



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
CENTRO DE AQUICULTURA



**DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM TANQUES
DE PEIXES DE SISTEMA PESQUE-PAGUE: ASPECTOS
FÍSICO-QUÍMICOS E PLÂNCTON**

RODRIGO NEY MILLAN

Jaboticabal
São Paulo – Brasil
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM TANQUES
DE PEIXES DE SISTEMA PESQUE-PAGUE: ASPECTOS
FÍSICO-QUÍMICOS E PLÂNCTON**

Rodrigo Ney Millan

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), Campus de Jaboticabal, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Jaboticabal
São Paulo - Brasil
2009

“Posso ter defeitos, viver ansioso e ficar irritado algumas vezes, mas não esqueço de que minha vida é a maior empresa do mundo e que posso evitar que ela vá à falência.

*Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios,
incompreensões, e períodos de crise.*

*Ser feliz é deixar de ser vítima dos próprios problemas e se tornar autor da própria
história.*

*É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar um oásis no recôndito de
sua alma.*

É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.

Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.

É saber falar de si mesmo.

É ter coragem para ouvir um não.

É ter segurança para receber uma crítica, mesmo que injusta.

Pedras no caminho?

Guardo todas,

um dia vou construir um castelo...”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Aos **meus pais**, os grandes responsáveis pela minha formação, tanto pessoal quanto profissional, por todo o carinho e apoio dedicado ao longo de minha vida! Suas referências foram e sempre serão meus guias para trilhar os melhores caminhos, com honestidade e dedicação.

À **Prof^a. Dr^a. Lúcia Helena Sipaúba Tavares**, que depositou sua confiança em mim, desempenhando o papel de orientadora, sempre atenciosa e disposta a ajudar, com idéias e incentivos. Admiro seu caráter e pessoa! Obrigado pela oportunidade!

Ao Prof. Dr. **Francisco Manoel de Souza Braga, Depto. de Zoologia (UNESP, Rio Claro)**, pelo auxílio e sugestões em todas as análises estatísticas.

Ao **Marinho**, que abriu as portas do pesque-pague para a realização deste projeto e **Tião**, pelas informações de campo e amizade.

A **FAPESP**, pela bolsa de Iniciação Científica concedida para a realização da parte inicial desta pesquisa, contribuindo muito para a formação do profissional, principalmente com as orientações sempre bem colocadas de seu assessor.

Ao **CNPq**, pela bolsa de Mestrado concedida para a realização da segunda etapa do projeto.

À minha namorada, **Natália Rossin**, pelo amor e carinho concedidos durante todo o período de minha formação, apoiando-me sempre incondicionalmente, principalmente nos momentos mais difíceis.

As pessoas que passaram pelo laboratório e deixaram suas contribuições no meu trabalho, ajudando em coletas de campo e análises laboratorias: **Tati, Missaê, Pedro, Dani, Ludmilla e Luís Carlos**.

Aos meus atuais companheiros de laboratório, **Emerson, Fernanda, Flávia, Aline, Samuel, Helen, Mayhara, e Cecília**, sempre prestativos, ajudando, tanto nas coletas quanto nas análises laboratoriais. Obrigado pela amizade de todos!

À **Silvinha**, pela ajuda durante a realização das análises laboratoriais da primeira parte do projeto.

Aos **funcionários do CAUNESP**, em especial **Donizeti**, levando-nos ao campo sempre que preciso.

Aos meus amigos de república, **Maurício** (Russo), **Gustavo** (Sumô), **Rodrigo** (Sai), **Eduardo** (Duda) e **Nilza**, que me acolheram de braços abertos, tornando o período que fiquei em Jaboticabal bem mais fácil.

Aos meus avós, **Espéria, Victório** (*in memoriam*), **Carmem** e **Júlio**, que de forma simples ensinaram-me que a pessoa é feita de caráter e atitude.

Ao **tio Zé**, que sempre dedicou a mim sua experiência e conhecimentos, incentivando a leitura e a realização de atividades para o crescimento intelectual.

Ao **tio César** e **Lúcia**, pela oportunidade de emprego durante o período inicial de minha graduação, cuja contribuição para meu desenvolvimento como pessoa e o trabalho em grupo foi fundamental.

Ao **Frank** e **Cristina**, pelo apoio e carinho.

À tia **Leni, Laís, Lucas, Bruna, Aline, Alex, tio Sérgio, tia Fátima, Duda, Pedro, Dona Áurea, Isadora, Renata, Plínio, Júlio, Iraní**, a turma do Estrela Solar, meus amigos da **Bio 2002**, aos meus amigos não citados aqui; seus papéis foram fundamentais, cada um contribuindo da sua maneira e não menos importante.

OBRIGADO!!!

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
APRESENTAÇÃO.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Importância da qualidade da água na aquicultura.....	4
Importância do plâncton na qualidade da água.....	8
Pesque-pague: impacto e viabilidade.....	15
ÁREA DE ESTUDO.....	18
OBJETIVOS GERAIS.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 1 – QUALIDADE DA ÁGUA EM PESQUE-PAGUE COM FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA.....	36
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIALE MÉTODOS.....	42
Período de coleta.....	42
Variáveis limnológicas.....	43
Análise estatística.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÃO.....	55
AGRADECIMENTOS.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	56
CAPÍTULO 2 – VARIAÇÃO EM ESCALA TEMPORAL E ESPACIAL DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA EM SISTEMA DE PESQUE-PAGUE.....	60
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
Descrição da área de estudo.....	65
Amostras de plâncton.....	67
Análise estatística.....	68
RESULTADOS.....	68
DISCUSSÃO.....	76
CONCLUSÃO.....	81
AGRADECIMENTOS.....	82
BIBLIOGRAFIA.....	82
CONCLUSÕES FINAIS.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Imagem de satélite do pesque-pague com respectivos pontos de coleta, onde: P ₁ = nascente, P ₂ = área alagável, P ₃ -P ₅ = tanques de piscicultura, P ₆ = início do efluente, P _{fe} = final do efluente (Fonte: Google Earth).....	20
Figura 2	Desenho esquemático dos pontos de coleta no pesque-pague do Lar do Caminho. Sem escala.....	21
Figura 3	Vista panorâmica dos pontos de coleta P ₁ e P ₂ , onde: A e B = nascente; C = área alagável; D = vista do P ₂ situado próximo à criação de animais domésticos. As setas indicam os pontos amostrados.....	22
Figura 4	Vista dos diferentes locais do pesque-pague, com as setas indicando os pontos de coleta (P ₃ a P _{fe}), onde: A = tanque 1 (P ₃); B = tanque 2 (P ₄); C = tanque 3 (P ₅); D = início do canal de saída de água do pesque-pague (P ₆); E = final do canal, próximo à rodovia Paulo D. Castellane (P _{fe}).....	25
Figura 5	Desenho esquemático dos pontos de coleta no pesque-pague do orfanato Lar do Caminho.....	43
Figura 6	Variação sazonal da DBO ₅ , sólidos totais solúveis (STS), sólidos totais dissolvidos (STD) (mg.L ⁻¹) e clorofila- <i>a</i> (µg.L ⁻¹) nos pontos amostrados (P ₁ -P _{fe}) ao longo do período experimental.....	48
Figura 7	Variação sazonal dos nutrientes (µg.L ⁻¹) nos pontos amostrados (P ₁ -P _{fe}) ao longo do período experimental.....	51
Figura 8	Variação da concentração do fósforo (µgP.g ⁻¹) e matéria orgânica no sedimento (%) durante o período experimental nos diferentes pontos amostrados (P ₁ -P _{fe}).....	55
Figura 9	Esquema do pesque-pague do orfanato Lar do Caminho, onde: P ₁ -P _{fe} = pontos de coleta.....	67
Figura 10	Riqueza de espécies fitoplanctônicas (A) e zooplanctônicas (B) nos períodos de seca e chuva nos diferentes pontos amostrados (P ₁ -P _{fe})..	73
Figura 11	Variação do índice de Shannon-Wiener para a comunidade fitoplanctônica (A) e zooplanctônica (B) nos períodos de seca e chuva.....	74
Figura 12	Abundância relativa dos taxa fitoplanctônicos (A) e zooplanctônicos (B) encontrados, onde outras = Dinophyceae + Euglenophyceae + Chrysophyceae.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados da ANOVA two-way. F_A : entre os períodos; F_B : entre os pontos; F_I : interação; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$	45
Tabela 2	Valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo (entre parênteses) da temperatura (Temp.), pH, condutividade (Cond.), oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade (Alc.) e dureza (Dur.) ao longo do período experimental nos sete pontos amostrados.....	46
Tabela 3	Eficiência de remoção do biofiltro (%) para as principais variáveis limnológicas, sendo P_i início e P_{fe} final do efluente.....	52
Tabela 4	Composição e frequência de ocorrência (F) das espécies fitoplanctônicas nos períodos de seca (S) e chuva (C) nos diferentes pontos amostrados, onde: + = presente; - = ausente; C = constante; c = comum; r = rara.....	69
Tabela 5	Composição e frequência de ocorrência (F) de espécies zooplanctônicas nos períodos de seca (S) e chuva (C) onde: + = presença; - = ausência; C = constante; c = comum; r = rara.....	70
Tabela 6	Classificação das espécies planctônicas quanto à abundância nos pontos (P_1 a P_{fe}) e períodos (S = seca, C = chuva) onde: A: abundante, número de organismos contados > média total dos organismos; D = dominante, número de organismo contados > 50 % do número total de indivíduos.....	72

APRESENTAÇÃO

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas tem sido imensamente discutida em âmbito mundial, já que o comprometimento deste recurso natural afeta diretamente a vida de todos os organismos vivos do planeta.

Para minimizar os efeitos impactantes da interferência humana na qualidade das águas, pesquisas aplicadas são de extrema importância, como por exemplo, o monitoramento das principais variáveis físico-químicas, bem como da vida aquática. Com estas informações é possível detectarmos os principais pontos negativos e criarmos situações para diminuir seus efeitos.

A atividade de criação de organismos aquáticos no território nacional é promissora e cuidados com o ambiente proporciona produção de melhor qualidade.

Adequando produção e escoamento de biomassa, com esporte, lazer e turismo rural, foram criados os pesque-pagues, estabelecimentos que podem contribuir para eutrofização dos corpos de água receptores e também oferecer potencial risco à saúde pública, fornecendo organismos inadequados para consumo, devido à péssima qualidade da água.

Visando contribuir com informações a respeito deste tipo de empreendimento, este trabalho está dividido em dois capítulos. O primeiro avalia as condições físico-químicas da água e relaciona as alterações que são observadas ao longo do sistema com manejo local e regime hidrológico. Já no segundo capítulo, foram identificadas as classes de fitoplâncton e zooplâncton presentes no corpo hídrico de todo o sistema, discutindo as flutuações e a presença desses organismos em função do manejo e regime hidrológico.

RESUMO

Estabelecimentos conhecidos como pesque-pagues tornaram-se comuns, impulsionando a economia de pequenos proprietários rurais, sendo opção de lazer, bem como auxiliando, no escoamento de parte da produção pesqueira de água doce. Em virtude disso, estudos são importantes para conhecimento dos padrões de qualidade de água, uma vez que estes determinam o sucesso do empreendimento.

O estudo foi conduzido no pesque-pague do orfanato “Lar do Caminho”, na cidade de Jaboticabal/SP. O sistema apresenta fluxo contínuo de água, onde foram amostrados mensalmente sete pontos de coleta ao longo de um ano (jul/2005 a ago/2006), sendo dois na água de abastecimento (P_1 = nascente e P_2 = área alagável), três nos tanques (P_3 = tanque 1, P_4 = tanque 2 e P_5 = tanque 3) e dois na água de saída do sistema (P_6 = início do efluente, P_{fe} = final do efluente).

Foram analisadas variáveis físicas e químicas da água como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, dureza total, alcalinidade total, amônia, nitrato, nitrito, fósforo total, ortofosfato, clorofila-*a*, DBO_5 , além da composição da comunidade planctônica.

Na região do estudo dois períodos climáticos são bem definidos, a estação seca (ago/2005 a nov/2005 e abr/2006 a jul/2006) e a chuvosa (dez/2005 a mar/2006). Observou-se que estas duas estações, assim como o manejo aplicado ao sistema, interferiram diretamente na dinâmica da qualidade da água, tanto no aspecto físico-químico como na comunidade planctônica.

O sistema pesque-pague, com fluxo contínuo de abastecimento de água, acumulou nutrientes ao longo dos pontos, principalmente no último tanque. Porém, o canal efluente contendo macrófitas e rochas, com aproximadamente 400m de extensão, propiciou melhoria na qualidade da água que é lançada no ambiente.

ABSTRACT

Sports Fishing have become extremely common in Brazil and have provided a financial sources to small farmstead owners. They are not only places for leisure but are an option to commercialize part of the freshwater fish produce. Analysis on the subject is important since water quality is a high asset within the entrepreneurship success. Analysis was undertaken in the 'Lar do Caminho Orphanage' Sport Fishing complex in Jaboticabal SP Brazil. The system has a continuous flow of water in which seven collection sites were sampled, once a month, between July 2005 and August 2006. Two sites lay in the supply water (P_1 = source and P_2 = wetland), three in tanks (P_3 = tank 1; P_4 = tank 2; P_5 = tank 3) and two in the system's exit water (P_6 = initial point of effluent, P_{fe} = end of effluent). The water's physical and chemical variables, such as temperature, pH, dissolved oxygen, total hardness, total alkalinity, ammonia, nitrate, nitrite, total phosphorus, orthophosphorus, chlorophyll-*a*, DBO_5 and the composition of plankton community were analyzed. Two well-defined climate periods, dry (August 2005 to November 2005 and April 2006 to July 2006) and rainy seasons (December 2005 to March 2006) are featured in the region. The two seasons and management of the system affect directly the dynamics of water quality in the physical and chemical aspects and the plankton community. Continuous water supply sports fishing accumulated nutrients in all sites, especially in the last tank. However, the 400-m long effluent channel with macrophytes and rocks improved the water quality unloaded within the environment.

REVISÃO DE LITERATURA

Importância da qualidade da água na aquicultura

O termo água refere-se ao elemento natural desprovido de qualquer utilização, já o termo recurso hídrico à utilização da água como bem econômico. Os recursos hídricos são destinados ao abastecimento do consumo humano às atividades produtivas, sendo captados a partir de rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Estas águas são encontradas em domínio terrestre, nos continentes e ilhas, formando a hidrosfera, sendo que 97,5 % desta camada é formada por água salgada e 2,5 % água doce, sendo rios e lagos responsáveis por somente 0,3% deste último percentual (REBOLÇAS, 2002).

O uso indiscriminado da água associado a deterioração de sua qualidade intensifica a escassez (KIVAISI, 2001). Assim, há necessidade de maior cuidado com a utilização de água proveniente de sistemas de criação de organismos aquáticos, não só melhorando o manejo empregado mas também adotando sistemas que auxiliem na melhoria da qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2002).

Dentre as práticas de manejo aplicadas estão os “wetlands” (áreas alagáveis), considerados áreas transicionais entre terra e água, sendo caracterizados por solos encharcados e plantas adaptadas a estes sistemas, que contribuem para a redução ou remoção de contaminantes, incluindo matéria orgânica, inorgânica e patógenos da água (KIVAISI, 2001). Esta remoção ocorre através de diferentes mecanismos: (1) metabolismo das plantas, que absorve parte dos compostos; (2) microrganismos residentes nas raízes, transformando nutrientes em compostos inorgânicos, disponibilizando-os para as plantas (principalmente desnitrificação); (3) processos físicos, como sedimentação e filtração (CIRIA et al., 2005; BLANKENBERG et al.,

2008). Dos três mecanismos apontados, o mais efetivo é a desnitrificação, uma vez que o tempo de residência na maioria das áreas alagáveis é curto dificultando a sedimentação e, o nitrogênio assimilado pelas plantas, pode retornar ao meio pela remineralização (SOVIK & MORKVED, 2008).

Ainda mais preocupante é a crescente urbanização e industrialização, que levam ao aumento do volume de dejetos lançados no curso d'água, muitas vezes sem tratamento adequado, resultando na elevação do teor de cargas orgânicas e hiperproliferação de microrganismos por vezes prejudiciais à micro e macro biota de cada ambiente (BASTOS et al., 2006).

A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta para monitorar a qualidade hídrica do sistema (MATSUZAKI et al., 2004). Dentre os parâmetros mais estudados destacam-se: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza, DBO₅ e sólidos em suspensão.

A temperatura, importante variável para a vida aquática e metabolismo do sistema, interfere diretamente na solubilidade dos gases (BRANCO, 1986) bem como, no crescimento e desenvolvimento animal e vegetal, devido à influência sobre as reações químicas (ANGELOCCI & VILLA NOVA, 1995). Esta variável está intimamente relacionada com as condições climáticas local, dentre os quais a mais importante para tanques rasos é a quantidade de radiação solar incidente (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

A condutividade elétrica pode ser usada para inferir importantes informações sobre o ecossistema aquático, como metabolismo e magnitude da concentração iônica, pois os íons mais diretamente responsáveis pela leitura desta variável são considerados dominantes (GOLTERMAN, 1975).

Estudando os efeitos do óxido de cálcio em tanques de criação de *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Colossoma macropomum* (tambaqui), Sipaúba-Tavares et al. (2006) verificaram que a utilização deste componente é benéfica, uma vez que eleva o pH, disponibiliza carbono orgânico na água, diminui a transparência e a quantidade de matéria orgânica no sedimento, proporcionando melhor qualidade de água e produtividade. Segundo os mesmos autores, a manutenção da alcalinidade em níveis acima de 20 mg.L⁻¹ e manejo adequado dos sistemas de criação de peixes podem estabilizar as condições de qualidade da água, equilibrando as flutuações do pH, melhorando a disponibilidade de fósforo para o fitoplâncton, aumentando a quantidade de alimento natural no tanque e disponibilizando cálcio para a osmorregulação, fortalecimento dos ovos e outras necessidades metabólicas. Para criação de peixes é recomendado valores de alcalinidade da água 25 e 100 mg.L⁻¹ (BOYD, 1990).

Em relação ao pH, valores entre 6,5 e 8,5 são adequados para criação de peixes (KUBITZA, 1999), sendo que em pH mais alcalino ocorre maior transformação do íon amônio (NH₄) em amônia livre e gasosa (NH₃), tóxica aos peixes (PEREIRA & MERCANTE, 2005).

Elemento vital para sobrevivência de diversas formas de vida, o oxigênio pode ser fator limitante na produtividade dos sistemas de cultivo de peixes, deste modo altos níveis de oxigênio dissolvido são favoráveis à piscicultura, sendo que concentrações abaixo de 4,0 mg.L⁻¹ geralmente causam estresse aos peixes, reduzindo o consumo de alimento e resistência a doenças (MASSER et al., 1993).

A dureza pode ser definida como a concentração total de cálcio e magnésio na água, proveniente da dissolução de rochas calcáreas, variando de acordo com a composição do solo de cada região. A dureza é importante em testes de toxicidade, uma

vez que interfere de modo significativo na toxicidade de alguns produtos químicos, em especial os metais. Em estudo realizado durante 8 anos no Estado de São Paulo, Aragão et al. (2003) determinaram a dureza total de rios, lagos e reservatórios, classificando como água mole (0 a 75 mg.L⁻¹ de CaCO₃).

A dinâmica dos nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) tem efeito direto na biota aquática, interferindo no crescimento e desenvolvimento dos organismos planctônicos e macrófitas.

Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante da produtividade. Além disso, este elemento tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVEZ, 1998).

O sistema de fluxo contínuo tem por finalidade reduzir os teores das formas nitrogenadas e fosfatadas da água, por diluição e carreamento. Este processo causa ligeira agitação na coluna de água, favorecendo o processo de nitrificação, diminuindo, assim, a concentração de nitrito e aumentando a de amônia e nitrato, que é assimilado por macrófitas e algas (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008), sendo assim, modifica a estrutura das comunidades e os processos internos do sistema (PEREIRA et al., 2004). Porém, poucos estudos têm enfatizado os efeitos adversos do sistema de fluxo contínuo, uma vez que a água de um tanque entra em outro rica em nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão, podendo causar problemas de eutrofização e sedimentação devido ao efeito acumulativo (BOYD & QUEIROZ, 2001).

Estratégias para minimizar o impacto da aquicultura no ambiente incluem: manipulação de dietas formuladas, implantação de biofiltros para retenção dos nutrientes, monitoramento da qualidade da água, adoção de tecnologia adequada para cada local específico e remoção de sólidos, entre outros (PIEDRAHITA, 2003).

Importância do plâncton na qualidade da água

Uma das mais clássicas metas em ecologia é explicar os diferentes padrões de distribuição temporal e espacial dos organismos em um dado ecossistema (KREBS, 2001).

A variação temporal na estrutura e função da comunidade fitoplanctônica é de fundamental importância para o metabolismo do ecossistema, uma vez que os ambientes aquáticos estão sujeitos a frequente reorganização da abundância relativa e composição de espécies do plâncton, como resultado da interação entre variáveis químicas, físicas e biológicas (CALIJURI et al., 2002). Dentre estas variáveis destaca-se mistura da coluna de água, luz, temperatura, nutrientes, substâncias tóxicas, microrganismos heterotróficos, agentes patogênicos, parasitas e herbívoros (REYNOLDS, 1987).

O monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas é ferramenta relevante juntamente com a identificação das algas, flutuações espaciais e temporais, sendo fundamentais na identificação das épocas favoráveis aos florescimentos e concentração de toxinas na água (TUNDISI, 2003).

A variedade de formas de vida na comunidade fitoplanctônica está adaptada a instabilidade ambiental, destacando-se a disponibilidade de nutrientes e mistura vertical, fatores representantes da alta pressão de seleção a qual o plâncton está exposto (DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2003).

O resultado da interação dos fatores alóctones e autóctones na mudança da composição e abundância de espécies fitoplanctônicas foi denominada por Hutchinson (1967) como sucessão sazonal e, este termo, tem sido amplamente usado para a variação temporal do fitoplâncton.

O fitoplâncton pode ser dividido em três grupos com distintas estratégias: estrategistas-C (competidores: pequenos, elevada razão superfície-volume, susceptível a remoção por organismos fitoplanctófagos, exploram ambientes saturados por luz e nutrientes); estrategistas-R (ruderal: tamanho varia de intermediário a grande, alta atividade metabólica e razão superfície-volume, elevado índice de crescimento, especializado em turbulência e gradientes de luz); estrategistas-S (tolerantes ao estresse: grandes, baixa razão superfície-volume, baixa atividade metabólica e baixo índice de crescimento, elevada capacidade em armazenar nutrientes, elevada resistência a predação) (REYNOLDS, 1988).

As assembléias fitoplanctônicas são selecionadas de acordo com a velocidade e eficiência das respostas biológicas à perturbação ambiental. Sendo assim, a diversidade é promovida quando algas com rápido crescimento (geralmente de tamanho diminuto) são abundantes. Por outro lado, a diversidade é reduzida quando a sucessão ecológica está avançada com dominância de uma única espécie com tamanho maior que 200 μm (CARDOSO & MOTTA-MARQUES, 2004).

Para entender melhor os fatores responsáveis pela mudança no padrão anual do fitoplâncton é importante compreender a ligação entre alterações dos parâmetros ambientais e a dinâmica do fitoplâncton (ARHONDITSIS et al., 2004). Conhecendo como os mecanismos operam nos diferentes períodos sazonais (seca e chuva), pode-se prever súbitas mudanças na estrutura e função do ecossistema.

Taniguchi et al. (2005), estudando planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu, observaram que a classe das Chlorophyceae foi uma das mais bem representadas em todos os períodos e locais de amostragem, não sendo fator discriminante para a separação dos períodos de seca e chuva.

Person (2008) encontrou maior riqueza de espécies em lagos neutros e alcalinos, com grande contribuição das diatomáceas, e em lagos ácidos foi observada abundância de dinoflagelados.

Segundo Taylor et al (2007) a localização geográfica não é o fator determinante da distribuição de muitas espécies, como por exemplo as diatomáceas, e composição das comunidades, mas sim as variáveis ambientais, uma vez que estes organismos existem em todo o mundo. De acordo com Olrik (2003), as desmídeas preferem águas doces oligotróficas.

As cianobactérias são organismos capazes de sobreviver em ampla variação ambiental, podendo produzir toxinas. O modo de ação de cada toxina já foi esclarecido porém, os fatores ambientais que levam à produção ainda são obscuros, devendo-se tomar providências para evitar os florescimentos, diminuindo o risco de contaminação (CALIJURI et al., 2006).

Devido ao hábito alimentar do zooplâncton, este pode ser usado como ferramenta de combate ao crescimento populacional exagerado de algas e bactérias (BRUCE et al., 2006).

A identificação dos fatores que controlam as modificações na estrutura e distribuição da comunidade zooplanctônica em ecossistemas aquáticos é um dos grandes desafios da limnologia (MAIA-BARBOSA et al., 2003).

Ocorre estreita relação entre predador/presa, de forma que o fitoplâncton pode mudar seu arranjo celular diminuindo a proporção entre superfície e volume, na tentativa de manter bom estado fisiológico, sendo que cada espécie responde de diferente maneira (mudando a forma, tamanho, estrutura organizacional da colônia ou mesmo a pigmentação) ao impacto ambiental (BECKER & MOTTA-MARQUES,

2004). O mesmo fato ocorre com o zooplâncton, como observado por Pavón-Meza et al. (2007) em estudo laboratorial envolvendo diferentes temperaturas, quantidade de alimento e predação de *Asplanchna girodi* sobre *Brachionus havanensis*, onde a presença do predador induziu o crescimento da lorica em comprimento e largura bem como, aumento do espinho posterior, associado à defesa. Assim, a resposta induzida pelo estresse ambiental, aumenta a probabilidade de coexistência entre o fator estressante e o organismo em questão.

A estrutura da comunidade zooplanctônica depende de complexos fatores, dentre eles: morfometria do tanque, condições climáticas, biogeografia e interações bióticas. As duas primeiras estão intimamente relacionadas com as características físico-químicas da água, a terceira com a colonização de espécies e a última com competição e predação (NEVES et al., 2003).

Estudos conduzidos em lagos do Parque Estadual do Rio Doce, nos anos 80, revelaram que as condições tróficas, oxigênio e gradientes térmicos foram os principais fatores que determinaram a composição da comunidade zooplanctônica (MAIA-BARBOSA et al., 2003), sendo observada densidade máxima aos 9 metros de profundidade ($1.240.000 \text{ org.m}^{-3}$) e a mínima na superfície ($42.000 \text{ org.m}^{-3}$ as 3h a.m.).

A composição de espécies zooplanctônicas pode diferir grandemente entre tanques, mesmo estando situados próximos uns aos outros, estando fisicamente isolados, com diferentes gradientes tróficos ou ainda estágios de sucessão ecológica. A existência de formas jovens é de grande importância para a estrutura da comunidade, com respeito à dinâmica da população e também aspectos tróficos, uma vez que em fases iniciais, os organismos podem ocupar nichos diferentes daqueles em que estão os adultos. Um exemplo clássico é que os náuplios e copepodito I de Cyclopoida

alimentam-se por filtração e são predominantemente herbívoros, enquanto que nos últimos estágios de copepodito e também adultos, possuem hábito alimentar raptorial e são carnívoros (NEVES et al., 2003). De modo geral os Cladocera são filtradores sem preferência entre os diferentes tipos de alimentos, enquanto Copepoda são capazes de selecionar o alimento de melhor qualidade (ZHAO et al., 2008).

O uso do zooplâncton para caracterização ambiental de tanques é muito vantajoso, uma vez que a grande maioria das espécies zooplanctônicas tem ampla distribuição mundial, desta forma, diferenças locais na comunidade não estão relacionadas ao fato da dispersão. Nesta comunidade, os papéis tróficos são bem definidos (predadores, herbívoros e onívoros), e o ciclo reprodutivo pode ser curto o suficiente para responder rapidamente ao estresse agudo e, longo o suficiente para integrar os efeitos de problemas crônicos, tornando-os bons bioindicadores (WHITMAN et al., 2004).

O peixe cultivado tem efeito direto na comunidade planctônica, por exemplo, em tanques com larvas de piracanjuba ocorre maior densidade de rotíferos do que Cladocera e Copepoda (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

O efeito da predação de peixes sobre organismos zooplanctônicos maiores, promove o aparecimento de organismos como rotíferos e pequenos copépodes, interferindo diretamente na comunidade fitoplanctônica, uma vez que cada organismo possui hábito alimentar distinto (HUNT & MATVEEV, 2005).

Neves et al. (2003), estudando a comunidade zooplanctônica em lagos marginais do Rio Cuiabá, encontraram *Brachionus angularis* como espécie dominante de rotífero e atribuíram à elevada quantidade de matéria orgânica.

Person (2008) encontrou diferenças significativas nas comunidades de Rotifera e Cladocera, com alta densidade de Rotifera em lagos ácidos, porém nenhuma diferença foi encontrada para estas duas classes em lagos neutros e alcalinos.

Muitos trabalhos têm apontado para a importância de Rotifera na composição das comunidades zooplanctônicas de águas doces tropicais e sub-tropicais.

Rotifera é um grupo de organismos microscópico constituído por cerca de 1.900 espécies descritas (SEGERS, 2002), sendo caracterizado pela presença da corona formada por bandas de cílios na região cefálica. Estes organismos possuem também um complexo aparato faringeal, o mastax, constituído por partes duras, musculatura e ligamentos (NOGRADY et al., 1993).

Van Leeuwenhoek, Linnaeus e Müller classificaram os rotíferos no grupo dos “Vermes”, ou Infusoria; mais tarde, foram transferidos para o grupo parafilético dos Aschelminthes e, recentemente, novas evidências mudaram esta perspectiva. Ocorre estreita relação entre Rotifera e Gnathostomulida, e juntamente com Acanthocephala e Micrognathozoa, estão unidos em um grupo denominado Gnathifera, imposto pela presença de mandíbulas com ultraestrutura idêntica. Em organismos mais especializados, as mandíbulas foram perdidas secundariamente (acantocéfalos endoparasitas), mas a presença da epiderme sincicial com lâmina intraesquelética reforça estreita relação com Rotifera (SØRENSEN & GIRIBET, 2006).

O modelo PEG é um dos mais completos ensaios que descreve e explica a dinâmica sazonal da comunidade planctônica em corpos de água permanentes (SOMMER et al., 1986). O modelo ilustra claramente como a relação entre fatores abióticos (necessidades físico-químicas dos organismos) e bióticos (competição e

predação) podem gerar padrões na dinâmica do plâncton que geralmente se repetem todo ano (TAVERNINI, 2008).

A eutrofização é um dos mais importantes problemas dos lagos de água doce no mundo (NIXON, 1995). Para melhor entendimento dos processos de eutrofização dos corpos receptores é importante o conhecimento do sistema que proverá o efluente, estudando a interação entre as variáveis ambientais e a dinâmica do plâncton.

O descarte de efluente sem tratamento pode alterar significativamente o estado natural do corpo de água receptor pela adição de compostos químicos, material coloidal e sólidos em suspensão, resultando em mudanças na quantidade de nutrientes e turbidez, comprometendo a estrutura da comunidade aquática em grande ou pequena escala (TAYLOR et al., 2007).

O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio em que vivem, podendo-se inferir importantes características do ambiente em questão (BASTOS et al., 2006). Associado a isso, o conhecimento da distribuição espacial do plâncton é importante para adequada compreensão da estrutura e funcionamento de ecossistemas lênticos (DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2003).

Pesque-pague: impacto e viabilidade

Os primeiros pesque-pagues surgiram no início da década de 80, nas regiões Sul e Sudeste, como tentativa por parte de alguns piscicultores de resolver o problema da comercialização dos peixes, uma vez que era incipiente o número de abatedouros e o comércio destes organismos vivos. Em função da falta de estrutura e tecnologia, a maioria destes empreendimentos não obtiveram sucesso, mas, com a incorporação de

outras opções além da pesca, nos últimos 10 ou 15 anos, expandiu de maneira significativa, principalmente ao redor dos centros urbanos mais populosos (SONODA, 2002). Sendo assim, os pesqueiros tem se tornado boa opção de lazer aos moradores de grandes centros urbanos e regiões metropolitanas (MERCANTE et al., 2004). O termo “pesqueiro” é um nome popular atribuído aos empreendimentos do tipo pesque-pague, pague-pesque, pesque e solte e viveiros de pesca esportiva e recreativa.

Na região Sudeste, pesque-pagues são importantes canais de comercialização de peixes produzidos em cativeiro, armazenando em viveiros espécies consideradas esportivas, nativas e exóticas, sendo a pesca o principal atrativo (PEZZATO & SCORVO-FILHO, 2002).

A avaliação e o controle da qualidade da água dos tanques utilizados nos pesque-pagues são vitais para o sucesso do empreendimento, visto que podem aumentar a rentabilidade a médio e longo prazo, além de fornecer subsídios para cultivo em que a saúde dos freqüentadores e consumidores não seja comprometida (CABIANCA, 2005).

Existem poucos trabalhos relacionados ao tema pesque-pague no Brasil. De acordo com levantamento de dados econômicos e sociais em pesqueiros na região da Grande São Paulo, é iminente a fase de crescimento desta atividade, com boa possibilidade de exploração e retorno financeiro (OLIVEIRA & FUKUSHIMA, 1998).

Em estudo realizado amostrando dezoito pesque-pagues na bacia do Rio Piracicaba, caracterizando as condições sócio-econômicas com análise de aspectos estruturais, funcionamento, manejo e avaliação ambiental, foi verificado grande diversidade de condições sendo recomendado mais investigações de caráter ambiental para implantação de manejo adequado objetivando melhor qualidade de água (KITAMURA et al., 1999 *apud* GENTIL, 2007).

Existem alguns trabalhos que abordaram aspectos sócio-econômicos e de qualidade ambiental em pesqueiros da bacia do Rio Mogi- Guaçu (ELER et al., 2006) e em pesqueiros do interior do Estado de São Paulo, avaliando impactos negativos da atividade sobre o ambiente circundante e qualidade da água, com enriquecimento dos efluentes (EMBRAPA, 2003).

Além dos problemas já apontados, a implementação de pesque-pagues em determinada região deve considerar hipótese de ocorrer escape de espécies exóticas para o curso d'água, uma vez que são inevitáveis neste tipo de empreendimento, onde a maioria dos tanques é construída sem planejamento e preparo, necessitando de acompanhamento dos órgãos competentes (FERNANDES et al., 2003).

A composição da comunidade fitoplancônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo analisada ao longo de um ano, mostrou íntima relação destes organismos com as variáveis físico-químicas da água, com ocorrência de espécies potencialmente tóxicas de cianobactérias, como *Microcystis panniformis*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Anabaena* sp (MATSUZAKI et al., 2004). Eler et al. (2001), estudando pesque-pague da cidade de Descalvado (SP), associaram a morte de matrinxãs (*Brycon cephalus*) e pacus (*Piaractus mesopotamicus*) com florações de *Anabaena spiroides* e *Microcystis aeruginosa*, possivelmente pelo efeito da toxicidade destas cianobactérias e obstrução das brânquias. Os autores mencionam ainda que, provavelmente, a eliminação de toxinas na água ocorreu devido à adição de sulfato de cobre, substância usada para controlar florações, favorecendo o rompimento das células.

Mercante et al. (2004) realizaram estudo limnológico em trinta pesqueiros da região metropolitana de São Paulo utilizando como ferramenta o índice de estado trófico para obterem respostas sobre a qualidade da água, encontrando elevados valores de

nitrogênio e fósforo, e, conseqüentemente, grande eutrofização desses corpos d'água. Nestes mesmos empreendimentos, Cabianca (2005) caracterizou a comunidade zooplanctônica sob aspectos ecológicos e sanitários analisando interações com a qualidade da água e fitoplâncton. Ainda neste local, Mercante et al. (2005) fizeram uma pesquisa comparativa da influência do período seco e chuvoso na qualidade da água, não encontrando diferenças significativas.

A dinâmica de populações de *Microcystis* foi analisada em vinte pesqueiros da região metropolitana de São Paulo ao longo de dois períodos (seco e chuvoso) verificando-se maior representatividade da classe Chlorophyceae em termos de riqueza e densidade, seguida de Cyanobacteria, onde as condições de manejo desses empreendimentos refletiram diretamente na qualidade da água (SILVA, 2005 *apud* GENTIL, 2007), o mesmo encontrado no trabalho realizado por Sant'Anna et al. (2006). Gentil (2007) relacionou estas condições à influência antrópica, manejo inadequado, pouca profundidade dos tanques e mistura da coluna d'água.

Estudo sócio-econômico e ambiental envolvendo pesque-pague foi realizado por Castro et al. (2006), na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo, avaliando que esta atividade não é tão lucrativa como fora antigamente, com prevalência apenas das propriedades mais organizadas, mesmo assim, os estabelecimentos são precários e parecidos entre si, com descargas de elevadas cargas orgânicas para o corpo receptor.

Sanches & Graça-Lopes (2006) fizeram pesquisa de longa duração (3 anos) em um pesque-pague no Estado de São Paulo, avaliando a dinâmica de movimentação de peixes neste estabelecimento, chegando à conclusão que o fluxo de entrada e saída de peixes leva à imobilização de capital, põe em risco a segurança sanitária do plantel e torna a propriedade fonte de poluição para o corpo receptor via água de despejo,

podendo ser revertido este aspecto se houver mudanças no manejo e escolha adequada das espécies cultivadas.

Além da escassez hídrica que preocupa o mundo, os estudos apresentados acima, revelam diversos problemas ambientais associados à atividade de pesque-pague.

Alguns conceitos devem ser inseridos para que esta atividade possa desenvolver-se em harmonia com o ambiente. O primeiro passo é encarar essa atividade como empresarial, assim, pode-se lançar mão de uma série de ferramentas e métodos que possibilitem evolução do setor em termos econômicos, sociais e ambientais, visto que a grande maioria destes empreendimentos são de estrutura familiar e não apresentam nenhum tipo de controle relacionado à produção (ELER et al, 2006). Outro fator que merece atenção especial são os impactos ambientais causados por essa atividade, que além de fazer uso de grandes quantidades de água, podem comercializar o peixe para consumo, em muitos casos impróprios para este fim (MILLANI, 2007).

A respeito da qualidade da água de pesqueiros, há poucas informações, uma vez que a prática dessa atividade é recente no Brasil. Diante do pouco conhecimento existente sobre a qualidade ambiental desses corpos d'água, é importante que estudos sejam realizados para subsidiar práticas de manejo adequadas desses ambientes e das espécies envolvidas (GENTIL, 2007).

Área de Estudo

A Sociedade Espírita Irmãos Vicente (SEIV), fundada em 21 de setembro de 1971 na cidade de Jaboticabal-SP, tinha entre seus principais objetivos a criação de um Lar-Escola às crianças com problemas sociais e financeiros (SILVA et al., 1980).

Foi disponibilizado para a SEIV um terreno antes ocupado pela FEPASA, com área suficiente para atender às necessidades da obra e ótima localização, estando situado na Rodovia Carlos Tonanni, confrontando no seu lado direito com a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP-Jaboticabal), totalizando 96.000 m², onde foi fundado o “Lar do Caminho” e ao lado esquerdo, bairro residencial (SILVA et al., 1980).

Esta entidade é constituída de seis prédios, distribuídos da seguinte forma:

- Pavilhão onde residem as crianças e a administradora interna;
- Pavilhão utilizado como refeitório e área de lazer;
- Barracão;
- Casa utilizada como sala de aula e para guardar donativos;
- Casa do lavrador e seus familiares;
- Casa da lavadeira e seus familiares.

Conta com instalações pecuárias onde são criados cavalos, vacas, galinhas e patos, além de uma nascente e três tanques de piscicultura.

Com o intuito de aumentar a renda do Lar do Caminho, foi criado o pesque-pague, onde o lucro é utilizado para suprir necessidades desta instituição social, podendo-se denominar esta atividade como “pesque-ajuda” (Figura 1).

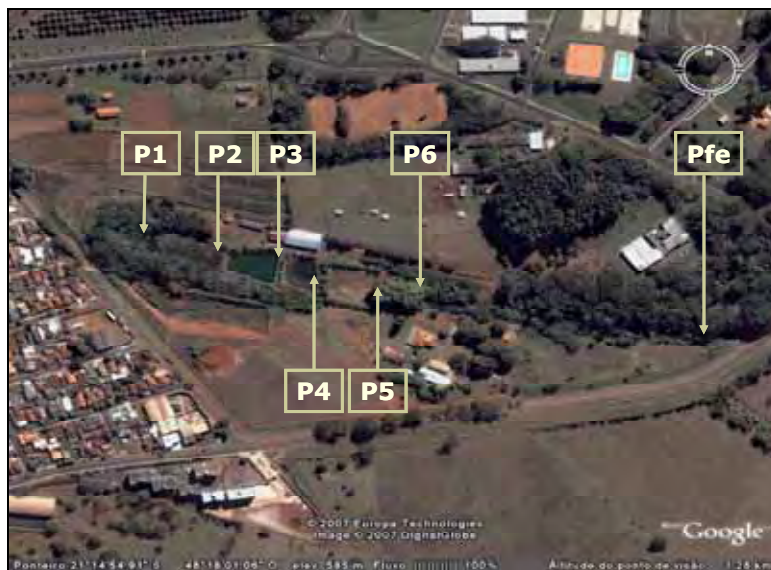


Figura 1. Imagem de satélite do pesque-pague com respectivos pontos de coleta, onde: P_1 = nascente, P_2 = área alagável, P_3 - P_5 = tanques de piscicultura, P_6 = início do efluente, P_{fe} = final do efluente (Fonte: Google Earth).

O estudo foi desenvolvido dentro deste pesque-pague, onde foram amostrados mensalmente sete pontos de coleta, no período de ago/2005 a jul/2006, sendo dois na água de abastecimento (P_1 = nascente; P_2 = área alagável), três nos tanques (P_3 , P_4 e P_5) e dois no efluente (P_6 = início do efluente; P_{fe} = final do efluente) (Figuras 1 e 2). Posteriormente, a água do último ponto (P_{fe}) é utilizada para irrigação de plantação de palmeiras, para colheita de palmito, em outra propriedade rural.

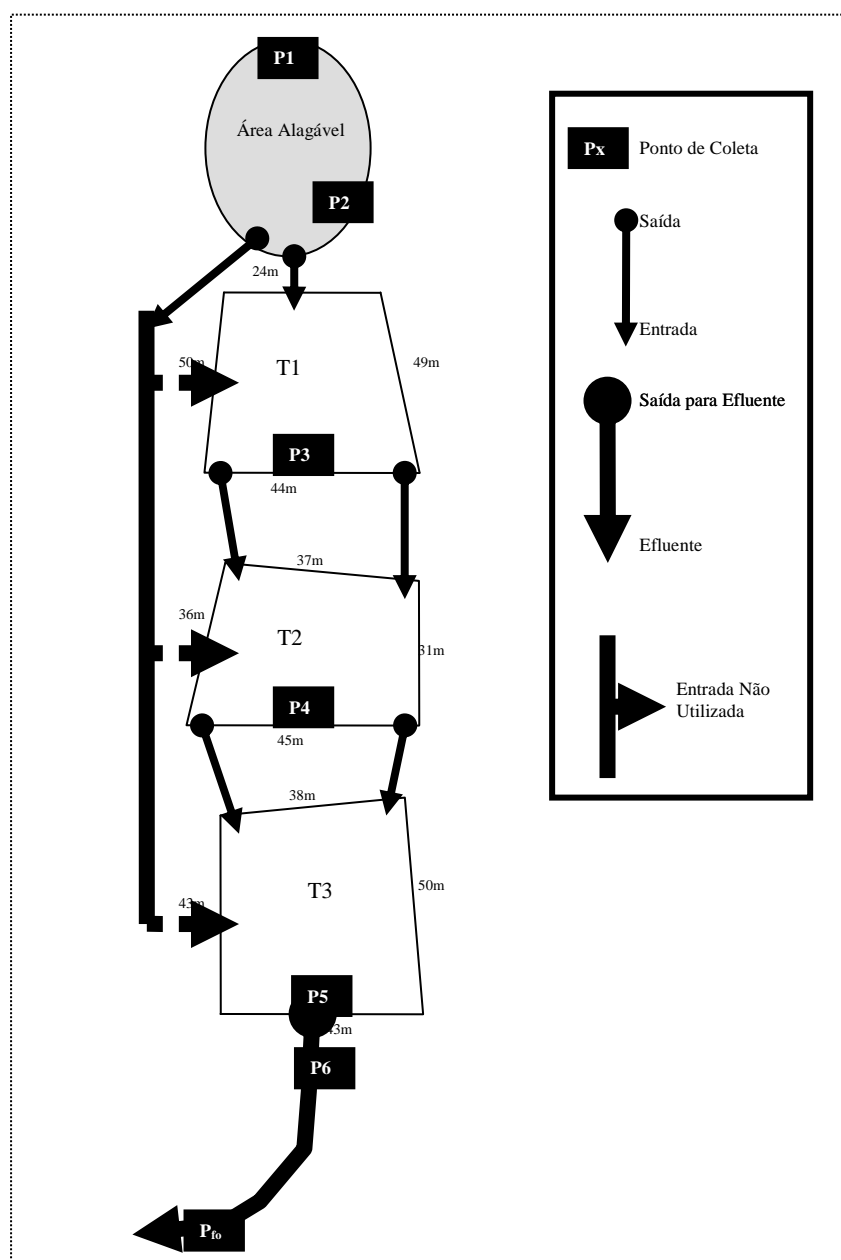


Figura 2. Desenho esquemático dos pontos de coleta no pesque-pague do Lar do Caminho. Sem escala.

A nascente é um local que não sofreu desmatamento, sendo rodeada por mata e protegida do assoreamento por uma caixa de cimento, desaguando na área alagável através de tubulação sub-aquática. Ao lado da área alagável ocorre a criação de animais

domésticos que pode comprometer o recurso hídrico empregado no pesque-pague, visto que estes animais defecam muito próximo ao local e ainda utilizam-no para dessedentação. O local de abastecimento sofre grande impacto nos períodos de chuva intensa, principalmente devido a urbanização dos arredores, ocorrida de forma mal planejada e indiscriminada, sem nenhuma preocupação relativa ao equilíbrio ambiental. Além disso, é uma área de acesso fácil às pessoas, que, por ventura, utilizam-na para depósito de lixo (Figura 3).

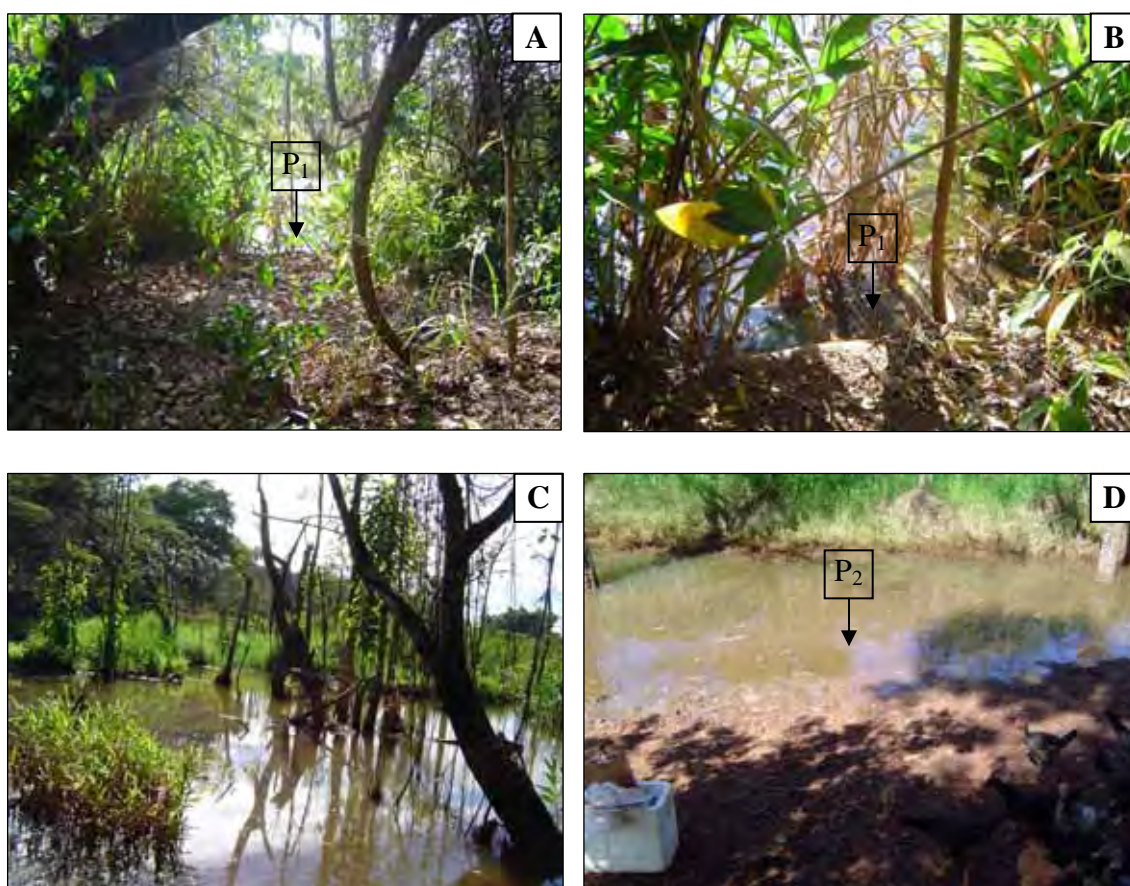


Figura 3. Vista dos pontos de coleta P_1 e P_2 , onde: A e B = nascente; C = área alagável; D = vista do P_2 situado próximo à criação de animais domésticos. As setas indicam os pontos amostrados.

As dimensões dos tanques de cultivo de peixes estão representadas na Figura 2. O tanque 1 apresenta área de 1.660m^2 , volume de aproximadamente 2.490m^3 sendo abastecido com água que sai diretamente da área alagável por tubulação (Figura 4A). O tanque 2 apresenta área de 1.501m^2 , volume de 2.251m^3 , sendo o menor dos três tanques estudados (Figura 4B) e recebe água diretamente do tanque anterior, por tubulação, não sofrendo nenhum tipo de tratamento. O tanque 3 é o maior deles, com área de 1.850m^2 , volume de 2.780m^3 , sendo abastecido pelo tanque 2, por tubulação e sem tratamento (Figura 4C). Todos os tanques apresentam fundo natural e profundidade média de $1,50\text{m}$. As espécies de peixes cultivadas são pacu (*Piaractus mesopotamicus*) nos tanques 1 e 2 (P_3 e P_4) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) no tanque 3 (P_5), na densidade de $1\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. A alimentação da ictiofauna se dá por meio de ração, administrada duas vezes ao dia, na quantidade de 5 kg por vez em cada tanque, ocorrendo todos os dias no mesmo local.

A água que sai do tanque 3 é escoada através de um canal sinuoso, com aproximadamente 400 metros, até a rodovia de acesso Prof. Paulo Donato Castellane. Neste efluente, foi escolhido um ponto de coleta logo no início, 30 metros após a saída do tanque 3 (P_6) (Figura 4D), e outro, 370 m após P_6 (Figura 4E).

As entradas laterais de água são utilizadas quando ocorre o esvaziamento de algum tanque (manutenção ou despesca), sendo assim, o tanque passa a ser abastecido diretamente com água da área alagável, como o tanque 1 (Figura 2).

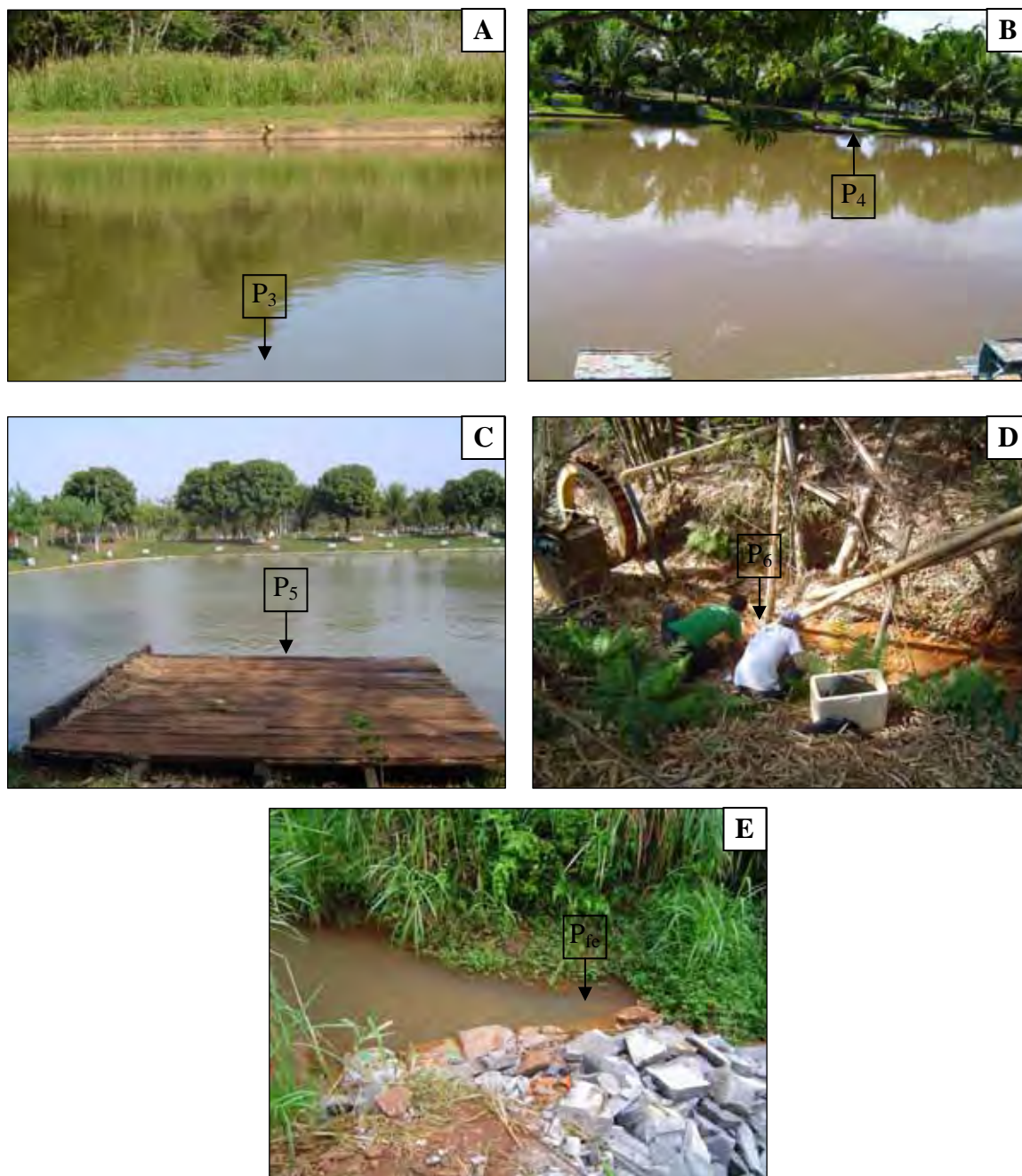


Figura 4. Vista dos diferentes locais do pesque-pague, com as setas indicando os pontos de coleta (P₃ a P_{f_e}), onde: A = tanque 1 (P₃); B = tanque 2 (P₄); C = tanque 3 (P₅); D = início do canal de saída de água do pesque-pague (P₆); E = final do canal, próximo à rodovia Paulo D. Castellane (P_{f_e}).

Objetivos Gerais

- Avaliar os aspectos físico-químicos da água ao longo de um ano;
- Monitorar a flutuação da comunidade planctônica nos pontos amostrados;
- Verificar se ocorre interferência do regime hidrológico na comunidade planctônica e fatores físico-químicos;
- Verificar se o manejo empregado afeta de forma positiva ou negativa as condições hídricas do sistema;
- Comparar as diferenças nos períodos de seca e chuva, característicos dessa região, e suas influências nos fatores bióticos e abióticos do pesque-pague.

Referências Bibliográficas

ANGELOCCI, L. R.; VILLA-NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba-SP. **Sciencia Agrícola**, n. 52, v. 3, p. 431-438, 1995.

ARAGÃO, M. A.; BURATINI, S. V.; BERTOLETTI, E. Total hardness of surface waters in São Paulo State (Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 15, n. 1, p. 15-18, 2003.

ARHONDITSIS, G. B.; WINDER, M.; BRETT, M. T.; SCHINDLER, D. E. Patterns and mechanisms of phytoplankton variability in Lake Washington (USA). **Water Research**, v. 38, p. 4013-4027, 2004.

BASTOS, I. C. O.; LOVO, I. C.; ESTANISLAU, C. A. M.; SCOSS, L. M. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papéis reciclados em Governador Valadares-MG. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 203-211, 2006.

BECKER, V.; MOTTA-MARQUES, D. Water dynamics, phytoplankton biomass and size structure of a shallow freshwater subtropical lake (Itapeva lake, south of Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 163-174, 2004.

BLANKENBERG, A. B.; HAARSTAD, K.; SOVIK, A. Nitrogen retention in constructed wetland filters treating diffuse agriculture pollution. **Desalination**, v. 226, p. 114-120, 2008.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Birmingham Publishing Co., 1990.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. **Reviews in Fisheries Science**, v. 9, p. 43-67, 2001.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 640 p. 1986.

BRUCE, L. C.; HAMILTON, D.; IMBERGER, J.; GAL, G.; GOPHEN, M.; ZOHARY, T.; HAMBRIGHT, K. D. A numerical simulation of the role of zooplankton in C, N and P cycling in Lake Kinneret, Israel. **Ecological Modelling**, v. 193, p. 412-436, 2006.

CABIANCA, M.A. **Estudo da comunidade zooplanctônica de lagos de pesca da região metropolitana de São Paulo: Aspectos ecológicos e sanitários**. USP, Faculdade de Saúde Pública. 117p., 2005. (tese)

CALIJURI, M. C.; DOS SANTOS, A. C. A.; JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita SP – Brazil). **Journal of Plankton Research**, v. 24, n. 7, p. 617-634, 2002.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; DOS SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: Rima, 118 p. 2006.

CARDOSO, L. S.; MOTTA MARQUES, D. M. L. Seasonal composition of the phytoplankton community in Itapeva lake (north coast of Rio Grande do Sul – Brasil) in

function of hydrodynamic aspects. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.16, n. 4, p. 401-416, 2004.

CASTRO, P. M. G.; MARUYAMA, L. S.; BEZERRA DE MENEZES, L. C.; MERCANTE, C. T. J. Perspectivas da atividade de pescueiros no Alto Tietê: contribuição à gestão de usos múltiplos da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 1, p. 1-14, 2006.

CIRIA, M. P.; SOLANO, M. L.; SORIANO, P. Role of macrophyte *Typha latifolia* in a constructed wetland for wastewater treatment and assessment of its potencial as a biomass fuel. **Biosystems Engineering**, v. 92, n. 4, p. 535-544, 2005.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; SENNA, P. A. C.; TANIGUCHI, G. M. Characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplankton community at the Caçó pond, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 641-645, 2003.

ELER, M. N.; CECCARELLI, P. S.; BUFON, A. G. M.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Mortandade de peixes (matrinxã, *Brycon cephalus*, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Técnico CEPTA**, v. 14, p. 35-45, 2001.

ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ESPÍNDOLA, E. A.; NOGUEIRA, A. M.; MILANI, T. J. Avaliação sócio econômica dos empreendimentos de pesque-pague. In: ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (Ed.). **Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima, p. 29-77, 2006.

EMBRAPA. Avaliação de impacto ambiental de atividades em estabelecimentos familiares do Novo Rural. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 17, p. 24-33, 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 2 ed., 602 p., 1998.

FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Pesque-pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas? **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

GENTIL, R. G. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2007. (tese)

GOLTERMAN, H. L. Chemistry. In: WHITTON, B.A. (Ed). **River ecology**. London: Blackwell, p. 39-80, 1975.

HUNT, R. J.; MATVEEV, V. F. The effects of nutrients and zooplankton community structure on phytoplankton growth in a subtropical Australian reservoir: an enclosure study. **Limnologia**, v. 35, p. 90-101, 2005.

HUTCHINSON, G. E. **A treatise on Limnology**. New York: John Willey and Sons, 1115 p. 1967.

KIVAISI, A. K. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. **Ecological Engineering**, v. 16, p. 545-560, 2001.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.**

England: Benjamin Cummings, 5 ed., 608 p., 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** 3. ed. Jundiaí: Degaspari,

97 p. 1999.

MAIA-BARBOSA, P. M.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; BARBOSA, F. A. R.

Zooplankton composition and vertical distribution in a tropical, monomictic lake (Dom

Helvécio Lake, Southeastern Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 15, n. 1, p. 65-

74, 2003.

MASSER, M. P.; CICHRA E.; GILBERT, R. J. Fee-fishing ponds: management of food

fish and water quality. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 480, p. 1-8, 1993.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de

um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 679-

686, 2004.

MERCANTE, C. T. J.; CABIANCA, M. A.; SILVA, D.; COSTA, S. V.; ESTEVES, K.

E. Water quality in fee-fishing ponds located in the metropolitan region of São Paulo

city, Brazil: an analysis of the eutrophication process. **Acta Limnologica Brasiliensia**,

v. 16, n. 1, p. 95-102, 2004.

MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K.

E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil):

avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum:**

Biological Sciences, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

MILLANI, T. J. **Subsídios à avaliação do ciclo de vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007 . (dissertação)

NEVES, I. F.; ROCHA, O.; ROCHE, K. F.; PINTO, A. A. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the rivers Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of rotifera and cladocera diversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 2, p. 329-343, 2003.

NIXON, S. W. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes and future concerns. **Ophelia**, v. 41, p. 199–219, 1995.

NOGRADY, T.; WALLACE, R. L.; SNELL, T. W. **Rotifera**. vol. 1: Biology, Ecology and Systematics. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 142 p., 1993.

OLIVEIRA, L. H.; FUKUSHIMA, S. E. Sistema integrado de gestão: o caso dos pesqueiros na região da Grande São Paulo. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 4, p. 217-224, 1998.

OLRIK, K. The occurrence of planktonic desmid species in Danish lakes and ponds related to total nitrogen and phosphorus contents of the water body. **Biologia**, v. 58, n. 4, p. 709-716, 2003.

PAVÓN-MESA, E. L.; SARMA, S. S. S.; NANDINI, S. Combined effects of temperature, food (*Chlorella vulgaris*) concentration and predation (*Asplanchna girodi*) on the morphology of *Brachionus havanensis* (Rotifera). **Hydrobiologia**, v. 593, p. 95-101, 2007.

PEREIRA, R. H. G.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ELER, M. N. Limnological variables and their correlation with water flow in fishponds. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 16, n. 3, p. 263-271, 2004.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água – uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PERSON, G. Zooplankton response to long-term liming: comparison of 15 limed and 15 reference lakes in Swenden. **Limnologia**, v. 38, n. 1-13, 2008.

PEZZATO, L. E.; SCORVO FILHO, J. D. Situação atual da aquicultura na região sudeste. **In: Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 203-323, 2000.

PIEDRAHITA, R. H. Reducing of environment impacts of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture**, v. 226, p. 35-44, 2003.

REBOLÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. **In: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 703 p., 2002.

REYNOLDS, C. S. The response of phytoplankton communities to changing lake environments. **Swiss journal of hydrology**, v. 49, p. 220-236, 1987.

REYNOLDS, C. S. Functional morphology and the adaptive strategies of freshwater phytoplankton. In: SANDGREN, C. D. (Ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 388-433, 1988.

SANCHES, E. G.; GRAÇA-LOPES, R. Avaliação da dinâmica de movimentação de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva tipo “pesque e solte”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 1, p. 38-46, 2006.

SANT’ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E.; SANT’ANNA, C. L. (orgs.) **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. São Carlos: Rima, p. 49-62, 2006.

SEGERS, H. The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family and genus-group names. **Journal of Natural History**, v. 36, p. 631-640, 2002.

SILVA, F. A. R.; MIRANDA, L. H. D.; GUIMARÃES, N. M. Novas propostas sociais para o Lar do Caminho. UNAERP, Faculdade de Serviço Social, Ribeirão Preto, 1980. (monografia)

SILVA, D. Dinâmica de populações de *Microcystis* (Cyanobacteria) em pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. Dissertação de mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, 146 p., 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FAVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of Macrophyte Biofilter in Effluent from Aquaculture: I. Floating Plant. **Brazilian Journal Biology**, v. 62, n. 4A, p. 713-23, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; CELESTE, C. C.; BRAGA, F. M. S. Efeito do óxido de cálcio sobre variáveis limnológicas em viveiros de criação de *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Colossoma macropomum* (tambaqui). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 2, p. 191-198, 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ALVARES, E. J. S.; BRAGA, F. M. S. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon orbygnianus* (Valenciennes, 1949).

Brazilian Journal Biology, v.68, n.1, p. 77-86, 2008.

SOMMER, U.; GLIWICZ, Z. M.; LAMPERT, W.; DUNCAN, A. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. **Archiv für Hydrobiologie**, v.

106, p. 433–471, 1986.

SONODA, D. Y. Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias

em tanques-rede para diferentes mercados. Tese, Piracicaba, Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

SØRENSEN, M. V.; GIRIBET, G. A modern approach to rotiferan phylogeny:

combining morphological and molecular data. **Molecular Phylogenetics and**

Evolution, v. 40, p. 585-608, 2006.

SOVIK, A. K.; MORKVED, P. T. Use of stable nitrogen isotope fractionation to

estimate denitrification in small constructed wetlands treating agricultural runoff.

Science of the Total Environment, v. 392, p. 157-165, 2008.

TANIGUCHI, G. M.; BICUDO, D. C.; SENNA, P. A. C. Gradiente litorâneo-limnético

do fitoplâncton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu. **Revista**

Brasileira de Botânica, v. 28, n. 1, p. 137-147, 2005.

TAVERNINI, S. Seasonal and inter-annual zooplankton dynamics in temporary pools

with different hydroperiods. **Limnologia**, v. 38, p. 63-75, 2008.

TAYLOR, J. C.; PRYGIEL, J.; VOSLOO, A.; REY, P. A.; RENSBURG, L. Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. **Hydrobiologia**, v. 592, p. 455-464, 2007.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003. 248 p.

WHITMAN, R. L.; NEVERS, M. B.; GOODRICH, M. L.; MURPHY, P. C.; DAVIS, B. M. Characterization of Lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblages. **Ecological Indicators**, v. 4, p. 277-286, 2004.

ZHAO, J.; RAMIN, M.; CHENG, V.; ARHONDITSIS, G. B. Plankton community patterns across a trophic gradient: the role of zooplankton functional groups. **Ecological Modelling**, v. 213, p. 417-436, 2008.

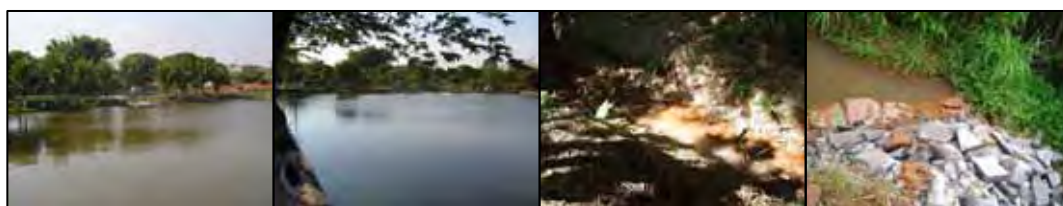


CAPÍTULO 1

QUALIDADE DA ÁGUA EM PESQUE-PAGUE COM FLUXO

CONTÍNUO DE ÁGUA NOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA*

* Artigo a ser publicado no livro do I Simpósio de Limnologia: Cooperação Brasil-Alemanha, Macaé-RJ. (editor: Ricardo Motta Pinto Coelho)



**QUALIDADE DA ÁGUA EM PESQUE-PAGUE COM FLUXO CONTÍNUO DE
ÁGUA NOS PERÍODOS DE SECA E CHUVA**

**Water quality in continuous water flow in fee-fishing ponds during the dry and
rainy periods**

MILLAN¹, R. N.; BRAGA² F. M. de S. & SIPAÚBA-TAVARES³, L. H.

¹ CAUNESP/PG em Aquicultura; Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton,
Centro de Aquicultura, UNESP, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. e-mail:
rodrigomillan@yahoo.com.br

² Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, 13506-900, Rio Claro-
SP, Brazil. e-mail: fmsbraga@ms.rc.unesp.br

³ Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton, Centro de Aquicultura, UNESP,
14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. e-mail: sipauba@caunesp.com.br

RESUMO

Durante os períodos de seca e chuva (ago/2005 a jul/2006), foram avaliadas as principais variáveis físico-químicas da água em sete pontos num pesque-pague localizado em Jaboticabal (São Paulo, Brasil). O teor de fósforo total do período chuvoso esteve sempre acima do encontrado no período seco, variando de 1,7 a 71 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Variáveis como amônia, nitrato, nitrito e clorofila-*a* permaneceram em limites aceitáveis, com concentrações médias de 14,6, 10,1, 1,0, 21,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período seco e 58,7, 15,6, 1,3, 20,2 no chuvoso, respectivamente. A água de abastecimento passa por uma área alagável, que propicia condições limnológicas adequadas para boa qualidade, porém, a presença de animais nas proximidades promove acúmulo de carga orgânica neste ponto do pesque-pague. A saída de água deste sistema passa por um canal de aproximadamente 400 m infestado por plantas aquáticas que favoreceu a melhoria na qualidade da água. As maiores alterações nas variáveis estudadas ($p < 0,05$) foram observadas durante o período de chuva e, a morfologia do sistema com presença de área alagável na entrada e saída de água, influenciou diretamente sua dinâmica.

Palavras-chave: Pesque-pague. Tanque de piscicultura. Área alagável. Limnologia.

ABSTRACT

Main physical and chemical variables of water were evaluated during the dry and rainy periods (August 2005 to July 2006) at seven sites at a fee-fishing ponds in Jaboticabal SP Brazil. Total phosphorus rates during the rainy season, varying between 1.7 and 71 $\mu\text{g.L}^{-1}$, were above the rates during the dry period. Ammonia, nitrate, nitrate and chlorophyll-a maintained standard limits, with mean concentrations 14.6, 10.1, 1.0, 21.2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ during the dry period and 58.7, 15.6, 1.3, 20.2 during the rainy period, respectively. Although supply water flows through a wetland which provides proper to good quality limnological conditions, animals in the neighborhood cause an accumulation of organic matter at the sports fish-pond. The system's water outlet flows through a channel, approximately 400m in length, full of water plants that provided better quality of water. Higher variations in variables under analysis ($p < 0.05$) were reported during the rainy season, whilst the system's morphology with the wetland at the water inlet and outlet directly affected its dynamics.

Key words: Fee-fishing. Fish-pond. Wetland. Limnology.

INTRODUÇÃO

Na década de 90 houve grande incremento no número de pesque-pagues no estado de São Paulo, chegando a atingir aproximadamente 2.250 unidades. Estudos atuais apontam para redução deste número (por volta de 1.100), em decorrência da quantidade ideal suportada pelo mercado e capacidade de suporte do local de instalação (SANCHES & GRAÇA-LOPES, 2006). Estes estabelecimentos tornaram-se elementos comuns na aquicultura nacional, surgindo como alternativa na geração de renda aos pequenos proprietários rurais e opção de lazer aos moradores da zona urbana, carentes de áreas verdes e espaços livres. A procura por corpos d'água de boa qualidade que garantam imagem de ambiente saudável para os frequentadores, incrementaram a construção destes empreendimentos em áreas próximas às nascentes e rios pouco impactados pela ocupação urbana. Como consequência, grande concentração destes pesqueiros ocorre próxima ou dentro de áreas de mananciais (CABIANCA, 2005).

Como toda atividade aquícola, a preocupação com a qualidade da água destes empreendimentos é de fundamental importância para o ambiente, porém, em muitas regiões, nenhum tratamento prévio ou mesmo manejo adequado é aplicado, causando efeitos negativos ao ecossistema (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2007). Intimamente relacionado ao manejo, densidade de estocagem, fluxo de água, qualidade e quantidade de ração empregada, são fatores de extrema importância ambiental, contribuindo para a degradação quando são estabelecidos de modo descontrolado (ELER et al., 2006).

Além dos problemas já citados, a construção de pesque-pague tem efeito direto sobre a paisagem local, alterando o padrão de drenagem das microbacias, aumentando o risco de erosão, bem como a criação de animais domésticos nas imediações, favorecendo o aumento de coliformes fecais na água (EMBRAPA, 2003). Associado a estes fatores negativos tem-se a dispersão de espécies exóticas, uma vez que escapes são

praticamente inevitáveis, geralmente envolvendo indivíduos já desenvolvidos, ou seja, aptos a colonizar ambiente onde possivelmente não possuirão predadores, podendo levar doenças as quais os peixes regionais não estão adaptados e, conseqüentemente, ocasionando extinções de algumas espécies (FERNANDES et al., 2003).

Diferente da piscicultura tradicional, nos pesque-pagues os peixes colocados nos tanques são adultos e com isto a necessidade alimentar é maior, acarretando descarga de matéria orgânica e inorgânica muito elevada para os corpos receptores.

A renovação contínua de água é alternativa para diminuir o depósito de material no fundo do tanque e minimizar os efeitos da eutrofização. Entretanto, o fluxo contínuo pode acarretar problemas mais sérios nos viveiros subseqüentes e no corpo de água receptor, entrando água rica em nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão, causando problemas de eutrofização e sedimentação nos corpos de água naturais em função do efeito acumulativo (BOYD & QUEIROZ, 2001).

Técnicas adequadas de manejo podem melhorar a qualidade da água levando ao menor estresse dos organismos cultivados, incrementando a sobrevivência e crescimento dos peixes, com descarga de água em condições aceitáveis (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Existem maneiras de minimizar os efeitos negativos promovidos pelos pesque-pagues como: o uso de áreas alagáveis; respeito à capacidade suporte dos viveiros e tanques utilizados; monitoramento, controle e aplicação de técnicas de manejo compatíveis ao tipo de pesque-pague, tendo como objetivo principal a estabilidade do meio. Isto só pode ser alcançado através de estudos científicos, tendo como objetivo um entendimento holístico destes sistemas, com aplicação de manejos eficazes para que este tipo especial de aquicultura possa se tornar um empreendimento sem danos ao corpo receptor ou mesmo ao próprio empreendimento que, devido à alta densidade de peixes,

promove aparecimento de doenças e florações de algas, prejudicando a aparência do local utilizado como forma de lazer pela população (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2007).

Este trabalho objetivou o monitoramento das variáveis físico-químicas de um pesque-pague ao longo de um ano, visando gerar informações a respeito da dinâmica da qualidade da água neste tipo de empreendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Período e local de coleta

A presente pesquisa foi conduzida no pesque-pague do Orfanato Lar do Caminho (Jaboticabal-SP), aproximadamente 21°15'S e 48°18'O, com altitude média de 595 m.

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 1.552 mm (VOLPE, 1989).

Foram amostrados sete pontos de coleta (Figura 5), sendo dois na água de abastecimento (P_1 = nascente; P_2 = área alagável), três nos tanques (P_3 , P_4 e P_5) e dois no efluente, sendo um 30m após a saída do último tanque (P_6) e outro no final do efluente (P_{fe}) aproximadamente 400m após P_6 . Posteriormente, a água escoava via tubulação até outra propriedade rural, sendo aproveitada na irrigação de palmito.

A nascente é protegida, rodeada por mata nativa e isolada por caixa de cimento, desaguando diretamente na área alagável através de tubulação sub-aquática. Ao lado da área alagável ocorre a criação de animais domésticos que pode comprometer o recurso hídrico empregado no pesque-pague (Figura 5).

O tanque 1 apresenta área de 1.660 m², volume de aproximadamente 2.490 m³ sendo abastecido com água que sai diretamente do “wetland” por tubulação. O tanque 2 apresenta área de 1.501 m², volume de 2.251 m³, sendo o menor dos três tanques estudados, recebendo água diretamente do tanque anterior (tanque 1) via tubulação. O tanque 3 é o maior, com área de 1.850 m², volume de 2.780 m³, sendo abastecido pelo tanque 2 por tubulação. Todos os tanques apresentam fundo natural e profundidade média de 1,5 m, além disso, são utilizados para a pesca esportiva, com renda revertida ao orfanato onde se localiza. As espécies de peixes cultivadas são pacu (*Piaractus mesopotamicus*) nos tanques 1 e 2 (P₃ e P₄) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) no tanque 3 (P₅), na densidade de 1 kg/m². A alimentação da ictiofauna se dá por meio de ração, administrada duas vezes ao dia, em quantidade de 5 kg por vez em cada tanque, ocorrendo todos os dias no mesmo local (Figura 5).

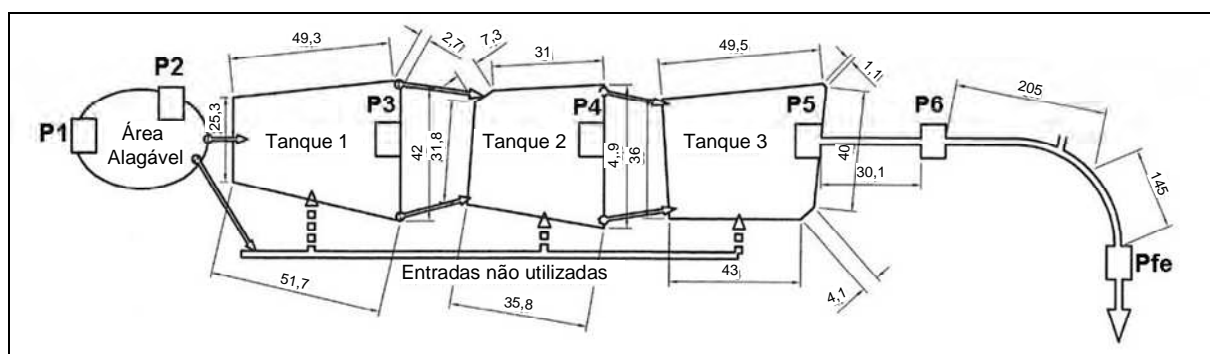


Figura 5. Desenho esquemático dos pontos de coleta no pesque-pague do orfanato Lar do Caminho.

Variáveis limnológicas

As coletas de água foram realizadas mensalmente, de agosto/2005 a julho/2006, na superfície para os pontos P₁, P₂ e Pfe e na profundidade de 75 cm para P₃, P₄ e P₅

com o auxílio de garrafa de Van Dorn, sendo a água armazenada em garrafas plásticas de 1 L até a análise química em laboratório. Todas as amostragens, desde o primeiro ponto até o efluente, ocorreram por volta das 08h30min, com término não ultrapassando às 11h00min.

Temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram medidos no local com sonda Horiba U-10 e oxímetro YSI-55. Fósforo total, ortofosfato, nitrato, nitrito e amônia foram determinados de acordo com Golterman et al. (1978) e Koloreff (1976). A clorofila-*a* foi determinada de acordo com Nush (1980). Foi usado o método proposto por Boyd & Tucker (1992) para a análise dos sólidos em suspensão e da demanda bioquímica de oxigênio. Matéria orgânica e fósforo total no sedimento foram obtidos através de Andersen (1976) e alcalinidade mensurada conforme Mackereth et al. (1978).

O estudo foi dividido em período seco (agosto a novembro/2005 e abril a julho/2006) e chuvoso (dezembro/2005 a março/2006), utilizando-se como base dados pluviométricos da Estação Agroclimatológica da UNESP/Jaboticabal (SP).

Análise estatística

Foi aplicada às variáveis limnológicas ANOVA two-way, quando os dados permitiam descrição de amostras, obtendo-se as variâncias para as variáveis considerando-se períodos (seca e chuva) e pontos de coleta. Quando as amostras foram insuficientes para permitir obtenção robusta das variâncias, utilizou-se ANOVA two-way para observações simples, sendo que neste caso não se pôde estimar a interação entre períodos e pontos. As análises de variância foram realizadas segundo Fowler et al. (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água foi mais elevada durante o período chuvoso, em função das condições climáticas locais, correspondendo ao verão, evidenciando diferença significativa ($p < 0,01$) ao longo do tempo (Tabela 1). Esse padrão foi menos acentuado no P₁ (nascente), pois trata de um local bem arborizado e protegido das radiações solares. Ao longo do período experimental a temperatura variou de 16,9°C a 30,3°C (Tabela 2). Segundo Eler et al. (2006), a temperatura é variável importante, estando intimamente relacionada ao desenvolvimento dos organismos, às reações químicas que ocorrem no corpo de água e à solubilidade dos gases dissolvidos. Matsuzaki et al. (2004), estudando pesqueiro na cidade de São Paulo, encontrou valores semelhantes de temperatura, tanto para o período seco quanto chuvoso, com média ao redor de 17 e 26°C, respectivamente.

Tabela 1. Resultados da ANOVA two-way. F_A: entre os períodos; F_B: entre os pontos; F_I: interação; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

Variáveis	ANOVA Two-Way			ANOVA Two-Way Observação Simples	
	F _A	F _B	F _I	F _A	F _B
pH	1,33	8,82**	0,17		
Condutividade	0,91	6,03**	0,53		
OD	7,63**	10,79**	0,69		
Fósforo Total	0,58	2,09*	0,14		
Temperatura				45,98**	0,99
Alcalinidade				17,51**	11,80**
STS				2,66	10,09**

O pH variou de ácido a alcalino ao longo do período experimental, com exceção do P_{fe}, que alcançou maior valor (7,8) em setembro. A água da área alagável (P₂) foi ácida, abaixo de 6,0, sendo característica de água de nascente. A partir do P₃ foi observada tendência a aumentar, mantendo-se o valor médio acima de 6,2 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo (entre parênteses) da temperatura (Temp.), pH, condutividade (Cond.), oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade (Alc.) e dureza (Dur.) ao longo do período experimental nos sete pontos amostrados.

Ponto	Temp. (°C)		pH		Cond. (µS.cm ⁻¹)		OD (mg.L ⁻¹)		Alc. (mg.L ⁻¹)		Dur. (mg.L ⁻¹)	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
P ₁	23±1,6 (21-25)	25±0,3 (24-25)	5,7±0,6 (5,0-6,4)	5,6±0,7 (4,9-6,3)	70±27 (40-107)	61±24 (44-95)	2,8±2,6 (0,9-8,7)	1,5±1,1 (0,1-2,4)	46±27 (18-83)	46±35 (18-92)	16±13 (4-35)	14±14 (3-35)
P ₂	21±2,7 (17-25)	25±0,9 (24-26)	5,8±0,2 (5,6-6,2)	5,8±0,2 (5,4-6,2)	32±2 (30-36)	40±20 (23-68)	1,9±0,9 (1,3-3,7)	1,6±0,5 (1,0-2,1)	21±4 (14-27)	31±9 (21-41)	8±2 (6-11)	12±11 (4-29)
P ₃	22±2,9 (19-27)	26±1,5 (25-29)	6,2±0,2 (5,9-6,5)	6,1±0,3 (5,8-6,5)	35±4 (30-40)	42±16 (30-64)	4,0±0,9 (2,8-5,6)	2,3±1,4 (0,5-3,8)	27±7 (17-43)	33±13 (23-50)	10±2 (7-12)	15±8 (6-25)
P ₄	23±3,3 (19-28)	27±1,6 (26-30)	6,5±0,3 (6,1-6,9)	6,5±0,2 (6,3-6,6)	32±3 (28-37)	41±13 (30-59)	5,5±1,0 (4,3-7,0)	3,8±1,3 (2,0-5,1)	25±3 (18-29)	39±11 (27-52)	9±2 (6-13)	12±7 (6-22)
P ₅	23±3,2 (19-28)	28±1,9 (26-30)	6,9±0,3 (6,4-7,3)	6,4±1,1 (4,8-7,0)	37±6 (30-46)	42±6 (35-49)	5,7±1,1 (3,5-7,0)	4,8±1,5 (3,2-6,6)	29±6 (22-40)	38±12 (29-56)	11±3 (7-15)	13±4 (9-18)
P ₆	23±2,2 (19-27)	26±1,4 (26-28)	6,6±0,3 (6,2-7,0)	6,5±0,2 (6,2-6,6)	39±13 (10-50)	48±4 (45-53)	5,3±1,4 (2,8-6,7)	4,7±2,1 (1,9-6,6)	38±20 (23-85)	42±13 (30-57)	14±11 (7-40)	12±2 (9-15)
P _{te}	22±1,9 (20-24)	25±0,6 (24-26)	7,2±0,3 (6,9-7,8)	7,1±0,2 (6,9-7,2)	64±33 (46-142)	52±6 (43-56)	3,9±2,3 (0,2-6,6)	5,2±0,8 (4,4-6,2)	53±23 (34-105)	48±9 (37-55)	25±11 (15-42)	20±7 (13-29)

Esse aumento de um ponto para outro pode ser explicado pelo fluxo contínuo de água que auxilia na diminuição da carga orgânica, promovendo diferenças significativas no pH ($p < 0,01$) (Tabela 1). Como observado por Mercante et al. (2005), os valores de pH do período seco tendem a ser ligeiramente superiores aos do chuvoso, fato este atribuído à diluição da concentração de cálcio pelas chuvas e aporte de matéria orgânica que interfere nos compostos ácidos, como o ácido carbônico.

A condutividade também foi significativamente diferente ($p < 0,01$) entre os pontos amostrados, apresentando elevados valores na nascente (P_1), variando de 40 a $107 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, em função da decomposição das macrófitas e folhas que caem na água, estando situado dentro de uma área de reserva (Tabela 1 e 2). Nos tanques houve tendência a diminuir, não ultrapassando $64 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sendo observado no período chuvoso maiores valores médios (Tabela 2). Estudo feito por Matsuzaki et al. (2004) em pesque pague encontrou valores semelhantes, verificando maiores valores para esta variável no período mais quente do ano (chuvoso), em função da ressuspensão de material do fundo do tanque e aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica, liberando maior quantidade de íons para a coluna d'água. No P_5 foram observadas maiores concentrações de oxigênio dissolvido (OD), variando de 3,2 a $7,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. As menores ($1,9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no período seco e $1,6$ no chuvoso) foram encontradas no P_2 , que recebe água rica em matéria orgânica devido a presença de animais domésticos na proximidade e, conseqüentemente, aumenta o consumo de OD, principalmente no período chuvoso (Tabela 2, Figura 6). A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005) estabelece valor de até $5,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para a DBO_5 . Neste estudo, foi observado valor médio de $2,6 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ nos tanques e $2,8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no final do efluente, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre pontos e períodos (Tabela 1).

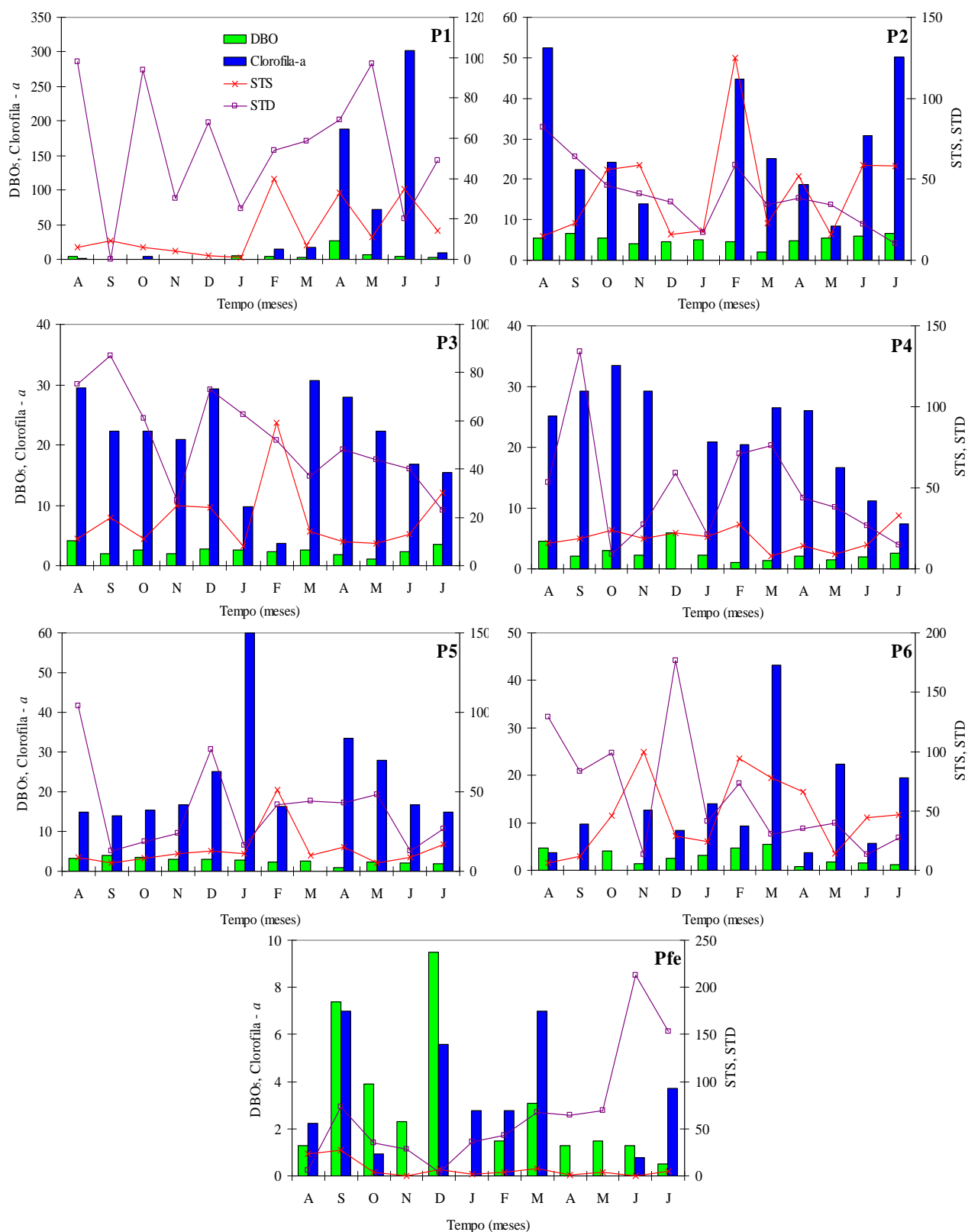


Figura 6. Variação sazonal da DBO₅, sólidos totais solúveis (STS), sólidos totais dissolvidos (STD) (mg.L⁻¹) e clorofila-*a* (μg.L⁻¹) nos pontos amostrados (P₁ - P_{6e}) ao longo do período experimental.

As concentrações de OD no início do efluente (P_6) foram elevadas, visto que do P_5 ao P_6 ocorre declive brusco do terreno, promovendo maior oxigenação. Com exceção do P_{fe} o valor do OD foi mais elevado no período de seca do que no chuvoso, já que no último período ocorre aporte de matéria particulada e suspensão do sedimento, dificultando a entrada de luz e afetando a fotossíntese das algas. Somente OD e alcalinidade apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo do tempo e entre os pontos amostrados (Tabelas 1 e 2).

A alcalinidade apresentou padrão de flutuação similar à condutividade, variando de 17 a 57 mg.L^{-1} nos viveiros (P_3 - P_5), com maiores concentrações médias na nascente (P_1) e final do efluente (P_{fe}), e as menores no P_2 (área alagável). Padrão semelhante ocorreu com a dureza, sendo que nos tanques (P_3 - P_5) manteve-se abaixo de 30 mg.L^{-1} , já na nascente (P_1) e no final do efluente (P_{fe}), apresentou valores médios maiores, alcançando máximo de 16 e 25 mg.L^{-1} , respectivamente, ambos no período de baixa pluviosidade (Tabela 2). Azevedo et al. (2006), encontrou valores similares para a alcalinidade (30 mg.L^{-1}) em pesque-pague estudado no Estado de Santa Catarina.

O ortofosfato variou de 0,2 a 18,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$, sendo os menores valores encontrados no P_{fe} (Figura 7), com médias de 4,9 e 1,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Foi observado acúmulo de ortofosfato com passagem da água de um tanque para outro, nos períodos de seca e chuva, com diminuição dos valores médios desta variável do P_6 (10,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$) para o P_{fe} (1,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$) no período chuvoso.

Comportamento similar ocorreu com o fósforo total, variando de 1,7 a 71 $\mu\text{g.L}^{-1}$ ao longo do sistema, com menores concentrações médias encontradas no P_{fe} , 10,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período seco e 8,9 no chuvoso. O P_2 está localizado em uma área alagável, porém, neste local ocorre influência dos dejetos de animais domésticos que utilizam esta água para dessedentação, favorecendo aumento nas concentrações de fósforo total e

ortofosfato, ocorrendo picos bem acentuados em janeiro ($50,9 \mu\text{g.L}^{-1}$) e abril ($15,1 \mu\text{g.L}^{-1}$), respectivamente, devido ao carreamento de material alóctone e ressuspensão do sedimento (Figura 7).

Eler et al. (2006) encontraram valores médios de $43,8$ e $222,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, para o ortofosfato e fósforo total, respectivamente, em viveiros de 9 pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu, sendo muito superiores aos deste estudo ($4,6$ e $41,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente). De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005), águas destinadas à aquicultura podem ser classificadas como de classe II e o nível máximo de fósforo total para ambientes lênticos é de $30,0 \mu\text{g.L}^{-1}$. No período chuvoso, a água dos tanques manteve-se fora do padrão estabelecido pela legislação, porém, aquela do efluente (P_{fe}) atendeu à norma em questão. As concentrações de fósforo foram maiores nos tanques ($14,5$ a $71,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) em função do efeito da ração e excreta dos peixes, já as menores concentrações foram encontradas no P_2 ($32,4 \mu\text{g.L}^{-1}$) e P_{fe} ($10,1 \mu\text{g.L}^{-1}$), uma vez que estes pontos contêm macrófitas e perifiton, auxiliando na remoção deste composto, evidenciando a importância da área alagável para remoção de compostos prejudiciais ao corpo receptor (Figura 7).

Dentre os nutrientes, somente o fósforo total foi significativamente diferente ($p < 0,05$) entre os pontos amostrados, os outros não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Tabela 1).

A passagem da água por um canal tortuoso, com macrófitas e substrato para proliferação de perifiton é responsável pela diminuição da carga de fósforo e ortofosfato de P_6 para P_{fe} , recomendando-se o uso de tal instrumento para sistemas de produção deste porte. Neste trabalho, obteve-se redução de $70,3\%$ e $78,4\%$ (Tabela 3) nas concentrações médias de fósforo nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, com passagem da água pelo canal contendo macrófitas. Kiedrzyńska et al. (2008) estudando

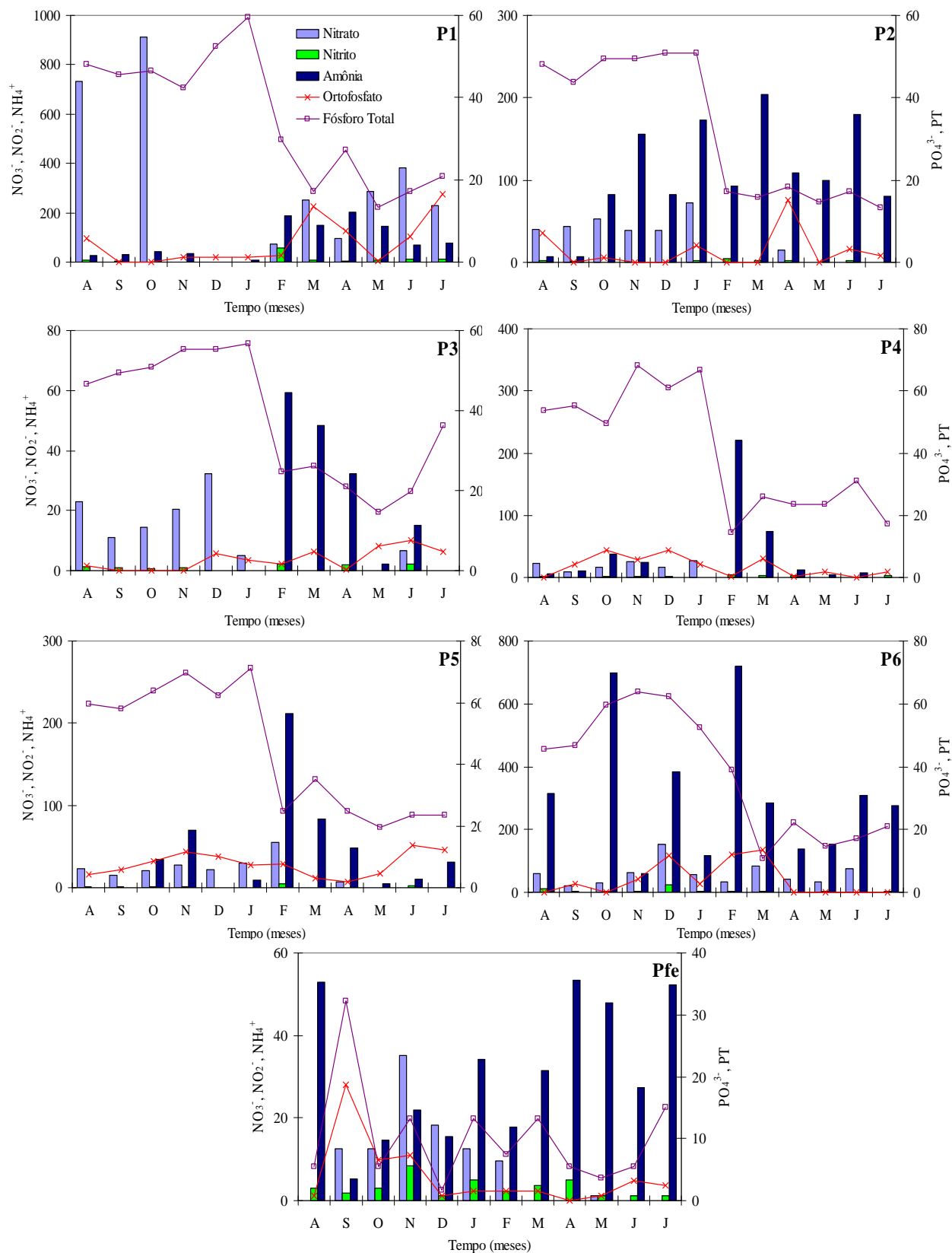


Figura 7. Variação sazonal dos nutrientes ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos pontos amostrados (P₁ - P_{6e}) ao longo do período experimental.

assimilação de fósforo da água por plantas de planície alagada, estabeleceu que esta propriedade aumenta com a expansão da área de alagamento, chegando a atingir 74% da biomassa da planta na primavera, sendo que a acumulação de fósforo depende principalmente da biologia e ecologia das espécies, bem como dos fatores edáficos.

Tabela 3. Eficiência de remoção do biofiltro (%) para as principais variáveis limnológicas, sendo P_6 início e P_{fe} final do efluente.

Variável	Seca			Chuva		
	P_6	P_{fe}	Remoção (%)	P_6	P_{fe}	Remoção (%)
Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1})	5,3	3,9	26,4	4,7	5,2	-
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	40,5	7,7	81,0	81,9	10,1	87,7
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3,3	3,1	6,1	8,1	3,1	61,7
Amônia ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	243,3	34,5	85,8	376,2	24,8	93,4
Fósforo Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	36,3	10,8	70,2	41,1	8,9	78,3
Ortofosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,9	4,9	-	10,0	1,4	86,0
Clorofila- <i>a</i> ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	9,6	1,8	81,3	18,7	4,5	75,9
Fósforo Sedimento ($\mu\text{gP.g}^{-1}$)	0,9	0,4	55,6	0,7	0,4	42,9
MO Sedimento (%)	8,9	11,5	-	10,8	6,5	39,8
DBO ₅ (mg.L^{-1})	1,9	2,4	-	3,9	3,5	10,3
STD (mg.L^{-1})	54,9	80,1	-	80,2	37,4	53,4
STS (mg.L^{-1})	41,9	8,0	80,9	56,2	5,2	90,7

Foi observada eficiência de remoção nos níveis de amônia presentes na água com passagem pelo biofiltro de 85,8 e 93,4% durante os períodos seco e chuvoso, respectivamente, sendo observado o mesmo para o nitrato (81,1 e 87,7%). Já o nitrito apresentou baixa remoção na seca (6,1%) e elevada no período chuvoso (61,7%) (Tabela 3).

Blankenberg et al. (2008), estudando “wetland” construído em pequena escala (40 m), verificaram eficiência de remoção de nitrogênio em cerca de 17%, com melhor remoção no “wetland” de macrófitas comparado ao constituído por minerais. Segundo o

mesmo autor, o uso de 3 ou mais tipos de macrófitas em um mesmo “wetland” pode melhorar o rendimento na remoção de nutrientes.

Altas concentrações de nitrato foram observadas em P₁ (Figura 7) em agosto (732,0 µg.L⁻¹) e outubro (913,6 µg.L⁻¹), não sendo observada nos meses subsequentes, reaparecendo novamente à partir de fevereiro até junho, variando de 74,1 a 381,0 µg.L⁻¹. A amônia apresentou padrão semelhante ao nitrato, com elevação das concentrações a partir de fevereiro, variando de 68,2 a 202,3 µg.L⁻¹, com tendência a decrescer a partir de junho. Já em agosto e setembro as concentrações foram baixas (26,7 e 28,9 µg.L⁻¹, respectivamente). No P₂ e P₆, ocorreu dominância de amônia, cujas concentrações variaram de 6,6 a 204,3 µg.L⁻¹ e 59,3 a 719,5 µg.L⁻¹, respectivamente (Figura 7) estando associada às condições do local, o primeiro (P₂) rico em dejetos e o segundo (P₆) receptor da carga total proveniente deste sistema. O início do efluente (P₆) apresentou elevadas concentrações de amônia, com maior pico em fevereiro, 719,5 µg.L⁻¹, porém, a área alagável promoveu grande diminuição ao final do efluente (P_{fe}), com médias de 34,5 no período seco e 24,8 no chuvoso, favorecendo melhora na qualidade da água (Figura 7).

O nitrito no P₁ só foi observado em agosto, a partir de fevereiro as concentrações foram extremamente baixas, variando de 5,3 a 58,7 µg.L⁻¹ (Figura 7), estando associado ao soterramento da nascente após forte chuva, criando ambiente adequado para o crescimento de algas devido à redução da corrente de água, influenciando também no processo de oxigenação.

A presença de animais domésticos no P₂ influenciou elevadas concentrações de STD e STS neste ponto, sendo o maior pico em fevereiro com 80,0 e 125,0 mg.L⁻¹, respectivamente, apresentando diferença significativa (p<0,01) entre os pontos para STS. As concentrações de sólidos totais solúveis na água de abastecimento (P₁) foram

relativamente baixas, variando de 1,0 a 40,0 mg.L⁻¹, já os sólidos totais dissolvidos estiveram elevados neste ponto, atingindo concentrações similares às das tanques de criação de peixes, variando de 20,0 a 98,0 mg.L⁻¹ (Figura 6). No final do efluente, a concentração de sólidos em suspensão esteve sempre abaixo do valor estabelecido pelo CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005) que é de 500 mg.L⁻¹, mais uma vez provando a eficácia do biofiltro na remoção do excesso de compostos. A presença de material em suspensão e a cor da massa líquida diminuem a transparência da água, reduzindo significativamente a energia luminosa disponível para a fotossíntese e prejudicando também o aspecto visual (NAIME & FAGUNDES, 2005). É importante para a economia do local que os frequentadores possam confiar na qualidade do produto fornecido, sendo diretamente associada à aparência da água. Desta forma, a criação de animais domésticos próximo a este tipo de sistema, como ocorre no P₂, é fator que contribui negativamente para a economia do pescador.

Os maiores níveis de clorofila-*a* foram encontrados no P₅ (14,0 a 60,0 µg.L⁻¹), que recebe água de outros tanques e os menores, na nascente (1,9 a 16,7 µg.L⁻¹), com exceção de abril a junho, onde ocorreu soterramento por conta das chuvas, dificultando o fluxo de água. A clorofila-*a* não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo do período experimental e entre os pontos amostrados. Os baixos valores encontrados na nascente estiveram associados ao fluxo constante de água, menores valores de pH (levemente ácido), baixa luminosidade (a nascente é cercada por árvores) e presença de macrófitas, desfavorecendo o crescimento de algas (Tabela 1; Figura 6).

O sedimento apresentou quantidades de matéria orgânica maior que o fósforo, indicando acúmulo de material em todos os pontos de coleta, em função do manejo usualmente empregado neste tipo de sistema, ou seja, altas densidades de biomassa que requerem grandes quantidades de alimento (ração). Como P₁ e P₂ estão localizados

dentro da área de criação de animais, recebem grandes aportes de material alóctone, contribuindo para o enriquecimento do sedimento. No período seco e início do chuvoso (novembro e dezembro) foi observado maior concentração de fósforo no sedimento, posteriormente decrescendo, atingindo menores concentrações entre junho e julho (período de seca) em função do manejo alimentar e diminuição da introdução de nutrientes no sistema (Figura 8). Tanto o fósforo quanto a matéria orgânica do sedimento não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os pontos amostrados e período experimental (Tabela 1).

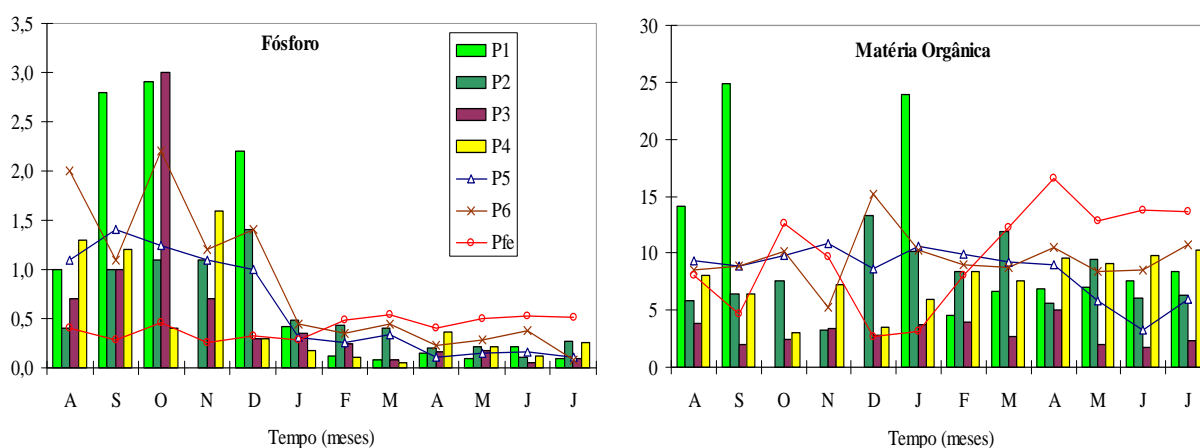


Figura 8. Variação da concentração do fósforo ($\mu\text{gP}\cdot\text{g}^{-1}$) e matéria orgânica no sedimento (%) durante o período experimental nos diferentes pontos amostrados (P_1 a P_{fe}).

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho permitem concluir que as flutuações das variáveis limnológicas estão intimamente relacionadas ao manejo empregado no sistema e regime hidrológico. Assim, no período chuvoso, a urbanização dos arredores do pesqueiro, bem como plantações e criações de animais domésticos, favorecem o aporte de resíduos para a água, propiciando enriquecimento e comprometimento de toda

a dinâmica do sistema, como: aumento da clorofila-*a*, acréscimo de sólidos em suspensão, redução do oxigênio dissolvido, entre outros. O sistema de fluxo contínuo de água favorece o acúmulo de nutrientes de um tanque para outro, podendo ser evitado através de tratamento da água antes do descarte no tanque subsequente.

A criação de animais domésticos próximos à água de abastecimento é prejudicial ao sistema, fato que poderia ser ainda mais grave se não houvesse a área alagável antes do primeiro tanque, que auxiliou na redução da carga de nutrientes.

A presença de outra área alagável no final do sistema (efluente) é importante, retendo nutrientes que seriam disponibilizados para o ambiente, melhorando consideravelmente a qualidade da água no final do sistema, visto que esta água posteriormente será utilizada para cultivo de palmito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp, pela bolsa concedida ao primeiro autor (processo nº 05/56870-7), CNPq (processo nº 131061/2007-0) e aos colegas do Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton (UNESP/CAUNESP), pelo auxílio nas análises laboratoriais e coletas de campo.

BIBLIOGRAFIA

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

AZEVEDO, T. M.; MARTINS, M. L.; YAMASHITA, M. M.; FRANCISCO, C. J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em

piscicultura consorciada com suínos e em pesque pague no vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.

BLANKENBERG, A. B.; HAARSTAD, K.; SOVIK, A. Nitrogen retention in constructed wetland filters treating diffuse agriculture pollution. **Desalination**, v. 226, p. 114-120, 2008.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. **Reviews in Fisheries Science**, v. 9, p. 43-67, 2001.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Pond aquaculture water quality management. Boston: **Kluwer Academic Publishers**, 1992. 700 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357**, Diário da União de 17 de março de 2005.

CABIANCA, M. A. A. **Estudo da comunidade zooplanctônica de lagos de pesca da região metropolitana de São Paulo: Aspectos ecológicos e sanitários**. 2005. 117 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Curso de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública.

ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. G.; ESPÍNDOLA, E. A.; BRIGANTE, J.; NOGUEIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. M.; MILANI, T. J. Avaliação da qualidade da água e sedimento dos pesque-pague: análises físicas, químicas, biológicas e bioensaios de toxicidade. In: ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. G. (Ed.) **Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Paulo: Rima, 1 ed., 2006, p. 101-144.

EMBRAPA. Avaliação de impacto ambiental de atividades em estabelecimentos familiares do Novo Rural. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 17, p. 24-33, 2003.

FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Pesque-pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas? **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical statistics for field Biology**. New York: John Wiley & Sons, 2. ed., 1998, 259 p.

GOLTERMAN, H. L. Chemistry. In: WHITTON, B. A. (Ed). **River ecology**. London: Blackwell, 1975, p. 39-80.

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

KIEDRZYNSKA, E.; WAGNER, I.; ZALEWSKI, M. Quantification of phosphorus retention efficiency by floodplain vegetation and a management strategy for a eutrophic reservoir restoration. **Ecological Engineering**, v. 33, n. 1, p. 15-25, 2008.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros sequenciais de criação de peixes. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 27, n. 3, p. 405-411, 2005.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, F. J. **Water analyses: some revised methods for limnologists**. Ambleside: Freshwater Biological Association Scientific Publication, v. 36, 1978, 117 p.

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

MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil):

avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. Controle da qualidade da água do arroio Portão (Portão-RS). **Pesquisas em Geociências**, v. 32, n. 1, p. 27-35, 2005.

NUSH, E. A. Comparison of different method for cholophyll and pheopigments determination. **Archive Hydrobiology**, v. 14, p. 14-36, 1980.

SANCHES, E. G.; GRAÇA-LOPES, R. Avanço da dinâmica de movimentação de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva tipo “pesque e solte”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 1, p. 38-46, 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GUARIGLIA, C. T. S.; BRAGA, F. M. S. Effects of rainfall on water quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 4, p. 643-649, 2007.

VOLPE, C. A. Análise da precipitação mensal em Jaboticabal (SP). **Ciência. Agrônômica**, v. 4, n. 2, p. 3-5, 1989.



CAPÍTULO 2

VARIAÇÃO EM ESCALA TEMPORAL E ESPACIAL DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA EM SISTEMA DE PESQUE-PAGUE *

* Artigo a ser enviado para a revista Hydrobiologia.



**VARIAÇÃO EM ESCALA TEMPORAL E ESPACIAL DA COMUNIDADE
PLANCTÔNICA EM SISTEMA DE PESQUE-PAGUE**

**Variation in temporal and spacial scale of plankton community in a fee-fishing
system**

Millan¹, R. N.; Braga², F. M. de S. & Sipaúba-Tavares³, L. H.

¹ CAUNESP/PG em Aquicultura; Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton,
Centro de Aquicultura, UNESP, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. e-mail:
rodrigomillan@yahoo.com.br

² Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, 13506-900, Rio Claro-
SP, Brazil. e-mail: fmsbraga@ms.rc.unesp.br

³ Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton, Centro de Aquicultura, UNESP,
14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. e-mail: sipauba@caunesp.com.br

RESUMO

O estudo foi realizado durante os períodos de seca e chuva (ago/2005 a jul/2006), avaliando as variações da comunidade planctônica em sete pontos de coleta num pesque-pague localizado em Jaboticabal (São Paulo, Brasil). Em ambos os períodos Chlorophyceae foi a classe fitoplanctônica mais representativa, principalmente nos tanques, com maior riqueza de espécies no período seco. Entre os organismos zooplanctônicos, Rotifera foi o principal grupo representante, em ambos os períodos, seguido por Copepoda e Cladocera, estes últimos com maior densidade no período seco. Dentre os Copepoda, a classe Cyclopoida foi numericamente maior no período seco e os Calanoida mantiveram-se constantes ao longo dos dois períodos. O maior número de espécies presentes no período seco esteve associado ao longo tempo de residência da água nos pontos amostrados. O canal contendo macrófitas e rochas no final do pesque-pague promoveu estabilidade ao meio, tornando a abundância relativa das espécies mais uniforme, com baixa representatividade de Cyanobacteria. Tanto o manejo quanto os períodos climáticos (seca e chuva) influenciaram na dinâmica da comunidade planctônica.

Palavras-chave: Pesque-pague. Fitoplâncton. Zooplâncton. Limnologia

ABSTRACT

Current analysis was undertaken during the dry and rainy periods, from August 2005 to July 2006, and evaluated variations in the plankton community at seven collection sites in a fee-fishing system at Jaboticabal SP Brazil. Chlorophyceae was the most representative phytoplanktonic class during the above mentioned periods, especially in the ponds, featuring greater richness of species during the dry period. Rotifera was the main representative group among zooplankton organisms, followed by Copepoda and Cladocera. The latter had a higher density during the dry period. Whereas the Cyclopoida class was numerically higher among the Copepoda, Calanoida showed constant numbers throughout the two periods. Highest number of species in the dry period was associated with the high water residence at the sampled sites. The canal with macrophytes and stones at the end of the fee-fishing system favored the stability of the environment. In fact, the relative abundance of species became uniform and featured low Cyanobacteria count. Management and climatic periods (dry and wet) had influenced in the dynamics of plankton community.

Key-words: Fee-fishing ponds. Phytoplankton. Zooplankton. Limnology

INTRODUÇÃO

A maioria dos organismos sofre grande variação em abundância e dominância em diferentes escalas de tempo e espaço (PINTO-COELHO et al., 2003), não sendo diferente para os principais componentes do plâncton: fitoplâncton e zooplâncton.

O fitoplâncton é o primeiro elo com o ambiente abiótico, sendo a principal porta de entrada da matéria e energia na cadeia trófica, através da produção primária, constituindo-se em componente ecológico de potencial importância na caracterização e mesmo na definição da fisiologia ambiental dos sistemas aquáticos. Dado o curto tempo de geração de seus componentes, funciona como refinado sensor das mudanças ambientais, sendo eficiente ferramenta na avaliação de alterações antrópicas ou naturais destes ambientes (MARGALEF, 1983).

A comunidade zooplanctônica das águas continentais desempenha importante papel na cadeia alimentar, transferindo massa e energia de produtores primários (fitoplâncton) para níveis tróficos superiores (ODUM & BARRETT, 2007). Segundo Iannacone & Alvarino (2007) os principais componentes da comunidade zooplanctônica são Protozoa, Rotifera e Crustacea, particularmente Copepoda e Cladocera. Em regiões tropicais Rotifera são dominantes independente do nível de eutrofização, sugerindo que alguns fatores, como interação entre os organismos zooplanctônicos (competição e predação), determinam esta condição (SAMPAIO et al., 2002).

O manejo empregado nos sistemas aquícolas pode interferir diretamente na constituição e variação da comunidade planctônica. A disposição seqüencial dos tanques e fluxo contínuo de água constitui fator promotor de aumento de nutrientes ao longo do sistema, possibilitando condições adequadas para o crescimento de organismos planctônicos (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2007). O arraçamento dos tanques pode ser outro fator que propicia aumento de nutrientes na água, quando feito de maneira

inadequada, sendo mais qualitativo quando realizado várias vezes ao dia em pouca quantidade, aumentando a taxa de conversão alimentar e diminuindo o nível de nutrientes que poderiam ser disponibilizados à coluna d'água (MEER et al., 1997).

Além disso, temos a interação entre os fatores climatológicos (luz e temperatura) e hidrológicos bem como, as influências diretas e indiretas sobre outras variáveis, afeta a distribuição da comunidade planctônica no eixo vertical e horizontal (DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2003), como também, a disponibilidade de nutrientes, predação e competição, sendo os mais importantes agentes que definem a estrutura da comunidade planctônica de água doce (KUCZYNSKA-KIPPEN, 2007).

Deste modo, o estudo da comunidade planctônica em sistemas artificiais pode fornecer subsídios indicativos do grau de trofia desses sistemas, da qualidade do alimento natural disponível aos peixes e das condições de qualidade da água dos tanques (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2005). No presente trabalho determinou-se a dinâmica da comunidade planctônica em um pesque-pague, com foco nas variações sazonais e espaciais, bem como o efeito do manejo sobre a biota em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A pesquisa foi conduzida no pesque-pague do orfanato Lar do Caminho (Jaboticabal-SP, Brasil), aproximadamente 21°15'S e 48°18'O, com altitude média de 595 m.

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 1.552 mm (VOLPE, 1989).

O estudo foi dividido em período seco (agosto a novembro/2005 e abril a julho/2006) e chuvoso (dezembro/2005 a março/2006), utilizando-se como base dados pluviométricos da Estação Agroclimatológica da UNESP/Jaboticabal.

Foram amostrados sete pontos de coleta (Figura 9), sendo dois na água de abastecimento (P_1 = nascente; P_2 = área alagável), três nos tanques (P_3 , P_4 e P_5) e dois no efluente, sendo um 30 m após a saída do último tanque (P_6) e outro no final do efluente (P_{fe}) aproximadamente 350 m após P_6 . Posteriormente, a água é escoada via tubulação até outra propriedade rural, sendo aproveitada na irrigação de plantação de palmeiras.

A nascente é protegida por uma caixa de cimento e por cobertura vegetal, desaguando em uma área alagável por meio de tubulação sub-aquática. Ao lado da área alagável ocorre a criação de animais domésticos (vacas, cavalos, galinhas e patos), comprometendo o recurso hídrico empregado no pesque-pague.

O tanque 1 (P_3) apresenta área de 1.660 m^2 , volume de aproximadamente 2.490 m^3 sendo abastecido com água que sai diretamente da área alagável por tubulação. O tanque 2 (P_4) apresenta área de 1.501 m^2 , volume de 2.251 m^3 , sendo o menor dos três tanques estudados, recebendo água diretamente do tanque anterior via tubulação, não sofrendo nenhum tipo de tratamento. O tanque 3 (P_5) é o maior, com área de 1.850 m^2 , volume de 2.780 m^3 , sendo abastecido pelo tanque 2, por tubulação e sem tratamento. Todos os tanques apresentam fundo natural e profundidade média de 1,5 m, além disso, são utilizados para a pesca esportiva, com renda revertida ao orfanato. As espécies de peixes cultivadas são pacu (*Piaractus mesopotamicus*) nos tanques 1 e 2 (P_3 e P_4) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) no tanque 3 (P_5), na densidade de 1 kg.m^{-2} . A alimentação da ictiofauna se dá por meio de ração, administrada duas vezes ao dia, na

quantidade de 5 kg por vez, em cada tanque, ocorrendo todos os dias no mesmo local (Figura 9).



Figura 9. Esquema do pesque-pague do orfanato Lar do Caminho, onde: P₁-P_{fe} = pontos de coleta. Todas as medidas estão em metros (m).

Amostras de plâncton

As coletas de plâncton foram realizadas mensalmente, de agosto/2005 a julho/2006, com garrafa de Van Dorn. Para coleta de fitoplâncton 5 litros de água foram filtrados em rede com abertura de malha de 25 μ m e, posteriormente, armazenados em frascos escuros de polietileno e fixados com lugol acético. Para o zooplâncton 10 litros de água foram filtrados em rede com abertura de malha de 58 μ m, armazenados em frascos transparentes de polietileno e fixados com formalina (4%).

Posteriormente, procedeu-se a análise qualitativa e quantitativa dos organismos planctônicos, através de microscópio Leica, modelo Leitz DMRB, aumento de 400 vezes, tomando por base a morfologia (BOURRELY, 1966, 1968, 1970; BICUDO & MENEZES, 2006; KOSTE, 1978; ELMOOR-LOUREIRO, 1997). As espécies fitoplanctônicas foram classificadas de acordo com Bicudo & Menezes (2006).

Para análise da densidade numérica de Cladocera e Copepoda utilizou-se placa reticulada de acrílico, contando-se toda a amostra. Para Rotifera e fitoplâncton utilizou-

se câmara de Sedgewick-Rafter, obtendo-se a porcentagem de abundância. Cerca de 400 indivíduos da espécie mais abundante foram contados para obter a precisão de mais ou menos 10%, com intervalo de confiança de 95% (BICUDO & BICUDO, 2004).

Foi estimada a frequência de ocorrência dos diferentes taxa, considerando: constante (50% ou mais), comum (entre 10% e 50%) ou raro (abaixo de 10%) (SAMPAIO et al., 2002).

Análise estatística

Para análise da diversidade do fitoplâncton e zooplâncton entre os períodos e pontos foi aplicado o índice de diversidade de Shannon-Wiener e riqueza, que corresponde ao número total de espécies (ODUM & BARRETT, 2007), com posterior análise de variância (ANOVA) two-way para observações simples (FOWLER et al., 1998).

Os critérios propostos por Lobo & Leighton (1986) foram adotados para análise da dominância e abundância das espécies. As espécies foram consideradas abundantes quando o número de indivíduos foi mais alto que a densidade média de todas as espécies e, dominantes, quando a densidade foi mais alta que 50% do número total de indivíduos presentes.

RESULTADOS

Foram identificadas 52 espécies fitoplanctônicas sendo: 8 espécies de Cyanobacteria, 16 de Chlorophyceae, 1 de Oedogoniophyceae, 9 de Zygnematophyceae, 1 de Dynophyceae, 2 de Euglenophyceae, 14 de Bacillariophyceae e 1 de Chrysophyceae. Para o zooplâncton foram encontradas 47 espécies sendo: 40 Rotifera, 5 Cladocera e 2 Copepoda (Tabelas 4 e 5).

Tabela 5. Continuação

<i>Cephalodella misgurnus</i> (Wulfert, 1937)	+ + c	+ + c	+ + c	+ - r	+ + r	- - r	- - r
<i>Colurella dicentra</i> (Hauer, 1924)	+ + c	+ + c	+ - r	- - r	+ - r	- - r	- - r
<i>Colurella hindenburgi</i> (Steinecke, 1917)	- + r	- - r	- - r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886)	+ + r	+ - r	- + r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Colurella uncinata</i> (Müller, 1773)	+ + r	- + r	- - r	+ - r	- - r	- - r	- - r
<i>Epiphanes brachiurus</i>	+ + r	+ + r	- + r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Euchlanis arenosa</i> (Myers, 1936)	+ - r	+ + r	- - r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)	- - r	- - r	- - r	+ - r	+ + r	- + r	- - r
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	- - r	- - r	+ - r	+ - r	+ - r	- - r	- - r
<i>Lecane</i> sp2	- - r	+ + r	- + r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	+ - r	+ + r	+ - r	+ - r	- - r	- - r	- - r
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+ + c	+ + r	- + r	+ - r	+ + r	+ - r	- - r
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	- - r	+ - r	- - r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Lecane scutata</i> (Harring e Myers, 1926)	- - r	+ - r	+ + r	+ - r	+ + r	+ - r	- - r
<i>Lecane submagna</i> (De Ridder, 1991)	+ - r	+ - r	- - r	- - r	- + r	- - r	- - r
<i>Lecane unguitata</i> (Wiszniewski, 1954)	- - r	+ - r	+ - r	+ - r	- - r	- - r	- - r
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	+ - r	- - r	- - r	- - r	- - r	+ - r	+ + r
<i>Monommata arndti</i> (Remane, 1933)	- - r	+ - r	- - r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Platyias leloupi</i> (Gillard, 1957)	+ + r	- - r	- - r	- - r	+ - r	- - r	- - r
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	- + r	- - r	+ + c	+ + c	+ + c	+ + c	- + r
<i>Proales</i> sp2	+ - r	- - r	- - r	- - r	+ - r	- - r	- - r
<i>Proales</i> sp3	- - r	+ - r	+ - r	- - r	- - r	- - r	- - r
<i>Proales doliaris</i> (Rousselet, 1895)	+ + c	+ + c	+ + c	+ + r	+ - r	+ + r	+ - r
<i>Proales globulifera</i> (Hauer, 1921)	- + r	- + r	- - r	- + r	- + r	- + r	- - r
<i>Proalinopsis caudatus</i> (Collins, 1872)	+ + c	+ + c	+ + c	+ + r	+ + r	+ + r	- - r
<i>Trichocerca</i> sp2	- - r	+ - r	- - r	+ - r	- - r	+ - r	- - r
<i>Trichocerca cavia</i> (Gosse, 1886)	- + r	- + r	+ - r	+ + r	+ + r	+ - r	- - r
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	+ - r	- - r	+ + c	+ + c	+ + c	+ - r	- - r
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	+ - r	+ - r	+ - r	- - r	+ - r	- - r	- - r

Em geral, as espécies planctônicas foram constantes em locais com menor fluxo de água (P₁ a P₅) sendo *Nitzschia amphibia* a única constante em todos os pontos amostrados e, as duas espécies de Euglenophyceae, só não foram constantes no P₁ (*Euglena* sp1) e P_{fe} (*Euglena* sp1 e *Phacus* sp1). Dos grupos que apresentaram maior diversidade de espécies Bacillariophyceae foi a que apresentou maior número de espécies constantes. Apesar dos Rotifera possuir grande diversidade e contribuir com mais de 85% das espécies zooplancônicas, não apresentou espécies constantes, evidenciando o oportunismo dos organismos deste grupo (Tabela 5).

Dentre os organismos zooplancônicos somente Rotifera apresentou espécies dominantes nos pontos estudados, representados por: *Lepadella ovalis* (P_{fe}), *Polyarthra dolichoptera* (P₄, P₅ e P₆) e *Proalinopsis caudatus* (P₂). Na comunidade fitoplanctônica Chlorophyceae e Zygnematophyceae foram dominantes, representadas por: *Dictyosphaerium pulchellum* (P₅) e *Spirogyra majuscula* (P₂) nos períodos de chuva e seca, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Classificação das espécies planctônicas quanto à abundância nos pontos (P₁ a P_{fe}) e períodos (S = seca e C = chuva) onde: A = abundante, número de organismos contados > média total dos organismos; D = dominante, número de organismos contados > 50% do número total de indivíduos.

Taxa	P1		P2		P3		P4		P5		P6		Pfe	
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C
Fitoplâncton														
<i>Limnothrix</i> sp1	A	A	A	A							A			
<i>Microcystis</i> sp1					A		A					A		
<i>Oscillatoria limosa</i>				A										
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					A	A		A						
<i>Coelastrum reticulatum</i>					A		A	A	A			A		
<i>Coelastrum</i> sp1					A		A							
<i>Crucigenia quadrata</i>					A		A		A					
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					A	A	A	A	A	D		A	A	
<i>Kirchneriella lunaris</i>					A	A	A	A	A		A	A		
<i>Scenedesmus bijugus</i>					A		A							
<i>Scenedesmus curvatus</i>											A			
<i>Oedogonium</i> sp1		A		A	A		A					A	A	A
<i>Closterium ehrenbergii</i>				A										
<i>Closterium</i> sp1													A	A
<i>Microspora</i> sp1	A	A	A	A	A				A					
<i>Spirogyra majuscula</i>	A		D		A		A		A		A			
<i>Sphaerodinium</i> sp1								A	A	A	A	A		
<i>Gomphonema clevei</i>		A												
<i>Melosira</i> sp1	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A		A
<i>Navicula</i> sp1	A		A	A									A	
<i>Navicula</i> sp2				A										
<i>Nitzschia amphibia</i>	A	A		A									A	
<i>Pinnularia</i> sp3				A										
<i>Surirella tenera</i>		A											A	
<i>Dinobryon elegantissimum</i>							A		A					
Zooplâncton														
<i>Ascomorpha ecaudis</i>					A	A	A	A		A				A
<i>Asplanchna</i> sp1	A						A		A					
<i>Asplanchna</i> sp3		A												
<i>Brachionus angularis</i>		A					A		A		A			

Tabela 6. Continuação

<i>Brachionus caudatus</i>						A		
<i>Cephalodella misgurnus</i>		A	A					
<i>Epiphanes brachiurus</i>	A							
<i>Hexarthra intermedia</i>					A			
<i>Lecane lunaris</i>	A	A						
<i>Lecane scutata</i>					A			
<i>Lepadella ovalis</i>								D A
<i>Polyarthra dolichoptera</i>				A	A	D	D	A D
<i>Proales doliaris</i>	A	A	A	A	A			A
<i>Proalinopsis caudatus</i>	A	A	D	A	A			A
<i>Trichocerca longiseta</i>				A		A		
<i>Nauplius Cyclopoida</i>					A	A		A

O número de espécies fitoplanctônicas no período seco variou de 23 no P_{fe} a 45 no P₄, já no chuvoso esta variação foi de 8 no P_{fe} a 42 no P₃, com tendência de aumento da riqueza em P₃ e diminuição a partir deste ponto, atingindo valores mínimos no P_{fe}, tanto no período seco quanto chuvoso (Figura 10A). Na comunidade zooplanctônica a quantidade de espécies no período seco variou de 4 no P_{fe} a 30 no P₂, já no chuvoso esta variação foi de 7 no P_{fe} a 21 no P₁ e P₅. Em ambos os períodos houve diminuição da riqueza específica do P₂ para P_{fe}, com grande redução do número de espécies do P₆ para o último ponto (P_{fe}), principalmente no período seco (Figura 10B). Em ambas as

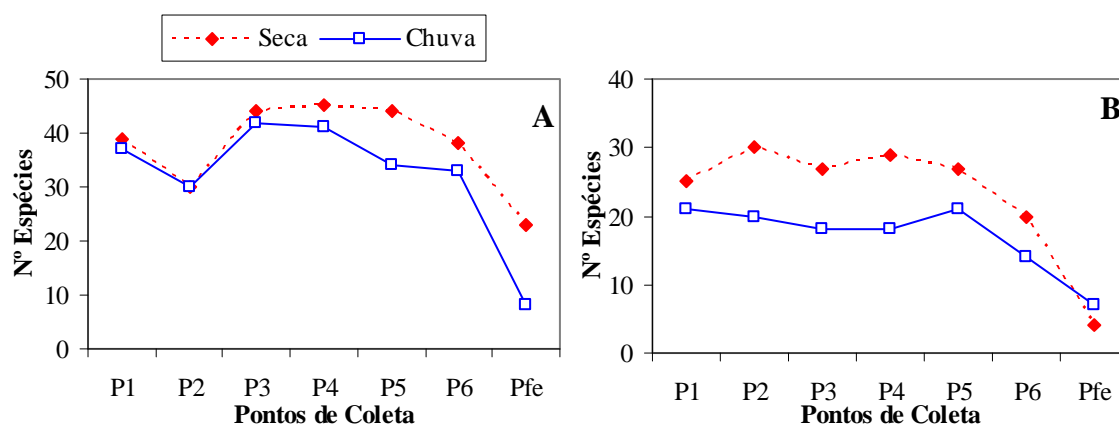


Figura 10. Riqueza de espécies fitoplanctônicas (A) e zooplanctônicas (B) nos períodos de seca e chuva nos diferentes pontos amostrados (P₁ – P_{fe}).

comunidades os maiores índices de riqueza foram observados no período seco, ocorrendo diferença significativa entre os períodos ($p < 0,05$) e pontos ($p < 0,01$).

Os valores obtidos para o índice de Shannon-Wiener na comunidade fitoplanctônica durante o período seco variaram de 0,699 no P₂ a 0,999 bits.ind⁻¹ no P_{fe}, e no chuvoso de 0,723 no P₅ a 1,157 bits.ind⁻¹ no P₂, com aumento de um ponto para outro no período seco e diminuição no chuvoso, com exceção do P₆ (Figura 11A). Já para o zooplâncton a variação durante o período seco foi de 0,415 (P_{fe}) a 1,067 bits.ind⁻¹ (P₁) e 0,536 (P₄) a 1,073 bits.ind⁻¹ (P₁) para o chuvoso, com diminuição de P₁ a P₄ e ligeiro aumento em P₅, voltando a diminuir de P₆ a P_{fe}. Durante a estação seca, o índice de Shannon-Wiener aumentou de P₂ até P₄, diminuindo drasticamente de P₆ a P_{fe} (Figura 11B). Não foi encontrada diferença significativa para este índice tanto entre os períodos quanto pontos ($p > 0,05$).

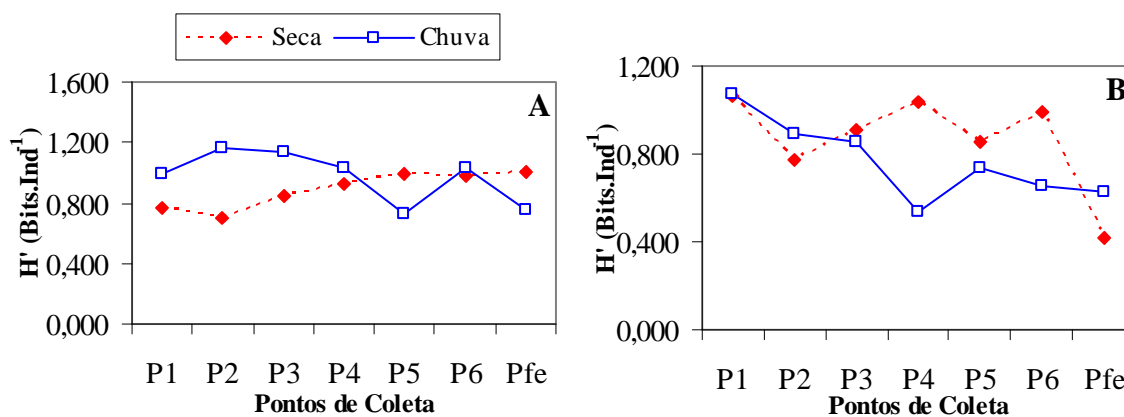


Figura 11. Variação do índice de Shannon-Wiener para a comunidade fitoplanctônica (A) e zooplantônica (B) nos períodos de seca e chuva.

A abundância relativa das espécies fitoplanctônicas foi amplamente variável, sendo, no período seco, representada por 6 a 44% de Bacillariophyceae, 0,5 a 74% de Chlorophyceae, 0,8 a 8% de Cyanobacteria, 0,04 a 23% de Oedogoniophyceae, 9,3 a

75% de Zygnematophyceae. Nos tanques (P₃ a P₅) a classe Chlorophyceae foi a mais abundante, já em P₁ (nascente) e P₂ (área alagável), prevaleceu a classe Zygnematophyceae. Após a passagem da água pelo canal contendo macrófitas houve homogeneidade das classes, com porcentagens similares para Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Oedogoniophyceae (P_{fe}). No período chuvoso a variação da abundância relativa foi de 1,4 a 51 % para Bacillariophyceae, de 0 a 71% para Chlorophyceae, de 1,5 a 24% para Cyanobacteria, 1,8 a 31% para Oedogoniophyceae e 0,2 a 26,8% para Zygnematophyceae. Nos tanques aumentou consideravelmente a contribuição da classe Chlorophyceae, sendo ainda mais abundante no período chuvoso que no período seco, já na nascente e P₂ prevaleceram as Bacillariophyceae, com distribuição mais ou menos igualitária entre as outras classes. No último tanque (P₅) observamos aumento da abundância relativa de Dinophyceae tanto no período seco (14%) como no período chuvoso (28%), bem como diminuição de Zygnematophyceae e Cyanobacteria. Na saída do sistema ocorreu uniformidade entre as classes, com exceção de Chlorophyceae que foi ausente (Figura 12A).

Em relação aos taxa zooplanctônicos, Rotifera foi o mais abundante, tanto no período seco quanto no chuvoso, com 89,3% e 92,5%, respectivamente. Neste último período, P₁ e P_{fe} apresentaram ligeiro aumento na abundância relativa de Cladocera. Entre os Copepoda, a classe Cyclopoida foi mais abundante, sendo que Calanoida esteve presente durante o período seco de P₂ a P₆ e, no chuvoso, só não foi encontrado no P₂ (Figura 12B).

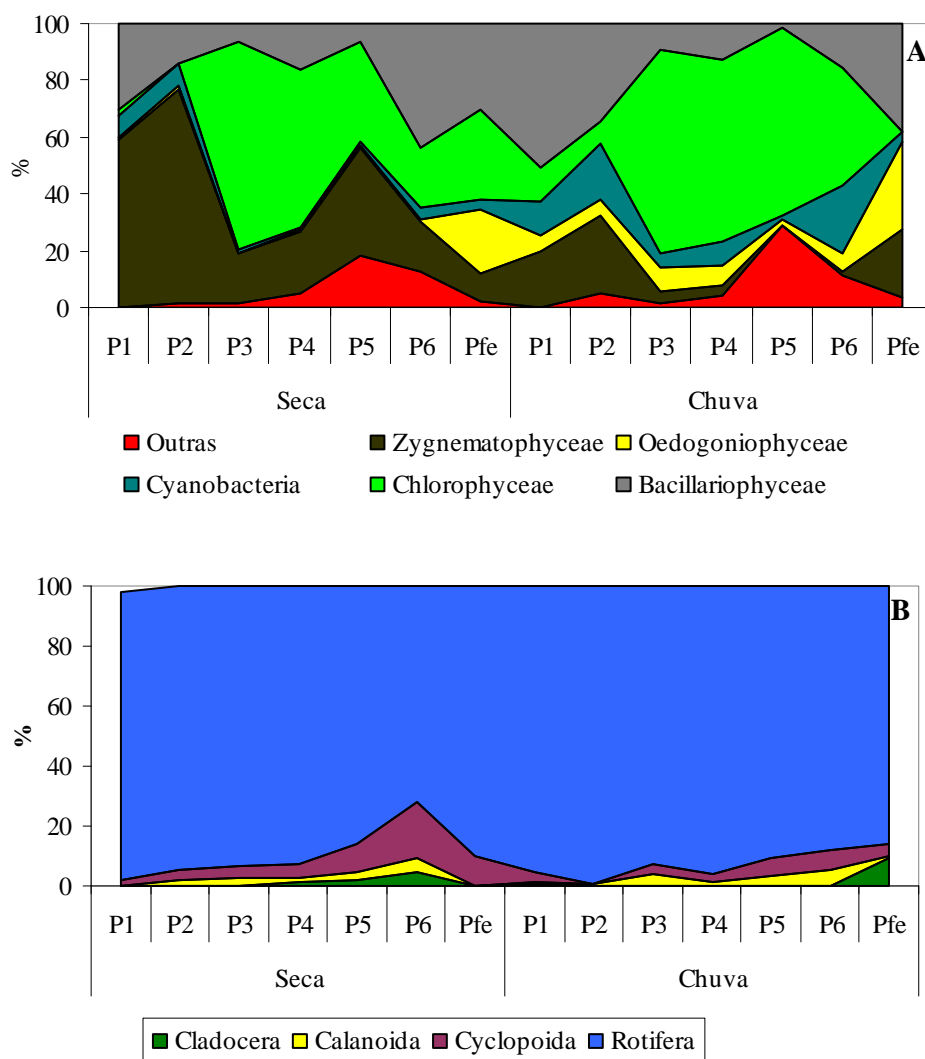


Figura 12. Abundância relativa dos taxa fitoplanctônicos (A) e zooplanctônicos (B) encontrados, onde: outras = Dinophyceae + Euglenophyceae + Chrysophyceae.

DISCUSSÃO

Sendo atividade relativamente nova, poucos são os estudos relacionados à dinâmica da comunidade planctônica em pesque-pagues, localizados na grande maioria em propriedades rurais, tendo ao seu redor plantações e criações de animais domésticos, gerando resíduos que interferem na dinâmica populacional da comunidade planctônica. Sendo assim, o grau de eutrofização e o manejo empregado no sistema são importantes fatores a serem levados em conta para a avaliação da variabilidade do plâncton.

A tendência de maior riqueza de espécies fitoplanctônicas encontrada neste estudo no período seco, em todos os pontos amostrados, tem relação direta com elevado tempo de residência da água, criando ambiente adequado para o crescimento e proliferação do plâncton. A criação de animais domésticos (vacas, cavalos, galinhas e patos) próximo ao P₂ pode propiciar aumento no teor de nutrientes favorecendo o aparecimento de Cyanobacteria e Cyclopoida, porém, a presença de patos (potencial consumidor destes organismos) neste local, reduziu o número destes organismos quando comparado ao P₆. Além disso, a movimentação destas aves em ecossistemas muito rasos remove o sedimento, diminuindo a penetração de luz no corpo de água e, conseqüentemente, afetando o número de indivíduos do fitoplâncton e zooplâncton, favorecendo espécies que necessitam de pouca luz para seu desenvolvimento, como Zygnematophyceae e Bacillariophyceae. Com isso, foi observada maior riqueza fitoplanctônica em P₃ nos dois períodos estudados, uma vez que é abastecido com água do P₂, provavelmente enriquecida com nutrientes, somada ao incremento da ração utilizada na alimentação dos peixes. Esta possível carga de nutrientes não é tão impactante porque antes de desaguar em P₃, passa por uma área alagável, que absorve parte dos nutrientes da água, ajudando no equilíbrio do ecossistema.

Foi observado neste estudo que os valores para o índice de diversidade de Shannon-Wiener do zooplâncton tenderam a diminuir de P₂ para P_{fe} no período chuvoso, em decorrência do elevado fluxo de água, mesmo padrão de comportamento apresentado para o fitoplâncton, com exceção de P₆, que recebe toda descarga de nutrientes do sistema. A baixa vazão durante o período seco aumenta o tempo de residência da água, favorecendo aumento gradual do índice de diversidade ao longo dos pontos, principalmente para o fitoplâncton e Rotifera, que possuem organismos com

rápido ciclo de vida e também o estabelecimento de organismos maiores, como Cladocera e Copepoda, diminuindo o arrasto pela corrente de água.

O aumento gradativo da diversidade (índice de Shannon-Wiener) da comunidade fitoplanctônica de P₁ a P₆, durante o período seco, está associado ao aumento gradual do número de indivíduos de Cladocera, Copepoda-Calanoida e Copepoda-Cyclopoida, no mesmo período e pontos, organismos que podem consumir algas e rotíferos, provocando desequilíbrio nas comunidades. Henry et al. (2006), estudando o fitoplâncton em três lagoas marginais durante período seco, verificou que o aumento da perturbação ambiental promove maior diversidade de organismos.

Dentre os fitoplanctontes *Limnothrix* sp foi constante ao longo do período chuvoso, sendo fator preocupante devido a capacidade de algumas cepas produzirem cianotoxinas (CARVALHO et al., 2007). A constância desta espécie pode ser atribuída ao aumento dos sólidos em suspensão na água pelo carreamento de partículas, diminuindo a penetração de luz na coluna d'água sendo condições ótimas para o aparecimento desta espécie de Cyanobacteria (NIXDORF et al., 2003). A dominância de *Spirogyra majuscula* no P₂ durante o período de seca pode ser atribuída à diminuição do carbono orgânico e inorgânico dissolvido em virtude da assimilação destes compostos para o crescimento da alga bem como pelo possível enriquecimento com nutrientes ocasionado pelos dejetos dos animais que são criados nas imediações deste ponto (NOZAKI et al., 2003). Já a dominância de *Dictyosphaerium pulchellum* no P₅ durante o período chuvoso se deve a maior disponibilidade de matéria orgânica dissolvida associada às concentrações elevadas de fósforo (ARVOLA & TULONEN, 1998).

Muitos trabalhos demonstraram a importância da classe Chlorophyceae na comunidade fitoplanctônica de águas doces tropicais (MATSUZAKI et al., 2004;

TANIGUSHI et al., 2005), sendo o principal grupo representativo devido às características morfológicas, como tamanho diminuto e elevada razão superfície.volume⁻¹ (VERCELINO & BICUDO, 2006). Além disso, este grupo possui vantagem competitiva sobre os outros devido à elevada taxa reprodutiva, contudo, são altamente selecionados pelos organismos zooplantônicos herbívoros (KARJALAINEM et al., 1998).

Chlorophyceae foi a classe fitoplanctônica que mais se destacou nos tanques, onde ocorre arraçoamento e, conseqüentemente, disponibilizando nutrientes provenientes da decomposição da ração. O sistema de fluxo contínuo favoreceu o acúmulo destes nutrientes no último tanque (P₅), principalmente no período chuvoso.

Bacillariophyceae não sofreu interferência do regime hidrológico (seca e chuva), sendo o manejo responsável pela variação ao longo dos pontos, principalmente nos tanques (P₃, P₄ e P₅). A distribuição homogênea entre as classes fitoplanctônicas encontradas em P_{fe} deve-se ao fato da água passar por um canal de aproximadamente 400 m contendo macrófitas e rochas, aumentando o grau de perturbação do habitat e remoção de nutrientes (fatores de estresse), impedindo o estabelecimento de espécies dominantes.

O grupo Rotifera foi o que apresentou maior riqueza e abundância durante o período estudado. Em tanques de piscicultura disposição seqüencial e fluxo contínuo de água são características favoráveis a dinâmica destes organismos (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2005), visto que são considerados estrategistas-*r*, oportunistas, com tamanho diminuto, ciclo de vida curto e ampla tolerância às intempéries ambientais (NEVES et al., 2003).

Já foi observada relação positiva entre Bacillariophyceae (rápido crescimento com grande assimilação de fósforo) e Cladocera (animais ricos em fósforo), mostrando

diminuição na pressão de herbivoria exercida por este grupo em outros componentes da comunidade fitoplanctônica (ZHAO et al., 2008). O mesmo foi observado neste monitoramento: quando a oferta por alimento foi alta, ou seja, grande quantidade de Bacillariophyceae (P_6 no período seco e P_1 e P_{fe} no chuvoso), houve aumento na representatividade de Cladocera.

Relação inversa entre Cladocera e Chlorophyceae foi observada, principalmente no período seco, o mesmo encontrado por Sipaúba-Tavares et al. (2006) em tanques fertilizados com esterco de frango.

Vieira et al. (2005) estudando a comunidade zooplanctônica de um pequeno lago tropical, encontrou índices de diversidade de espécies maiores no período chuvoso, porém, isso não foi confirmado nesta pesquisa, onde os maiores índices foram encontrados no período seco, devido ao maior tempo de residência, com diminuição deste índice do P_6 para P_{fe} , pelo fato da água fluir por um canal contendo macrófitas e rochas, onde o fluxo de corrente é maior. No período chuvoso ocorre o inverso, uma vez que a água flui com maior vazão em todos os pontos. Os menores índices de diversidade no período chuvoso estiveram associados à dominância da espécie *Polyarthra dolichoptera* em P_4 , P_5 e P_6 , sendo favorecida pelo acúmulo de nutrientes, uma vez que esta espécie de Rotifera pode usar como alimento bactérias e detritos em suspensão (Pereira et al., 2002). As espécies *Proalinopsis caudatus* e *Lepadella ovalis* estiveram relacionadas com a diminuição do índice de diversidade no período seco em P_2 e P_{fe} , respectivamente, sendo dominantes nestas situações.

A constante presença de formas juvenis de Copepoda é importante para a comunidade zooplanctônica, tanto em relação aos aspectos tróficos quanto à dinâmica populacional, uma vez que podem ocupar nichos diferentes dos adultos (IANNACONE & ALVARIÑO, 2007). Náuplios de Cyclopoida são predominantemente herbívoros

filtradores, enquanto os adultos são onívoros de hábito raptorial em sua maioria (NEVES et al., 2003). Já os Calanoida são herbívoros e devido ao fato de serem filtradores seletivos podem explorar condições de alta abundância de alimento, porém baixa qualidade nutricional (SAMPAIO et al., 2002). A espécie de Copepoda Cyclopoida encontrada, *Thermocyclops minutus*, é característica de ambientes oligotróficos e mesotróficos (SILVA & MATSUMURA-TUNDISI, 2005), assim como a de Copepoda Calanoida, *Argyrodiaptomus furcatus* (MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 1976).

O cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) no último tanque (P₅) do pesque-pague pode ter influenciado a dinâmica da comunidade fitoplanctônica neste ponto, devido ao fato desta espécie ser filtradora onívora, sendo grande consumidora de fitoplâncton. Neste tanque ocorreu aumento significativo da abundância relativa de *Sphaerodinium* sp, uma espécie de Dinophyceae, tanto no período seco quanto no chuvoso e diminuição da quantidade de Zygnematophyceae e Cyanobacteria. Isso pode ser atribuído à presença da tilápia, já que organismos com tamanho reduzido e parede celular rígida mostram-se resistentes à predação por este peixe, como no caso de Dinophyceae e Chlorophyceae, porém outros organismos, como Cyanobacteria e Zygnemaphyceae sofrem grande predação (FIGUEREDO & GIANI, 2005).

CONCLUSÃO

Através dos dados apontados podemos concluir que o ecossistema em questão sofre influência tanto do manejo (fluxo contínuo de água, quantidade de ração em cada tanque e criação de animais nos arredores), quanto da variação sazonal (período de seca e chuva). O canal de saída de água com aproximadamente 400m de extensão, contendo macrófitas e rochas, no final do sistema, contribuiu positivamente para melhoria da

qualidade da água de saída do sistema, sendo a comunidade fitoplanctônica constituída por baixo número de Cyanobacteria e maior homogeneidade entre as demais classes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp, pela bolsa concedida ao primeiro autor (processo nº 05/56870-7), CNPq (processo nº 131061/2007-0) e aos colegas do Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton (LLPP), pelo auxílio nas análises laboratoriais e coletas de campo.

BIBLIOGRAFIA

ARVOLA, L.; TULONEN, T. Effects of allochthonous dissolved organic matter and inorganic nutrients on the growth of bacteria and algae from a highly humic lake.

Environment Internacional, v. 24, n. 5/6, p. 509-520, 1998.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 372 p., 2004.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos: Rima, 502 p., 2006.

BOURRELY, P. **Les algues D'eau douce: les algues vertes**. Paris: Éditiones N. Boubée & Cie., 581 p., 1966.

BOURRELY, P. **Les algues D'eau douce: les jaunes et brunes – Chrysophycées, Phéophycées, Xantophycées et deatomées**. Paris: Éditiones N. Boubée & Cie., 438 p., 1968.

BOURRELY, P. **Les algues D'eau douce: Euglénies, Péridiniens, algues rouges et algues blues**. Paris: Éditiones N. Boubée & Cie., 581 p., 1970.

CARVALHO, L. R.; SANT'ANNA, C. L.; GEMELGO, M. C. P.; AZEVEDO, M. T. P. Cyanobacterial occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 141-148, 2007.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; SENNA, P. A. C.; TANIGUCHI, G. M. Characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplankton community at the Caçó pond, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 641-645, 2003.

ELMOOR-LOUREIRO, L. A. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universia, 156 p., 1997.

FIGUEREDO, C. C.; A. GIANI, A. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the phytoplankton community of the Furnas Reservoir (Brazil). **Freshwater Biology**, v. 50, p. 1391-1403, 2005

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. 1998. Practical statistics for field Biology. New York: John Wiley & Sons, 259 p., 1998.

HENRY, R.; USHINOHAMA, E.; FERREIRA, R. M. R. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 399-414, 2006.

IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L. Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal pântanos de Villa, Lima, Peru. **Gayana**, v. 71, n. 1, p. 49-65, 2007.

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

KOSTE, W. **Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas**. Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 234 p., 1978.

KUCZYNSKA-KIPPEN, N. Habitat choice in rotifera communities of three shallow lakes: impact of macrophyte substratum and season. **Hydrobiologia**, v. 593, p. 27-37, 2007.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marinha**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.

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

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 951 p., 1983.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI J. G. Plankton studies in a lacustrine environment. **Oecologia**, v. 25, p. 265-270, 1976.

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

MEER, M. B.; HERWAARDEN; VERDEGEM H. M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 28, p. 419-432, 1997.

NEVES, I. F.; ROCHA, O.; ROCHE, K. F.; PINTO, A. A. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of rotifera and cladocera diversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 329-343, 2003.

NIXDORF, B.; MISCHKE, U.; RÜCKER, J. Phytoplankton assemblages and steady state in deep and shallow eutrophic lakes – an approach to differentiate the habitat properties of Oscillatoriales. **Hydrobiologia**, v. 502, n. 1-3, p. 111-121, 2003.

NOZAKI, K.; DARIJAV, K.; AKATSUBA, T.; GOTO, N.; MITAMURA, O. Development of filamentous green algae in the benthic algal community in a littoral sand-beach zone of Lake Biwa. **Limnology**, v. 4, p. 161-165, 2003.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 612 p., 2007.

PEREIRA, R.; SOARES, A. M. V. M.; RIBEIRO, R.; GONÇALVES, F. Assessing the trophic state of Linhos Lake: a first step towards ecological rehabilitation. **Journal of Environmental Management**, v. 64, p. 285-297, 2002.

PINTO-COELHO, R. M.; BEZERRA-NETO, J. F.; GIANI, A.; MACEDO, C. F.; FIGUEREDO, C. C.; CARVALHO, E. A. The collapse of a *Daphnia laevis* (Birge, 1878) population in Pampulha reservoir, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 15, n. 3, p. 53-70, 2003.

SAMPAIO, E. V.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 6, n. 3, p. 525-545, 2002.

SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo state, Brazil, with description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 521-531, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BACCARIN, A. E.; BRAGA, F. M. S. Limnological parameters and plankton community responses in Nile tilapia ponds under chicken dung

and NPK (4-14-8) fertilizers. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 3, p. 335-346, 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., GUARIGLIA, C. S. T.; BRAGA, F. M. S. Effects of rainfall on quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 643-649, 2007.

TANIGUSHI, G. M.; BICUDO, D. C.; SENNA, P. A. C. Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 137-147, 2005.

VERCELINO, I. S.; BICUDO, D. C. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 363-377, 2006.

VIEIRA, L. C. G.; MARQUES, G. S.; BINI, L. M. Estabilidade e persistência de assembléias zooplancônicas em um pequeno lago tropical. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 27, n. 4, p. 323-328, 2005.

VOLPE, C. A. Análise da precipitação mensal em Jaboticabal (SP). **Ciência Agrônômica**, v. 4, n. 2, p. 3-5, 1989.

ZHAO, J.; RAMIN, M.; CHENG, V.; ARHONDITSIS, G. B. Competition patterns among phytoplankton functional groups: how useful are the complex mathematical models? **Acta Oecologica**, v. 33, n. 3, p. 1-21, 2008.

CONCLUSÕES FINAIS

- A criação de animais domésticos próxima ao P₂ é prejudicial ao sistema, enriquecendo a água de abastecimento com nutrientes e criando condições para proliferação de algas que podem ser tóxicas, principalmente no período chuvoso;
- A área alagável encontrada na água de abastecimento ajuda na remoção de nutrientes;
- O sistema de fluxo contínuo de água acumula nutrientes no último tanque (P₅);
- O canal com macrófitas e rochas no final do sistema contribui positivamente para a retirada de nutrientes da água lançada ao ambiente, diminuindo o impacto ambiental;
- Assim, tanto o manejo aplicado no pesque-pague quanto o regime hidrológico atuante na região interferem na qualidade da água do sistema.