

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E
AVALIAÇÃO DO MANEJO E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE
O CULTIVO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*).**

João Alexandre Saviolo Osti

Orientador: Prof. Dr^a. Cacilda Thais Janson Mercante

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Julho - 2009

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E
AVALIAÇÃO DO MANEJO E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE
O CULTIVO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*).**

João Alexandre Saviolo Osti

Orientador: Prof. Dr^a. Cacilda Thais Janson Mercante

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Julho – 2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

O85c

Osti, João Alexandre Saviolo

Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus* / João Alexandre Saviolo Osti. – São Paulo, 2009.
v, 60f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientadora: Cacilda Thaís Janson Mercante

1. Manejo Ambientalmente sustentável. 2. Piscicultura. 3. *Oreochromis niloticus*. 4. Qualidade da água. I. Mercante, Cacilda Thaís Janson. II. Título.

CDD 639.3

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

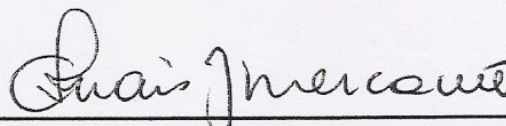
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DO MANEJO
E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE O CULTIVO DE TILÁPIAS (*Oreochromis
niloticus*)

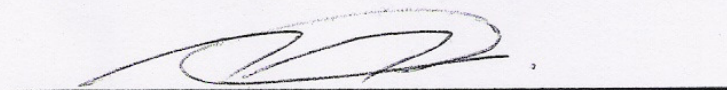
AUTOR: JOÃO ALEXANDRE SAVIOLO OSTI

ORIENTADOR: Prof^a. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante

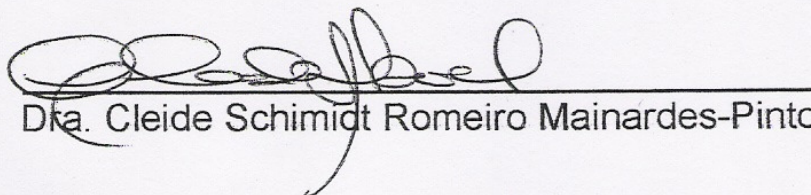
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aqüicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof^a. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante



Dra. Margarete Mallasen



Dra. Cleide Schimidt Romeiro Mainardes-Pinto

Data da realização: 27 de julho de 2009

Presidente da Comissão Examinadora
Prof^a. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante



Agradecimentos

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com a colaboração de muitas pessoas. Gostaria de prestar aqui a todos meus sinceros agradecimentos.

Ao Instituto de Pesca APTA/SAA-SP pela viabilização logística deste trabalho junto ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca.

À FAPESP (Fundação para o Amparo da Pesquisa no Estado de São Paulo) pela concessão do auxílio financeiro utilizado na realização deste estudo, conforme os Processos nº. (05/05180-0) e (05/03011-7).

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de Mestrado concedida.

À Dra. Cacilda Thais Janson Mercante, minha orientadora, pela oportunidade, carinho, paciência, amizade e aos valiosos ensinamentos, além das sugestões e discussões no decorrer do trabalho, desde a elaboração do projeto até a redação final dos manuscritos.

Ao Profº Dr. Clovis Ferreira do Carmo, pela indicação ao Instituto de Pesca, pela orientação, oportunidades, ajuda, compreensão e aos valiosos ensinamentos.

À Dra. Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, Pesquisadora da APTA Regional Vale do Paraíba pelo apoio de infra-estrutura e colaboração com o fornecimento de dados.

Ao Profº Dr Julio Vicente Lombardi, pela amizade, oportunidades e boa convivência.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto de Pesca de São Paulo pelo convívio e auxílio.

Ao Técnico do Laboratório do Instituto de Pesca, Luiz Cláudio dos Santos Evangelista, pela amizade, companheirismo e todo apoio concedido.

Aos colegas do Instituto de Pesca, Nei, Ivan, Marina, Juliana, Isabela, Pati, Dani, Priscila, Cibele, por todo o auxílio prestado e pela alegre convivência.

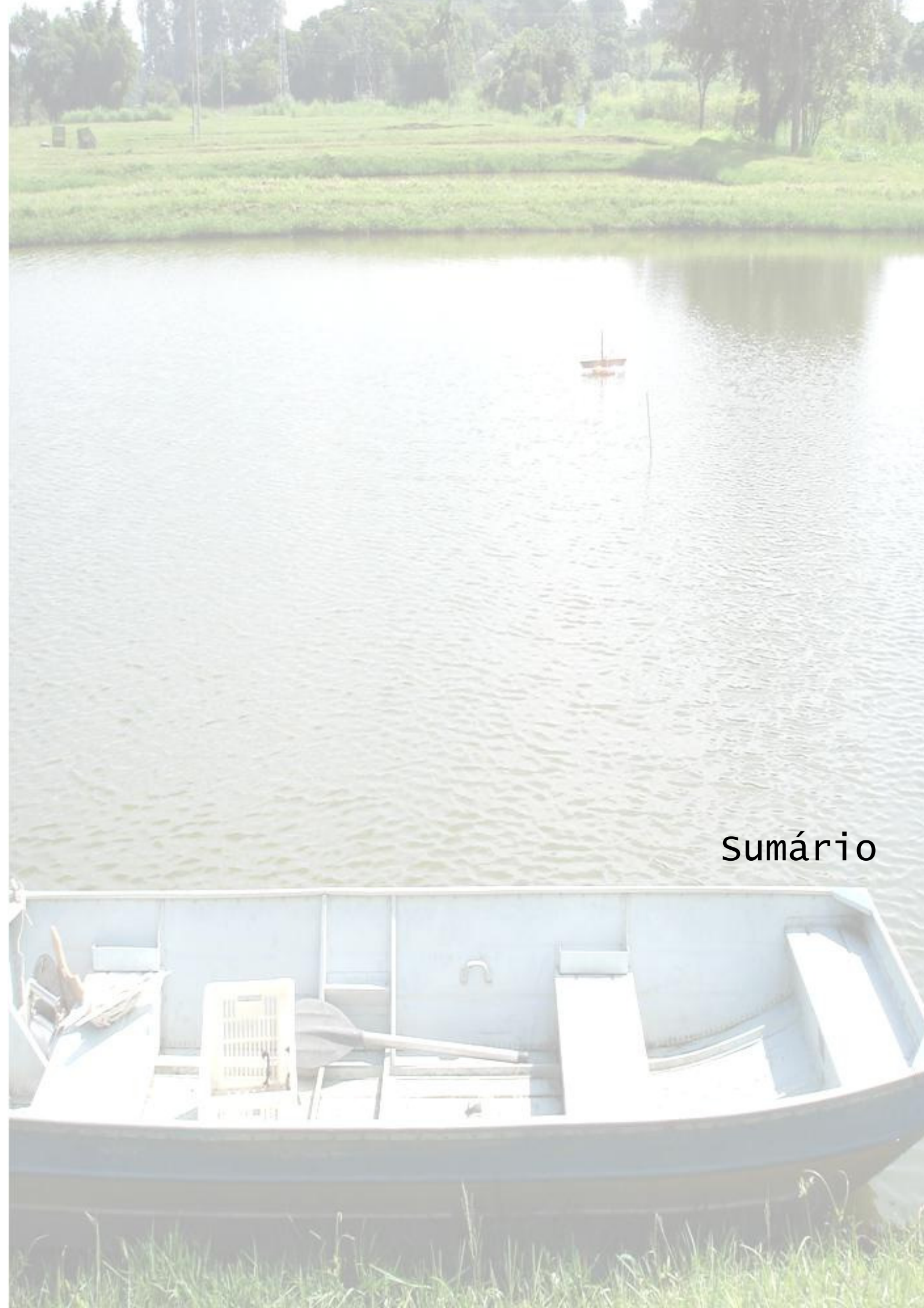
À todos meus colegas de Mestrado, principalmente a Ariane e Natália, por compartilharem comigo tantos momentos de muita alegria e diversão.

Aos meus familiares, que sempre me estimularam, ajudaram, e priorizaram minha formação acadêmica.

Aos meus irmãos, Fabio, Ana Paula, Flávia, Ângela, pela amizade, carinho, e dedicação.

Aos meus “irmãos e primos científicos” Jeniffer, Yuri, Luciana, Luis, Paulo, Natália, Valéria e Serginho, pela amizade e companheirismo ao longo deste tempo.

A todos meu Muito Obrigado!!!!!!

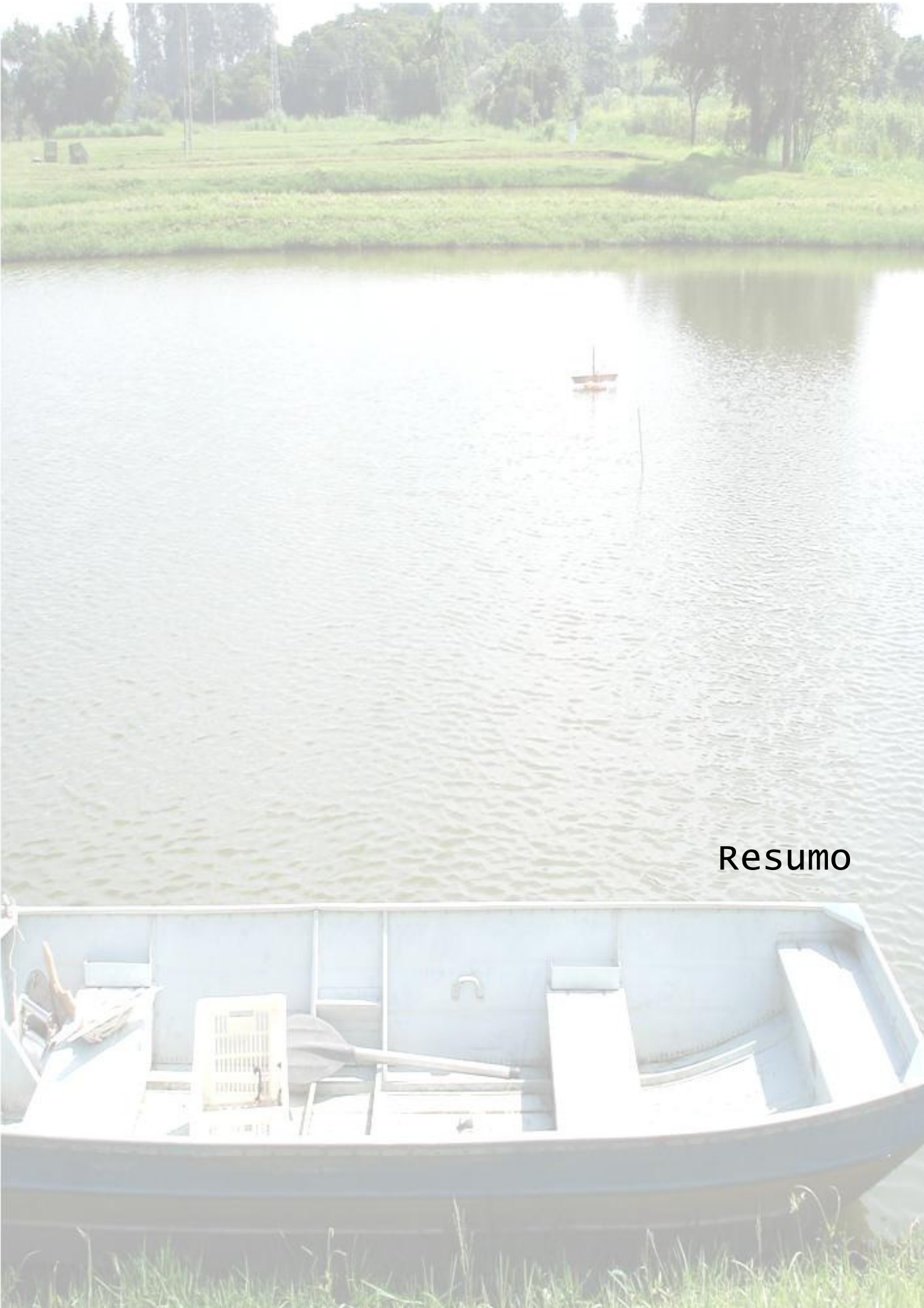


Sumário

SUMÁRIO

Resumo	1
Abstract	3
Introdução Geral	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
Capítulo I - Caracterização física, química e biológica da água de um viveiro de criação de Tilápia do nilo	
Resumo.....	15
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	25
Agradecimentos.....	26
Referências	27
Tabelas.....	30
Figuras.....	33
Capítulo II – Efeito do manejo alimentar na criação de Tilápia do Nilo sobre a qualidade da água, visando a produção ambientalmente sustentável	
Resumo.....	35
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	48
Agradecimentos.....	48

Referências Bibliográficas-----	49
Tabelas-----	54
Figuras-----	57
Considerações Finais-----	58



Resumo

RESUMO

Na piscicultura, o sucesso do empreendimento pode ser afetado quando ocorre um manejo inadequado, sendo que o aporte excessivo de nutrientes acarreta a eutrofização da água. Quando esta é de má qualidade, pode ocorrer queda no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, o que leva a menor produção e menor lucratividade. O objetivo do estudo foi caracterizar o manejo hídrico e alimentar do cultivo de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) na fase de engorda visando à produção ambientalmente sustentável. O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007, sendo que nos primeiros 3 meses, as coletas de água foram mensais (26/10/2006; 14/11/2006; 21/12/2006; 23/01/2007) e a partir do terceiro mês até o final do período de criação, as coletas passaram a ser semanais (30/01/2007; 06/02/2007; 13/02/2007 e 22/02/2007). Os pontos de amostragem foram o afluente, o centro do viveiro e seu efluente. As variáveis analisadas com vistas à caracterização limnológica da qualidade da água foram: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura da água, alcalinidade, clorofila-*a*, amônia total, nitrito, nitrato, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio total. Os parâmetros zootécnicos calculados foram o ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE). Dentre as variáveis analisadas os elementos nitrogênio, fósforo e clorofila *a* foram os que melhor caracterizaram as alterações na qualidade da água. As concentrações de fósforo total sofreram incrementos na ordem de até 15 vezes o obtido na entrada notadamente na fase final do cultivo, variando de 106,28 µg/L a 381,96 µg/L. A razão da CAA variou de (1,2: 1) a (2,3: 1), com uma produção final em torno de 15.500 kg/ha, sendo estes valores considerados satisfatórios para a espécie. Entretanto, a provável diminuição da eficiência alimentar no final do cultivo, promoveu o excesso de nutrientes na água. A correlação entre as quantidades de ração e as concentrações de PT e NT foram altas respectivamente de $r = 0,920$ e $r = 0,653$, evidenciando que o incremento de nutrientes no viveiro foi consequência do manejo. Os resultados indicaram um intenso processo de eutrofização o qual pode acarretar prejuízos à produção e ao corpo d'água receptor. Como propostas de adequação do manejo alimentar deve-se orientar a conduta do arraçoamento, controlar a quantidade de ração fornecida e sua qualidade (digestibilidade). Além dessas medidas, com vistas à produção ambientalmente sustentável, deve-se ainda, tratar o efluente.

Palavras-chave: manejo ambientalmente sustentável, piscicultura, *Oreochromis niloticus*, qualidade da água.

ABSTRACT

In pisciculture, inappropriate management may affect the business success and the use of nutrients in excess may cause water eutrophication. Low water quality may induce to decrease in the productive performance and to fish mortality, thus resulting in low production and consequently less profitability. The overall objective of this survey is to look into the feeding and water handling in the tilapia (*Oreochromis niloticus*) breeding during the feeding period, aiming at an environmentally sustainable production. Sampling ranged from October/2006 until March/2007, monthly during the first half of the breeding and weekly during the second one. The affluent, the middle and the effluent of the fed-pond were the sampling grounds. The variances analyzed to characterize limnologically the water quality were: pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, water temperature, alkalinity, chlorophyll-a, total ammonia, nitrite, nitrate, orthophosphate, total phosphorus, and total nitrogen. The calculated zootechnical parameters were the Weight Gain (WB), Feed Conversion Rates (FCRs) and Specific Growing Rate (TCE). Alterations in the quality of water were best characterized by nitrogen, phosphorus and chlorophyll-a considering the analyzed variances. Total phosphorus concentrations increased by 15 times compared to the affluent grounds specifically during the final phase of the culture, ranging from 106,28 µg/L until 381,96 µg/L. CAA ratio ranged from (1,2: 1) until (2,3: 1), producing 15,500 kg/ha, and such values are considered satisfactory for the species. However, the decrease of feeding efficiency during the end of the culture provoked the presence of exceeding nutrients in the water. The ratio between food quantity and PT and NT concentrations were high, respectively $r = + 0,920$ and $r = + 0,653$, thus showing that the increase of nutrients into the fed-pond was related to management. Results indicated an intense eutrophication process which may cause losses in production and damage to the receiving water course. Proposals to a proper feeding management could be to provide guidance to the feeding procedure, and to control quantity and quality (digestibility) of food supplied. Additionally, the effluent treatment should also be considered aiming at an environmentally sustainable production.

Key words: environmentally sustainable management, pisciculture, *Oreochromis niloticus*, water quality.



Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

Introdução e Justificativa

Segundo as Nações Unidas (2007), a população mundial é estimada em 6,5 bilhões de pessoas e projetada para nove bilhões em 2050. O crescimento dessa massa populacional mundial faz com que a demanda de alimento seja maior a cada ano, pressionando os setores básicos de produção a incrementarem suas produtividades e ampliar as áreas de atuação (ZANIBONI FILHO, 1997). Com isso as práticas de cultivo de peixe vêm aumentando significativamente, principalmente, em função do elevado potencial da atividade na produção de uma fonte de proteínas com baixo custo (ARANA, 2004).

A aqüicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual, tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (ONO & KUBITZA, 2003). Neste sentido, as pesquisas voltadas a estudar a reprodução, o crescimento e a produção de espécies com potencial econômico têm se desenvolvido mais amplamente se comparadas aos trabalhos que visam avaliar a qualidade da água na aqüicultura. Entretanto, a qualidade da água é preocupação constante em criações de peixes. Quando esta é de má qualidade, pode ocorrer quedas no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, diminuindo produção e a lucratividade (BOYD, 1990; BRUNE & TOMASSO, 1991; BOYD & TUCKER, 1998).

O viveiro de piscicultura funciona como um ecossistema artificial onde fatores alóctones (externos), como entradas de alimentos e fertilizantes são tão essenciais quanto os autóctones (internos) que desempenham importante papel no ecossistema (LI, 1987) e onde as condições abióticas e bióticas podem ser parcialmente manipuladas (PAYNE, 1986). É sabido que estes viveiros de piscicultura abrigam uma comunidade biótica bem diversificada, desde produtores primários, a produtores secundários e decompositores.

Entretanto, as espécies existentes nestes ambientes dependem fundamentalmente da qualidade da água, indicada por variáveis físicas, químicas e biológicas (OLIVEIRA et al, 1992).

A qualidade da água no viveiro pode ser influenciada por vários fatores como, a origem da fonte de abastecimento de água e o manejo alimentar (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; BOYD & TUCKER, 1998; ELER *et al.*, 2001; KUBITZA, 2003; ARANA, 2004).

Além da preocupação com a qualidade da água no viveiro de cultivo, segundo BACCARIN & CAMARGO (2005), há também a preocupação com os impactos que o empreendimento pode causar em seu entorno devido às condições do efluente gerado pela atividade.

Os impactos nos ecossistemas naturais dependem das espécies cultivadas, do método de cultivo, da hidrografia da região, do tipo de alimento fornecido e das práticas de manejo (CAO, *et al.*, 2007).

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

Muitas vezes, a falta de conhecimentos básicos sobre a qualidade da água, faz com que os próprios produtores contribuam para esta queda na qualidade. Nos tanques e viveiros com baixa renovação de água, é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos gerados durante o processo produtivo (KUBITZA, 2003).

O desafio do produtor é minimizar o acúmulo de resíduos durante o cultivo, evitando assim uma rápida degradação da qualidade da água, de forma a obter um melhor desempenho dos peixes e maior produtividade (KUBITZA, 2003). As entradas de alimento não devem exceder a capacidade que o viveiro tem de assimilar esses resíduos (BOYD, 2004). A utilização de fertilizante e rações é prática comum para promover uma maior produção de peixes, no entanto, não mais que 25% a 30% do nitrogênio e fósforo aplicados nos viveiros são revertidos em biomassa (BOYD & TUCKER, 1998). Esse enriquecimento artificial, principalmente com nitrogênio e fósforo, promove o crescimento

excessivo de algas e plantas aquáticas, muitas vezes ocasionando mortandade de peixes, devido ao déficit de oxigênio dissolvido na água.

Ainda, a assimilação de amônia, nitrato e fósforo pelo fitoplâncton podem acarretar um crescimento descontrolado desta comunidade provocando florações de algas no ambiente (PAERL & TUCKER, 1995). As relações entre o enriquecimento da água de viveiro de piscicultura e florações de algas foram estudadas por MAINARDES-PINTO & MERCANTE (2003), que constataram que a entrada de nitrogênio provavelmente promoveu um excessivo crescimento de euglenas.

A incidência de doenças e parasitoses aumentam proporcionalmente com a redução na qualidade nutricional dos alimentos e na qualidade da água e podem causar significativas perdas durante o cultivo. Boa qualidade da água e manejo nutricional garante a saúde e o desempenho produtivo dos peixes (KUBITZA, 1999). Portanto estudos que enfoquem a dinâmica desses ecossistemas evidenciando a qualidade da água são de grande importância para a piscicultura, uma vez que todos os fatores atuam de maneira interligada. (SIPAÚBA-TAVARES, 1996).

Objetivos Gerais

O presente estudo teve por objetivos gerais:

- Caracterizar o manejo empregado em cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*), através dos dados zootécnicos quais sejam: taxa de conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, ganho de biomassa;
- Avaliar a qualidade da água do viveiro de cultivo de tilápias através da caracterização física, química e biológica, com vistas as propostas de manejo;
- Descrever o efeito do manejo alimentar sobre a qualidade da água do viveiro e de seu efluente e, a partir dos resultados obtidos, orientar sobre as boas práticas de manejo buscando a produção sustentável;

Área de Estudo

O local utilizado para o estudo foi a Estação Experimental, pertencente ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba – APTA Regional – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (SAA-SP), figura 1, situado no bairro de Santa Cecília, município de Pindamonhangaba a 22°56'27"S e 45°26'32,2"W no estado de São Paulo.

O município de Pindamonhangaba apresenta uma área de 731,90 Km², em que a área rural é aproximadamente 3 vezes maior que a área urbana. O clima na região é sub-tropical quente com inverno seco e com baixa pluviosidade. As temperaturas médias anuais variam de 17° C a 20° C e as mínimas e as máximas no verão são respectivamente 21° C e 32° C. A umidade relativa do ar apresenta uma média anual de 75,9% e a temperatura do ar apresenta uma média de 20,4° C durante o ano. As chuvas são bem distribuídas apresentando média anual de 1000 mm.



Figura 1: Esquema da localização da área de estudo na Base Experimental de Pindamonhangaba (22°56'27"S, 45°26'32,2"W). Estado de São Paulo. Fonte: www.imagens.google.com.br.

O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007, sendo que nos primeiros 3 meses, as coletas de água foram mensais (26/10/2006; 14/11/2006; 21/12/2006; 23/01/2007) e a partir do terceiro mês até o final do período de criação, as coletas passaram a ser semanais (30/01/2007; 06/02/2007; 13/02/2007 e 22/02/2007), contemplando a fase de

engorda dos peixes. Os pontos amostrados foram: o afluente (fonte de abastecimento) (Figura 2); viveiro (Figura 3) e efluente do viveiro (sistema de drenagem) (Figura 4). O viveiro utilizado no experimento apresenta uma área de 1.500 m², profundidade média de 1,08m, volume de 1.620 m³, vazão média de 2,7 L/s⁻¹, tempo de residência da água de 7 dias, manejado em sistema semi-intensivo de criação de Tilápia do Nilo. A fonte de abastecimento do sistema era proveniente da Represa do Borba, considerada como corpo de água doce da classe 2 segundo a resolução 357 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). A renovação da água no viveiro foi constante e não se utilizou aeração mecânica. O efluente gerado era descartado no corpo receptor do Ribeirão do Borba, águas de classe 2 (CONAMA, 2005), sendo afluente do Ribeirão do Curtume, que por sua vez, forma uma das sub-bacias do Rio Paraíba do Sul.



Figura 2: Vista parcial do viveiro utilizado no experimento destacando a água de abastecimento



Figura 3: Vista do viveiro utilizado no experimento para a criação de tilápias do Nilo.



Figura 4: Detalhe do monge do viveiro, destacando o efluente.

Apresentação da Dissertação

Para facilitar a publicação dos resultados, após a incorporação das sugestões feitas pela banca, a dissertação será apresentada em 2 capítulos na forma de manuscrito. Os capítulos seguiram as normas da revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. A produção bibliográfica (resumos apresentados em Congressos) gerada com os resultados desta dissertação foi citada no rodapé da página inicial de cada capítulo.

Capítulo I - Caracterização física, química e biológica da água de um viveiro de criação de tilápia do Nilo

As caracterizações das variáveis física, químicas e biológicas da água foram analisadas para avaliar a qualidade da água na fase de engorda de tilápia do nilo com vistas a propostas de manejo.

Capítulo II - Efeito do manejo alimentar na criação de tilápia do nilo sobre a qualidade da água, visando à produção ambientalmente sustentável

Através das descrições dos dados zootécnicos e limnológicos no cultivo de tilápia do nilo, caracterizou-se o efeito do manejo alimentar sobre a qualidade da água do viveiro e de seu efluente e a partir dos resultados obtidos, orientar sobre as boas práticas de manejo buscando a produção sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis Ed.UFSC, 2004. 349 p.
- BACCARIN, A. E. ; CAMARGO, A. F. M.. Characterization and evaluation of the feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, a.1, p.81-90, 2005.
- BOYD, C. E. E TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700p.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing, 1990. 482p.
- BOYD, C. Sustainable Aquaculture Practices: Feeding Affects Pond Water Quality. **Global Aquaculture Advocate**,v.1, p. 1-3, 2004.
- BRUNE, D.E. and TOMASSO, J.R. Aquaculture and Water Quality, Advances in World Aquaculture. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, 3. 1991.
- CAO, L; WANG, W.; YANG, Y.; YANG, C.; YUAN Z.; XIONG, S.; DIANA, J. Environmental Impact of Aquaculture and Countermeasures to Aquaculture Pollution in China. **Env. Sci. Pollut. Res.** 14, 7, 452-462. 2007.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do território Nacional**. Resolução n. 357, de 17 de março 2005.
- ELER, M. N.O.; CECCARELLI, P.S.; BUFON, A.G.M. E 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 do CEPTA**, 14, 35-45, 2001.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3ª ed. Jundiaí – SP, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz”/USP, 1999.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água: no cultivo de peixes e camarões**. 1.ed. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2003. 229 p.
- LI, S. **Energy structure and efficiency of a typical chinese integrated fish farm**. **Aquaculture** , 1987.p 105 – 118.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R. e MERCANTE, C.T.J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com Tilápia do Nilo (*Oreochromis*

- niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, 25(2): 323-328, 2003.
- MATSUZAKI, M; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, v.38, n.5, p. 679-686, 2004.
- OLIVEIRA, D.B.S.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; DURIGAN, J.G. Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte II: variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. IV, p. 123 – 137, 1992.
- ONO, E.A., KUBITZA, F., **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2.ed. Jundiaí, SP: Esalq-USP, 2003. 68 p.
- PAERL, H.W. e TUCKER, C.S. Ecology of bluegreen algae in aquaculture ponds. **Journal of the Aquaculture Society**, v.26(2), 1995.
- PAYNE, A.I. **The ecology of Tropical Lakes and Rivers**. New York: John Wiley, 1986. 301p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. São Paulo: FUNEP, 1994. 72p
- SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol.8, p 29-36, 1996.
- UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **World population prospects: the 2004 revision population data base**. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpp/>> Acesso em: 18 abr. 2007.
- ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N.; GONÇALVES, S. Caracterização e tratamento do efluente das estações de piscicultura. **Revista UNIMAR**, Brasil, 19(2):537-548, 1997.

Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de Tilápias (*Oreochromis niloticus*)

Capítulo I

Caracterização física, química e biológica da água de um viveiro de criação de tilápia do nilo

Produção bibliográfica relacionada ao conteúdo deste capítulo:

OSTI, J. A. S. ; MERCANTE, C. T. J. ; PEREIRA, J. S. ; LOMBARDI, J. V. ; MIASHIRO, L. . Índice de Qualidade da Água Aplicado ao Cultivo de Tilápias (Pindamonhangaba, SP): 2 Seminário de Iniciação Científica do Instituto de Pesca (SICIP) 2007.

OSTI, J. A. S. ; MERCANTE, C. T. J. ; PEREIRA, J. S. ; LOMBARDI, J. V. ; MIASHIRO, L. . O Disco de Secchi com Indicador da Qualidade da Água em sistema de Cultivo de Peixes (pindamonhangaba, SP):2 Seminário de Iniciação Científica do Instituto de Pesca (SICIP) 2007.

OSTI, J. A. S. ; MERCANTE, C. T. J. ; Carmo, C.F ; LOMBARDI, J. V. ; PEREIRA, J. S. . Avaliação do Aporte de nitrogênio e fósforo em viveiro de tilápias (*Oreochromis niloticus*) durante um ciclo de cultivo:AquaCiência 2008.

Caracterização física, química e biológica da água de um viveiro de criação de tilápias do nilo

João Alexandre Saviolo Osti⁽¹⁾, Cacilda Thais Janson Mercante⁽²⁾

⁽¹⁾ Aluno de Pós-Graduação do Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Recursos Hídricos, Avenida Francisco Matarazzo, N° 455, CEP 05001-900, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: jale.osti@gmail.com.

⁽²⁾ Pesquisador Científico do Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Recursos Hídricos. E-mail: cthais@pesca.sp.gov.br.

Resumo - O estudo objetivou avaliar a qualidade da água de um viveiro na fase de engorda de tilápias do nilo através da caracterização das variáveis físicas, químicas e biológicas com vistas à adequação de boas práticas de manejo e melhoria da produção ambientalmente sustentável. O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007. Os pontos de amostragem foram o afluente, o centro do viveiro e seu efluente. As variáveis analisadas foram: pH, condutividade elétrica, porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, temperatura da água, alcalinidade, clorofila-*a*, amônia total, nitrito, nitrato, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio total. Dentre as variáveis analisadas os elementos nitrogênio total e fósforo total e clorofila-*a* foram os que melhor caracterizaram as alterações na qualidade da água. As concentrações de fósforo total sofreram incrementos na ordem de até 15x o obtido na entrada notadamente na fase final do cultivo, variando de 106,28 µg/L a 381,96 µg/L. Os resultados indicaram um intenso processo de eutrofização o qual pode acarretar prejuízos à produção e ao corpo d'água receptor. Como medidas mitigadoras sugerem-se o controle da entrada de nitrogênio e fósforo advindo do alimento e da fertilização bem como o tratamento do efluente.

Termo de indexação: manejo ambientalmente sustentável, piscicultura, tilápia do nilo, qualidade da água.

Physical, chemical, and biological characterization of water in the pond culture of tilapia do nilo

Abstract – The study aimed at evaluating the water quality during the period of tilapia (*Oreochromis niloticus*) farming, based on the characterization of physical, chemical and biological variances in order to adapt it to good management practices and to improve the environmentally sustainable production. Sampling ranged from October/2006 and March/2007. The variances analyzed were: pH, electrical conductivity, percentage of saturation of dissolved oxygen, water temperature, alkalinity, chlorophyll-*a*, total ammonia, nitrite, nitrate, orthophosphate, total phosphorus, and total nitrogen. Alterations in water quality were best characterized by total nitrogen, total phosphorus and chlorophyll-*a* considering the analyzed variances. Total phosphorus concentrations increased by 15 times compared to the affluent grounds specifically during the final phase of the culture, ranging from 106,28 µg/L until 381,96 µg/L. Results indicated an intense eutrophication process which may cause losses in production and damage to the receiving water course. Suggested mitigating measures are to control the incoming of nitrogen and phosphorus from food and fertilization, and to treat the effluent.

Index terms: environmentally sustainable management, fish-farming, Nile tilapia, water quality.

Introdução

A saúde dos peixes e outros organismos aquáticos dependem de uma boa qualidade da água, e sua manutenção é uma preocupação constante na piscicultura, pois afeta diretamente o desempenho produtivo e o sucesso econômico (Baccarin & Camargo, 2005). A qualidade da água no viveiro pode ser influenciada por vários fatores como, a origem da fonte de abastecimento de água e o manejo alimentar (Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd & Tucker, 1998; Eler et al., 2001; Kubitza, 2003; Arana, 2004).

Além da preocupação com a qualidade da água no viveiro de cultivo, segundo Baccarin & Camargo (2005), há também a preocupação com os impactos que o empreendimento pode causar em seu entorno devido às condições do efluente gerado pela atividade. De acordo com Macedo & Sipaúba-Tavares (2005) e Sarà (2007), a atividade de aquicultura pode trazer conseqüências ambientais negativas principalmente em seu entorno.

Os impactos nos ecossistemas naturais dependem das espécies cultivadas, do método de cultivo, da hidrografia da região, do tipo de alimento fornecido e das práticas de manejo (Cao, et al., 2007). Segundo Macedo & Sipaúba-Tavares (2005), esses impactos podem ser causados principalmente pela geração de resíduos metabólicos, fezes e alimentos não consumidos.

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

A assimilação de amônia, nitrato e fósforo pelo fitoplâncton pode acarretar um crescimento descontrolado desta comunidade, provocando florações de algas no ambiente (Paerl & Tucker, 1995). As relações entre o enriquecimento da água de

viveiro de piscicultura e florações de algas foram estudadas por Mainardes-Pinto & Mercante (2003), que constataram que a entrada de nitrogênio por meio da fertilização inorgânica e ração, provavelmente promoveram um excessivo crescimento de euglenas. Sendo que a compreensão da relação entre as interações dos fatores físicos, químicos e biológicos, juntamente com a aplicação das boas práticas de manejo, torna-se uma ferramenta acessível direcionada a sustentabilidade, podendo contribuir na elevação da produtividade. Intervenções nessas interações favorecem a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pelo efluente lançado no corpo receptor sem tratamento prévio.

Segundo princípios gerais do “Code of conduct for responsible fisheries” FAO (2009), os Estados devem produzir e regulamentar estratégias de desenvolvimento da aquicultura como requisitos para assegurar seu desenvolvimento ecologicamente sustentável permitindo o uso racional das fontes em seus diferentes usos.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade da água do afluente, corpo e efluente de um viveiro na fase de engorda de tilápias através da caracterização das variáveis físicas, químicas e biológicas com vistas a adequação de boas práticas de manejo sustentável.

Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba – APTA Regional – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (SAA-SP), no município de Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo. O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007, sendo que nos primeiros 3 meses, as coletas de água foram mensais e a partir do terceiro mês até o final do período de criação, as coletas passaram a ser semanais.

Foi utilizado um viveiro com uma área de 1.500 m², profundidade média de 1,08m, volume de 1.620 m³, vazão média de 2,7 L/s⁻¹, tempo de residência da água de 7

dias. Este foi previamente drenado e seco ao sol, com posterior calagem para a desinfecção do mesmo, sendo essa uma ação comumente utilizada na profilaxia em sistemas de piscicultura. Foi utilizada cal virgem (hidratado), no total de 150 kg distribuído em toda a extensão do viveiro. O sistema foi drenado por 3 vezes para remoção do resíduo da cal, e após o enchimento procedeu-se uma adubação, com superfosfato simples (6g/m^2) e fosfato de amônia (4g/m^2).

O sistema adotado foi o semi-intensivo na criação. O povoamento foi realizado com 3750 juvenis de Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente, com peso médio de 191,00 g, na densidade de 2,33 peixes por m^2 . A renovação de água do viveiro foi constante e sem aeração mecânica. O efluente gerado era descartado no corpo receptor (Ribeirão do Borba), que é um tributário do Ribeirão do Curtume, que por sua vez, integra uma das sub-bacias do Rio Paraíba do Sul.

Durante o cultivo, os peixes foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta, onde foram fornecidas duas vezes ao dia, numa taxa variável de 2,5 à 1,5% da biomassa total estimada. O arraçamento considerou o estágio de desenvolvimento da população (tamanho/idade) e a estimativa da biomassa produzida. A amostragem da água, para determinação das variáveis físicas, químicas e biológicas (Tabela 1), realizadas no afluente, no viveiro e no efluente em coletas eram iniciadas por volta das 10:00h da manhã.

No final do experimento os peixes foram despescados, contados e pesados para obtenção dos dados de ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar aparente.

Os resultados foram primeiramente analisados através da estatística descritiva, utilizando média aritmética como medida de tendência central, desvio padrão (DP) como medida do grau de dispersão absoluta dos dados.

A avaliação dos dados limnológicos foi feita através da análise multivariada dos dados. A análise de componentes Principais (ACP) (Goodall, 1954 apud Valentin, 2000) foi utilizada para determinar a variabilidade dos dados ambientais em relação às coletas e às estações amostrais. Foi utilizada matriz de covariância, sendo os dados transformados pela amplitude de variação “ranging” $([x-x_{\min}]/(x_{\max}-x_{\min}))$.

Os dados foram transformados através do programa FITOPAC (Shepherd, 1996). As análises multivariadas foram realizadas pelo programa PC-ORD versão 3.1 para Windows (McCune & Mefford, 1997). Foram consideradas as variáveis com correlação significativa aquelas que apresentaram $r > 0,5$ com os eixos 1 e 2 da ordenação.

Resultados e Discussão

Os manejos hídrico e alimentar além de influenciarem na qualidade da água, quando realizado incorretamente, podem interferir no desempenho produtivo dos peixes. A razão da CAA variou de (1,2: 1) a (2,3: 1) e após um período de 128 dias de criação os indivíduos apresentaram sobrevivência de 93% e alcançaram um peso médio final de 662,85g, com uma produção de 15.500 kg/ha, sendo estes valores considerados satisfatórios para a espécie tropicais.

A vazão média obtida do corpo receptor do viveiro do foi de 2,76 L/s e o tempo médio de residência da água do viveiro foi de 7 dias classificando-o na categoria de transição de ambiente lótico e lêntico (CONAMA N°357/2005). Sipauba-Tavares, (1994) trabalhando em viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência, observou valores de oxigênio dissolvido entre 4,0 e 5,4 mg/L, considerados por esse autor adequado ao cultivo de peixes tropicais, associados a tempos de residência ao redor de 8,2 dias, sendo esses resultados próximos aos valores médios de oxigênio dissolvido de 5,41 mg/L encontrado neste estudo (Tabela 2).

A análise de componentes principais PCA (Figura 1) resumiu nos dois primeiros eixos 56% de explicabilidade da variabilidade total do sistema, sendo 33% no primeiro eixo e 23% no eixo 2 (Tabela 3). As unidades amostrais foram separadas entre as estações de amostragens (entrada, saída e viveiro) e entre as oito coletas realizadas. Do lado negativo do eixo 1 estão agrupadas as unidades amostrais referentes ao viveiro e a saída, associados aos maiores valores de fósforo total, clorofila - *a*, nitrogênio total e amônia total, e aos menores valores de porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido (Figura 1, Tabela 3).

As unidades amostrais referentes a entrada estão localizadas do lado positivo do eixo 1. Ainda com relação à este eixo, estão agrupadas as unidades amostrais referente a primeira coleta, estas unidades amostrais estão agrupadas independente das estações de coleta, com os maiores valores de porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido ($r = 0,654$) (Tabela 3). No lado negativo do eixo 2, estão agrupadas as unidades amostrais referentes as três estações (viveiro, efluente e afluyente) da terceira coleta, associadas aos maiores valores, no viveiro, de condutividade (83 uS/cm), temperatura da água (31,3°C) e concentração de gás carbônico (216,85) e os menores valores de pH (5,43) (Tabela 2).

Esses resultados podem estar associados às altas concentrações de clorofila-*a* (38 µg/L) e ao menor valor do desaparecimento visual do disco de secchi (0,25m) (Tabela 2). Os baixos valores de pH são comumente encontrados em viveiros de criação nas primeiras horas da manhã, isto ocorre devido ao metabolismo do fitoplâncton o qual através da fotossíntese/respiração libera oxigênio no período diurno e gás carbônico ao entardecer acidificando o meio devido à formação de ácido carbônico. Mercante et al, (2007) em estudo da avaliação diurna de variáveis ambientais em viveiro de tilápias descreveram a dinâmica desses gases obtendo nitidamente uma relação inversa entre o gás carbônico e o oxigênio.

Os valores da estimativa da biomassa fitoplanctônica medidos através da clorofila-*a* demonstram a intensa atividade fotossintética que ocorreu no viveiro. No final do cultivo tais valores alcançaram 96,50 µg/L (Tabela 2) indicando a hipereutrofia do ambiente; comumente em lagos eutróficos são encontrados valores de clorofila *a* acima de 30 µg/L (Tabela 2). Segundo Boyd (2006), o fitoplâncton é essencial em viveiros de piscicultura, pois fornece o oxigênio dissolvido durante as horas de luz do dia, contribuem como fonte de alimento natural, impede o crescimento de macrófitas aquáticas no fundo do viveiro, e remove a amônia potencialmente tóxica da água. O excesso de fitoplâncton pode resultar na estratificação térmica e na depleção do oxigênio dissolvido durante o período noturno.

A transparência média obtida ao longo do cultivo foi de 0,35m (Tabela 2). Os resultados obtidos mostraram que o viveiro esteve com uma transparência dentro do proposto por Kubitzka, (2003), que varia entre 0,30 e 0,50m para viveiros de peixes e camarões. Sipaúba-Tavares, (1994), afirma que quando a visibilidade é menor do que 0,20m deve-se cessar a adubação e fertilização do viveiro. Segundo o referido autor, a baixa visibilidade indica intenso crescimento de plâncton, podendo ocasionar problemas na concentração de oxigênio dissolvido, por outro lado, alta transparência pode causar o aparecimento de plantas aquáticas no fundo do viveiro, o que prejudica o manejo dos peixes.

A condutividade elétrica (CE) no viveiro mantiveram-se abaixo de 83 µS/cm (Tabela 2), sendo esses próximos do proposto por Sipauba-Tavares, 1994, que são valores de CE entre 23-71 µS/cm. A alcalinidade total variou de 16,49 a 36,61 mg/L de CaCO₃ (Tabela 2), com a finalidade da manutenção de um sistema tampão recomenda-se manter esta variável acima de 30 mg/L.

Com relação às formas inorgânicas nitrogenadas observou-se incremento nas suas concentrações no viveiro em relação a entrada, no entanto tiveram-se dentro dos valores de referência (Tabela 2) mesmo após a fertilização e arraçamento. As concentrações de nitrato no viveiro mantiveram-se constantemente abaixo de (0,220mg/L) e de nitrito inferiores a (130µg/L). Contudo, observou-se um incremento de 2 vezes ao longo do ciclo de cultivo das concentrações médias de amônia total do afluente (0,48µg/L) em relação as concentrações do efluente (0,81µg/L), mas associados aos baixos valores médios de pH ($6,29 \pm 0,46$) (Tabela 2) não ocorreu formação de amônia tóxica.

No entanto, com relação ao nitrogênio total o mesmo fato não foi observado, pois após a entrada de água este elemento sofreu elevado incremento em suas concentrações. Foram medidos valores 13 vezes maior ao obtido na entrada. Tal incremento ocorreu aos 73 dias de cultivo (3ª coleta) medindo-se na entrada uma concentração de 37 µg/L diante 500 µg/L na água do viveiro. O enriquecimento com nitrogênio, em viveiros de piscicultura ocorre devido à entrada de compostos que contém esse elemento, como adubo, ração e fertilizantes, sendo o alimento fornecido, a principal forma de poluição nos sistemas de criação (Boyd & Tucker, 1998; Mcintosh, 2000; Macedo & Sipaúba-Tavares, 2005; Mercante et al, 2007). O incremento de nitrogênio no meio também pode ocorrer devido às excretas dos animais e à aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais como o sulfato de amônia, nitrato de amônia e aos fosfatos monoamônicos e diamônicos. Quando há grande concentração de nitrogênio orgânico no substrato aquático, este é liberado para a água sob a forma de amônia, muito tóxica para os organismos aquáticos (Sipaúba-Tavares, 1998).

As concentrações médias do ortofosfato do efluente (31,38µg/L) apresentaram um incremento cerca de 2 vezes em relação a água do afluente (14,85µg/L) (Tabela 2). Com relação ao fósforo total foi observado, enriquecimento da água do viveiro após sua

entrada. As concentrações de fósforo total e ortofosfato sofreram incrementos na ordem de até 15 vezes o obtido na entrada notadamente na fase final do cultivo no viveiro tais elementos variaram respectivamente de 106,28 µg/L a 381,96 µg/L e 6,93µg/L a 128,76 µg/L. Estes resultados parecem estar relacionados ao manejo empregado, onde o aporte de matéria orgânica advindo do alimento não consumido foi a principal via de incremento de nitrogênio e fósforo. No final do ciclo de cultivo, uma quantidade de ração em torno de 230 kg/ha dia foi utilizada para a alimentação dos peixes. Baccarin & Camargo (2005), em estudo que avaliou diferentes tipos de manejo alimentar e a sua relação com a qualidade da água no efluente do viveiro de tilápias, observaram uma correlação positiva entre o crescimento e a biomassa do peixe e o incremento da concentração de nitrogênio total e fósforo total na água. Em sistemas de criação, o alimento introduzido na água é o principal fator condicionante da dinâmica do nitrogênio nesses sistemas. Fertilizantes nitrogenados amoniacais como sulfato de amônia, nitrato de amônia, fosfatos e uréia, contribuem para o aumento da concentração de amônia na água Kubitza (1999).

Os resultados obtidos neste estudo mostraram a viabilidade do empreendimento, no que diz respeito à produção. Os valores obtidos de pH e oxigênio dissolvido se apresentaram dentro dos limites aceitáveis para a atividade de piscicultura, muito embora as ocorrências de elevadas concentrações de nutrientes presentes no efluente indicaram que o manejo do sistema de produção promoveu alterações na qualidade da água resultando em um efluente rico em nitrogênio total e fósforo total. Sendo que a atividade de piscicultura relaciona-se com o incremento do processo de eutrofização dos corpos receptores de seus efluentes. Para mitigar os impactos causados pela piscicultura o entendimento de sua dinâmica é primordial na formulação das boas praticas de

manejo (BPM), estas refletem a técnica mais pratica e econômica para reduzir os impactos causados pela atividade.

O controle da entrada de nitrogênio e fósforo advindo do alimento e da fertilização bem como o tratamento do efluente, são sugeridos como medidas mitigadoras.

Conclusões

Com o crescimento da aqüicultura a necessidade de estudos que enfoquem a dinâmica dos viveiros e efluentes de piscicultura e a aplicação de técnicas de manejo voltada para aspectos ecológicos são primordiais para o futuro da atividade.

1 - Os aspectos morfométricos do viveiro associados ao manejo de produção garantem a manutenção das concentrações de oxigênio dissolvido e valores de pH dentro dos limites aceitáveis para a atividade de piscicultura.

2 – A criação de tilápias indica um intenso processo de eutrofização o qual pode acarretar prejuízos à produção e ao corpo d'água receptor, dentre as variáveis analisadas os elementos nitrogênio e fósforo e clorofila *a* foram os que melhor caracterizaram as alterações na qualidade da água.

3 – Com vistas à uma produção ambientalmente sustentável deve-se orientar práticas de manejo que contemplem o controle da entrada de nitrogênio e fósforo advindos do alimento, através da adequação do arraçoamento, e da fertilização. Mesmo assim, se faz necessário a implantação de técnicas de tratamento do efluente gerado pela atividade.

Agradecimento(s)

Dra. Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, Dra. Andrea Tucci; Dr. Clovis Ferreira do Carmo, MS Jeniffer Sati Pereira pelas contribuições neste trabalho.

À FAPESP pelo apoio financeiro processo 2005/05180-0 e 2005/03011-7.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Luiz Cláudio dos Santos Evangelista, técnico do laboratório pelo auxílio nas análises e coleta em campo.

Referências

- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater**, 20 ed. Washington, D.C: APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Pollution Control Federation, 1998. 1085p.
- ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Ed.UFSC. 2004. 349 p.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Characterization and evaluation of the feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48, v.1, p.81-90, 2005.
- BOYD, C. E. E TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700p.
- BOYD, C. Sustainable Aquaculture Practices: Phytoplankton Dynamics in Aquaculture ponds. **Global Aquaculture Advocate**, 2006.
- CAO, L; WANG, W.; YANG, Y.; YANG, C.; YUAN Z.; XIONG, S.; DIANA, J. Environmental Impact of Aquaculture and Countermeasures to Aquaculture Pollution in China. **Env. Sci. Pollut. Res.** v.14, n7, p.452-462, 2007.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do território Nacional**. Resolução n.357, de 17 de março 2005.
- ELER, M. N.O.; CECCARELLI, P.S.; BUFON, A.G.M. E 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 do CEPTA**, v.14, p.35-45, 2001.

FAO. **Article 9: Aquaculture Development.** In: FAO - Code of Conduct for Responsible Fisheries. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm#9>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

GOLTERMAN, H.L. & CLYMO, R.S. **Methods for Chemical – Analysis of Fresh Water.** Oxford, Blackwell Scientific Publication. 1971. 160p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** 3ª ed. Jundiaí, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz”/USP, 1999.

KUBITZA, F. **Qualidade da água: no cultivo de peixes e camarões.** 1.ed. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2003. 229 p.

MACEDO, C. F. & SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros seqüenciais de criação de peixes. **Acta Scientific**, Maringá, v.27, n.3, p. 405-411, 2005.

MACKERETH, J. F. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n. 36, 121 p., 1978.

MAINARDES-PINTO, C.S.R. & MERCANTE, C.T.J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.2, p.323-328, 2003.

MARKER, A.F.H.; NUSCH, H.; RAI, H.; RIEMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: conclusion and recomendations. **Arch. Hydrobiol. Beih.**, 14, p. 91-106, 1980.

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

McCUNE, B. & MEFFORD, J.J. **PC-ord. Multivariate analysis of ecological data, version 3.0.** Oregon MjM Software Design, 47p. 1997.

- McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming: Low protein feeds and feeding strategies. **The Advocate**, v.1, p. 48-50, 2000.
- MERCANTE, C. T. J., MARTINS, Y. K.; CARMO, C.F.; OSTI, J.S.; MAINARDES PINTO, C.S.R.; TUCCI, A. Qualidade de água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológica, São Paulo, Brasil. **Bioikos**, v.21, n.2, p.79-88, 2007.
- PAERL, H.W. & TUCKER, C.S. Ecology of bluegreen algae in aquaculture ponds. **Journal of the Aquaculture Society**, v.26, n.2, 1995.
- POMPÊO, M. L. O disco de Secchi. **Bioikos**, v.13, n.2, p.40-45, 1999.
- SARÀ, G. Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: A meta-analysis. **Water Research**, v.41, p.3187-3200, 2007.
- SARTORY, D. P. & GROBELLAR, J. U. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. **Hydrobiologia**, 114, 177-187. 1984.
- SHEPHERD, G.J. **FITOPAC 1: Manual de usuário**. Campinas: Departamento de botânica, Unicamp, 1996. 95p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. São Paulo: FUNEP, 1994. 70p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia dos sistemas de cultivo. In: **Carcinicultura de água doce**. São Paulo: FUNEP, 1998, p.47-75.
- VALDERRAMA, J.C.. The simultaneous analysis of nitrogen and phosphorus total in natural waters. **Marine Chemistry**, Amsterdam, 10, p.109-122, 1981.
- VALENTIN, J.L. **Ecologia Numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Ed. Interciência, Rio de Janeiro. 117p. 2000.

Tabela 1 - Descrição das variáveis físicas, químicas e biológicas e respectivas metodologias utilizadas no presente estudo.

Variáveis	Referência	Equipamento	Unidade
Oxigênio dissolvido	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	mg/L
Condutividade	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	µS/cm
pH	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	
Temperatura	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	°C
Alcalinidade	Golterman & Clymo, (1971)	Titulação	mg/L
Nitrogênio total e fósforo total	Valderrama, (1981)	Espectrofotômetro	µg/L
Amônio total	Nessler, (Apha, 1998)	Espectrofotômetro	mg/L
Clorofila- <i>a</i>	Marker et al., (1980) e Sartory & Grobellar (1984)	Espectrofotômetro	µg/L
Nitrito e nitrato	Mackereth <i>et al.</i> , (1978)	Espectrofotômetro	µg/L mg/L
Ortofosfato	Apha, (1998)	Espectrofotômetro	µg/L
Transparência da coluna da água	Pompêo, (1999)	Desaparecimento visual do Disco de Secchi	m

Tabela 2 - Características limnológicas com valores médios (e desvio padrão), amplitude (entre parênteses) do afluente, viveiro e efluente de criação de tilápia do Nilo.

Parâmetro observado	Afluente	Viveiro	Efluente
Temperatura (°C)	26,48 ± 2,24 (21,97 - 27,80)	28,13 ± 2,24 (23,81 - 31,30)	27,85 ± 2,17 (23,48 - 30,3)
pH	6,24 ± 0,45 (5,41 - 6,72)	6,29 ± 0,46 (5,43 - 6,68)	6,29 ± 0,40 (5,59 - 6,75)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,03 ± 0,84 (5,20 - 7,47)	5,41 ± 0,77 (4,62 - 6,48)	4,41 ± 0,83 (2,99 - 5,50)
Gás carbônico (mg/L)	45,51 ± 74,54 (213,88 - 9,18)	43,95 ± 76,27 (216,80 - 14,07)	29,32 ± 44,39 (129,80 - 9,98)
Condutividade (µS/cm)	62,50 ± 9,78 (54 - 80)	68,88 ± 7,10 (62 - 83)	69,25 ± 6,82 (63 - 84)
Fósforo total (µg/L)	60,15 ± 31,94 (21,76 - 114,81)	261,40 ± 104,21 (106,28 - 381,96)	224,28 ± 74,82 (111,00 - 305,29)
Ortofosfato (µg/L)	14,85 ± 16,33 (4,78 - 44,58)	34,21 ± 40,43 (6,93 - 128,76)	31,38 ± 33,45 (6,62 - 110,09)
Nitrogênio total (µg/L)	211,16 ± 142,61 (35,70 - 375,13)	1032,71 ± 916,30 (54,22 - 2539,07)	1067,80 ± 1096,93 (49,63 - 3426,33)
Nitrito (µg/L)	5,49 ± 3,01 (2,17 - 10,65)	19,69 ± 43,42 (2,73 - 127,11)	6,02 ± 5,71 (2,73 - 19,98)
Nitrato (mg/L)	0,05 ± 0,06 (0,005 - 0,163)	0,08 ± 0,08 (0,014 - 0,217)	0,07 ± 0,08 (0,013 - 0,199)
Amônia total (mg/L)	0,48 ± 0,05 (0,409 - 0,556)	0,78 ± 0,58 (0,363 - 2,054)	0,81 ± 0,65 (0,333 - 2,140)
Alcalinidade total (mg/L)	22,39 ± 3,71 (16,49 - 27,26)	25,28 ± 6,47 (16,49 - 36,61)	22,98 ± 3,50 (7,3 - 72,8)
Clorofila- <i>a</i> (µg/L)	3,64 ± 2,94 (0,9 - 9,1)	46,97 ± 35,32 (12,7 - 96,5)	39,45 ± 27,61 (7,3 - 72,8)
Disco de Secchi (m)		0,35 ± 0,10 (0,25 - 0,58)	

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis físicas e químicas da água e os dois primeiros eixos da ordenação para o período de estudo (N=8).

Variável	Abreviações	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
pH	pH	-0,613	0,722
Condutividade	Cond	0,189	-0,633
Oxigênio Dissolvido %	OD%	0,654	-0,023
Temperatura	T°C	0,004	-0,822
Clorofila- <i>a</i>	Cloro a	-0,803	-0,335
Amônia Total	NH ₄	-0,652	-0,149
Nitrato	NO ₃	-0,263	-0,043
Ortofosfato	PO ₄	-0,263	-0,090
Fósforo Total	PT	-0,786	-0,512
Nitrogênio Total	NT	-0,736	-0,130
CO ₂ Livre	CO ₂	0,502	-0,727
Total de Explicabilidade:		33%	23%

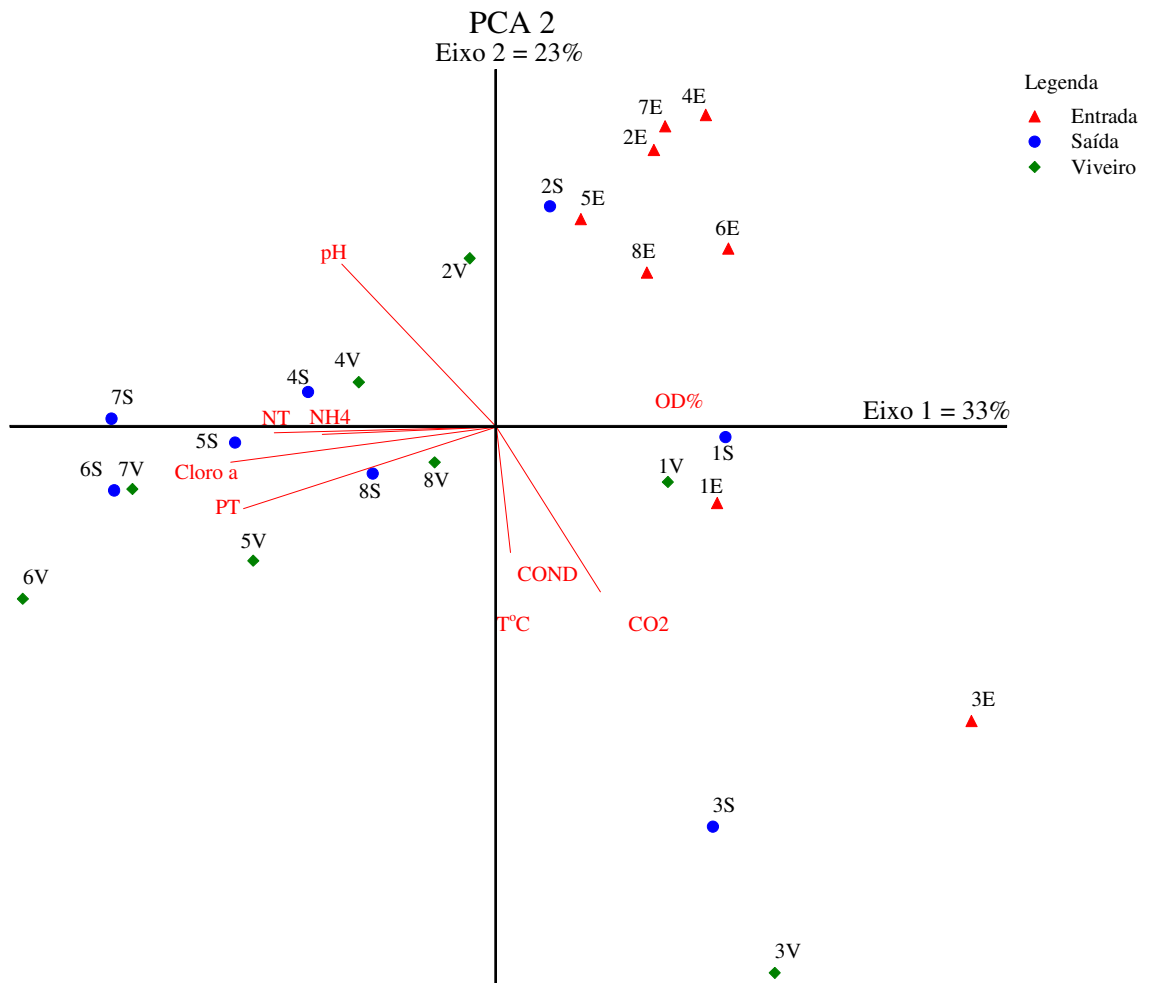


Figura 1 – Ordenação biplot, pela Análise de Componentes Principais (ACP), as unidades amostrais foram separadas entre as estações de amostragens (entrada, saída e viveiro) e entre as datas de coleta (1 a 8). As abreviações das variáveis ambientais estão apresentadas na Tabela 2.

Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de Tilápias (*Oreochromis niloticus*)

Capítulo II

Efeito do manejo alimentar na criação de tilápias do nilo sobre a qualidade da água, visando à produção ambientalmente sustentável

Produção bibliográfica relacionada ao conteúdo deste capítulo:

OSTI, J. A. S. ; MERCANTE, C. T. J. ; Carmo, C.F ; Mainardes Pinto, C.S.R. ; RODRIGUES, C. J. ; PEREIRA, J. S. . " Limnologia e conversão alimentar em um tanque de engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*) - (avaliação preliminar): XI Congresso Brasileiro de Limnologia, 2007.
OSTI, J. A. S. ; MERCANTE, C. T. J. ; Carmo, C.F ; LOMBARDI, J. V. ; PEREIRA, J. S. . Efeito do manejo para criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) sobre a qualidade da água. AquaCiência. 2008.

Efeito do manejo alimentar na criação de tilápias do nilo sobre a qualidade da água, visando à produção ambientalmente sustentável

João Alexandre Saviolo Osti⁽¹⁾ Cacilda Thais Janson Mercante⁽²⁾

⁽¹⁾ Aluno de Pós-Graduação do Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Recursos Hídricos, Avenida Francisco Matarazzo, N° 455, CEP 05001-900, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: jale.osti@gmail.com.

⁽²⁾ Pesquisador Científico do Instituto de Pesca, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Recursos Hídricos. E-mail: cthais@pesca.sp.gov.br.

Resumo - Objetivou-se caracterizar o manejo alimentar empregado no cultivo de tilápia do nilo na fase de engorda através de parâmetros zootécnicos analisados e sobre a qualidade da água com vistas à produção ambientalmente sustentável. O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007, sendo que nos primeiros 4 meses, as coletas de água foram mensais e a partir do quinto mês até o final do período de criação, as coletas passaram a ser semanais. O viveiro possuía uma profundidade média de 1,08m, área de 1.500 m² e volume de 1.620 m³, vazão média de 2,7 L/s⁻¹, tempo de residência da água de 8,2 dias, povoado com 3.750 exemplares juvenis de tilápia do Nilo, na densidade de 2,33 peixes por m² e manejado em sistema semi-intensivo. Os pontos de amostragem foram o afluente, o centro do viveiro e seu efluente. Analisou-se o ganho de peso (GP), Conversão Alimentar Aparente (CAA) e Taxa de Crescimento Específico (TCE), além das variáveis limnológicas: transparência, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, alcalinidade, clorofila-*a*, amônia total, nitrito, nitrato, ortofosfato, fósforo total e nitrogênio total. A razão da CAA variou de (1,2: 1) a (2,3: 1), com uma produção de 15.500 kg/ha, sendo estes valores considerados satisfatórios para a espécie. Entretanto, a provável diminuição da eficiência alimentar no final do cultivo, promoveu o excesso de nutrientes na água. A correlação entre as quantidades de ração e as concentrações de PT e NT foram altas respectivamente de $r = + 0,920$ e $r = + 0,653$, evidenciando que o incremento de nutrientes no viveiro foi

consequência do manejo. Portanto, devem-se adequar as técnicas de arraçoamento, a quantidade e a qualidade da ração, bem como implantar o tratamento destes efluentes.

Termos de indexação: manejo ambientalmente sustentável, piscicultura, tilápia do Nilo, qualidade da água, conversão alimentar aparente.

Effects of Tilapia management on water quality aiming at an environmentally sustainable production

Abstract – The objective was to characterize the tilapia culture management (farming period) with zootechnical parameters as well as its effect over water quality aiming at an environmentally sustainable production. Sampling ranged from October/2006 and March/2007, monthly during the first half of the breeding and weekly during the second one. Sampling grounds were the affluent, the middle and the effluent of the fed-pond. The analyzed aspects were the Weight Gain (WG), Feed Conversion rate (FCR) and Specific Growing Rate (TCE) together with the limnological ones: transparency, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, water temperature, alkalinity, chlorophyll-*a*, total ammonia, nitrite, nitrate, orthophosphate, total phosphorus, and total nitrogen. CAA ratio ranged from (1,2: 1) until (2,3: 1), producing 15.500 kg/ha, and such values are considered satisfactory to the species. However, the decrease of feeding efficiency during the end of the culture provoked the presence of exceeding nutrients in the water. The ratio between food quantity and PT and NT concentrations was high, respectively $r = + 0,920$ and $r = + 0,653$, thus showing that the increase of nutrients into the fed-pond was related to management. An adjustment to feeding techniques, food quantity and quality is to be put into practice, as well as the implementation of actions toward the treatment of these effluents.

Index terms: environmentally sustainable management, pisciculture, tilapia do nilo, water quality, FCR

Introdução

Segundo as Nações Unidas (2006) a população mundial é estimada em 6,5 bilhões de pessoas e projetada para nove bilhões em 2050. Para alimentação dessa massa populacional, a sociedade busca formas ambientalmente sustentáveis para suprir uma demanda crescente, pois juntamente com a mudança cultural, uma melhora da qualidade de vida se relaciona com a fonte de proteína que será suprida.

A aquíicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual, tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (Ono & Kubitzka, 2003). Neste sentido, as pesquisas voltadas a estudar a reprodução, o crescimento e a produção de espécies com potencial econômico têm se desenvolvido mais amplamente se comparadas aos trabalhos que visam avaliar a qualidade da água na aquíicultura. Entretanto, a qualidade da água é preocupação constante em criações de peixes. Quando esta é de má qualidade, podem ocorrer quedas no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, o que leva a menor produção e menor lucratividade (Boyd, 1990, Brune & Tomasso, 1991 e Boyd & Tucker, 1998).

O desafio do produtor é minimizar o acúmulo de resíduos durante o cultivo, evitando assim uma rápida degradação da qualidade da água, de forma a obter um melhor desempenho dos peixes e maior produtividade (Kubitzka, 2003), onde as entradas de alimento não devem exceder a capacidade em que o viveiro tem de assimilar esses resíduos (Boyd, 2004). É comum a utilização de fertilizante e rações para promover uma maior produção de peixes, no entanto, não mais que 25% a 30% do nitrogênio e fósforo aplicado nos viveiros são revertidos em biomassa (Boyd & Tucker, 1998).

Segundo a FAO (2009), a piscicultura, como em qualquer atividade voltada a aqüicultura, se não bem manejada, pode causar danos ambientais. Fatores como descarga orgânica, uso de antibióticos, introdução de espécies exóticas, entre outros, podem promover riscos como a eutrofização e alteração das águas, poluição orgânica afetando o consumo humano. Ozbay & Jackson (2006) ressaltaram que as Boas Práticas de Manejo (BPMs) refletem a técnica mais prática e econômica reduzindo os custos de produção e aumentando a produtividade do sistema. Estes autores ainda expõem que o principal objetivo é o de desenvolver sistemas de tratamento do efluente, que reduzam as cargas de matéria orgânica, sólidos suspensos e nutrientes, minimizando a poluição dos corpos d'água receptores.

Sendo que a aplicação das boas práticas de manejo, juntamente com a compreensão da relação entre as interações dos fatores físicos, químicos e biológicos, torna-se uma ferramenta acessível direcionada a sustentabilidade, podendo contribuir na elevação da produtividade. Intervenções nessas interações favorecem a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pelo efluente lançado no corpo receptor sem tratamento prévio.

No Brasil, poucos são os estudos que relacionam os resultados dos parâmetros zootécnicos comumente analisados na piscicultura com seus efeitos sobre a qualidade da água do viveiro. Cole & Boyd (1986) foram os primeiros autores a desenvolverem pesquisas nesta área sendo que o presente estudo foi baseado no referido trabalho.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo descrever o efeito do manejo alimentar sobre a qualidade da água do viveiro e de seu efluente e a partir dos resultados obtidos orientar sobre as boas práticas de manejo buscando a produção sustentável.

Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba – APTA Regional – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (SAA-SP), no município de Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo. O estudo foi realizado no período de outubro/2006 a março/2007, sendo que nos primeiros 3 meses, as coletas de água foram mensais e a partir do quarto mês até o final do período de criação, as coletas passaram a ser semanais. Os pontos amostrados foram: o afluente (fonte de abastecimento); viveiro e efluente do viveiro (sistema de drenagem). O viveiro contemplava uma área de 1.500 m² e um volume de 1.620 m³. O sistema adotado foi o semi-intensivo na criação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O sistema de renovação de água do viveiro era constante e sem aeração mecânica. O efluente gerado era descartado no corpo receptor (Ribeirão do Borba), que é um tributário do Ribeirão do Curtume, que por sua vez, integra uma das sub-bacias do Rio Paraíba do Sul.

O viveiro estudado foi previamente drenado e seco ao sol, com posterior calagem para a desinfecção do mesmo, sendo essa uma ação comumente utilizada na profilaxia em sistemas de piscicultura. Foi utilizada cal virgem (hidratado), no total de 150 kg distribuído em toda a extensão do viveiro. O sistema foi drenado por 3 vezes para remoção do resíduo da cal, e após o enchimento procedeu-se uma adubação, com superfosfato simples (6g/m²) e fosfato de amônia (4g/m²). O povoamento foi realizado com 3750 juvenis de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente, com peso médio de 191,00 g, na densidade de 2,33 peixes por m². Durante o cultivo, os peixes foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta, onde foram fornecidas duas vezes ao dia, numa taxa variável de 2,5 à 1,5% da biomassa total estimada. O arraçamento considerou o estágio de desenvolvimento da população

(tamanho/idade) e a estimativa da biomassa produzida. Os parâmetros zootécnicos avaliados foram: ganho de Peso (Gp) onde $GP(g) = PF - PI$, conversão alimentar aparente (CAA) onde $CAA = AF/GP$ e taxa de crescimento específico (TCE) onde $TCE(\%dia) = (100(\ln W_t - \ln W_o)/T)$. A amostragem da água, para determinação das variáveis físicas, químicas e biológicas (Tabela 1), foi realizada no afluente, no viveiro e no efluente em coletas iniciadas por volta das 10:00h da manhã.

Aos resultados foram aplicados a análise descritiva com o auxílio do programa BioEstat 05. Após essa primeira fase foi aferida a normalidade dos dados, pelo teste de normalidade de Shapiro – Wilk, sendo consideradas amostras com origens normais aquelas que apresentavam $p > 0,05$. Para dados normais foi aplicado o cálculo de correlação de Pearson, onde no eixo (x) foi utilizada a quantidade de ração fornecida ao longo do cultivo e as variáveis da qualidade da água no eixo (y). Para as variáveis que apresentaram correlação $p < 0,001$, foi elaborado o gráfico de dispersão, mostrando o coeficiente de correlação de Pearson (r).

Resultados e Discussão

Os manejos hídrico e alimentar além de influenciarem na qualidade da água, quando realizado incorretamente, podem interferir no desempenho produtivo dos peixes. A tabela 2 mostra desempenho zootécnico obtido durante o ciclo de cultivo, determinado por meio do ganho de peso, conversão alimentar aparente e a taxa de crescimento específico, juntamente com as adequações utilizadas, sendo que cada fase descrita corresponde ao intervalo de realização das biometrias. A produção foi obtida em um período de 128 dias, sendo que, o peso médio dos indivíduos alcançou 662,85g.

As taxas de crescimento específico, observadas no presente trabalho apresentaram uma redução ao longo do período de cultivo (Tabela 2). Segundo Yoshida, (1996), viveiros com renovação contínua de água, como o utilizado no presente estudo,

apresentaram melhores taxas de crescimento específico quando comparados com sistemas sem renovação. Tsadik & Bart, (2007), consideraram que existe uma relação positiva entre os níveis de alimentação e a vazão, sendo que o manejo dessas variáveis resulta na melhoria das taxas de crescimento. Pereira et al, (2004), também descreveram que o fluxo de água exerce grande efeito nas características físicas e químicas da água, bem como na estrutura (composição e densidade) das populações, por meio do efeito direto (*wash – out*) e indireto (alterações na composição química da água e sua relação com a disponibilidade alimentar).

A conversão alimentar aparente (CAA) alcançou razões entre (1,2: 1) a (2,21: 1), com uma produção de 15.500 kg/ha com os 23.333 peixes/ha estocados, sendo estes valores considerados satisfatórios para a espécie cultivada nas condições de cultivo estudada. Baccarin, (2002), estudando a mesma espécie encontrou uma CAA entre (1,41: 1) e (1,69: 1). Southworth et al, (2006), trabalhando com diferentes densidades de estocagem de Channel catfish, observou uma melhor CAA (1,33: 1), quando este acondicionado em na densidade de 34.600 peixes/ha, produzindo 9.000 kg/ha de peixe. Cole & Boyd, (1986), trabalhando com essa mesma espécie, reportaram uma CAA entre (1,6 a 1,8: 1) com uma produção de 6.000 kg/ha, quando confinados em uma taxa de 17.300 peixes/ha. No entanto, Tucker & Hagreaves, (2003), salientaram a importância do controle da capacidade de suporte desses sistemas, onde uma quebra neste equilíbrio pode acarretar na diminuição da taxa de crescimento além de causar uma rápida deterioração da qualidade da água. Estes mesmos autores consideraram que a taxa alimentar não deve exceder de 35-60 kg/ha por dia. Southworth et al, (2006) avaliaram que uma taxa média de alimentação de 60 kg/ha por dia podendo chegar até 112 kg/ha por dia em altas densidades, não apresentam efeito negativo sobre a saúde dos peixes e qualidade da água.

O tempo médio de residência calculado da água foi de 7 dias classificando-o na categoria de transição de ambiente lótico e lântico (CONAMA N°357/2005). Sipaubas-Tavares, (1995), trabalhando em viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência, observou valores de oxigênio dissolvido entre 4,0 e 5,4 mg/L, considerados por esse autor adequado ao cultivo de peixes tropicais, associado a tempos de residência ao redor de 8,2 dias, sendo esses resultados próximos ao encontrado neste estudo (Tabela 3).

A temperatura do afluente apresentou uma média de $26,5 \pm 2,2^\circ\text{C}$ e no efluente o valor foi de $27,9 \pm 2,2^\circ\text{C}$, em contrapartida o viveiro obteve a média de $28,13 \pm 2,2^\circ\text{C}$ (Tabela 3). Esse processo pode estar relacionado com a dinâmica de ambientes lânticos e lóticos, onde a estabilidade do viveiro aumenta o conteúdo de calor e a turbulência da água de abastecimento e do efluente dissipando boa parte da energia térmica.

Os valores de condutividade elétrica da água estão normalmente associados com o processo de produção primária e decomposição da matéria orgânica em ambientes aquáticos naturais e construídos. Onde as médias de ($63\mu\text{S}/\text{cm}$) no afluente e ($69\mu\text{S}/\text{cm}$) no efluente, estão dentro dos observados por Macedo, (2004), e Henry-Silva & Camargo, (2008), que em trabalho realizado com a eficiência de macrófitas aquáticas utilizadas no tratamento de efluente de carcinicultura, encontrou valores de condutividade elétrica de ($58\mu\text{S}/\text{cm}$) no afluente e de ($68\mu\text{S}/\text{cm}$) no efluente.

A alcalinidade total manteve-se praticamente constante ao longo do ciclo de cultivo, tanto na água de abastecimento, viveiro e efluente, apresentando valores médios de $22,39 \pm 3,71\text{mg}/\text{L}$, $25,28 \pm 6,47\text{mg}/\text{L}$ e $22,98 \pm 3,50\text{mg}/\text{L}$, respectivamente. Conforme Mercante et al. (2007), valores de alcalinidade próximos do valor mínimo aceitável ($20,0\text{mg}/\text{L}$), como os obtidos no presente trabalho, não são suficientes para garantir um efeito tampão. Dessa forma, os viveiros podem sofrer alterações bruscas diárias do pH

em função do metabolismo e da sobrecarga orgânica. Ressalta-se que a reduzida variabilidade dos valores de pH observadas no presente trabalho (Tabela 3) estão relacionadas com a padronização do horário de amostragem, não descartando, dessa forma, a possibilidade de alterações em função da respiração e fotossíntese.

A transparência média obtida através da profundidade do desaparecimento visual do disco de Secchi ao longo do cultivo foi de 0,35m (Tabela 3). Os resultados obtidos mostraram que o viveiro esteve com uma transparência dentro do proposto por Kubitzka, (2003), que varia entre 0,30 e 0,50m para viveiros de peixes e camarões. Sipaúba-Tavares, (1995), afirmou que quando a visibilidade for menor do que 0,20m deve-se cessar a adubação e fertilização do viveiro. Segundo o referido autor, a baixa visibilidade indica intenso crescimento de plâncton, podendo ocasionar problemas na concentração de oxigênio dissolvido, por outro lado, alta transparência pode causar o aparecimento de plantas aquáticas no fundo do viveiro, o que prejudica o manejo dos peixes.

No presente estudo os resultados obtidos no viveiro apresentaram uma concentração média de oxigênio dissolvido (4,41mg/L) (Tabela 3) mostraram que o viveiro permaneceu dentro do proposto por Boyd, (1990); Sipauba – Tavares, (1995) e Kubitzka, (2003) que sugerem valores acima de (4,0mg/L). Os valores da estimativa da biomassa fitoplanctônica medidos através da clorofila-a demonstraram a intensa atividade fotossintética que ocorreu no viveiro. No final do cultivo tais valores alcançaram (96,50 µg/L) (Tabela 3) indicando a hipereutrofia do ambiente, comumente em lagos eutróficos são encontrados valores de clorofila a acima de 30 µg/L.

Com relação às formas inorgânicas nitrogenadas não se observou incremento nas suas concentrações mesmo após a fertilização e arraçoamento. Notando-se que as concentrações medidas do afluente e no viveiro estiveram muito próximas (Tabela 3).

As concentrações de nitrato no viveiro mantiveram-se constantemente abaixo de (0,220mg/L) e de nitrito inferiores a (130µg/L). Contudo, observou-se um incremento de aproximadamente 2 vezes ao longo do ciclo de cultivo das concentrações médias de amônia total do afluente (0,48µg/L) em relação as concentrações do efluente (0,81µg/L), mas associados aos baixos valores de pH não ocorreu formação de amônia tóxica. As concentrações médias do ortofosfato do efluente (31,38µg/L) apresentaram um incremento de 2 vezes em relação a água do afluente (14,85µg/L).

As concentrações de nitrogênio total do viveiro foram significativamente baixas no início do experimento (54,22 µg/L), atingindo o valor máximo 119 dias após o início do cultivo, sendo esse 46 vezes maior (2.539,07 µg/L) que o inicial (Tabela 3). Com relação a variação entre os pontos, constatou-se que, após a entrada de água (afluente), o nitrogênio total sofreu elevado incremento em suas concentrações, atingindo valores médios da ordem de grandeza de até 5 vezes. Os maiores valores médios da concentração de nitrogênio total foram observados no viveiro, com (1.032,71 µg/L), e no efluente, com (1.067,80 µg/L) como mostra na (Tabela 3).

As concentrações de fósforo total no viveiro se comportaram tal como as concentrações de nitrogênio total, onde os menores valores foram observados no início do experimento (106,28 µg/L), atingindo a concentração máximas de 381,96 µg/L, na ordem de grandeza de 4 vezes maior, após 112 dias de cultivo. Sendo que, em relação aos pontos, também foi observado esse incremento de até 4x maior no efluente em relação ao afluente. (Tabela 3)

Os valores de nitrogênio total e fósforo total obtidos, ao longo do cultivo, evidenciaram o potencial impactante que é o efluente de piscicultura, onde esses resultados corroboram com os encontrados por Baccharin (2002), Macedo & Tavares (2005), e Henry-Silva & Camargo (2008). Bazante-Yamaguichi et al. 2008, em trabalho

de ecotoxicologia realizado nesse mesmo viveiro observou toxicidade aguda e crônica ao organismo-teste *Ceriodaphnia dubia*, associado aos altos valores de nitrogênio total e fósforo total. Baccarin & Camargo (2005), em estudo que avaliou diferentes tipos de manejo alimentar e a sua relação com a qualidade da água no efluente do viveiro de tilápias, observaram uma correlação positiva entre o crescimento e a biomassa do peixe e o incremento da concentração de nitrogênio total e fósforo total na água. Segundo Mercante et al. (2007), o aporte desses nutrientes, associados a uma série de outros fatores bióticos e abióticos, pode ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros.

O aporte de nutrientes oriundo das sobras de rações e das excreções dos peixes, já foram amplamente discutidos por Cole & Boyd, (1986), Baccarin & Camargo, (2005), Henry-Silva & Camargo, (2006) e Henry-Silva et al., (2006) e Mercante et al., (2007). Os valores encontrados por esses autores corroboram com os observados no presente estudo.

O acúmulo dos nutrientes e das concentrações de clorofila-*a* no viveiro ao longo do ciclo de engorda mostrou que quando o manejo é empregado de forma incorreta, além de ocasionar uma queda no aproveitamento alimentar do peixe (conforme mostrado na tabela 2 pelos dados de CAA), também ocorre piora na qualidade da água. Tal fato acarreta em um efluente rico em nutrientes, sendo que este incremento pode ser prejudicial aos sistemas de criação e aos ecossistemas aquáticos. Ainda ressalta-se que o fósforo é um dos principais responsáveis pela eutrofização artificial (Henry-Silva et al., 2006). Para Cole e Boyd, (1986), altas concentrações desses nutrientes e a probabilidade de baixos níveis de oxigênio dissolvido à noite e no começo da manhã aumentam com o incremento da taxa de alimentação dos viveiros, Yoshida, (1996), comenta que o aporte de matéria orgânica, sob a forma de ração, apesar de contribuir para o aumento da

produção de uma piscicultura, se não for controlado, podem também levar a índices de qualidade da água inadequada ao cultivo de peixe e, conseqüentemente, prejudicando a produção do pescado. Essas discussões podem ser corroboradas pelas Figuras 1 e 2, onde as quantidades de ração fornecida ao longo do cultivo e as concentrações de fósforo total e nitrogênio total, apresentaram uma correlação ($r = 0,920$) e ($0,653$), respectivamente, mostrando que o incremento de nutrientes no viveiro ao longo da fase de engorda dos peixes se deve a forma de manejo empregado no sistema.

Segundo Landell, (2007), cuidados na formulação das rações devem fazer parte das preocupações de todo o elo da cadeia produtiva (dos fabricantes e piscicultores), pois existe uma relação direta entre o potencial poluente das rações e as taxas de conversão alimentar, sendo então observado um menor potencial de eutrofização quando encontrada uma melhor conversão alimentar.

Os resultados obtidos mostram a viabilidade do empreendimento, muito embora as ocorrências de elevadas concentrações de nutrientes presentes no efluente indicam que o manejo do sistema de produção promoveu alterações na qualidade da água resultando em um efluente rico em nitrogênio total e fósforo total. Sendo que a atividade de piscicultura relaciona-se com o incremento do processo de eutrofização dos corpos receptores de seus efluentes. Dessa forma estudos de boas práticas de manejo sustentável (BPMs), envolvendo técnicas de distribuição da ração, adequação da quantidade, horário do arraçoamento, melhoria na qualidade da ração, bem como o tratamento destes efluentes, devem ser implementados para mitigar o impacto ambiental gerado pela atividade.

Conclusões

Com o crescimento da aqüicultura a necessidade de estudos dos efluentes de viveiros de piscicultura e a aplicação de técnicas de manejo voltada para aspectos ecológicos são primordiais para o futuro da atividade.

1 - No presente estudo o manejo empregado no cultivo de tilápias, mostra a viabilidade do empreendimento, no que diz respeito à produção, entretanto, a diminuição da eficiência alimentar (analisada indiretamente pelo aumento dos valores de CAA), juntamente com o excesso de nutrientes na água no final do cultivo, promove uma queda no desempenho produtivo do sistema.

2 - A correlação entre as quantidades de ração e as concentrações de PT e NT são altas respectivamente de $r = + 0,920$ e $r = + 0,653$, evidenciando que o incremento de nutrientes no viveiro é consequência do manejo.

3 - Portanto, práticas de manejo devem ser implementadas para o desenvolvimento da atividade, sendo assim, métodos para impedir problemas na qualidade da água incluem a seleção de um local com fonte de abastecimento adequada, além de moderadas densidades de peixe e adequar as técnicas de arraçoamento, a quantidade e a qualidade da ração, respeitando a capacidade de suporte do sistema, bem como implantar o tratamento destes efluentes.

Agradecimento (S)

Dra. Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, Dra. Andréa Tucci; Dr. Clovis Ferreira do Carmo, MS Jeniffer Sati Pereira pelas contribuições neste trabalho.

À FAPESP pelo apoio financeiro processo 2005/05180-0 e 2005/03011-7.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Luiz Cláudio dos Santos Evangelista, técnico do laboratório pelo auxílio nas análises e coleta em campo.

Referências

- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater**, 20 ed. Washington, D.C: APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Pollution Control Federation, 1998. 1085p.
- BACCARIN, A. E. ; CAMARGO, A. F. M.. Characterization and evaluation of the feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48, v.1, p.81-90, 2005.
- BACCARIN, Ana Eliza. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares**. 2002.65f. Tese (Doutorado em Aqüicultura)- Centro de Aqüicultura, UNESP, Jaboticabal,2002.
- BAZANTE-YAMAGUICHI, R.; LOMBARDI, J.V.; MERCANTE, C.T.J.; CARUSO, N.P.P, MOREIRA, L.E.B., PEREIRA, J.S.. Análise Ecotoxicológica em Viveiro de Produção de Tilápia (*Oreochromis niloticus*), Utilizando o Cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como Organismo-Teste. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, submetido em 2008.
- BOYD, C. E. E TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700p.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing, 1990. 482p.
- Boyd, C.** (2004). Sustainable Aquaculture Practices: Feeding Affects Pond Water Quality. *Global Aquaculture Advocate* 1(1).

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do território Nacional.** Resolução n. 357, de 17 de março 2005.

BRUNE, D.E. and TOMASSO, J.R. Aquaculture and Water Quality, Advances in World Aquaculture. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, 3. 1991.

COLE, Brian e BOYD, Claude. Feeding rate, water quality, and channel Catfish: Production in ponds. **The Progressive Fish Culturist**, Alabama, v.48, p.25-29, 1986.

FAO. **Article 9: Aquaculture Development.** In: FAO - Code of Conduct for Responsible Fisheries. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm#9>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

HENRY-SILVA, G. G. & CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluente de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian journal of animal Science**, v 37, p.181-188,2008.

HENRY-SILVA, G. G. & CAMARGO, A. F. M. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile Tilapia pond effluents. **Revista Ciencia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.5, p.433-438, 2006.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, L. E. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, p.641-647, 2006.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** 3ª ed. Jundiaí – SP, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz”/USP, 1999.

KUBITZA, F. **Qualidade da água: no cultivo de peixes e camarões.** 1.ed. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2003. 229 p.

- LANDELL, Marina de Carvalho. **Avaliação do desempenho de (*Tilápias* (*Oreochromis niloticus*, Trewavas,1983) em tanques-rede na represa de Jurumirim / Alto rio Paranapanema**. f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, p.106, 2007.
- MACEDO, C. F. ; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros seqüenciais de criação de peixes. **Acta Scientific**, Maringá, v.27, n.3, p. 405-411, 2005.
- MACEDO, Carla Fernanda. **Qualidade da água em viveiro de criação de peixe com sistema de fluxo contínuo**. Tese (Doutorado em aqüicultura) – Centro de Aqüicultura, UNESP, Jaboticabal, 2004, 136f.
- MACKERETH, J. F. H.; HERON, J. and TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n. 36, 121 p., 1978.
- MARKER, A.F.H.; NUSCH, H.; RAI, H.; RIEMANN, B.. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: conclusion and recomendations. **Arch. Hydrobiol. Beih.**, 14, p. 91-106, 1980.
- MERCANTE, C. T. J., MARTINS, Y. K.; CARMO, C.F.; OSTI, J.S.; MAINARDES PINTO, C.S.R.; TUCCI, A. Qualidade de água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológica, São Paulo, Brasil. **Bioikos**, Campinas, 21, 2, p.79-88, 2007.
- ONO, E.A., KUBITZA, F., **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3.ed. Jundiaí, SP: Esalq-USP, 2003. 112 p.
- OZBAY, G. AND JACKSON, A.R. Aquaculture Effluents: Perspectives on Best Management Practices. **Global Aquaculture Advocate** 1,1, 2006.
- PAERL, H.W. e TUCKER, C.S. 1995 Ecology of bluegreen algae in aquaculture ponds. **Journal of the Aquaculture Society**, 26(2).

- PEREIRA, R. H. G. Limnological variables and their correlation with water flow in fish ponds. *Acta limnológica Brasileira*, v.16(3), p. 583-611, 2004.
- POMPÊO, M. L. O disco de Secchi. **Bioikos**, PUC-Campinas, v.13, n.2, p.40-45, 1999.
- SARTORY, D. P. and GROBELLAR, J. U. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. **Hydrobiologia**, 114, 177-187. 1984.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. São Paulo: FUNEP, 1995. 72p
- SOUTHWORTH, B. E.; ENGLE C. R. , AND STONE N. Effect of Multiple-batch Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*, Stocking Density and Feeding Rate on Water Quality, Production Characteristics, and Costs. **Journal of the World Aquaculture Society**. v.37:4,452-463, 2006.
- TSADIK, G. ; BART, A. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, 9 p. 2007.
- TUCKER, C. S. ; J. A. HARGREAVES. Management of effluents from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) embankment ponds in the southeastern United States. **Aquaculture** 226:5-1, 2003.
- UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **World population prospects: the 2004 revision population data base**. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpp/>> Acesso em: 18 abr. 2007.
- VALDERRAMA, J.C.. The simultaneous analysis of nitrogen and phosphorus total in natural waters. **Marine Chemistry**, Amsterdam, 10, p.109-122, 1981.
- YOSHIDA, C. E. **A dinâmica dos fatores físicos-químicos em três tanques de piscicultura com renovação contínua, sem renovação da água e aeração artificial**.

Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP,
Jaboticabal, 92 f, 1996.

Tabela 1 - Descrição das variáveis físicas, químicas e biológicas e respectivas metodologias utilizadas no presente estudo.

Variáveis	Referência	Equipamento	Unidade
Oxigênio dissolvido	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	mg/L
Condutividade	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	µS/cm
pH	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	
Temperatura	Horiba U-22	Sonda potenciométrica	°C
Alcalinidade	Golterman & Clymo, (1971)	Titulação	mg/L
Nitrogênio total e fósforo total	Valderrama, (1981)	Espectrofotômetro	µg/L
Amônio total	Nessler, (Apha, 1998)	Espectrofotômetro	mg/L
Clorofila- <i>a</i>	Marker et al., (1980) e Sartory & Grobellar (1984)	Espectrofotômetro	µg/L
Nitrito e nitrato	Mackereth <i>et al.</i> , (1978)	Espectrofotômetro	µg/L mg/L
Ortofosfato	Apha, (1998)	Espectrofotômetro	µg/L
Transparência da coluna da água	Pompêo, (1999)	Desaparecimento visual do Disco de Secchi	m

Tabela 2 - Dados zootécnicos da produção da Tilápia do Nilo em viveiro de engorda em sistema semi-intensivo de produção.

Parâmetros	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Peso médio inicial (g)	191	335	474	569
Peso médio final (g)	335	474	569	663
Ganho de peso (g)	144	139	95	93
Sobrevivência final (%)				93%
Tempo de cultivo (dias)	44	73	102	128
Ração (Kg/ha por dia)	112	156	199	239
CAA	1,2:1	1,3:1	2,14:1	2,21:1
TCE	1,3	1,2	0,62	0,62

CAA- Conversão Alimentar Aparente

TCE- Taxa de Crescimento Específico

Tabela 3 - Características limnológicas com valores médios (e desvio padrão), amplitude (entre parênteses) do afluente, viveiro e efluente de criação de tilápia do Nilo.

Parâmetro observado	Afluente	Viveiro	Efluente
Temperatura (°C)	26,48 ± 2,24 (21,97 - 27,80)	28,13 ± 2,24 (23,81 - 31,30)	27,85 ± 2,17 (23,48 - 30,3)
pH	6,24 ± 0,45 (5,41 - 6,72)	6,29 ± 0,46 (5,43 - 6,68)	6,29 ± 0,40 (5,59 - 6,75)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,03 ± 0,84 (5,20 - 7,47)	5,41 ± 0,77 (4,62 - 6,48)	4,41 ± 0,83 (2,99 - 5,50)
Gás carbônico (mg/L)	45,51 ± 74,54 (213,88 - 9,18)	43,95 ± 76,27 (216,80 - 14,07)	29,32 ± 44,39 (129,80 - 9,98)
Condutividade (µS/cm)	62,50 ± 9,78 (54 - 80)	68,88 ± 7,10 (62 - 83)	69,25 ± 6,82 (63 - 84)
Fósforo total (µg/L)	60,15 ± 31,94 (21,76 - 114,81)	261,40 ± 104,21 (106,28 - 381,96)	224,28 ± 74,82 (111,00 - 305,29)
Ortofosfato (µg/L)	14,85 ± 16,33 (4,78 - 44,58)	34,21 ± 40,43 (6,93 - 128,76)	31,38 ± 33,45 (6,62 - 110,09)
Nitrogênio total (µg/L)	211,16 ± 142,61 (35,70 - 375,13)	1032,71 ± 916,30 (54,22 - 2539,07)	1067,80 ± 1096,93 (49,63 - 3426,33)
Nitrito (µg/L)	5,49 ± 3,01 (2,17 - 10,65)	19,69 ± 43,42 (2,73 - 127,11)	6,02 ± 5,71 (2,73 - 19,98)
Nitrato (mg/L)	0,05 ± 0,06 (0,005 - 0,163)	0,08 ± 0,08 (0,014 - 0,217)	0,07 ± 0,08 (0,013 - 0,199)
Amônia total (mg/L)	0,48 ± 0,05 (0,409 - 0,556)	0,78 ± 0,58 (0,363 - 2,054)	0,81 ± 0,65 (0,333 - 2,140)
Alcalinidade total (mg/L)	22,39 ± 3,71 (16,49 - 27,26)	25,28 ± 6,47 (16,49 - 36,61)	22,98 ± 3,50 (7,3 - 72,8)
Clorofila- <i>a</i> (µg/L)	3,64 ± 2,94 (0,9 - 9,1)	46,97 ± 35,32 (12,7 - 96,5)	39,45 ± 27,61 (7,3 - 72,8)
Disco de Secchi (m)		0,35 ± 0,10 (0,25 - 0,58)	

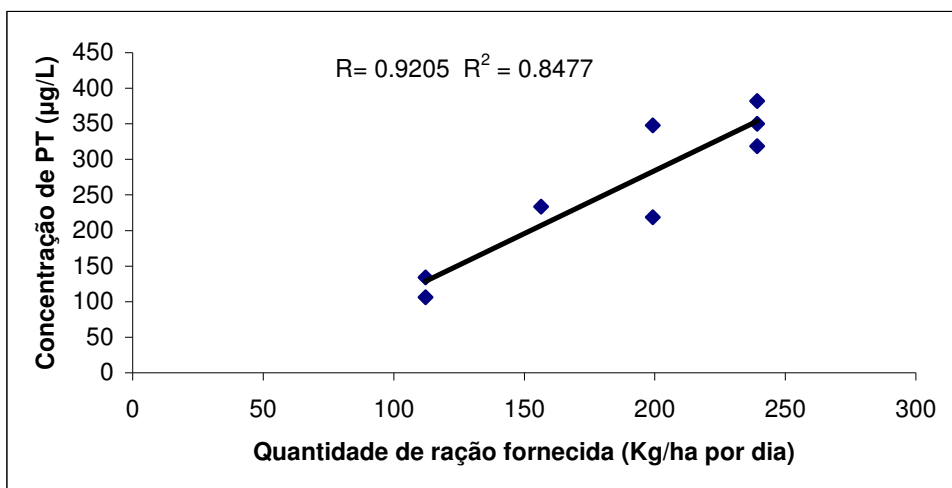


Figura 1 - Evolução da quantidade de alimento fornecido e sua relação com as concentrações de fósforo total (PT), em um viveiro de criação de Tilápia nilótica (*O. niloticus*) ao longo do ciclo de cultivo.

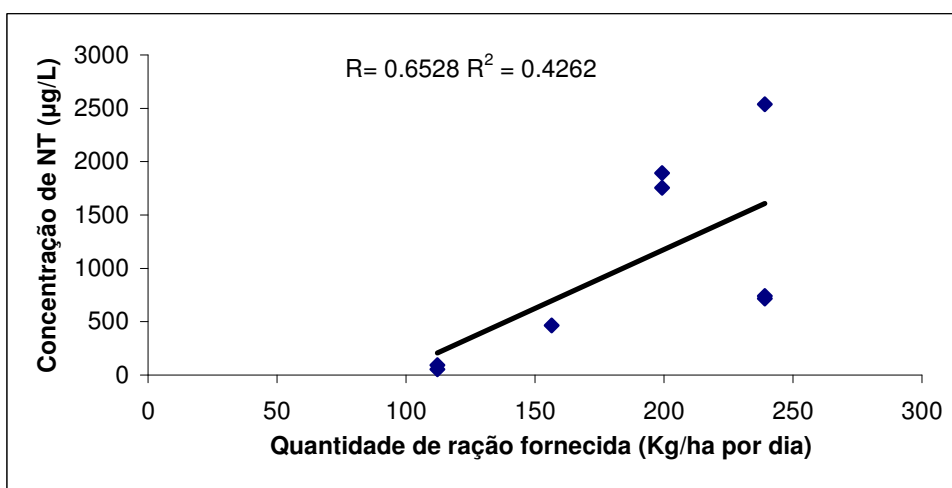


Figura 2 - Evolução da quantidade de alimento fornecido e sua relação com as concentrações de Nitrogênio total (NT), em um viveiro de criação de Tilápia nilótica (*O. niloticus*) ao longo do ciclo de cultivo.



Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✚ Com o crescimento da aquicultura a necessidade de estudos que enfoquem a dinâmica dos viveiros e efluentes de piscicultura e a aplicação de técnicas de manejo voltada para aspectos ambientalmente sustentáveis são primordiais para o futuro da atividade.
- ✚ No presente estudo o manejo empregado no cultivo de tilápias, com uma produção final aproximada de 15.500 kg/ha e a CAA que variou de (1,2: 1) a (2,3: 1), mostram a viabilidade do empreendimento, sendo estes valores considerados satisfatórios para a espécie, nas condições deste cultivo.
- ✚ Os aspectos morfométricos do tanque associados ao manejo de produção garantiram a manutenção dos teores de oxigênio dissolvido e valores de pH dentro dos limites aceitáveis para a atividade de piscicultura, entretanto, uma provável diminuição da eficiência alimentar (analisada indiretamente pelos altos valores de CAA), juntamente com o excesso de nutrientes na água no final do cultivo, contribuiu para queda no desempenho produtivo do sistema.
- ✚ O cultivo de tilápias indicou um intenso processo de eutrofização o qual pode acarretar prejuízos à produção e ao corpo d'água receptor. Dentre as variáveis analisadas os elementos nitrogênio e fósforo e clorofila *a* foram os que melhor caracterizaram as alterações na qualidade da água.
- ✚ A correlação entre as quantidades de ração e as concentrações de PT e NT foram altas respectivamente de $r = + 0,920$ e $r = + 0,653$, evidenciando que o incremento de nutrientes no viveiro foi consequência do manejo.
- ✚ Boas práticas de manejo devem ser implementadas para o desenvolvimento da atividade, sendo assim, métodos para impedir problemas na qualidade da água incluem a seleção de um local com água de boa qualidade, além de moderadas densidades de peixe e adequar as técnicas de arraçoamento, a quantidade e a qualidade da ração, respeitando a capacidade de suporte do sistema, bem como a aplicação das técnicas de manejo que possam garantir o equilíbrio do sistema, tais como a calagem, a fertilização, e a aeração quando necessária.
- ✚ Desenvolvimento de sistemas simples de tratamento do efluente, com a criação de *wetlands* (várzea artificial), lagoas de estabilização e filtros

biológicos e a reutilização da água são fundamentais para uma sustentabilidade da atividade.

✚ De modo geral os produtores resistem a mudanças nas práticas de manejo intimidados pelo aparente aumento nos custos. Para que se possa ocorrer uma maior adoção de boas práticas de manejo no Brasil, estão a regulamentação destas propriedades e a fiscalização dos efluentes, além da formulação de um protocolo de normas que devam ser rigorosamente seguidas pelos técnicos.

✚ A aplicação desta e outras Boas Práticas de Manejo, possibilitariam uma relação mais harmônica entre a produção lucrativa, a preservação ambiental e o desenvolvimento social, sendo esses componentes essenciais para uma atividade aquícola sustentável.