quality.

Key words: algae, aquaculture, physical-chemical variables, water quality.

1. INTRODUÇÃO

Todo ecossistema aquático continental apresenta uma dependência e uma relação hidrogeoquímica com as condições geológicas básicas da bacia hidrográfica e, com a origem das águas naturais que constituem os sistemas lóticos e lênticos de uma bacia (HENRY, 1981).

Os viveiros e tanques de piscicultura são sistemas rasos que sofrem interferências do manejo empregado na criação e manutenção dos peixes, interferindo diretamente nos fatores bióticos e abióticos da água (SIPAÚBA-TAVARES & MORENO, 1994).

Sistemas artificiais de criação de organismos aquáticos vêm se expandido de forma crescente e do ponto de vista ambiental tornando-se, em certos casos, um problema devido ao impacto gerado e, em muitos casos, promovendo o aparecimento de organismos indesejáveis e conseqüentemente afetando toda biota aquática.

Os organismos planctônicos funcionam como sensores das variáveis ambientais e qualquer alteração no meio aquático, reflete diretamente na composição e diversidade de espécies. O número de combinações das propriedades ambientais é praticamente infinito, resultando numa composição extremamente variada da comunidade planctônica (HENRY et al, 1978).

Sendo o fitoplâncton capaz de converter a energia solar em biomassa, com eficiência duas a três vezes maiores que plantas superiores (THOMAS et al., 1984) e, encontradas em qualquer meio aquático onde exista uma fonte de carbono, nutriente e luz suficientes e temperatura apropriada (SHELEF & SOEDER, 1980), torna-se de grande importância estudos que visem o entendimento e conhecimento das algas em sistemas artificiais rasos.

O presente trabalho teve como objetivo verificar a qualidade da água e comunidade fitoplanctônica de quatro viveiros de criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*), com enfoque no período de seca e chuva, avaliando as condições da superfície e do fundo desses tanques, em um ponto localizado próximo à saída de água. A dissertação foi dividida em duas partes distintas, uma referente à revisão de literatura e outra com o artigo correspondente as amostragens realizadas.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 . Considerações Gerais sobre Aqüicultura

A aqüicultura é um nome genérico cobrindo uma ampla variedade de técnicas de produção de espécies criadas sob diferentes condições e localidades geográficas. A aqüicultura engloba toda atividade que tem como objetivo a produção, crescimento e comercialização de organismos aquáticos animais ou vegetais, sejam estes de água doce, salobra ou salgada (GOLDMAN, 1979).

Os principais grupos de cultivo, dentro da aqüicultura são: as plantas aquáticas, algas, peixes, crustáceos e moluscos.

A aqüicultura moderna com base técnico-científica, surgiu em 1934, com os estudos de Hudinaga no Japão que, conseguiu fechar o ciclo biológico do camarão Kuruma (*Penaeus japonicus*), aplicando pesquisas em larga escala em criadores do tipo berçário (HUDINAGA, 1942).

Apesar da tecnologia de criação de peixes ainda não ser a ideal para muitos organismos aquáticos e com isto acarretando problemas de impacto ambiental, o desenvolvimento e tecnologia de produção ainda devem ser aprimorados e na América Latina, prevê-se um crescimento emergente da indústria dedicada à aqüicultura.

Assim, tornam-se necessários estudos que visem entendimento holístico dos sistemas de criação de peixes para que possam ser adotadas técnicas de manejo que não degrade de forma intensa as condições ambientais (SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Existem diversas práticas de manejo em aqüicultura no Brasil sendo elas dependentes da região e das condições climáticas locais. O grau e a intensidade com que as técnicas de cultivo perturbam o ambiente são diretamente proporcionais a extensão da exploração dos recursos e do uso e ocupação do solo, e, suas conseqüências dependerão da localização, tipo de cultivo e técnica empregada. Nem todas as técnicas de cultivo têm conseqüências ambientais negativas, uma vez que muitas delas são altamente benéficas; isto acontece quando o manejo ambiental é observado e quando for sócio economicamente sustentável (SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Do ponto de vista mundial a aquicultura é uma atividade pequena, porém, de grande contribuição no suplemento alimentar afetando diretamente os recursos ambientais, e desta forma a sustentabilidade. Portanto, necessita-se de uma nova revisão, principalmente nos lugares onde há rápida e concentrada expansão pelo efeito acumulativo que apresentam estes sistemas de criação (BOYD & SCHIMITTOU, 1999).

Os efeitos da aquicultura no sistema aquático incluem: aumento dos níveis de nutrientes dissolvidos, turbidez, matéria orgânica no sedimento, decréscimo na diversidade de espécies, redução nas concentrações de oxigênio dissolvido e mudanças na condutividade e pH (TALBOT & HOLE, 1994).

2.2 . Comunidade Fitoplanctônica e Variáveis Ambientais

O plâncton é a comunidade que vive suspensa na água e se caracteriza por seu tamanho pequeno, variando desde alguns micrômetros até uns milímetros. Segundo sua natureza, pode-se distinguir nas seguintes categorias: bacterioplâncton, (bactérias) zooplâncton (copépoda, cladocera, rotíferos), fitoplâncton (algas) e protozooplâncton (protozoários).

A produtividade aquática está diretamente relacionada a composição e abundância do plâncton. Uma parte substancial do oxigênio utilizado na respiração dos organismos aquáticos é proveniente da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. Além disso, a maioria dos peixes alimenta-se do plâncton pelo menos durante um certo período de sua vida (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

A alimentação natural representa uma apreciável porção de proteínas e outros nutrientes necessários ao peixe, diminuindo assim, os custos com a suplementação destes (SIPAÚBA-TAVARES & COLUS, 1997).

Segundo MARGALEF (1983), os organismos planctônicos funcionam como sensores das variáveis ambientais e refletem melhor que qualquer artefato tecnológico o valor dessas variáveis. Alterações químicas da água modificam a composição do fitoplâncton, acarretando mudanças na qualidade e quantidade de alimento disponíveis a cadeia trófica aquática (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

A distribuição do fitoplâncton em ambientes de água doce é heterogênea e descontínua. A variação destas comunidades variam tanto no espaço (horizontal e vertical) quanto no tempo.

Na escala espacial horizontal, a vazão, a hidrodinâmica, a morfometria do corpo hídrico e os fatores climáticos (direção e intensidade do vento), são significativos na distribuição das populações planctônicas.

Além disso, a penetração da luz na coluna d'água e, conseqüentemente a profundidade da zona eufótica, os processos de estratificação e a mistura da água influenciam a posição dos indivíduos na coluna d'água.

Como se não bastasse, a variabilidade temporal também é grande. O desenvolvimento da comunidade obedece uma escala temporal curta, sendo o tempo de geração dos organismos muito curto, em algumas cianobactérias este processo pode chegar a 24 horas. Desta forma, espera-se mudanças na composição e na estrutura em intervalos de tempo de alguns dias (CALIJURI et al., 2006).

A comunidade fitoplanctônica é influenciada principalmente, pela luz e disponibilidade de nutrientes, porém o tempo de residência da água exerce importante influência sobre a biomassa fitoplanctônica. As algas freqüentemente apresentam mudanças periódicas na sua composição, estando relacionadas aos fatores físicos, químicos e biológicos (predação).

O conhecimento das diferentes etapas da sucessão e das modificações químicas que ocorrem nos viveiros e tanques de criação de peixes, é importante para um futuro manejo e controle das condições que limitam a produção da biomassa.

A clorofila é um pigmento básico no processo fotossintético. É uma variável que pode estimar a quantidade de biomassa fitoplanctônica dos ecossistemas aquáticos e também um indicativo da produtividade primária. Uma vez que constitui cerca de 1 a 2% do peso seco total das algas (MARGALEF, 1983).

A medida de biomassa visa avaliar a capacidade de produção dos organismos fotossintetizantes de uma dada massa d'água. O emprego da clorofila-a como estimativa da biomassa de algas é bastante difundido pelo fato de ser um teste rápido, simples e com boa reprodutibilidade (KONIG, 1984).

A fotossíntese em viveiro e tanques de piscicultura, é afetada por vários fatores, como: fertilização, manejo, intensidade luminosa, densidade de algas, fatores climáticos, profundidade e fluxo de água, entre outros. Este último promove uma circulação na água resultando no equilíbrio entre os processos fotossintéticos e respiratórios da comunidade (SIPAÚBA-TAVARES, 1996).

O ótimo de abundância do fitoplâncton para sistemas de criação de peixes não é conhecido, porém, concentrações de clorofila-*a* entre 60 e 150 $\mu\text{g.l}^{-1}$ são normalmente encontradas em viveiros produtivos de peixes e camarões (BRUNE & TOMASSO, 1991). Segundo BOYD (1990), valores entre 20 e 80 $\mu\text{g.l}^{-1}$ são adequados à criação de peixes.

A flutuação sazonal do fitoplâncton está diretamente ligada às concentrações de fósforo e nitrogênio na água, os quais resultam da fertilização, manejo ou nas taxas de alimentação (SIPAÚBA-TAVARES, 1996).

O fosfato é indispensável ao crescimento das algas, e o ortofosfato é a forma mais importante para as algas e macrófitas. A absorção de fosfato por algas de um modo geral está ligada à reação de fosforilação (produção de ATP no cloroplasto por meio de reações que são ativadas pela luz). Este fato pode ser a explicação para a estreita relação entre a absorção de fosfato e a atividade fotossintética fitoplanctônica (ESTEVES, 1988).

HARGRAVE & GREEN (1968) mostraram que a comunidade zooplanctônica ao ingerir fitoplâncton e detritos orgânicos libera fosfato orgânico dissolvido. Mais tarde, FERRANTE (1976) evidenciou que a maior parte do fosfato eliminado durante o processo de ingestão (85-90%) é constituída por ortofosfato.

Algumas algas podem absorver mais fósforo do que necessitam para seu próprio metabolismo, provavelmente, utilizam este nutriente posteriormente. A esta absorção em excesso, denomina-se luxuriante, sendo uma vantagem competitiva (ÖRDOG, 1990).

Vários pesquisadores verificaram que a solubilidade de muitos micro-nutrientes importantes para a produção primária (fitoplâncton) em viveiros de piscicultura depende do grau de acidez ou alcalinidade da água (VINATEA, 1997).

Durante o dia a remoção do dióxido de carbono utilizado na fotossíntese pelas algas eleva o pH e durante à noite, ocorre o inverso, devido à respiração dos organismos, liberando o dióxido de carbono na água (BOYD, 1997).

A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e eutrofização, são fatores que afetam diretamente o pH da água, limitando a produção primária, conseqüentemente, afetando toda a cadeia trófica do tanque ou viveiro de produção de peixes (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Segundo McCARTHY & GOLDMAN (1979), o fitoplâncton pode assimilar nitrito, em caso de escassez do íon amônio e nitrato, neste caso, o nitrito é reduzido no interior da célula a amônio por meio da enzima nitrito-redutase. Em altas concentrações, o nitrito é extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos.

A proporção de ocorrência na água das duas formas de amônia, livre (NH_3) e íon amônia (NH_4^+), em geral, dependem do valor do pH e temperatura da água. A amônia livre é tóxica para os organismos aquáticos, mas o íon amônio é nutriente para as algas sendo sua absorção energeticamente mais viável (ÖRDOG, 1990).

A concentração do íon amônio nas camadas d'água é geralmente muito baixa, neste caso o nitrato constitui, na maioria dos casos, a principal fonte de nitrogênio para as algas (ESTEVES, 1988).

O estudo das variáveis bióticas e abióticas da água em viveiros e tanques de piscicultura, permite melhor entendimento e assim, proporcionar a adequação de técnicas de manejo mais adequadas e conseqüentemente, uma produção mais rentável.

3. OBJETIVOS

- a) Avaliar a flutuação da comunidade fitoplanctônica em função das condições ambientais.
- b) Verificar a dinâmica das variáveis ambientais dos tanques de produção de peixes em relação ao manejo empregado.
- c) Verificar a abundância relativa e frequência dos táxons fitoplanctônicos.

4. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O estudo foi realizado em quatro tanques de 45m² e 1,20m de profundidade, localizados em paralelo com água lançada diretamente em um viveiro maior (área de 2300m² e volume de 3397m³) sem tratamento prévio (Figura 1). A água que abastece estes tanques é proveniente de um viveiro utilizado como abastecimento de água para todos o sistema de produção do CAUNESP (Centro de Aquicultura da UNESP), abastecendo via tubulação.

Os tanques estão localizados dentro do Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal (SP), a 21°15' 22" de latitude sul e 48°18' 58" de longitude oeste e a, 595m de altitude, a 2km do perímetro urbano.

O clima da região, segundo classificação de Köpen, é do tipo CWA, subtropical, relativamente seco no inverno com chuvas no verão, apresentando temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1552mm (VOLPE, 1989).

O tanque 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. O manejo e manutenção dos peixes nos tanques foi de acordo com o procedimento adotado no CAUNESP (Jaboticabal).

Durante o estudo surgiram plantas aquáticas enraizadas e flutuantes, essa última representada por *Lemna* sp., havendo a necessidade de remoção manual, devido ao rápido crescimento cobrindo praticamente todo o tanque 3, no período de Maio e Agosto de 2003 coincidindo com o domínio das Cyanophyceae. Já as enraizadas, aparecerem somente no tanque 4 em Julho de 2003, período de seca, quando a circulação de água é menor devido a escassez de água.

Os tanques foram construídos com a finalidade de cultivo semi-intensivo, atualmente funcionando como suporte para pesquisas na área de piscicultura, apresentando parede de alvenaria e fundo de terra. Durante o período de estudo foram estocadas juvenis das espécies de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) na densidade de 10 peixes/m².



Figura1. Vista dos tanques estudados.

5. REFERÊNCIAS

BOYD, C. E. **Water quality management for aquacultura**. Alabama: Ala. Agr. Exp. Sta., Auburn University, 1990. 482 p.

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

BOYD, C. E.; SCHIMITTOU, H. R. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. **Aquaculture Economics & Management**, v.3, n.1: p. 59-69, 1999.

BRUNE, D. E.; TOMASSO, J.R. **Aquaculture and water quality**. The World Aquaculture Society, 1991. 606 p.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. dos **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: Rima, 2006, 108 p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência- FIEP, 1988. 575 p.

FERRANTE, J.G. The characterization of phosphorus excretion products of a maternal population of limnetic zooplankton. **Hidrobiologia**, v. 50, p. 11-15, 1976.

GOLDMAN, J. Outdoor algal mass culture I. **Appl. Water Res.** n. 13, p. 1-9, 1979.

HARGRAVE, B. T.; GREEN, G. M. Phosphorus excretion by zooplankton. **Limnol. Oceanogr.**, v. 13, p. 332-342, 1968.

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.**, v. 41, n. 2, p. 209-306, 1981.

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

HUDINAGA, M. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. **Zool.**, n.10, p. 305-393, 1942.

KONIG, A. **Ecophysiological studies in some algal and bacteria of waste stabilization ponds**. 1984. f180. Tese de Doutorado, Liverpool, 1984.

McCARTHY, J. J.; GOLDMAN, J. C. Nitrogenous nutrition of marine phytoplankton in nutrient-depleted waters. **Science**, n. 203, p. 670-672, 1979.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega. 101 p. 1983.

ÖRDOĞ, V. **Fundamentos limnológicos da produção de peixes em viveiros e águas naturais**. Petrolina: CODEVASF/AGROBER, 1990.

SHELF, G.; SOEDER, C. J **Algae biomass**: production and use. Holland Biomedical Press, 1980. 852 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Uso racional da água**: limnologia e plâncton. 2005. f217. Tese (Livre Docência em Aquicultura - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; COLUS, D. S. O. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de cultivo semi-intensivo de peixes. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, São Luis, v. 10, p. 51-64, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MORENO, S. Q. **Variação dos parâmetros em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva.** Maringá: Rev. Unimar, Maringá v.16, n. 4, p. 229-242, 1994.

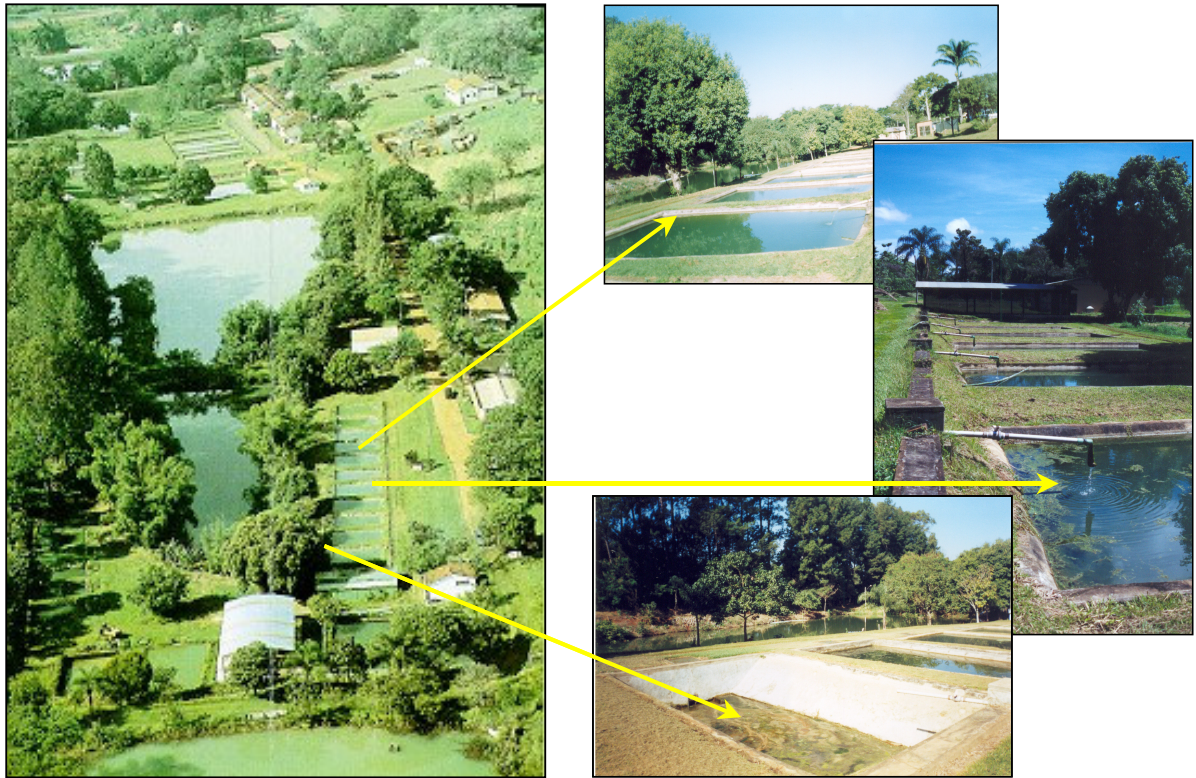
SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência.** **Acta Limnol. Bras.**, v.8, p.29-36, 1996.

TALBOT, C.; HOLE, R. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. **J. Appl. Ichthyol.**, v. 10, p. 258-270, 1994.

THOMAS, W. H.; SIEBERT, D. L. R.; ALDEN, M.; NEROI, A.; ELDRIDGE, P. Yields, Photosynthetic efficiencies and proximate composition of dense marine microalgal culture. I. Introduction and *Phaeodactylum tricornutum* experiments. **Biomass**, v.5, p.181-209, 1984.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura.** Florianópolis: UFSC, 1997. 166 p.

VOLPE, C.A. Analise da precipitação mensal em Jaboticabal (SP). **Ciên. Agron.**, v. 4, n. 2, p. 3-5, 1989.



Artigo Científico

Inter-relação entre a comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em tanques de piscicultura nos períodos de seca e chuva.

INTER-RELAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM TANQUES DE PISCICULTURA NOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA.

RESUMO

Foi avaliada a inter-relação entre os fatores hidrológicos e a composição da comunidade fitoplanctônica, em quatro tanques de criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*), ambos juvenis, com fluxo contínuo de água, no Centro de Aqüicultura – UNESP/Jaboticabal - SP. As amostras de água foram colhidas por meio de uma garrafa de Van Dorn (1 L) em um único ponto nos quatro tanques estudados, durante um ano (maio/2003 a abril/2004). Em relação à análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton, as amostras foram concentradas em rede de 25 µm de abertura de malha e preservadas em lugol. Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o período de seca e de chuva para as variáveis ambientais e para os fitoplâncton, as mesmas não foram observadas ($p > 0,05$) para as variáveis hidrológicas entre superfície e fundo dos tanques, com exceção do pH, condutividade e temperatura. Chlorophyceae apresentou maior número de gêneros e/ou espécies (13) sendo *Chlorella vulgaris* e *Oocystis* sp. as mais freqüentes. De acordo com os resultados obtidos, os tanques localizados em paralelo e recebendo o mesmo manejo, mostraram-se diferenças limnológicas sendo diretamente afetados pelos fatores climáticos. Não foi observado um padrão de flutuação sazonal do fitoplâncton em função da dinâmica dos tanques.

Palavras-chaves - alga, aqüicultura, qualidade da água, variáveis físico-químicas.

INTERRELATIONSHIP BETWEEN PHYTOPLANKTON COMMUNITY AND ENVIRONMENTAL VARIABLES IN FISH BREEDING POOLS DURING THE DRY AND RAINY SEASON.

ABSTRACT

The interrelationship between hydrological factors and phytoplankton community composition in four fish ponds, used for breeding of young “pacu” (*Piaractus mesopotamicus*) and “tambaqui” (*Colossoma macropomum*), in continuous water flow at The Aquiculture Center – UNESP/Jaboticabal-SP was evaluated. Water samples were taken with a Van Dorn bottle (1 L) at one site in for fish ponds, during one year (May/2003 to april/2004). For quantitative and qualitative analysis of phytoplankton, the samples were obtained with a 25 µm mesh net, and preserved in lugol solution. Significant differences ($p<0.05$) were found between dry and rainy seasons for environmental variables and for phytoplankton, such differences were not observed ($p>0.05$) for hydrologicals variables between ponds surface and bottom, excepting for pH, conductivity and temperature values. Chlorophyceae had the highest number of genera and/or species (13), whereas the *Chlorella vulgaris* and *Oocystis sp* were the most frequent observed. Results showed that the same fish ponds system placed parallely were limnological different, since they were directly influenced by climatic factors. Phytoplankton seasonal fluctuation standard related to fish pond dynamics has not been reported.

Key words - algae, aquaculture, physical-chemical variables, water quality.

INTRODUÇÃO

O fitoplâncton é a principal porta de entrada da matéria e energia no sistema, sendo de potencial importância na caracterização e mesmo, na definição da fisiologia ambiental dos sistemas aquáticos (BARBOSA, 2002).

Em sistemas de criação de peixes, as condições físicas e químicas da água podem se tornar um fator limitante para o peixe ao longo do dia, ou pelo crescimento muito denso da comunidade fitoplanctônica, acarretando um déficit de oxigênio em determinadas horas do dia ou, pelo acúmulo de determinadas substâncias, como dióxido de carbono e nitrito, entre outros (MISCHKE & ZIMBA, 2004).

Segundo BACHION & SIPAÚBA-TAVARES (1992), as flutuações observadas na comunidade fitoplanctônica em sistemas de criação de peixes, estão correlacionadas às mudanças periódicas no ambiente físico, através das alterações ao longo do dia, entre as estações do ano e na mudança de períodos úmidos e secos. O fluxo de entrada e saída de água que ocorre nos tanques de piscicultura, também pode ser de fundamental importância na determinação das flutuações nas populações planctônicas (ELER, 2000), visto que, ocorre perda de nutrientes, sendo este o fator controlador da qualidade e da produtividade em tanques de piscicultura (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1998).

Dentre os fatores ambientais em viveiros de piscicultura, os nutrientes são considerados um dos principais controladores da biomassa e da estrutura da comunidade fitoplanctônica (BOËCHAT, 2000). A quantidade de nutrientes no ambiente aquático atua como fator limitante para o crescimento das algas e de Cyanobacteria. Muitas vezes, as elevadas densidades fitoplanctônicas estão associadas aos processos de decomposição, em função de altas concentrações de matéria orgânica no sedimento dos sistemas de criação de peixes devido ao manejo empregado (METAXA et al., 2006).

O sedimento tem fundamental importância no entendimento dos processos ecológicos, incorporando os nutrientes no sistema, contribuindo para o enriquecimento dos tanques e viveiros de piscicultura e, conseqüentemente, promovendo maior ou menor produtividade conforme a dinâmica do sistema de criação (BOYD, 1995).

Os tanques de criação de peixes são corpos d'água de pequena profundidade e as condições de fluxo contínuo de água, ação do vento e precipitação, promovem freqüentemente, a circulação da água, transformando-os em sistemas dinâmico. Portanto, esses sistemas são caracterizados por complexos fatores físicos e químicos e por interações bióticas, que dependem diretamente da qualidade da água. As flutuações que ocorrem nesses ambientes dependem basicamente da entrada de energia, destacando a freqüência e a natureza de carga de nutrientes adicionada ao sistema (SANTEIRO et al., 2006).

Assim, o trabalho objetivou avaliar a inter-relação entre a comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em tanques de criação de peixes nos períodos de seca e chuva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Período e local de coleta

O presente trabalho foi realizado no Centro de Aqüicultura da UNESP (CAUNESP), Campus de Jaboticabal, SP (21° 15'S; 48° 18'W) em quatro tanques de piscicultura (45 m² e 1,20 m de profundidade), localizados a 595 m de altitude, com fluxo contínuo de água e renovação de 5% ao dia, contendo população juvenil de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) na densidade de 10 peixes.m⁻². Os peixes foram alimentados diariamente, duas vezes ao dia, com ração extrusada contendo 27% de proteína bruta.

Foi delimitado um ponto de coleta em cada tanque, com amostras de água colhidas na superfície (0,10 m) e fundo (1,20 m), quinzenalmente, durante o período de um ano (maio/2003 a abril/2004), às 13 h 30 min, correspondendo ao horário de pico da biomassa algal.

Considerou-se período de seca de junho a agosto, e dezembro a fevereiro o período de chuva, segundo dados obtidos neste período, na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal.

Variáveis hidrológicas

As amostras de água foram colhidas com garrafa de Van Dorn (1 L), sendo medido “in situ” o pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água e condutividade elétrica, por meio de uma sonda Horiba U-10. O nitrito, nitrato, ortofosfato e amônia foram analisados segundo as metodologias descritas em GOLTERMAN et al. (1978) e KOROLEFF (1976). A clorofila-a, alcalinidade e carbonos inorgânicos foram determinados segundo NUSH (1980) e MACKERETH et al. (1978). Os sólidos totais dissolvidos (STD) e solúveis (STS) bem como, a dureza, foram obtidos conforme BOYD & TURCKER, (1992). A transparência foi medida pelo disco de Secchi e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), foi determinada segundo metodologia descrita em APHA (1992). O fósforo total e concentração de matéria orgânica do sedimento foram avaliados de acordo com ANDERSEN (1976).

Fitoplâncton

Amostras de fitoplâncton foram colhidas, somente na superfície (0,10 m), no mesmo local das amostras de água, filtrados em rede com abertura de malha de 25 µm e preservado em lugol, com auxílio de um microscópio ótico, binocular, Lambda LMR-2 e bibliografia adequada (PRESCOTT, 1962; BOURRELY, 1968;1970; 1972; PARRA et al., 1982; ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK, 1985; PARRA & BICUDO, 1995; BICUDO & MENEZES, 2006). A análise quantitativa do fitoplâncton, presente nas amostras de volumes conhecidos, foi feita utilizando-se o método de contagem em câmara de sedimentação de Sedgewick-Rafter. O número de indivíduos registrados foi calculado para a amostra total e extrapolado para o volume coletado. Os gêneros da classe Cyanophyceae foram contados junto com o fitoplâncton. Os dados de densidade foram expressos em indivíduos.m⁻³ e porcentagem de abundância. Foi estimada também, a frequência de ocorrência dos diferentes “taxa” onde, foram considerados mais ou muito frequentes aqueles contidos na classe de frequência 4, ou seja, entre 76 e 100%, em relação ao total de indivíduos observados. Frequentes na classe 3, entre 51 a 75%; moderadamente frequentes na classe 2, entre 26 e 50% e pouco frequente na classe 1, entre 1 e 25%.

Análise estatística

Para a análise das variáveis hidrológicas aplicou-se a estatística “two-way” ANOVA, comparando os tratamentos com o tempo (meses), tanques e profundidade (superfície e fundo). A análise de agrupamento, aplicada também a comunidade fitoplanctônica, entre tanques foi obtida através da Análise de Cluster, e o coeficiente de semelhança, pela distância euclidiana média. O nível estabelecido para significância dos testes utilizados foi $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da abundância relativa e freqüência dos táxons fitoplanctônicos, mostrou que Chlorophyceae contribuiu com maior número de gêneros e/ou espécies (13), e entre estas *Chlorella vulgaris* e *Oocystis sp*, foram as mais freqüentes ao longo do período experimental (Tabela 1). Em geral, essas duas espécies tenderam a dominar no período de chuva atingindo densidades acima de 2×10^9 ind.m⁻³ nos tanques T₁ e T₄ (Figura 1). Esses resultados concordam com GIANI & FIGUEIREDO (1999) que também registraram picos elevados de *Chlorella vulgaris*, principalmente, durante a estação chuvosa onde foi observado grande aporte de nutrientes para o sistema. Segundo estes autores, esta espécie está classificada como estrategista, pela capacidade de explorar os ambientes menos estruturados através de altas taxas reprodutivas, sendo favorecida pela diminuição das populações de herbívoros durante as chuvas.

MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES (2005) observaram elevada densidade da classe Chlorophyceae, em viveiros com fluxo contínuo de água, que também foi observado no presente estudo.

Bacillariophyceae apresentou um total de 5 gêneros, com dominância da *Melosira sp.* e *Navicula sp.* Segundo GUZKOWSKA & GASSE (1990), estes organismos alteram rapidamente a estrutura de sua comunidade, em respostas à mudanças químicas da água. Em geral, as Chrysophyceae tenderam a dominar no

período da chuva, porém, como os tanques são rasos e sofrem alterações constantes devido ao manejo e fluxo de água, não foi observado um padrão de sazonalidade ao

Tabela 1. Abundância relativa (AR - %) e frequência (F – indivíduos.m⁻³) dos diferentes táxons fitoplanctônicos observados nos quatro tanques (T₁ - T₄), onde: 1 = 1 a 25% de frequência; 2 = de 26 a 50% de frequência; 3 = 51 a 75% de frequência e 4 = de 76 a 100% de frequência ao longo do período experimental.

Táxon	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄	
	AR	F	AR	F	AR	F	AR	F
Chlorophyceae								
<i>Actinastrum sp</i>	0,15477%	1	0,38948%	1	3,61114%	1	2,01626%	1
<i>Ankistrodesmus sp</i>	0,07220%	1	1,00687%	1	1,08369%	1	0,02785%	1
<i>Chlorella vulgaris</i>	66,01959%	3	32,30284%	2	41,58372%	2	22,34250%	1
<i>Crucigenia sp.</i>	0,02378%	1	0,13915%	1	0,14036%	1	0,31242%	1
<i>Coelastrum sp.</i>	0,31961%	1	0,26853%	1	0,13648%	1	0,17460%	1
<i>Gloeocystis sp.</i>	0,06673%	1	0,13304%	1	–	1	–	1
<i>Oocystis sp</i>	27,98111%	2	60,17137%	3	45,47846%	2	73,50581%	3
<i>Pediastrum sp.</i>	0,19603%	1	0,74444%	1	0,58750%	1	0,05885%	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0,22722%	1	1,00978%	1	2,13767%	1	0,63783%	1
<i>Scenedesmus sp.</i>	0,02197%	1	0,08108%	1	0,52073%	1	0,10710%	1
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0,00330%	1	0,00349%	1	0,07446%	1	0,00238%	1
<i>Sphaerocystis sp</i>	–	1	–	1	–	1	0,00207%	1
<i>Tetraspora sp</i>	–	1	0,06583%	1	0,71556%	1	–	1
Zygnematophyceae								
<i>Closterium sp.</i>	0,04013%	1	0,19020%	1	0,07621%	1	0,02380%	1
<i>Cosmarium sp.</i>	3,91697%	1	1,25150%	1	0,28912%	1	0,01245%	1
<i>Euastrum sp.</i>	0,00051%	1	–	1	–	1	–	1
<i>Micrasterias radiosa</i>	0,00051%	1	0,00146%	1	0,01687%	1	0,00694%	1
<i>Mougeotia sp.</i>	0,04779%	1	0,32999%	1	2,09158%	1	0,14050%	1
<i>Staurastrum sp.</i>	0,83089%	1	1,48747%	1	1,33597%	1	0,58891%	1
<i>Spirogyra sp.</i>	0,01993%	1	0,02593%	1	0,02272%	1	0,00196%	1
<i>Spondylosium sp.</i>	0,00106%	1	–	1	–	1	0,00104%	1
<i>Staurodesmus sp.</i>	0,05588%	1	0,39754%	1	0,09777%	1	0,03672%	1
Chrysophyceae								
<i>Dinobryon sp</i>	0,29248%	1	–	1	–	1	–	1
Bacillariophyceae								
<i>Epithemia sp</i>	0,54124%	1	0,06751%	1	0,0254%	1	0,10046%	1
<i>Melosira sp.</i>	53,77310%	3	34,94332%	2	60,5334%	3	27,00362%	2
<i>Navicula sp.</i>	41,66943%	2	38,73527%	2	28,6997%	2	68,52331%	3
<i>Pinnularia sp.</i>	0,40497%	1	0,36007%	1	0,7685%	1	0,17071%	1
<i>Fragilaria capucina</i>	–	1	–	1	0,4782%	1	0,49685%	1
Cyanophyceae								
<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	15,51584%	1	94,07353%	4	77,06717%	4	95,27357%	4
<i>Microcystis sp.1</i>	3,94042%	1	4,64083%	1	11,47923%	1	2,85611%	1
<i>Microcystis sp.2</i>	79,2275%	4	1,2053%	1	10,2743%	1	1,4652%	1
<i>Rhabdoderma sp.</i>	1,31621%	1	0,08032%	1	1,17931%	1	0,40514%	1

longo do período experimental (Figura 2).

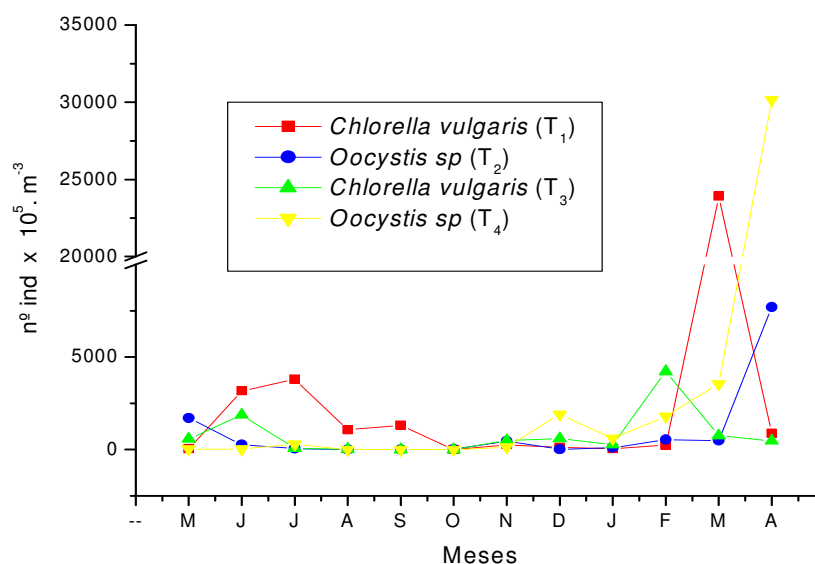


Figura 1. Flutuação sazonal das espécies *Chlorella vulgaris* e *Oocystis sp*, considerada as mais abundantes nos tanques (T₁-T₄) estudados.

Os tanques de piscicultura apresentam curto tempo de residência e alta interferência dos fatores climáticos, favorecendo o aparecimento de Cyanophyceae, que são abundantes nestes sistemas, devido a capacidade de flutuação e alta resistência a luminosidade (SAADOUN et al., 2001).

A elevada abundância de *Microcystis sp*₂ no tanque 1 (Tabela 1), pode estar associada a grande quantidade de fósforo no sedimento, acima de 4 mg.L⁻¹ e, aos baixos teores de oxigênio dissolvido no fundo dos tanques (3 mg.L⁻¹) (Tabela 2).

Dentre as Cyanophyceae, *Cylindrospermopsis sp.* foi a mais abundante com exceção do tanque T₁ em que *Myrcocistis sp*₂ dominou. Esses dois gêneros foram os únicos considerados de frequência 4, sendo que *Cylindrospermopsis sp.*, apareceu somente em abril/2004 num total de 4,1 x 10⁹ ind.m⁻³ (Tabela 1).

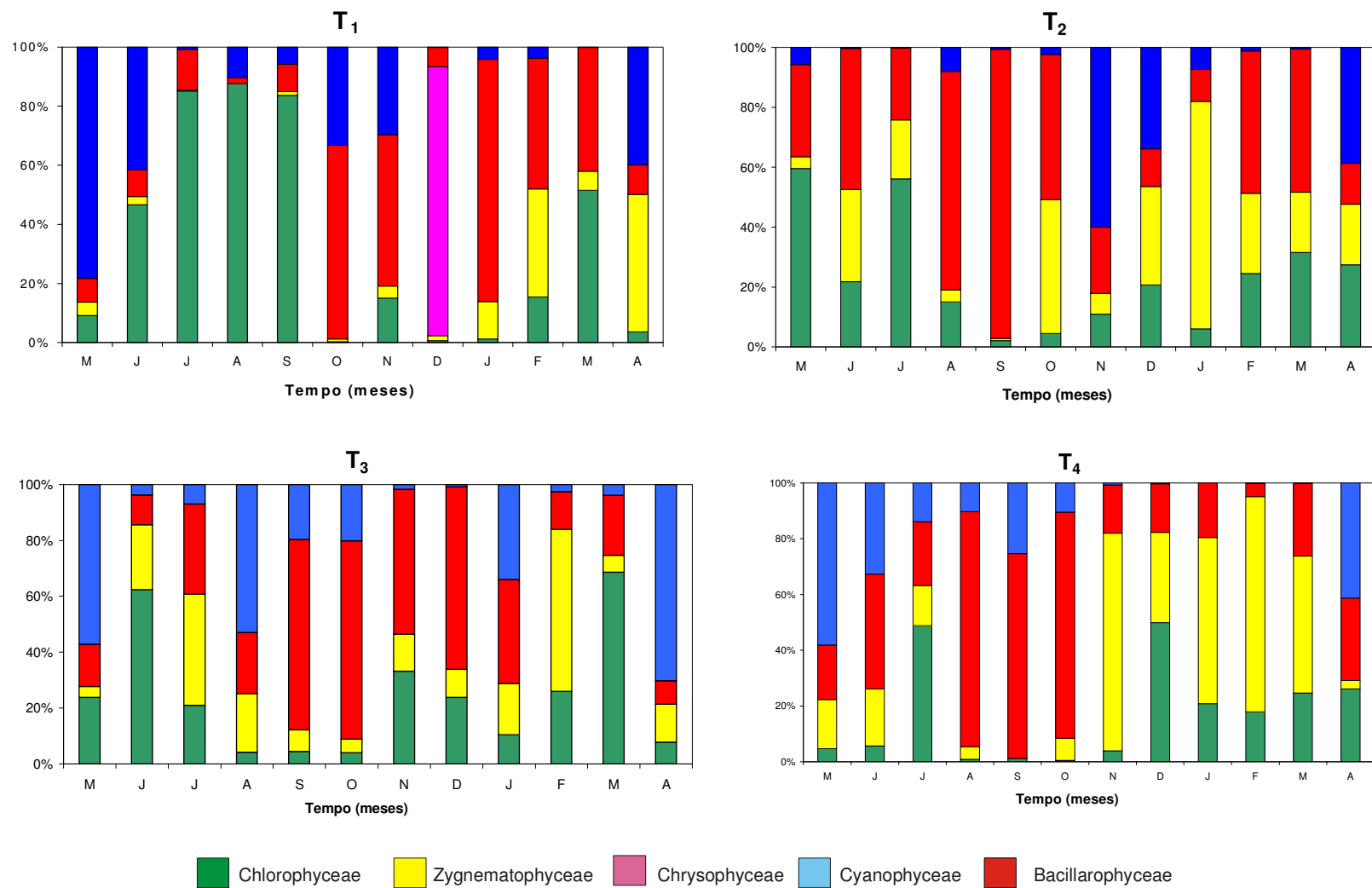


Figura 2. Porcentagem de abundância dos diferentes grupos fitoplanctônicos observados nos quatro tanques (T₁ a T₄), ao longo do período experimental.

Tabela 2. Resultados do teste F (ANOVA) para as variáveis hidrológicas analisadas, onde: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; NS = não significativo, com suas respectivas médias anuais (Sup= superfície e Fund= fundo).

Variáveis	Médias anuais Sup/Fund	Superfície		Fundo		Interação
		Tanques	Meses	Tanques	Meses	
Dureza	12,39	4,16 *	3,64 **	1,99 NS	6,14 **	1,67 NS
Alcalinidade	31,73	0,26 NS	5,35 **	1,42 NS	4,40 **	1,82 NS
Bicarbonato	38,52	0,36 NS	4,92 **	1,52 NS	3,49 **	1,80 NS
Oxigênio Dissolvido	3,16	0,24 NS	32,33 **	0,25 NS	32,16 **	0,00 NS
Tempo de residência	0,71	0,69 NS	5,12 **	-	-	-
Condutividade	41,78	4,90 **	8,62 **	3,06 *	9,74 **	2,30 *
pH	6,63	2,50 NS	4,30 **	2,17 NS	21,43 **	11,13 **
Temperatura	25,35	3,44 *	223,55**	4,43 *	369,96**	2,82 **
DBO ₅	3,11	0,72 NS	2,89 **	1,11 NS	3,47 **	0,51 NS
Clorofila-a	45,43	1,13 NS	5,10 **	1,49 NS	4,91 **	0,21 NS
Amônia	56,82	1,54 NS	3,18 **	2,30 NS	2,24 *	0,41 NS
Nitrato	278,31	0,43 NS	37,11 **	1,32 NS	21,23 **	1,10 NS
Nitrito	3,58	1,14 NS	9,60 **	0,95 NS	1,16 NS	1,03 NS
Fósforo Total	72,3	0,67 NS	5,39 **	0,97 NS	3,69 **	1,35 NS
Ortofosfato	18,52	3,14 *	10,20 **	1,13 NS	13,08 **	1,16 NS
Sólidos Totais Dissolvidos	90,44	0,58 NS	0,85 NS	0,97 NS	0,91 NS	0,93 NS
Sólidos Totais Solúveis	17,17	3,41 *	22,24 **	3,39 *	19,43 **	1,06 NS
Fósforo do Sedimento	0,48	-	-	13,95 **	1,90 NS	-
Matéria Orgânica do Sedimento	4,08	-	-	18,47 **	1,51 NS	-
Transparência	90	3,68*	3,77**	-	-	-

- não foi mensurado

Em geral, Cyanophyceae tendeu a dominar em maio e abril, com exceção do T₂ sendo mais abundante em novembro e dezembro, correspondendo ao período de chuva (Figura 2, Tabela 1).

De acordo com Matsuzaki et al. (2004), *Cylindrospermopsis raciborskii* tende a dominar no período de altas temperaturas, elevada precipitação e altos valores de pH. Segundo Becker et al. (2004) a presença de altas florações de Cyanophyceae em lagos rasos foi precedida por um forte evento, como turbulência no sistema, disponibilizando nutrientes e/ou dispersando os esporos destas espécies armazenadas no sedimento para a coluna d'água.

Em maio e agosto houve, no tanque 3, infestação pela macrófita aquática, *Lemnea sp.*, coincidindo com a dominância da Cyanophyceae, o mesmo não ocorrendo

no tanque 4 em julho, em que houve infestação de uma espécie de macrófita enraizada e, neste caso, o grupo Chlorophyceae foi o dominante (Figura 2).

Segundo Sinistro et al. (2006), as macrófitas exercem influência na estrutura e dinâmica da comunidade planctônica e nas suas interações, uma vez que determinam forte atenuação da luz na coluna d'água, afetando a estrutura da comunidade microbiana. A flutuação da comunidade fitoplanctônica também pode estar associada a herbivoria pelo zooplâncton, pois algas grandes ($>35\mu\text{m}$) e gelatinosas são consideradas protegidas (Sinistro et al., 2007).

Em nosso estudo, algas finas e filamentosas de Cyanobacteria tenderam a decrescer ao longo do tempo e neste caso, os fatores hidrológicos, clima e manejo dos tanques influenciaram, de forma direta, na flutuação sazonal dos diferentes grupos fitoplanctônicos, além da herbivoria.

Com base no dendrograma de similaridade, os períodos de seca e chuva foram bem distintos, sendo que na seca o T_1 e T_4 foram diferenciados em relação ao T_2 e T_3 e neste período, houve dominância de Chlorophyceae (T_1) e Bacillariophyceae (T_2) e, no período de alta precipitação, formaram dois grupos um com T_1 e T_2 e outro, com T_3 e T_4 , neste caso, em geral Chrysophyceae foi mais abundante no T_1 e Zygnematophyceae no T_4 (Figuras 2 e 3).

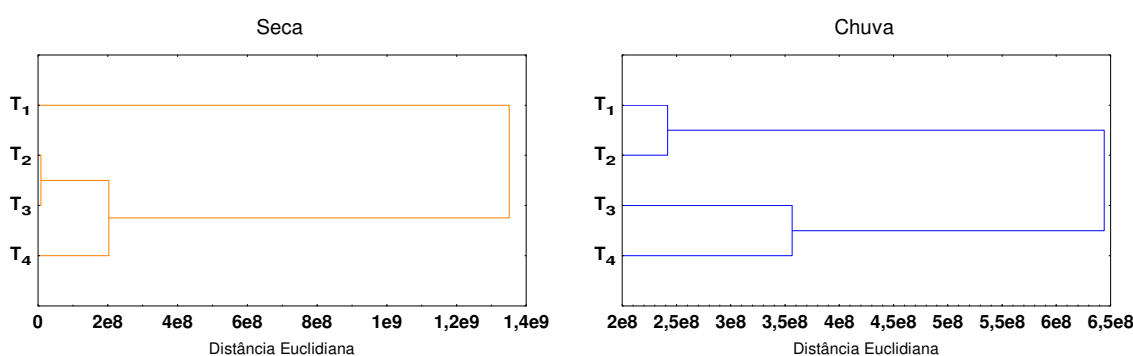


Figura 3. Dendrograma de similaridade entre os táxons da comunidade fitoplanctônica nos quatro tanques (T_1 - T_4) ao longo do período experimental.

Um padrão diferencial com base no dendrograma de similaridade para os nutrientes da água dos tanques estudados, também foi observado nos períodos de seca

e chuva, entre a superfície e fundo dos tanques (Figura 4). No período de chuva, os nutrientes formaram dois grupos distintos, na superfície e fundo, formados pelo T₁ e T₄, e, T₂ e T₃; já no período de seca, este mesmo padrão não foi observado, sendo o T₃ o diferencial na superfície, coincidindo com alternância de dominância dos cinco grupos fitoplanctônicos encontrados (Figuras 2 e 4).

A dominância de Cyanophyceae em maio nos tanques T₁, T₃ e T₄ esteve associada às elevadas concentrações dos compostos nitrogenados no meio. Apesar do T₂ apresentar elevadas concentrações de nitrato, as concentrações de amônia foram baixas e nos outros tanques, o nitrato esteve acima de 330 µg.l⁻¹ (Figuras 2 e 5).

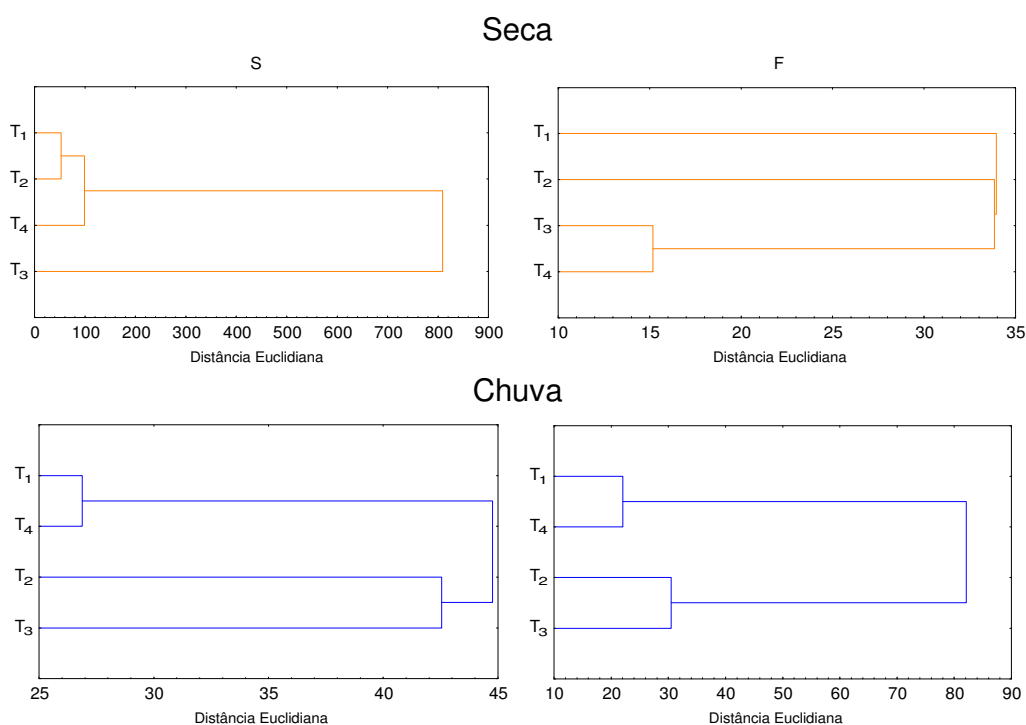


Figura 4. Dendrograma de similaridade entre os teores de fósforo total, amônia, nitrito e nitrato na superfície (S) e fundo (F) dos tanques (T₁-T₄) no período de seca e chuva ao longo do experimento.

DAS & JANA (1996) verificaram que Cyanophyceae requer uma taxa de N-P de 16-3. A influência do nitrogênio e fósforo no aparecimento de Cyanobacteria em

tanques de piscicultura foi observado por SIPAÚBA-TAVARES et al. (2006), em tanques fertilizados com cama de frango para criação de tilápia do Nilo.

O nitrato apresentou uma relação inversa, com a clorofila-a, sendo mais abundante no período de seca variando 267,4 a 579,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ nos quatro tanques estudados. Neste mesmo período, a clorofila-a variou de 3 a 24 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e no período de chuva 9 a 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ nos tanques, conseqüentemente, promovendo grande disponibilidade de nutrientes para as algas (Figura 5).

Em geral, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) das variáveis hidrológicas entre superfície e fundo ao longo do tempo, com exceção da condutividade, pH e temperatura (Tabela 2). Enquanto que as concentrações de oxigênio que estiveram abaixo de 3,3 mg.L^{-1} podendo estar associadas com a respiração e decomposição de matéria orgânica abundante nos tanques de piscicultura, e ao alto tempo de residência e baixa penetração de luz (Tabela 2). Este mesmo padrão foi observado por SIPAÚBA-TAVARES & COLUS (1997) em viveiros de criação de peixes, principalmente, quando ocorria o aparecimento de macrófitas e nos períodos de alto arraçoamento. SÁ-JÚNIOR e SIPAÚBA-TAVARES (1997) observaram em tanques de piscicultura um decréscimo da transparência às 14 h, aumento da clorofila-a e estratificação da coluna d'água com o oxigênio dissolvido atingindo concentrações similares a este estudo em virtude do horário de coleta (13 h 30 min).

Ao longo do período experimental o pH foi alcalino, com variações médias não significativas ($p > 0,05$) entre fundo (de 6,7 a 8,2) e superfície (6,2 a 8,1), sendo significativo ($p < 0,05$) ao longo do período experimental (Tabela 2). Em função do pH da água, o bicarbonato foi a forma dominante de carbono inorgânico na água, influenciando a flutuação da alcalinidade no meio (Tabela 2). Segundo MATSUZAKI et al., (2004) o pH pode se elevar na presença de macrófitas aquáticas e algas, por meio de assimilação de CO_2 na fotossíntese. Neste estudo, apesar de haver infestação de macrófitas aquáticas entre maio e junho no tanque T_3 e T_4 , não houve alteração significativa ($p > 0,05$) do pH na água.

Em função da alta biomassa e manejo alimentar, os sólidos totais dissolvidos (STD) e solúveis (STS) estiveram acima de 40 mg.L^{-1} , com elevadas concentrações de STD no período de seca atingindo concentrações de 180 mg.L^{-1} (Tabela 2). Já a DBO_5

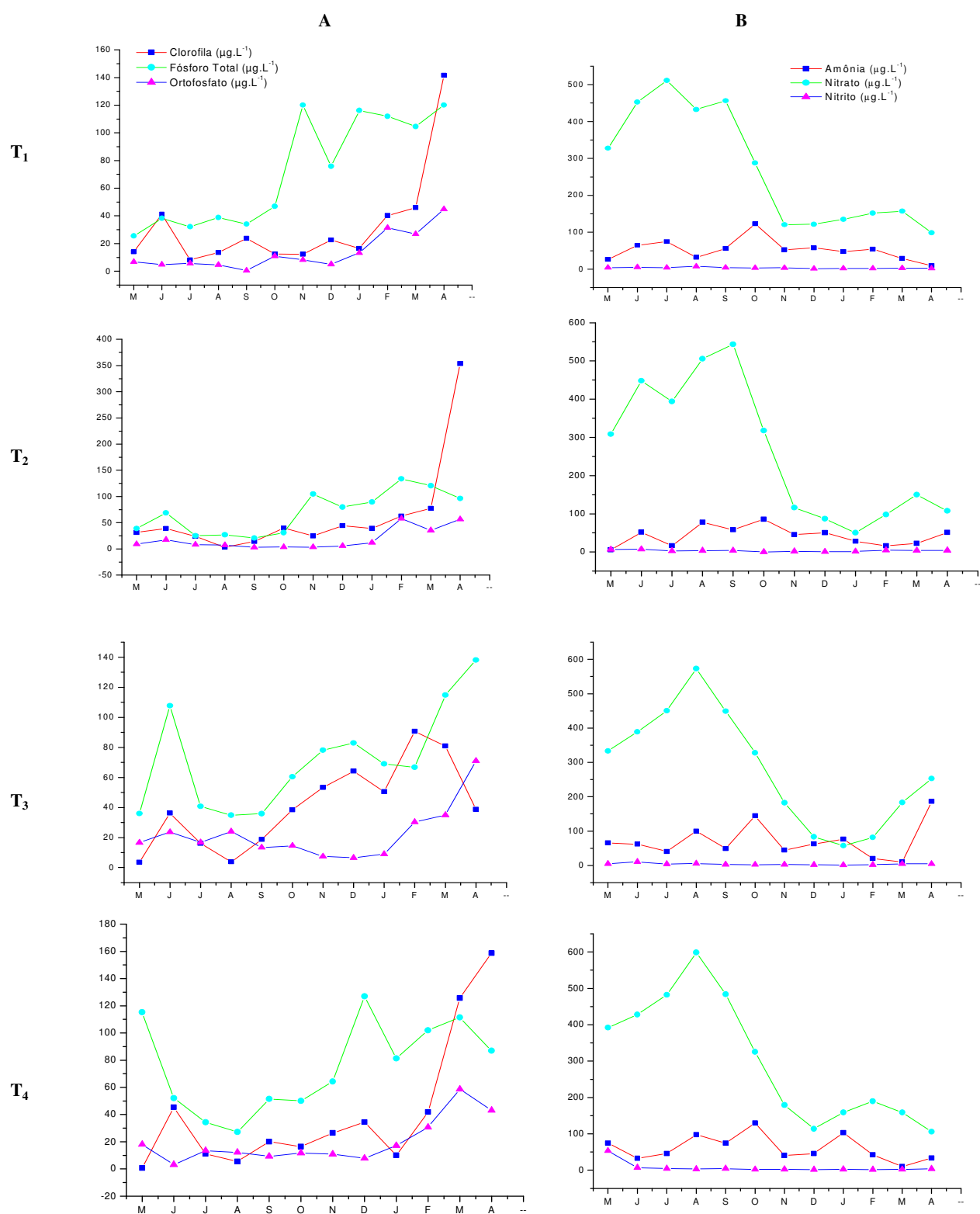


Figura 5. Variação média (superfície/fundo) das variáveis hidrológicas ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nos tanques (T₁-T₄) ao longo do período experimental, onde A = clorofila-a, fósforo total e ortofosfato e B = amônia, nitrato e nitrito.

e dureza foram baixas, ao longo do período experimental (Tabela 2).

O teor de fósforo no sedimento foi baixo, variando de 0,1 a 1 $\mu\text{gP.g}^{-1}$ em todos os tanques com os maiores valores no T₄. Já a matéria orgânica variou de 2,0 a 4,0%, no T₁; 2,5 a 5,3% no T₂; 3,1 a 7,6% no T₃ e de 2,5 a 5,5% no T₄, sendo que o T₃ apresentou os maiores teores de matéria orgânica coincidindo com o elevado tempo de residência neste tanque.

De acordo com o dendrograma de similaridade o tanque T₃ foi diferencial nos períodos de seca e chuva, apresentando os outros tanques (T₁; T₂ e T₄) um padrão similar, sendo que na seca o T₂ foi mais semelhante ao T₄ e na chuva ao T₁, coincidindo com a dominância dos diferentes grupos fitoplanctônicos em cada tanque nos dois períodos, indicando influência dos nutrientes e matéria orgânica do sedimento na dinâmica da qualidade da água e na comunidade fitoplanctônica, em geral, Chlorophyceae e Bacillariophyceae dominando no período de seca e chuva (Figuras 2 e 6).

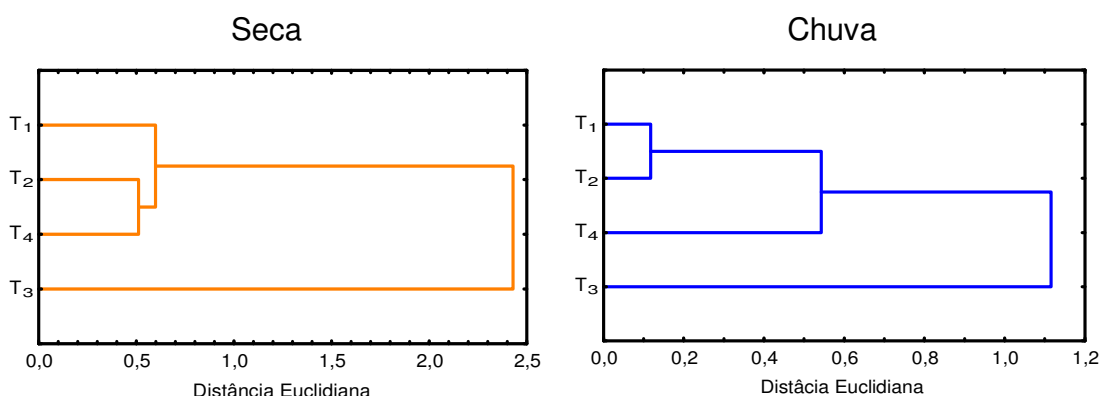


Figura 6. Dendrograma de similaridade entre os teores de fósforo e matéria orgânica do sedimento nos quatro tanques (T₁-T₄) durante o período de seca e chuva.

O sedimento apresentou quantidades de matéria orgânica (4,08%) maior que a do fósforo (0,48 $\mu\text{gP.g}^{-1}$), indicando acúmulo de material em todos os tanques.

O entendimento da ecologia destes sistemas artificiais rasos, contribui para a avaliação do impacto e elaboração de formas alternativas de manejo visando um melhor rendimento de produção. Atualmente, o controle das condições ambientais em sistemas de criação de peixes é considerado a chave para melhorar a produção, sendo dependente do monitoramento do meio. O desempenho dos peixes criados nos tanques estudados, foi satisfatório não ocorrendo mortes ao longo do período experimental.

CONCLUSÃO

As variáveis hidrológicas e bióticas foram afetadas diretamente pelos fatores climáticos, não sendo observada diferença entre superfície e fundo dos tanques, com exceção de pH, temperatura e condutividade.

Os tanques apesar de estarem localizados lado a lado, recebendo o mesmo tratamento, apresentaram diferenças nas variáveis hidrológicas em função das condições de sedimento, tempo de residência e luminosidade.

No período de chuva Chlorophyceae e Chrysophytceae foram as classes mais representativas destacando as espécies *Oocystis* sp. e *Chlorella vulgares*, sendo as mais freqüentes ao longo do período experimental. Enquanto que o gênero *Cylindrospermopsis* sp., apresentou um pico algal somente no mês de abril representando 94,07% da classe Cyanophyceae neste período.

REFERÊNCIAS

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. **Modern approach to the classification system of Cyanophytes 1 – introduction**. Arch. Hydrobiol./Suppl. 71, Algological Studies 38/39: 291-302, 1985.

ANDERSEN, J. M. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water Research**, v. 10, p. 329-331, 1976.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standart methods for examination of water and wastewater**. 18. ed. Washington, p. 32-39, 1992.

BACHION, M. A.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Estudo da composição das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de camarão. **Acta Limno. Brasil.**, v. 4, p. 371-393, 1992.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionamentos limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: Trópico semi-árido nordestino**. 2002, 201f. Tese Doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002

BECKER, C.; FEUCHTMAYR, H.; BREPOHL, D.; SANTER, B. ; BOERSMA, M. Differential impacts of copepods and cladocerans on lake seston, and resulting effects on zooplankton growth. **Hydrobiologia**, n. 526, p. 197-207, 2004.

BOËCAHT, I. G. **Modificações na composição bioquímica do seston no reservatório da Pampulha, MG, ao longo de ciclos nictemerais, com ênfase na comunidade fitoplanctônica**. 2000, f. 68-69. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture**. New York: Chapman & Hall, p. 340, 1995.

BOYD, C. E.; TURCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Alabama: Agricultural Experiment Station, p.183, 1992.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau doce. Initiation à la systematique. Les algues jaunes et brunes**. Paris: Éditions N. Boubée & Cie, p. 438, 1968.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique. Les algues bleues et rouges.** Paris: Éditions N. Boubée & Cie, p. 512, 1970.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique. Les algues vertes.** Paris: Éditions N. Boubée & Cie, p. 572, 1972.

DAS, S. K.; JANA, B. B. Pond fertilization through inorganic sources an overview. **Indian J. Fish**, v. 42, n. 2, p. 173-155, 1996.

ELER, M. N. **Impacto de sistemas artificiais rasos (viveiros de piscicultura) e seus efeitos na qualidade da água e na biota aquática.** 2000. 170f. Tese Doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

GIANI, A.; FIGUEIREDO, C. C.; ETEROVICK, P. P. C. Algas planctônicas da Pampulha (MG): Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cyanobacteria. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 107-116, 1999.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of fresh waters.** London: Blackwell Sci., 213 p., 1978.

GUZKOWSK, M. A.; GASSE, F. The seasonal response of diatom communities to variable water quality in some english urban lakes. **Freshwat. Biol.**, n. 23, p. 251-264, 1990.

KOROLEFF, F. **Determination of nutrients.** In: GRASHOF, E & KREMLING, E (Ed). **Methods of seawater analysis.** New York: Verlag Chemie Weinheim, p. 117-181, 1976.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA TAVARES, L. H. **Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição seqüencial.** Bol. Inst. Pesca, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2005.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, F. J. **Water analyses:** some revised methods for limnologists. Kendall Titus Wilson & Sons, 117p, 1978. (Freshwater Publication Association Scientific, 35).

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, v. 5, n. 38, p. 679-686, 2004.

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

MISCHKE, C. C.; ZIMBA, P. V. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery ponds under various fertilization regimes. **Aquaculture**, v. 233, n. 1-4, p. 219-235, 2004.

NUSH, E. A Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination, **Arch. Hydrobiol.**, Stuttgart, v. 14, p. 14-36, 1980.

PARRA, O. O.; BICUDO, C. E. M. **Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales**. Santiago: Grafica Andes, 1995.

PARRA, O. O. **Manual tomico Del fitoplâncton de águas continentales: com especial referencia al fitoplâncton de Chile. I. Cyanophyceae – Xanthophyceae**. Concepcion: Universidade de Concepcion, p. 69, 1982.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the western great lakes area**. Michigan: WM.C. Brown Company Publishers, p. 976, 1962.

SÁ-JUNIOR, W. P. de; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Produtividade primária fitoplanctônica e variação de parâmetros limnológicos ao longo do dia, em tanques de cultivo planctônico da estação de hidrobiologia e piscicultura de Furnas. **Acta Limnol. Bras.**, v. 9, p. 83-91, 1997.

SAADOUN, I. M. K.; SCHRADER, K. K.; BLEVINSI, W. T. Environmental and nutritional factors affecting geosmin synthesis by *Anabaena* sp. **Water Res**, v. 35, n. 5, p. 1209-1218, 2001.

SANTEIRO, R. M.; PINTO-COELHO, R. M.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Diurnal variation of zooplankton biochemical composition and biomass in plankton production tanks. **Acta Sci. Biol. Sci**, v. 28, n. 2, p. 103-108, 2006.

SINISTRO, R.; IZAGUIRRE, J.; ASIKIAN, V. Experimental study on the microbial plankton community in a South America wetland (Lower Paraná River Basin) and the effect of the light deficiency due to the floating macrophytes. **Plankton Res**, v. 28, n. 8, p. 753-768, 2006.

SINISTRO, R.; SÁNCHEZ, M. L.; MARINONE, M. C.; IZAGUIRRE, I. Experimental study of the zooplankton impact on the trophic structure of phytoplankton and the microbial assemblages in a temperate wetland (Argentina). **Limnologica**, 2007 no prelo.

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, São Paulo, Brasil). **Bol. Lab. Hidrobiol.**, v. 10, p. 51-54, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GOMIDE, F. B.; OLIVERA, A. Dynamic limnological variables studied in two fish ponds. **Braz. Ecol.**, v. 2, p. 90-96, 1998.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BACCARIN, A. E.; BRAGA, F. M. de. S. Chincken dueng and NPK (4-14-8) fertilizer use in Nile tilapia ponds. **Acta Limnol. Bras.**, v. 18, n. 3, 2006.