

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA ÁGUA E DESEMPENHO PRODUTIVO DA  
TILÁPIA DO NILO ALIMENTADA EM DIFERENTES  
FREQUÊNCIAS E PERÍODOS POR MEIO DE DISPENSADOR  
AUTOMÁTICO**

RODRIGO MORGADO RAMALHO DE SOUSA

Zootecnista

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia

BOTUCATU - SP  
Março– 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA ÁGUA E DESEMPENHO PRODUTIVO DA  
TILÁPIA DO NILO ALIMENTADA EM DIFERENTES  
FREQUÊNCIAS E PERÍODOS POR MEIO DE DISPENSADOR  
AUTOMÁTICO**

RODRIGO MORGADO RAMALHO DE SOUSA

Zootecnista

Orientador: Claudio Angelo Agostinho

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia

BOTUCATU - SP  
Março – 2007

À minha família, meu pai Reginaldo, minha mãe Marcia e minha irmã Aline, por todo apoio e acima de tudo pelo amor que sempre nos uniu.

À Everly, pelo amor, companheirismo e principalmente pela compreensão e paciência.

A meu orientador e amigo Claudio que sempre me incentivou e pelo constante empenho e amor ao que faz.

Dedico

## Agradecimentos

À Deus, pelo apoio e pelo que sou e por ter me presenteado com uma família linda e amorosa que torna meus dias muito felizes.

### *Setor de Aqüicultura*

Aos funcionários da piscicultura, atuais (João e Obedias) e aqueles que passaram por lá (André e o corintiano Édson) pela grande ajuda e pelos momentos de alegrias e risadas.

Ao professor Samuel que me apoiou e ajudou para que eu obtivesse uma bolsa de apoio técnico no início difícil do mestrado.

Aos estagiários que sempre colaboraram de alguma forma para o desenvolvimento das pesquisas.

Aos amigos Daniel e Fernando que proporcionaram muitos momentos de descontração, principalmente naufragando nosso excelente barco, e que foram fundamentais para o desenvolvimento dos experimentos e sem eles meu mestrado se tornaria bem mais difícil de acontecer.

### *Laboratório de Limnologia*

Ao professor Marcos que orientou, auxiliou e cedeu espaço no laboratório para que as análises de água fossem realizadas.

À doutoranda Luciana, por todas as análises de água que me ensinou e ajudou a fazer e pelas orientações.

A todo o pessoal do laboratório, Silvia, Fabi, Fer, Gabi, Gilmar que me ajudaram e contribuíram com meu aprendizado na parte limnológica do meu trabalho.

A todos os funcionários e professores dos Departamentos, de Produção e de Melhoramento e Nutrição animal que conviviam comigo dia a dia e contribuíram com minha formação.

Aos meus tios, primos, avós e bisavós que sempre torceram por mim e ao meu avô, seu Morgado (*in memoriam*) que me ensinou muitas coisas e que me fazia o cara mais feliz do mundo quando chegavam minhas férias, me levando para o sítio.

*República Santa Cerva*

A todos os meus amigos e companheiros da república e família Santa Cerva que fizeram parte da minha vida acadêmica e que de uma forma ou de outra sempre estavam me apoiando, para ir a festas, churrascos e também para estudar, afinal além de todas as festas somos dedicados e quem mora lá tem e consegue se formar, pois só os fortes sobrevivem.

Aos amigos Borghi, Rogério, Qxada e Xiquinho, pelo companheirismo e por colaborar nessa nova etapa da minha vida, a Pós-graduação.

À Sueli, por me ajudar e muito, principalmente com a correção da minha dissertação.

À dona Marisa, Junior e Letícia, por me incentivar, torcer e orar por mim, além de me agüentar quase toda semana serrando a bóia em sua casa.

À Evelize, Gian, Yuri e Bruno, pela atenção e ajuda que me deram e pelos bons momentos que passei na companhia de vocês.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado e à FAPESP pelo auxílio a pesquisa.

E pra finalizar, aos meus irmãos, Felipe e Tiago que sempre me deram força mesmo estando longe, e contribuíram com muitos momentos de felicidade na minha vida.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                                                                             | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| CAPÍTULO I.....                                                                                                                                                                                                                                             | 01     |
| Considerações Iniciais .....                                                                                                                                                                                                                                | 02     |
| Referências Bibliográficas.....                                                                                                                                                                                                                             | 08     |
| CAPÍTULO II.....                                                                                                                                                                                                                                            | 12     |
| Desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático .....                                                                                                                            | 13     |
| Resumo .....                                                                                                                                                                                                                                                | 13     |
| Abstract.....                                                                                                                                                                                                                                               | 14     |
| 1. Introdução.....                                                                                                                                                                                                                                          | 15     |
| 2. Objetivo .....                                                                                                                                                                                                                                           | 17     |
| 3. Material e Métodos.....                                                                                                                                                                                                                                  | 17     |
| 4. Resultados .....                                                                                                                                                                                                                                         | 19     |
| 5. Discussão.....                                                                                                                                                                                                                                           | 20     |
| 6. Referências Bibliográficas .....                                                                                                                                                                                                                         | 24     |
| Tabela 1. Esquema de oferta de alimento por dispensador automático.....                                                                                                                                                                                     | 27     |
| Tabela 2. Médias da temperatura, OD, transparência e do pH da água ao longo do experimento. ....                                                                                                                                                            | 28     |
| Tabela 3. Peso final das tilápias em função da frequência alimentar e períodos de alimentação, na fase que se inicia com peso de 16,0 g e alcança aproximadamente 250,0 g. ....                                                                             | 29     |
| Tabela 4. Ganho de peso médio diário (GPMD), ganho de peso médio total (GPMT) e conversão alimentar (CA) das tilápias, em função da frequência alimentar e períodos de alimentação, na fase inicial de 16,0 g a fase final de aproximadamente 250,0 g. .... | 30     |
| ANEXO I.....                                                                                                                                                                                                                                                | 31     |
| CAPÍTULO III .....                                                                                                                                                                                                                                          | 35     |
| Qualidade da água do viveiro durante a criação de tilápias ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) em tanques-rede.....                                                                                                                                            | 36     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumo .....                                                                                                                                                                                                                                                        | 36 |
| Abstract .....                                                                                                                                                                                                                                                      | 37 |
| 1. Introdução.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 38 |
| 2. Objetivo .....                                                                                                                                                                                                                                                   | 39 |
| 3. Material e Métodos.....                                                                                                                                                                                                                                          | 39 |
| 4. Resultados.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 40 |
| 5. Discussão .....                                                                                                                                                                                                                                                  | 42 |
| 6. Referências Bibliográficas .....                                                                                                                                                                                                                                 | 45 |
| Tabela 1. Médias da temperatura (T max e min), transparência (TRA), pH, concentração de oxigênio dissolvido (OD), clorofila-a (CLA) e amônia da água e, biomassa total de peixes (BTP) e ganho de peso médio diário dos peixes (GPMD) ao longo do experimento. .... | 48 |
| Figura 1. Transparência da água do viveiro em função da variação da concentração de clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ), durante o período experimental. ....                                                                                                           | 49 |
| Figura 2. Concentração da clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) em função da biomassa total de peixes (kg) do viveiro durante o período experimental.....                                                                                                                 | 50 |
| Figura 3. Concentração de amônia e do pH em função da temperatura, durante o período experimental.....                                                                                                                                                              | 51 |
| Figura 4. Concentração de amônia total ( $\mu\text{g/l}$ ) em função da concentração de oxigênio dissolvido da água (mg/l) do viveiro durante o período experimental.....                                                                                           | 52 |
| ANEXO II .....                                                                                                                                                                                                                                                      | 53 |
| CAPÍTULO IV .....                                                                                                                                                                                                                                                   | 62 |
| Considerações Finais .....                                                                                                                                                                                                                                          | 63 |

# CAPÍTULO I



## Considerações Iniciais

### 1.1 Produção Aqüícola

O Brasil tem grande potencial aqüícola, devido aos seus 8.500 km de costa marítima e 5.500mil hectares de reservatórios de água doce. Em 2003 produziu aproximadamente 278.000 toneladas, sendo a tilápia a maior responsável por esta produção, contribuindo com 22,5% do total (Hernandez-Serrano, 2006).

A aqüicultura define-se por qualquer atividade de cultivo de animais aquáticos ou semi-aquáticos com a finalidade de consumo. Segundo documento publicado pela FAO (*Food and Agriculture Organization*), de 1970 até 2003, a aqüicultura mundial cresceu 9,2 % anualmente, enquanto a pesca extrativa somente 1,4 % e a produção de animais terrestres 2,8%. Neste mesmo período, o índice de crescimento anual da produção de tilápias foi de aproximadamente 18,0 %, sendo o terceiro grupo de espécies mais criado em tanques de piscicultura em todo o mundo, precedido apenas pelos salmonídeos com 1.534.020 toneladas e pelas carpas com 15.707.109 toneladas (Tacon, 2003).

Em 2006 a tilápia provavelmente dobrou o faturamento de exportação em apenas um ano. Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira da Indústria de Processamento de Tilápia (AB-Tilápia), os filés frescos do peixe exportados aos Estados Unidos e Canadá rendeu U\$\$ 15 milhões em 2006, com um volume de 2,1 mil toneladas. Os norte-americanos triplicaram o crescimento nos embarques brasileiros em dois anos: de 100 toneladas em 2002 (U\$\$ 654 mil) para 303 toneladas em 2004, o equivalente a U\$\$ 2 milhões. A AB-Tilápia estima que o Brasil produziu 130 mil toneladas de tilápia em 2005. Este desempenho o coloca em quarto lugar entre os exportadores do produto aos Estados Unidos (Torres, 2006). Ainda assim, as técnicas utilizadas no país carecem de avanços tecnológicos e aumento da mão-de-obra especializada.

O custo com a alimentação pode representar de 40,0 a 70,0% do custo total de produção de tilápias (Kubitza, 2000), dependendo do sistema de cultivo empregado, da escala de produção, da produtividade alcançada e do preço dos insumos, dentre outros fatores. Este custo de produção pode ser significativamente reduzido por meio do manejo alimentar adequado.

## 1.2 Sistemas de Produção

As tilápias podem ser produzidas em diversos sistemas e regimes de produção, classificados na literatura de acordo com a intensidade de estocagem, do uso de insumos e das práticas de manejo. Estes estão divididos em sistema extensivo, semi-intensivo, intensivo e o superintensivo, mais especificamente, a produção em tanques-rede.

A produção em tanques-rede tem sua origem um tanto vaga. Provavelmente, os primeiros tanques-rede foram utilizados por pescadores, como estruturas de manutenção até que o peixe pudesse ser comercializado. Os primeiros tanques-rede foram desenvolvidos no sudoeste asiático, no final do século passado, a partir de armadilhas de madeira ou bambu, onde os peixes eram alimentados com restos de peixes ou comida (Beveridge, 1987).

Considerada como sistema de produção com fluxo contínuo da água, a piscicultura em tanques-rede proporciona o controle eficaz pelo produtor e o aumento da estocagem de alevinos de 500.000 a 3.000.000 por hectare (Zimmermann & Fitzsimmons, 2004). O Brasil conta com extensas áreas de estuários assim como as áreas de água represada e dos lagos artificiais, onde a pesca artesanal deixou de ser atividade de renda para as populações locais devido à redução dos estoques pesqueiros. Implantar a aqüicultura, principalmente com o uso de tanques-rede nestas áreas, possibilita a redução da pressão exercida pela pesca e pode aumentar a renda familiar, contribuindo com o desenvolvimento sócio-econômico do país.

Nas regiões Sul e Sudeste concentram-se 12,0% de toda a água doce do Brasil. Estas áreas apresentam as tecnologias mais adequadas e as maiores atividades em piscicultura do país. A tilapicultura nestas regiões é praticada em tanques-rede de pequeno volume, com 2,0 a 6,0 m<sup>3</sup> (Zimmermann & Fitzsimmons, 2004), podendo produzir de 30 a 300 kg/m<sup>3</sup> por ciclo de produção (Kubtiza, 2000). Estima-se que aproximadamente 24,9% da produção de peixe e 39,7% do consumo de ração comercializada no País estão concentrados na região Sudeste (Sales et al., 2005).

Em quase todo o território nacional existem condições para o sucesso desta modalidade de piscicultura. A criação de peixes em tanques-rede apresenta menor investimento inicial para a implantação, quando comparado com a construção de viveiros e “raceways”; além disso, a possibilidade do aproveitamento dos recursos aquáticos já disponíveis (grandes reservatórios, açudes e rios) permite o cultivo de diferentes espécies em um mesmo corpo d’água, sem mistura dos estoques; assegura o

maior controle do estoque e melhor observação dos peixes do que o cultivo em viveiros; menor custo no tratamento de doenças comparado ao cultivo em viveiros; geralmente reduz a incidência de problemas com sabor indesejável na carne dos peixes; no cultivo de tilápias elimina os problemas associados a reprodução excessiva e a dificuldade de despesca, freqüentemente encontrados em viveiros (Kubitza, 2000).

### **1.3 Qualidade da água**

O sucesso da piscicultura está diretamente relacionado com as propriedades físico-químicas do solo e da água onde está instalada. No ambiente aquático, desenvolvem-se organismos vegetais e animais, utilizados pelos peixes como alimento natural, com vital importância, principalmente para indivíduos jovens. Os efeitos da qualidade da água na fisiologia dos peixes podem variar consideravelmente em função da espécie, do tamanho e da idade. Dentre os principais parâmetros a serem monitorados e compreendidos num viveiro de piscicultura estão: temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, pH, amônia, alcalinidade, entre outros. A qualidade da água é seguramente um dos mais importantes fatores na criação e que pode ser manejado para reduzir o estresse em sistemas intensivos (Urbinati & Carneiro, 2004).

Nos últimos anos vem crescendo a preocupação com a conservação e a utilização racional dos cursos d'água, considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico do ambiente aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas em função de seus usos pelo homem (resolução CONAMA n. 357, 2005).

A produção de peixes em tanques-rede em grandes reservatórios deve ser realizada de acordo com as tendências mundiais, que usam os sistemas de produção dentro das dimensões ecológicas e sócio-econômicas. O constante monitoramento da qualidade da água, não apenas dentro dos tanques-rede e do ambiente que os envolve, é garantia da manutenção da qualidade do produto e da sustentabilidade deste sistema intensivo de produção de peixe (Marengoni, 2006). O monitoramento da água deve ser rigoroso, pois o cultivo de peixes em tanques-rede emprega considerável volume de insumos alimentares em área reduzida, com altas densidades, com conseqüente lançamento de restos de alimentos e metabólitos diretamente para o ambiente.

Por se tratar de atividade relativamente recente, os estudos realizados sobre o impacto causado pela criação de peixes em tanques-rede na qualidade da água, também

são recentes (Alves & Baccharin, 2006; Ayroza et al., 2006; Mallasen et al., 2006; Paes, 2006; Sousa et al., 2006; Seto et al., 2006; Costa-Pierce, 1998; McGhie et al., 2000; Yiyong et al., 2001; Aguado-Gimenez et al., 2004; Porrello et al., 2005).

Alves & Baccharin (2006) avaliaram a sedimentação do material em suspensão e dos nutrientes durante a criação de peixes em tanques-rede no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tietê, SP) e concluíram que a piscicultura em tanques-rede, assim como toda atividade humana com fins de produção, causa impactos ao meio ambiente. Os autores sugeriram que sejam feitos estudos que atestem a sustentabilidade da atividade no local onde será instalada, garantindo a preservação do ambiente.

Para que haja sustentabilidade da produção em tanques-rede é necessário que se controle os impactos causados e que a qualidade da água se mantenha em níveis aceitáveis. Independente do sistema de cultivo e da estratégia de produção adotada, a capacidade de suporte do sistema deve ser respeitada. Assim, os impactos causados por essa atividade podem ser sanados, viabilizando a utilização desse sistema de produção (Guo & Li, 2003).

#### **1.4 Manejo Alimentar**

Na piscicultura a alimentação manual é a forma mais utilizada, porém, quanto maior a unidade de produção mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar, devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças no comportamento dos peixes para adequar o fornecimento de ração.

A alimentação automática foi um dos principais fatores que permitiu o desenvolvimento industrial da avicultura, pois quando o abastecimento dos comedouros era realizado manualmente, um tratador cuidava de um galpão com aproximadamente 15.000 aves em fase de recria e engorda e, com o abastecimento automático dos comedouros, um tratador cuida atualmente de quatro galpões, com aproximadamente 60.000 animais.

Os alimentadores automáticos para peixes, encontrados no mercado, foram fabricados com um dispositivo próprio para lançar a ração a grandes distâncias nos viveiros. Estes dispositivos aumentam o custo do alimentador, inviabilizando seu uso em tanques-rede, onde é necessário um alimentador automático para cada unidade.

Agostinho et al. (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração para tanques-rede. O dispensador consiste em um reservatório que libera a ração em intervalos e em quantidades pré-determinados. Este equipamento proporciona oferta uniforme de alimento e evita desperdícios, e o custo deste equipamento é cinco a seis vezes inferior aos dispensadores automáticos presentes no mercado.

#### **1.4.1. Freqüência Alimentar**

O manejo alimentar correto é indispensável para melhorar o crescimento dos peixes e a sua uniformidade, sem o comprometimento sanitário, pois o excesso de alimento, além de provocar alterações metabólicas, implica na deterioração da qualidade da água. Recomenda-se para espécies filtradoras, que se alimentam com muita freqüência na natureza, o manejo de maneira que os peixes recebam a ração em pequenas porções e com maior freqüência diária (Meer et al., 1997).

Yao et al. (1994) analisando os efeitos da freqüência de alimentação em *Plecoglossus altivelis (ayu)*, relataram que os peixes alimentados quatro vezes ao dia apresentaram nível mais baixo de triglicerídeos do que aqueles alimentados somente duas vezes ao dia. O rendimento e a composição bromatológica do filé, foram melhores em tilápias submetidas a duas e a quatro refeições diárias do que em freqüências menores, como uma refeição a cada dois dias ou uma refeição/dia (Pádua, 2001).

No cultivo de tilápias e de peixes em geral, são utilizados três sistemas para o fornecimento de ração: a alimentação manual, por demanda e, a automática. A alimentação automática (freqüência de 12 vezes ao dia) para tilápias nilóticas tem apresentado resultados surpreendentes em comparação aos outros métodos (Novato, 2000). Resultados semelhantes foram obtidos para o *Dicentrarchus labrax (sea bass)*, (Azzaydi et al., 2000).

#### **1.4.2 Períodos de Alimentação**

Alguns experimentos realizados com tilápia (*Oreochromis niloticus*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e bagre africano (*Clarias gariepinus*) mostraram que essas espécies se alimentam também no período noturno. Entretanto, esta prática é inviável nas pisciculturas comerciais, onde a alimentação é feita manualmente, devido ao alto custo com mão-de-obra, pois seria

necessário a disponibilidade de funcionários no período noturno. O uso do dispensador automático possibilitaria o aumento da frequência alimentar e fornecimento do alimento no período noturno. A tilápia tem sua atividade alimentar fortemente ligada ao fotoperíodo, apresentando maior atividade ao amanhecer e ao fim do período de luz (Toguyeni et al., 1997). Baras et al., (1995) ao estudar os juvenis de tilápia nilótica, obteve alta taxa de crescimento e boa conversão alimentar para o período noturno comparados com os peixes que receberam alimento durante o dia.

Alguns autores observaram que determinadas espécies como a truta arco-íris, quando alimentadas através de alimentadores de demanda, apresentou picos de alimentação ao amanhecer e ao anoitecer (Boujard & Leatherland, 1992; Shima et al., 2003; Yamamoto et al., 2002). Segundo Valente et al. (2001) esta mesma espécie quando submetida à alimentação automática ingere maior quantidade de ração comparado com a auto-alimentação, e os picos de alimentação ocorre das cinco a seis horas da manhã e das seis a sete horas da noite.

A eficiência da alimentação noturna para alevinos de bagre africano foi relatada por Hossain et al. (2001). Os peixes alimentados à noite (quatro vezes por noite) por meio de alimentadores automáticos, apresentaram melhor conversão alimentar comparado àqueles alimentados somente de dia, ou durante o dia e a noite.

Esta dissertação compreende dois estudos que estão apresentados nos capítulos II e III. O primeiro refere-se ao desempenho produtivo das tilápias alimentadas em diferentes frequências e períodos. O segundo, o impacto ambiental causado pelas tilápias dos tanques-rede sobre a qualidade da água do viveiro onde foram alojados.

O Capítulo – II, intitulado “**Desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático**”, se apresenta de acordo com as normas para publicação na **Aquaculture Research**.

O Capítulo – III, intitulado “**Qualidade da água do viveiro durante a criação de tilápias em tanques-rede**”, está escrito de acordo com as normas para publicação na **Fisheries Management and Ecology**.

## 1.5 Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, C.A.; LIMA, S.L.; Fortes, J.V.; Guimarães, M.A. **Dispensador automático de ração**. Patente de Invenção nº 0403612-3, 23 de agosto de 2004.
- AGUADO-GUIMÉNEZ, F.; GARCÍA-GARCÍA, B. Assessment of some chemical parameters in marine sediments exposed to offshore cage fish farming influence: a pilot study. **Aquaculture**. nº. 242, 2004, p. 283 – 296.
- ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.E. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tietê,SP). In: **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: RiMa, 2006. 2ª edição, p. 329-348.
- AYROZA, D.M.M.R.; SALLES, F.A. Características limnológicas do reservatório de Chavantes (Rio Paranapanema) em área de criação de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede. **AquaCiência** 2006. Resumo: Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. 2006.
- AZZAYDI, M.; MARTÍNEZ, F.J.; ZAMORA, S. et al. The influence of nocturnal vs. Diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). **Aquaculture**, v. 182, 2000, p. 329-338.
- BARAS, E.; THOREAU, X.; MELARD. Influence of feeding time on growth and feed conversion rates in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Cah. Etholfoldam appl. Hum**, v. 15, n. 1, 1995, p. 71-80.
- BEVERIDGE, M. **Cage Aquaculture**. Blackwell Scientific Publication Ltd. 1987. 351p.
- BOUJARD, T.; LEATHERLAND, J.F. Demand-feeding behaviour and diel pattern of feeding activity in *Oncorhynchus mykiss* held under different photoperiod regimes. **J. Fish Biol.**, v. 40, 1992, p. 535-544.

- CONAMA n. 357 de 17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf). Acesso em: dez de 2005.
- COSTA-PIERCE, B.A. Constraints to the Sustainability of cage aquaculture for Resettlement from hydropower Dams in Asia: An Indonesian Case Study. *Journal of Environment and Development*. 1998. Disponível em: <http://darwin.bio,uci.edu/~sustain/indo.html>
- GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*, v. 226, 2003, p. 201-212.
- HERNANDEZ-SERRANO, P. **Tilápia Market Report 2006**. Rome: FAO, 2006. 19p. (Fisheries Technical Paper. No. 469).
- HOSSAIN, M.A.R.; HAYLOR, G.S.; BEVERIDGE, M.C.M. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. *Aquaculture Research*, v. 32, 2001, p. 999-1004.
- KUBITZA, F. Tilápia, **Tecnologia e planejamento na produção comercial**, 2000. 289p.
- MALLASEN, M.; TRAFICANTE, D.P.; BARROS, H.P.; CAMARGO, A.L.S. Características físicas e químicas da água do reservatório de Nova Avanhandava-SP em área com produção de tilápias em tanques-rede. **AquaCiência 2006**. Resumo: Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. 2006.
- MARENGONI, N.G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivadas em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**. v. 55 (210), 2006, p.127-138.
- McGHIE, T.K., CRAWFORD, C.M., MITCHELL, I.M., O'BRIEN, D. The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing. **Aquaculture**. nº. 187, 2000. p. 351 – 366.



- MEER, M.B.V.; HERWAARDEN, H.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquac. Res.**, v. 28, 1997, p. 419-432.
- NOVATO, P.F.C. **Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp.*)**. Jaboticabal, SP: CAUNESP, 2000. 87p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, 2000.
- PÁDUA, D.M.C. **A frequência alimentar e a utilização dos nutrientes da dieta pela Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus***. Jaboticabal, SP: CAUNESP, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, 2001.
- PAES, J.V.K. **A ictiofauna associada e as condições limnológicas num sistema de piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Nova Avanhandava, baixo rio Tietê (SP)**. Botucatu-SP, 2006. 177p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da UNESP, 2006.
- PORRELLO, S.; TOMASSETTI, P.; MANZUETO, L.; FINOIA, M.G.; PERSIA, E.; MERCATALI, I.; STIPA, P. The influence of marine cages on the sediment chemistry in the Western Mediterranean Sea. **Aquaculture n.º. 249**, 2005, p. 145-158.
- SALES, S.D.; CASEIRA, A.; FIRETTI, R.; TREMOCOLDI, D. O desenvolvimento recente da aqüicultura brasileira. In: **Anuário da pecuária brasileira**. ANUALPEC, 2005. São Paulo: Ivan Jun Nakamae, 2005. 257p.
- SETO, L.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; CARNEIRO, D.J.; CANDEIRA, P.G.P. Uso de tanques-rede em viveiros de criação de peixes. **AquaCiência 2006**. Resumo: Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. 2006.
- SHIMA, T.; YAMAMOTO, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N. Effect of the response interval of self-feeders on the self-regulation of feed demand by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. **Aquaculture**, v. 224, 2003, p. 181-191.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. In: **Revista Panorama da Aqüicultura**, v.16,0, n.º. 95, 2006, p.49-51.

- TACON, A. J. **Aquaculture Production Trends Analysis**. Rome, Italy; FAO, 2003.
- TOGUYENI, A.; FAUCONNEAU, B.; BOUJARD, T. et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **physiology and Behavior**, v. 62, 1997, p. 273-279.
- TORRES, R. Tilápia abre fronteiras internacionais. **Aqüicultura e Pesca**, nº 22, p.20-23, 2006.
- URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio, 2004b. v.1, p. 171-194.
- VALENTE, L.M.P.; FAUCONNEAU, B.; GOMES, E.F.S. et al. Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self-feeders. **Aquaculture**, v.195, 2001, p. 121-131.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio, 2004b. v.1, p. 239-266.
- YIONG, Z.; JIANQIU, L.; YONGQING, F.; MIN, Z. Kinetics of alkaline phosphatase in lake sediment associated with cage culture of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 203, 2001, p. 23-32.
- YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H. et al. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 214, 2002, p. 289-305.
- YAO S.J., UMINO T. & NAKAGAWA H. Effect of feeding frequency on lipid accumulation in ayu. **Fisheries Science**, v. 60, 1994, p. 667-671.

## **CAPÍTULO II**

## **Desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático**

### **Resumo**

O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho da tilápia criada em tanque-rede, provido com dispensador automático de ração, com fornecimento em diferentes frequências (de hora em hora e de duas em duas horas) e períodos (diurno, noturno e ambos). Foram utilizados dezoito tanques-rede de 1,0 m<sup>3</sup>, distribuídos em um viveiro de 2000 m<sup>2</sup>, com profundidade média de dois metros e renovação de água de 5,0 %. As tilápias, com peso inicial de 16,0,0±4,9 g, foram distribuídas nos tanques-rede na densidade de 170 peixes por m<sup>3</sup> e, a quantidade de ração foi ajustada a cada 21 dias, coincidindo com as biometrias. Os dados foram coletados de março a julho de 2006 (outono/inverno) e a análise estatística mostrou diferença significativa (P<0,05), entre tratamentos, para o peso final. O aumento da frequência alimentar melhora o desempenho produtivo da tilápia nilótica em tanques-rede e, o maior número de alimentações permite melhor aproveitamento do alimento.

**Palavras chave:** *Oreochromis niloticus*, alimentação automática, tanques-rede, manejo alimentar

## **Production performance of the Nile tilapia fed in different frequencies and periods through experimental automatic feeder**

### **Abstract**

The aim of this experiment was to evaluate the performance of *Oreochromis niloticus* reared in cages, fed in different frequencies (hourly and once each two hours) and periods (diurnal, nocturnal and both) using an experimental automatic feeder. In a 2000 m<sup>2</sup> pond, with mean depth of 2 m and water renewal 5%, the several experimental levels were placed in 18 cages of 1 m<sup>3</sup>. The initial weight of tilapias were 16,0.0 ± 4.9g, in a density of 170 fishes/m<sup>3</sup>. From March to July, 2006 (autumn/winter) the ration supply was adjusted each 21 days, concomitantly with fish biometry. Statistical differences of final weight were found (ANOVA, P<0.05) and higher feeding frequencies improved growth performance, probably in response to enhancement of food assimilation.

**keywords:** *Oreochromis niloticus*, automatic feeding, cages, feeding management

## 1. Introdução

A alimentação manual é a forma mais utilizada em piscigranjas. Entretanto, quanto maior for a unidade de produção mais complexo e oneroso torna-se o manejo alimentar devido à necessidade de um maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças no comportamento do peixe e adequar o fornecimento de ração.

Os alimentadores automáticos para peixes encontrados no mercado foram fabricados com um dispositivo para lançar a ração a grandes distâncias nos viveiros. Estes dispositivos aumentam o custo do alimentador, inviabilizando seu uso em tanques-redes, onde é necessário um alimentador para cada unidade.

Agostinho et al. (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração ideal para tanque rede, com custo quatro a cinco vezes inferiores aos dispensadores encontrados no mercado. Este equipamento consiste em um reservatório, dimensionado de acordo com o tamanho do tanque rede, que libera a ração em intervalos e quantidades pré-determinados.

O manejo alimentar correto é indispensável para melhorar o crescimento e a uniformidade dos peixes, sem o comprometimento sanitário, pois o excesso de alimentos, além de provocar alterações metabólicas, implica na deterioração da qualidade da água. Recomenda-se para espécies filtradoras, que se alimentam com muita frequência na natureza, o manejo de maneira que os peixes recebam a ração em pequenas porções e com maior frequência diária (Meer et al., 1997). Yao et al. (1994) analisando os efeitos da frequência de alimentação em *Plecoglossus altivelis* (ayu), relataram que os peixes alimentados quatro vezes ao dia apresentaram nível mais baixo de triglicérides do que aqueles alimentados somente duas vezes ao dia.

A absorção de alimento pelas tilápias é influenciada pela interação entre proteínas e peptídeos e os aminoácidos livres com a frequência que os animais são alimentados. Os aminoácidos livres são rapidamente absorvidos, enquanto que os aminoácidos presentes nas proteínas necessitam da ação das proteases intestinais para se converterem em di ou tripeptídeos para serem absorvidos pelos enterócitos. Somente, após esta absorção, são quebrados em aminoácidos por di ou tripeptidases específicas, para posteriormente serem transportados ao fígado e aos tecidos alvos. Estes processos são demorados e desta maneira a maioria dos aminoácidos livres ao chegar aos tecidos alvos e não são utilizados na síntese protéica. O aumento na frequência alimentar supre

com eficiência os aminoácidos livres enquanto ainda existam aminoácidos provenientes de proteína na alimentação anterior (Lara, 2006).

No cultivo de tilápias e de peixes em geral são utilizados três sistemas para o fornecimento de ração: a alimentação manual, por demanda e a automática. Todavia, a alimentação automática (frequência de 12 vezes ao dia) para tilápias nilóticas tem apresentado resultados surpreendentes em comparação aos outros métodos (Novato, 2000). Resultados semelhantes foram obtidos para o *Dicentrarchus labrax* (Azzaydi et al., 2000).

Alguns experimentos realizados com tilápia (*Oreochromis niloticus*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e bagre africano (*Clarias gariepinus*) mostraram que essas espécies se alimentam também no período noturno. Entretanto, esta prática é inviável nas pisciculturas comerciais, onde a alimentação é feita manualmente, devido ao alto custo com mão-de-obra, pois seria necessário a disponibilidade de funcionários no período noturno. O uso do dispensador automático possibilitaria o aumento da frequência alimentar e fornecimento do alimento no período noturno.

A tilápia tem sua atividade alimentar fortemente ligada ao fotoperíodo, apresentando maior atividade ao amanhecer e ao fim do período de luz (Toguyeni et al., 1997). Baras et al. (1995), ao estudarem os juvenis de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) obtiveram alta taxa de crescimento e boa conversão alimentar para o período noturno em relação aos peixes alimentados durante o dia.

Alguns autores observaram que determinadas espécies como a truta arco-íris, alimentada por meio de auto-alimentadores, apresentou picos de alimentação ao amanhecer e ao anoitecer (Boujard & Leatherland, 1992; Shima et al., 2003). Yamamoto et al. (2002) observaram atividade de 7 a 9 % nos alimentadores de demanda, na primeira hora do período noturno, para essa mesma espécie e, quando submetidas à alimentação automática ingerem quantidade maior de ração comparada com a auto-alimentação, e os picos de alimentação dessa espécie estão entre cinco a seis horas da manhã e de seis a sete horas da noite (Valente et al., 2001).

A eficiência da alimentação noturna para alevinos de bagre africano (*Clarias gariepinus*) foi relatada por Hossain et al. (2001). Quando alimentados à noite (quatro vezes por noite) com alimentadores automáticos, apresentaram melhor conversão alimentar do que aqueles alimentados somente durante o dia ou durante o dia e a noite.

## 2. Objetivo

Avaliar o desempenho da tilápia criada em tanque-rede, provido com dispensador automático de ração:

- a) Alimentadas em diferentes frequências (de hora em hora e de duas em duas horas).
- b) Com fornecimento de ração em diferentes períodos: diurno, noturno e em ambos.

## 3. Material e Métodos

O projeto foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista – Unesp – Botucatu. O experimento foi realizado durante o outono e inverno, de 17 de março a 21 de julho de 2006. Foram utilizados dezoito tanques-rede dispostos linearmente em um viveiro de 2000 m<sup>2</sup> com profundidade média de dois metros e renovação da água de 5 a 10 %.

Os tanques-rede de 1,0 m<sup>3</sup> eram revestidos com malhas de tela metálica 5/8”, recoberta com “PVC”, tampa de estrutura metálica e bóias de flutuação. Dentro de cada tanque-rede havia um cocho circular que ocupava aproximadamente 80% da superfície. Estes cochos, foram confeccionados com telas plásticas de 1,0 mm, com cerca de 50,0 cm de largura, mantidas a aproximadamente 25,0 cm para fora e 25,0 cm para dentro da água.

As tilápias foram adquiridas de uma piscicultura comercial, localizada no município de Porto Feliz-SP. A densidade inicial utilizada foi de 170 peixes/m<sup>3</sup> com peso inicial de 16,0,0 ± 4,9 gramas. O arraçoamento diário foi realizado baseando-se no peso vivo das tilápias, com quantidade de ração ajustada a cada 21 dias, coincidindo com as biometrias. A ração (comercial) oferecida, segundo o fabricante, é constituída de 32% de proteína bruta, 10% de umidade, 3% de extrato etéreo, 5% de matéria fibrosa, 8% de matéria mineral, 1,8% de cálcio e 0,8% de fósforo. O esquema de oferta de alimento para cada tratamento foi executado conforme a tabela 1, utilizando o dispensador automático de ração.

### 3.1. Descrição e uso do dispensador automático de ração



O dispensador automático de ração consiste em um reservatório cônico contendo um mecanismo eletro-mecânico que libera ração em intervalos pré-estabelecidos por temporizador. Confeccionado com material impermeável (fibra de vidro) o reservatório possui uma saída em forma de funil. O movimento de rotação para a liberação dos “peletes” é promovido por um motor com caixa de redução da rotação. O alimento é despejado no interior de cada tanque rede.

O dispensador foi abastecido periodicamente com a ração. A capacidade de cada dispensador neste experimento, era para quatro quilos de ração e, o acesso aos tanques-rede era realizado por meio de um barco.

### **3.2. Biometria**

Para o cálculo da quantidade de ração a ser oferecida realizaram-se biometrias dos peixes com intervalos de 21 dias. Essas biometrias consistiam em coletas de amostras com 20 peixes de cada unidade experimental, representando mais de 10,0% de cada unidade.

O manejo realizado nas biometrias tinha início com a retirada da ração dos dispensadores automáticos, para o cálculo do alimento consumido durante os 21 dias. Em seguida, os comedouros circulares eram retirados e lavados (para evitar a colmatação) e os peixes coletados com puçá.

Os peixes das amostras eram pesados individualmente em balança digital de precisão de 0,1 g da marca Instrutherm, após a pesagem as tilápias retornavam aos seus respectivos tanques-rede. Com o registro dos dados das pesagens foi calculado a média dos pesos de cada tratamento para ajustar a taxa de alimentação a ser oferecida, que variou de 7,0% no início e 2,0% no término do experimento.

### **3.3. Monitoramento da qualidade da água**

Durante o experimento foram realizadas análises dos parâmetros limnológicos [transparência (disco de Secchi); pH (peagômetro Oakton), temperatura e oxigênio dissolvido OD (YSI 55)] monitorados diariamente no período da manhã, em três pontos distintos do viveiro, conforme a posição da fonte de renovação de água. Nos primeiros 21 dias o viveiro foi abastecido com água de mina, que devido à baixa vazão inicial, proporcionava taxa de renovação do volume de apenas 5%. Após a primeira biometria

uma nova fonte de água (mina) foi utilizada para o abastecimento do viveiro, elevando a taxa de renovação diária para 10%.

### **3.4. Análise estatística**

O experimento foi planejado em fatorial com arranjo 2 X 3, seis tratamentos, três repetições e medidas repetidas no tempo (períodos de 21 dias). A análise estatística foi processada utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, por meio de um modelo que considera o efeito da frequência alimentar, o período de alimentação e a interação entre a frequência alimentar e o período de alimentação. Para comparar as médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

## **4. Resultados**

### **4.1. Monitoramento da qualidade da água**

Na tabela 2, estão apresentados os valores de temperatura, oxigênio dissolvido, transparência e pH.

### **4.2. Desempenho zootécnico das tilápias**

Na avaliação do desempenho das tilápias criadas em tanques-rede alimentadas com diferentes frequências e períodos os peixes de cada tratamento foram pesados a cada 21 dias durante todo o período experimental, e mostraram-se estatisticamente diferentes. ( $P < 0,05$ ). A tabela 3 apresenta os pesos médios finais dos peixes para as duas frequências, os três períodos e a interação entre eles, avaliados no experimento. O ganho de peso médio diário e total e a conversão alimentar são apresentados na tabela 4. Apesar de aparentemente terem sido obtidos valores relativamente diferentes entre tratamentos, o ganho médio diário e a conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas, pois o número de dados destas variáveis foi pequeno, consistindo apenas de valores dos pesos totais de cada tanque-rede. Ressalta-se que na primeira semana do experimento ocorreu a perda de 5% dos juvenis de tilápia, porém esta mortalidade provavelmente foi devida ao estresse do transporte, da adaptação dos peixes aos

tanques-rede e a diferença da qualidade de água, pois a sobrevivência no restante do período foi de 100%.

## **5. Discussão**

### **5.1. Monitoramento da qualidade da água**

Na tabela 2, verifica-se que os níveis de oxigênio dissolvido no viveiro, durante o experimento encontravam-se abaixo dos níveis observados por Paes (2006). A autora encontrou valores de 8 mg/l de oxigênio dissolvido no reservatório de Nova Avanhandava, na empresa Escama Forte, onde são criadas tilápias em tanques-rede. Segundo Boyd & Tucker (1998) a grande flutuação periódica de oxigênio dissolvido, prejudica o desempenho dos peixes.

Os valores de pH sofreram pequena variação do início ao fim do experimento, assumindo valores com tendência à alcalinidade, com médias próximas de 7,77 no início do experimento e 8,13 no final do experimento. A transparência da água decresceu levemente no decorrer do experimento, sendo observadas médias em torno de 45,0 cm. Essa diminuição pode ter ocorrido em função do aumento do fitoplâncton (Sipaúba-Tavares, 1995).

Os resultados de ganho de peso obtidos podem ser considerados promissores, pois o experimento foi realizado no outono e inverno. Conforme pode ser observado na tabela 1, a temperatura média estava abaixo da temperatura ideal para o cultivo que, segundo Kubitzka (2000), pode variar entre 27 e 32°C.

Ressalta-se que a conversão alimentar das rações nos tratamentos com menor frequência de arraçoamento (6 vezes/dia) foi de 1,40 e no tratamento de maior frequência alimentar (24 vezes/dia) foi de 1,04, o que pode resultar em uma economia de 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzido, aumentando a viabilidade econômica da tilapicultura, sugerindo que haja menor poluição do meio ambiente.

### **5.2. Frequência Alimentar vs. Período de Alimentação**

No presente estudo houve interação da frequência alimentar dentro de período de alimentação e de período de alimentação dentro de frequência alimentar.

Tanto para a frequência alimentar de uma em uma hora quanto para a de duas em duas horas, o desempenho produtivo das tilápias alimentadas no período diurno foi semelhante ao das tilápias alimentadas no período diurno/noturno (tabela 3). Entretanto, para a frequência alimentar de hora em hora, o desempenho das tilápias alimentadas no período diurno/noturno foi superior ao das tilápias alimentadas no período noturno ( $P < 0,05$ ) e, para a frequência alimentar de duas em duas horas, o melhor desempenho foi das tilápias alimentadas no período diurno. A disponibilidade de OD no período noturno pode ter contribuído para a inversão dos melhores desempenhos produtivos em relação à frequência alimentar, pois durante a alimentação as tilápias dobram o consumo de oxigênio. Assim, à noite houve menor aproveitamento do alimento, principalmente relacionado à menor frequência.

Em relação aos períodos de alimentação, a única diferença significativa em função da frequência alimentar ocorreu no período diurno/noturno, onde a frequência de uma em uma hora foi superior a de duas em duas horas ( $P < 0,05$ ).

Com exceção apenas da alimentação diurna de duas em duas horas, foi observado tendência de melhor desempenho para as tilápias alimentadas em maior frequência, independente do período de alimentação. Esta tendência confirma os resultados obtidos por diversos autores para diferentes espécies (Tung & Shiau, 1991; Koskela et al., 1997; Novato, 2000; Pádua et al., 2001).

Uma prática comum em criações comerciais de tilápias é a triagem periódica para diminuir a desuniformidade dos lotes, esta prática causa estresse, que geralmente resulta em mortalidade após o manejo. Os resultados obtidos durante este experimento demonstraram uma maior uniformidade dos peixes no tratamento com a frequência alimentar de 24 vezes por dia, confirmando os resultados obtidos por Koskela et al. (1997) para peixes da espécie *Coreogonus lavaretus* e por Wang et al. (1998) para o híbrido de sunfish.

Os dados apresentados indicam, portanto, que o aumento da frequência alimentar associado à alimentação diurna e ou diurna/noturna melhorou o desempenho da tilápia nilótica em tanques-rede, sugerindo que o maior número de tratos permite melhor aproveitamento do alimento e disponibilidade de oxigênio dissolvido. Porém, novos estudos devem ser realizados para melhor definição das frequências e períodos alimentares, principalmente, das espécies mais cultivadas na aquicultura nacional e mundial, contribuindo assim para a sustentabilidade da atividade.

### **5.1. Freqüência Alimentar**

Os peixes dos tratamentos com maior freqüência de arraçoamento (de uma em uma hora) apresentaram maior crescimento ( $P < 0,05$ ) (em relação aos arraçados de 2 em 2 horas) (tabela 3) corroborando os dados obtidos por Tung & Shiau (1991) apud Novato (2000) para a mesma espécie do presente trabalho.

Com o uso de dispensadores automáticos de ração, foi possível fornecer a ração em pequenas porções, conforme o consumo das tilápias, melhorando o aproveitamento da ração e, diminuindo, desta maneira, o desperdício e a competição por alimento. Segundo Tsadik & Kutty (1987), o consumo de alimento, a absorção e o crescimento de tilápia são influenciados pela quantidade de oxigênio dissolvido na água.

Este maior fracionamento da alimentação pode ter colaborado para o bem estar dos peixes que, de modo geral, em todos os tratamentos, apresentavam aspecto exterior saudável (sem lesões e ectoparasitas). Considera-se que o aumento da freqüência alimentar, promovido pelo dispensador automático de ração, contribuiu para o bem estar e a saúde dos peixes.

Ressalta-se que os melhores resultados de conversão alimentar foram obtidos no tratamento com maior freqüência de arraçoamento (24 vezes/dia). Quando a ração é oferecida com maior freqüência a demanda diária de oxigênio é diluída. Além disso, espécies como a tilápia que possuem trato digestório longo e hábito alimentar onívoro (planctófago), aproveitam melhor o alimento quando a freqüência alimentar é maior, aumentando o ganho de peso e melhorando a conversão alimentar, como pode ser observado no presente estudo. Assim, recomenda-se o maior parcelamento da quantidade diária de ração a ser oferecida na alimentação de tilápias.

### **5.2. Período de Alimentação**

Os resultados obtidos para os períodos de alimentação mostram que os melhores desempenhos foram alcançados pelos tratamentos diurno e diurno/noturno, sendo que estes não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ) (tabela 3). Estes resultados corroboram os resultados obtidos por Toguyeni et al. (1997) com tilápia.

O desempenho dos peixes do tratamento com alimentação noturna, realizados com dispensador automático, foi significativamente menor do que o desempenho nos outros tratamentos ( $P < 0,05$ ), discordando dos dados obtidos por Baras et al. (1995),

com juvenis de Tilápias do Nilo e por Kerduchuen & Legendre (1991) apud Hossain et al. (2001), para os peixes da espécie *Heterobranchus longifilis*. Entretanto, o desempenho das tilápias alimentadas somente no período noturno apresentou bons resultados, demonstrando que as tilápias também se alimentam à noite. Este hábito alimentar também foi observado para a truta arco-íris por diversos autores (Boujard & Leatherland, 1992; Valente et al., 2001; Shima et al., 2003; Yamamoto et al., 2002)

No presente estudo pode ser observado que as tilápias apresentaram bom aproveitamento do alimento em todos os períodos avaliados. Entretanto, a alimentação noturna não é praticada, atualmente, no Brasil, pois por falta de estudos e ou informações deste método de alimentação e gasto com mão-de-obra, as pisciculturas não praticam alimentação noturna.

Por se tratar de um equipamento novo, o dispensador automático de ração deve ser mais explorado. Portanto, novos trabalhos devem ser realizados para extrair o melhor potencial que este equipamento de alimentação pode fornecer, principalmente em condições mais favoráveis, como no verão, onde a quantidade de oxigênio dissolvido e a temperatura da água serão mais favoráveis, principalmente a quantidade de oxigênio dissolvido na água durante a noite.

Com base neste experimento, conclui-se que o aumento da frequência alimentar melhora o desempenho da tilápia nilótica em tanques-rede e, o maior número de alimentações permite um melhor aproveitamento do alimento. Sugere-se que no período de outono e inverno, para a produção de tilápias na fase de 16,0 a 250g, seja praticado apenas o fornecimento de ração no período diurno, desligando os alimentadores no período noturno.

## 6. Referências Bibliográficas

- Agostinho, C.A., Lima, S.L., Fortes, J.V. & Guimarães, M.A. Dispensador automático de ração. Patente de Invenção nº 0403612-3, 23 de agosto de 2004.
- Azzaydi, M., Martínez, F.J., Zamora, S., Sánchez-Vázquez, F.J. & Madrid, J.A. (2000) The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Aquaculture* **182**, 329-338.
- Baras, E., Thoreau, X. & Melard. (1995) Influence of feeding time on growth and feed conversion rates in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Cah. Ethol. appl. Hum* **15** (1), 71-80.
- Boujard, T. & Leatherland, J.F. (1992) Demand-feeding behaviour and diel pattern of feeding activity in *Oncorhynchus mykiss* held under different photoperiod regimes. *Journal of Fish Biology* **40**, 535-544.
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S. (1999) *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 700 pp.
- Hossain, M.A.R., Haylor, G.S. & Beveridge, M.C.M. (2001) Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. *Aquaculture Research* **32**, 999-1004.
- Koskela, J., Jobling, M. & Pirhonen, J. (1997) Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. *Aquaculture* **156**, 35-44.
- Lara, L.B. (2006) Segurança alimentar na produção de organismos aquáticos. In: *Feed & Food, Segurança alimentar para a saúde e bem-estar do homem* **4**, 19 – 20.
- Meer, M.B.V., Herwaarden, H. & Verdegem, M.C.J. (1997) Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research* **28**, 419-432.
- Novato, P.F.C. (2000) Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp.*). Jaboticabal, SP: CAUNESP. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, 87p.
- Pádua, D.M.C. (2001) A frequência alimentar e a utilização dos nutrientes da dieta pela Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. Jaboticabal, SP: CAUNESP. Tese

- (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista.
- Paes, J.V.K. (2006) A ictiofauna associada e as condições limnológicas num sistema de piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Nova Avanhandava, baixo rio Tietê (SP). Botucatu-SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da UNESP 177p.
- Riche, M., Oetker, M., Haley, D.I., Smith, T. & Garling, D.L. (2004) Effect of feeding frequency on consumption, growth, and efficiency in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Israeli Journal of Aquaculture* **56** (4), 247-255.
- Sampaio, J.M.C. & Braga, L.G.T. (2005) Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa – Floresta Azul – Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* **6** (2), 42-52.
- Shima, T., Yamamoto, T., Furuita, H. & Suzuki, N. (2003) Effect of the response interval of self-feeders on the self-regulation of feed demand by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Aquaculture* **224**, 181-191.
- Sipaúba-Tavares, L.H., (1995) Limnologia aplicada à aqüicultura. *Boletim Técnico Centro de Aqüicultura*. Unesp. Jaboticabal **1**, 72pp.
- Tsodik, G.G., Kutty, M. N. Influence of ambient oxygen on feeding and growth of the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac168e/ac168e00.htm>
- ToguyenI, A. , Fauconneau, B. & Boujard, T. (1997) Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. *physiology and Behavior* **62**, 273-279.
- Valente, L.M.P., Fauconneau, B. & Gomes, E.F.S. (2001) Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self-feeders. *Aquaculture* **195**, 121-131.
- Wang, N., Hayward, R.S., Noltie, D.B. (1998) Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture* **165**, 261-267.
- Yamamoto, T., Shima, T. & Furuita, H. (2002) Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* **214**, 289-305.



Yao, S. J., Umino, T. & Nakagawa, H. (1994) Effect of feeding frequency on lipid accumulation in ayu. *Fish Science* **60**, 667-671.

Tabela 1. Esquema de oferta de alimento por dispensador automático.

| Tratamento* | Período**        | Frequência         |
|-------------|------------------|--------------------|
| 1           | diurno           |                    |
| 2           | noturno          | duas em duas horas |
| 3           | diurno e noturno |                    |
| 4           | noturno          |                    |
| 5           | diurno           | uma em uma hora    |
| 6           | diurno e noturno |                    |

(\*) três repetições

(\*\*) Diurno= das 6 às 18hs; Noturno= das 18 às 6hs.

Tabela 2. Médias da temperatura, OD, transparência e do pH da água ao longo do experimento.

| <b>Período</b> | <b>Temperatura máxima (°C)</b> | <b>Temperatura mínima (°C)</b> | <b>OD (mg/l)</b> | <b>Transparência (cm)</b> | <b>pH</b> |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|-----------|
| 17/mar-07/abr  | 28,6                           | 23,7                           | 3,2              | 49,5                      | 7,9       |
| 08/abr-27/abr  | 25,4                           | 20,2                           | 5,8              | 48,0                      | 8,0       |
| 28/abr-19/mai  | 23,4                           | 20,3                           | 6,1              | 45,0                      | 7,8       |
| 20/mai-09/jun  | 22,2                           | 19,0                           | 4,5              | 43,3                      | 7,8       |
| 10/jun-30/jun  | 22,3                           | 18,4                           | 5,8              | 35,8                      | 8,1       |
| 01/jul-21/jul  | 23,5                           | 17,7                           | 4,7              | 40,5                      | 7,9       |

Tabela 3. Peso final das tilápias em função da frequência alimentar e períodos de alimentação, na fase que se inicia com peso de 16,0 g e alcança aproximadamente 250,0 g.

| <b>Frequência alimentar</b>           |                  | <b>Peso médio final (g)</b> |                  |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| Efeito                                |                  | P<0,05                      |                  |
| uma em uma hora                       |                  | 265,0 ± 68,2 A              |                  |
| duas em duas horas                    |                  | 245,4 ± 57,2 B              |                  |
| <b>Período</b>                        |                  |                             |                  |
| Efeito                                |                  | P<0,05                      |                  |
| diurno                                |                  | 264,1 ± 62,8 A              |                  |
| noturno                               |                  | 237,5 ± 62,0 B              |                  |
| diurno e noturno                      |                  | 263,9 ± 63,3 A              |                  |
| <b>Frequência alimentar x período</b> |                  |                             |                  |
| Efeito Interação                      |                  | P<0,05                      |                  |
| <b>Frequência alimentar</b>           | <b>Período</b>   |                             |                  |
|                                       | diurno           | noturno                     | diurno e noturno |
| uma em uma hora                       | 264,9 ± 71,4 ABa | 245,3 ± 66,0 Ba             | 285,8 ± 67,1 Aa  |
| duas em duas horas                    | 264,4 ± 54,2 Aa  | 229,7 ± 57,9 Ba             | 242,1 ± 59,4 ABb |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas linhas e, minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Ganho de peso médio diário (GPMD), ganho de peso médio total (GPMT) e conversão alimentar (CA) das tilápias, em função da frequência alimentar e períodos de alimentação, na fase inicial de 16,0 g a fase final de aproximadamente 250,0 g.

| Tratamento | Período*         | Frequência         | GPMD (g) | GPMT (g) | CA   |
|------------|------------------|--------------------|----------|----------|------|
| 1          | Diurno           |                    | 1,96     | 246,96   | 1,15 |
| 2          | noturno          | Duas em duas horas | 1,71     | 215,46   | 1,65 |
| 3          | Diurno e noturno |                    | 1,79     | 225,54   | 1,15 |
| 4          | noturno          |                    | 1,82     | 229,32   | 1,17 |
| 5          | diurno           | Uma em uma hora    | 1,97     | 248,22   | 1,09 |
| 6          | Diurno e noturno |                    | 2,14     | 269,64   | 1,04 |

(\*) Diurno= das 6 às 18hs; Noturno= das 18 às 6hs.

# **ANEXO I**



Figura 1. Viveiro onde foram dispostos os dezoito tanques-rede com tilápias.



Figura 2. Detalhe do tanque-rede com o dispensador automático e o cocho circular.



Figura 3. Dispensador automático de ração.



Figura 4. Abastecimento de ração nos dispensadores automáticos.



Figura 5. Coleta de amostra das tilápias



Figura 6. Pesagem dos peixes em balança digital de precisão de 0,1g



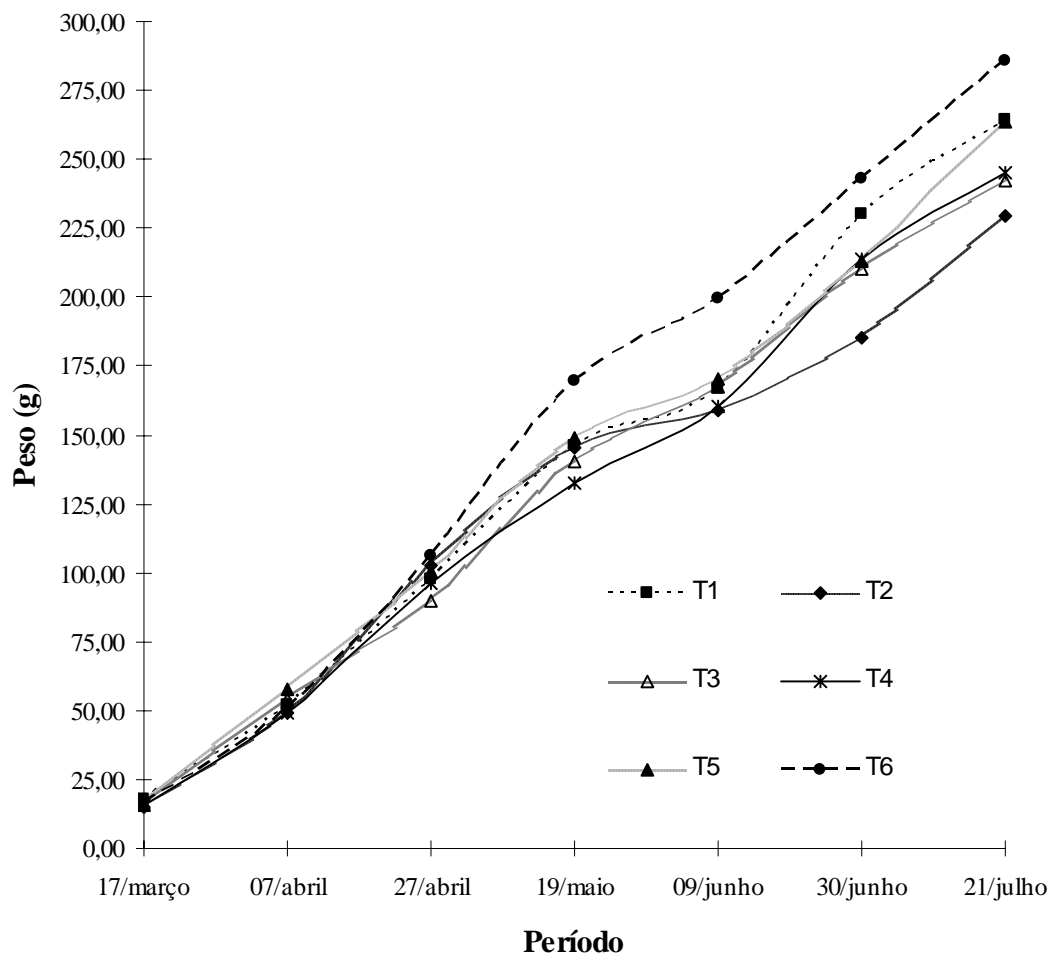


Figura 7. Curva de crescimento das tilápias para as diferentes frequências e períodos de alimentação : T1 (duas em duas horas, diurno); T2 (duas em duas horas, noturno); T3 (duas em duas horas, diurno e noturno); T4 (hora em hora, noturno); T5 (hora em hora, diurno); T6 (hora em hora, diurno e noturno)

## **CAPÍTULO III**

## Qualidade da água do viveiro durante a criação de tilápias em tanques-rede.

### Resumo

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água do viveiro durante a criação de tilápias em tanques-rede no outono/inverno, realizou-se o monitoramento e análises dos parâmetros limnológicos: transparência, pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), amônia dissolvida e clorofila-a. O viveiro apresentava 2000 m<sup>2</sup>, renovação diária de 5%, profundidade média de 2,0 m e alojava 18 tanques-rede de 1,0 m<sup>3</sup>, contendo 170 tilápias, pesando inicialmente 16,0,0 ± 4,9 g. Os valores médios de pH variaram pouco (média de 7,9). A temperatura da água decresceu de 28,6 para 17,7 °C durante o experimento. A análise de regressão confirmou correlação inversa (P<0,05) entre: a concentração de clorofila-a e a transparência da água (98,13%); a concentração de amônia total e a concentração de oxigênio dissolvido na água (85,98%) e, correlação positiva (P<0,05) entre a concentração de clorofila-a e a quantidade de biomassa total dos peixes dos tanques-rede (94,39%). Conclui-se que a piscicultura em tanques-rede pode promover alterações significativas nos parâmetros físico-químico-biológicos da água.

**Palavras chave:** limnologia, clorofila-a, amônia, peixes.

## **Water quality of pond during the study of the culture of tilapias in cages**

### **Abstract**

To evaluate water quality of a tilapia cage cultivation pond, in autumn/winter, limnological parameters as transparency, pH, temperature, oxygen dissolved, total ammonia and chlorophyll-a were analyzed and monitored. The pond used had 2000 m<sup>3</sup>, mean depth 2 m and water daily renewal 5,0%, where 18 cages of 1,0 m<sup>2</sup> with 170 fishes ( initial weight 16,0,0 ± 4,9 g) each were placed. During the experiment temperature decreased from 28,6 to 17,7 °C, while pH showed no expressive variations. Regression analysis confirmed the inverse correlation among chlorophyll-a concentration and water transparency (98,13%); total ammonia concentration and OD concentration. Positive correlation among chlorophyll-a concentration and total fishes biomass in cages (94,39%) was also found. The results evidenced that fish cage culture can promote expressive changes in physical, chemical and biological parameters of water quality.

**Keywords:** limnology, chlorophyll a, ammonia, fish.

## 1. Introdução

Com o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, estudos limnológicos vêm sendo realizados para o controle da qualidade da água dos diversos sistemas de cultivo. Segundo Santiero (2005), esta área de estudo, dentro da aquicultura, é de grande importância para propor medidas efetivas para a produção sustentável.

O sucesso da piscicultura está diretamente relacionado com as condições físicas e químicas do solo e da água onde está instalada. No ambiente aquático desenvolvem-se organismos vegetais e animais, muitas vezes utilizados pelos peixes como alimento natural, com vital importância, principalmente para indivíduos jovens.

Vários fatores determinam a qualidade e a quantidade da produção primária da água de um viveiro. Estes mesmos fatores também influenciam diretamente o desempenho biológico e produtivo dos peixes que habitam este ambiente. Os efeitos da qualidade da água na saúde e condições fisiológicas dos peixes variam consideravelmente em função da espécie, do tamanho e da idade. Dentre os parâmetros a serem monitorados e compreendidos num viveiro de piscicultura estão: temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, pH, amônia e alcalinidade, entre outros (Urbinati & Carneiro, 2004).

Segundo Alves & Baccarin (2006), a criação de peixes em tanque-rede emprega considerável volume de ração em um espaço reduzido e com altas densidades. Conseqüentemente, há o lançamento de resíduos no ambiente, tornando essa atividade fonte potencial de impacto ambiental. Esse impacto pode ser atenuado pelo manejo alimentar e pela qualidade da ração utilizada, de acordo com Ayroza et al. (2006); Mallasen et al. (2006); Paes (2006); Sousa et al. (2006); Seto et al. (2006); Costa-Pierce (1998); McGhie et al. (2000); Yiyong et al. (2001); Aguado-Gimenez et al., 2004; Porrello et al., 2005). Desse modo, destaca-se a importância de estudos da qualidade da água como pesquisa básica, cujos resultados contribuirão para o planejamento e o manejo adequado dos recursos hídricos em sistemas de criação de peixes.

Vinatea (1997) recomenda que as pessoas envolvidas na atividade da aquicultura tenham noções suficientes sobre poluição, para que sejam capazes de selecionar corretamente os lugares onde serão realizados os empreendimentos. Segundo Kaiser & Stead (2002) para se alcançar alta produção deve-se avaliar as interações bióticas e abióticas do ecossistema aquático, através de estudos limnológicos dos sistemas de cultivo.

## 2. Objetivo

Avaliar a qualidade da água do viveiro durante a criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede.

## 3. Material e Métodos

O projeto foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista – Unesp-Botucatu. O experimento foi realizado durante o outono e o inverno de 2006, de 17 de março a 21 de julho. Foram utilizados dezoito tanques-rede de 1,0 m<sup>3</sup>, distribuídos em um viveiro de 2000 m<sup>2</sup> com profundidade média de dois metros e renovação de água de 5 a 10%.

As tilápias foram adquiridas de uma piscicultura comercial, localizada no município de Porto Feliz-SP. A densidade inicial utilizada foi de 170 peixes/m<sup>3</sup> e peso inicial de 16,0,0 ± 4,9 g. O arraçoamento diário foi realizado baseando-se no peso vivo das tilápias, a quantidade de ração foi ajustada a cada 21 dias, coincidindo com as biometrias. A ração (comercial) oferecida, segundo o fabricante, era constituída por 32,0% de proteína bruta, 10,0% de umidade, 3,0% de extrato etéreo, 5,0% de matéria fibrosa, 8,0% de matéria mineral, 1,8% de cálcio e 0,8% de fósforo.

Nos primeiros 21 dias o viveiro foi abastecido com água de mina, que devido à baixa vazão inicial, proporcionava renovação do volume de apenas 5%. Após a primeira biometria uma nova fonte de água (mina) foi utilizada para o abastecimento do viveiro, elevando a taxa de renovação diária para 10,0%.

A qualidade da água foi avaliada por meio das medidas de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, transparência, amônia e clorofila-a. A coleta de amostras de água e a tomada de medidas foram feitas no período da manhã, em três pontos distintos, conforme a posição da fonte de renovação de água. A transparência (disco de Secchi), o pH (peagômetro Oakton), a temperatura e oxigênio dissolvido (YSI 55) foram monitorados diariamente. Para a determinação da amônia dissolvida, a água de três pontos do viveiro foi coletada semanalmente com uma garrafa de 0,5l, à 30,0 cm de profundidade e, conservadas em freezer a -20 °C até o momento da filtração e separação de volumes das amostras destinados para cada análise, as quais foram realizadas por espectrofotometria, no laboratório de limnologia do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu.

Para a determinação da quantidade de clorofila-a, a água de cada ponto do viveiro também foi coletada semanalmente com uma garrafa de 0,5l, à 30,0 cm de profundidade e, conservadas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento da filtração. Para essa determinação foi utilizado o método descrito por Golterman et al. (1978). Um volume conhecido de cada amostra foi filtrado em filtros Millipore AP40. Os filtros foram conservados à temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posterior determinação por meio de extração. Os pigmentos foram extraídos em aproximadamente 10,0 ml de acetona 90,0% a frio, por meio de maceração dos filtros. Os extratos foram transferidos para tubos de ensaio e colocados em refrigerador por aproximadamente 12 horas, protegido da luz. Após este período, centrifugou-se os extratos por 10 minutos à 5000 rpm. Em seguida foram medidas as absorvâncias a 663nm e 750 nm, utilizando-se do espectrofotômetro Micronal.

### **3.1. Análise estatística**

As médias dos valores dos parâmetros obtidos foram submetidas à análise de variância e, quando significativas ao nível de 5% de probabilidade, foram realizadas análises de regressão. As análises estatísticas foram processadas pelo Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa-UFV, Euclides (2005).

## **4. Resultados**

A tabela 1 apresenta as médias de temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, pH, amônia e clorofila-a. Enquanto que a média de peso foi obtida das amostragens realizadas a cada 21 dias, nas quais 20 peixes eram pesados individualmente.

### **4.1. Oxigênio dissolvido**

O suprimento de água do viveiro era proveniente de uma mina-1 que proporcionava, ao redor de 5,0% de renovação. Nos primeiros 21 dias, a média de oxigênio dissolvido foi de 3,19 mg/l, após a primeira biometria uma nova fonte de água

(mina-2) foi utilizada para aumentar o abastecimento do viveiro, elevando a taxa de renovação diária para 10,0%, e a média de oxigênio dissolvido para 6,10 mg/l, durante o segundo intervalo de 21 dias (Tabela 1).

#### **4.2. pH**

Os valores de pH sofreram pequena variação do início ao fim do experimento, assumindo valores com tendência à alcalinidade, com médias próximas de 7,77 no início do experimento e 8,13 no final do experimento (Tabela 1).

#### **4.3. Temperatura da água**

Na Tabela 1 são apresentadas as temperaturas máximas e mínimas da água do viveiro onde se encontravam os tanques-rede. Considerando que o experimento ocorreu nos meses mais frios do ano (entre 17 de março e 21 de julho), as temperaturas foram consideradas baixas para o cultivo de tilápias, além de apresentarem grande amplitude durante o dia. Foram obtidos valores médios de 28,6 °C no início do experimento e 17,7°C no final do experimento. A amplitude diária entre as temperaturas máximas e mínimas da água da superfície do viveiro alcançou até 10,0 °C.

#### **4.4. Amônia total**

A variação da concentração da amônia total (Tabela 1) representa as médias das concentrações de amônia total dos períodos, com valores de 69,96 a 258,3 µg/l. Entretanto, foram obtidas concentrações de até 537 µg/l, próximo ao final do experimento. Ressalta-se que as concentrações mais elevadas dos períodos sempre ocorriam nas coletas realizadas logo após o reajuste no fornecimento de ração.

#### **4.5. Clorofila-a e Transparência da água**

De modo geral, a clorofila-a apresentou variação média crescente durante o experimento. Houve apenas um período em que a concentração de clorofila-a na água diminuiu, passando de 130,9 µg/l de um período anterior (10 a 30 de junho) para 116,4



$\mu\text{g/l}$  do período posterior (01 a 21 de julho). Este fato ocorreu devido a fortes chuvas que antecederam as coletas de água no período de 01 a 21 de julho.

A transparência da água variou de 35,8 a 49,5 cm (medidas utilizando-se do disco de Secchi), apresentando média de 43,7 cm no período experimental. Esta variação ocorreu juntamente com a concentração de clorofila-a. Nos momentos em que a clorofila-a se encontrava em grandes concentrações, a transparência diminuía e, quando ocorria menores concentrações, a transparência aumentava suavemente.

## 5. Discussão

Os resultados de ganho de peso obtidos podem ser considerados promissores, pois o experimento foi realizado no outono e inverno, e conforme pode ser observada na Tabela 1, a temperatura média estava abaixo da temperatura ideal para o cultivo, que segundo Kubitza (2000), pode variar entre 27,0 e 32,0°C. Em relação aos valores de pH, estes praticamente não variaram do início ao fim do experimento, assumindo valores com pequena tendência à alcalinidade, com médias variando entre 7,77 a 8,13.

Durante todo o período experimental ocorreu pouca precipitação, diminuindo a quantidade de água da mina que abastecia o viveiro, propiciando a floração de algas. Este fato resultou em baixos teores de oxigênio dissolvido na água, pela manhã e em algumas situações provocando anóxia devido à mortalidade das algas.

Constatou-se um crescente aumento da clorofila-a durante o experimento. Segundo Sipaúba-Tavares (1995), em pisciculturas comerciais, este incremento é esperado, devido a maior disponibilidade de nitrogênio e fósforo (principalmente), oriundos da ração não consumida e das excreções dos peixes que, provocam aumento do fitoplâncton, diminuindo a transparência da água (Figura 1).

Este aumento da biomassa de fitoplâncton nos viveiros é comum, entretanto mudanças a curto prazo da comunidade fitoplanctônica, as quais acontecem em dias ou semanas, podem causar florações de algas. Um exemplo extremo é que a população inteira de fitoplâncton pode morrer em pouco tempo (um ou dois dias), e a combinação da redução da fotossíntese com a rápida decomposição das células das algas pode esgotar o concentração de oxigênio dissolvido da água, causando a mortalidade dos peixes (Boyd & Tucker, 1998).

O aumento da concentração de clorofila-a na água esteve correlacionado positivamente com o aumento da biomassa total dos tanques-rede (coeficiente de

correlação de 94,39 %) (Figura 2). Durante o experimento 720 kg de ração foram oferecidos aos peixes. Essa quantidade de ração pode ser considerada elevada para o viveiro, que possuía uma baixa renovação de água.

Mesmo com baixa renovação de água e alta densidade os valores médios de amônia total foram no início do experimento 58,20  $\mu\text{g/l}$  e ao final do experimento 268,21  $\mu\text{g/l}$ . Segundo Proença & Bittencourt apud Novato (2000), a concentração de amônia total abaixo de 500  $\mu\text{g/l}$  é considerada adequada para o desenvolvimento de peixes em viveiros escavados. Como os valores de pH se mantiveram ao redor de 7,9, supõe-se que a proporção de amônia tóxica ( $\text{NH}_3$ ) tenha sido pequena não afetando o desenvolvimento das tilápias (figura 3).

Segundo Esteves (1998), no processo de nitrificação realizado pelos gêneros de bactérias *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* é indispensável a presença do oxigênio para a oxidação do amônio em nitrito e nitrato. A análise dos dados de oxigênio dissolvido e de amônia total mostrou correlação negativa (85,98%) entre estes dois parâmetros (Figura 4).

A Tabela 1 mostra que nos primeiros 21 dias de experimento o valor médio de amônia foi de 258,3  $\mu\text{g/l}$  e 3,19 mg/l de OD, refletindo negativamente no ganho de peso diário de 1,71g/dia. A partir do dia 8 de abril (segunda biometria) até 19 de maio (terceira biometria), o viveiro foi abastecido com uma segunda mina, sendo que os valores de oxigênio dissolvido chegaram ao máximo de 6,10 mg/l e a amônia reduziu para 70,0  $\mu\text{g/l}$ , com ganho de peso diário máximo de 2,33g/dia. De 20 de maio a 9 de junho o forte período de estiagem e queda da temperatura da água (mínima de 19,0°C chegando a 17,7°C ao final do experimento) refletiram nas condições do viveiro. Todavia, uma única precipitação no intervalo de 10 a 30 de junho foi o suficiente para elevar o oxigênio dissolvido para 5,0 mg/l, e diminuir a amônia para 104,7  $\mu\text{g/l}$ , conseqüentemente as tilápias voltaram a ganhar peso (2,15g/dia). No último período experimental (1 junho a 21 de julho), quando a biomassa total nos tanques-rede alcançou 685,4 kg, a concentração de amônia foi de 240,3  $\mu\text{g/l}$  (figura 12) e o oxigênio dissolvido foi 4,71mg/l e, combinado com a baixa temperatura (17,7 °C) o ganho de peso diário reduziu novamente, indicando que o tanque rede alcançou sua capacidade de suporte.

No monitoramento realizado por Paes (2006), no reservatório de Nova Avanhandava, onde são criadas tilápias em tanque rede, pela empresa Escama Forte, durante cinco meses, não foram encontradas diferenças significativas dos parâmetros

limnológicos, das amostras coletadas em torno do tanque-rede e a 600 metros de distância. Todas as amostras mantiveram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357 para a água doce da classe 2. Ayroza et al. (2006), realizaram o monitoramento dos parâmetros limnológicos no reservatório de Chavantes (Rio Paranapanema), onde há uma tilapicultura em 250,0 tanques-rede (500 kg de peixe/tanque) e não observaram impacto negativo do cultivo.

Considerando a dinâmica do viveiro e as condições ambientais adversas do período em que se realizou o experimento, a criação de tilápias em tanque-rede dentro do viveiro, apresentou bom desempenho. É importante salientar que a dinâmica nos viveiros e nas pequenas lagoas é diferente dos grandes reservatórios. Devido à variação da concentração de clorofila-a e transparência da água em função da produção de peixes, conclui-se que a piscicultura em tanques-rede pode promover alterações significativas nos parâmetros físico-químico-biológicos da água do viveiro, sem prejudicar a saúde e a produtividade dos peixes.

## 6. Referências Bibliográficas

- Aguado-Guiménez, F. & García-García, B. (2004) Assessment of some chemical parameters in marine sediments exposed to offshore cage fish farming influence: a pilot study. *Aquaculture* **242**, 283 – 296.
- Alves, R.C.P. & Baccarin, A.E. (2006) Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tietê,SP). In: Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: *RiMa*, 2ª edição, 329-348.
- Ayroza, D.M.M.R. & Salles, F.A. (2006) Características limnológicas do reservatório de Chavantes (Rio Paranapanema) em área de criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. *AquaCiência* 2006. Anais...Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, CDRom.
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S., (1999) Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston. 700 pp.
- Conama n. 357 de 17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf). Acesso em: dez de 2005.
- Costa-Pierce, B.A. (1998) Constraints to the Sustainability of cage aquaculture for Resettlement from hydropower Dams in Asia: An Indonesian Case Study. *Journal of Environment and Development*. Accessing in: <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/indo.html>.
- Esteves, F.A. (1998) Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: *Editora Interciência*, 602pp.
- Euclides, R. SAEG: sistema para análise estatística e genética. v.9. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em: <http://www.ufv.br/saeg/download.htm>. Acesso em: 5 dez. 2006.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978) Methods for physical and chemical analysis of freshwater. London: IBP, *Blackwell Sci. Pub.*

- Kaiser, M. & Stead, S.M. (2002) Uncertainties and values in European aquaculture: communications, management and policy issues in times of “changing public perceptions”. *Aquaculture International* **10**, 469-490.
- Kubitza, F., (2000) Tilápia, Tecnologia e planejamento na produção comercial, 289pp.
- Mallasen, M., Traficante, D.P., Barros, H.P. & Camargo, A.L.S. (2006) Características físicas e químicas da água do reservatório de Nova Avanhandava-SP em área com produção de tilápias em tanques-rede. *AquaCiência*. Anais...Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, CDRom.
- McGhie, T.K., Crawford, C.M., Mitchell, I.M. & O'brien, D. (2000) The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing. *Aquaculture* **187**, 351 – 366.
- Novato, P.F.C. (2000) Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp*). Jaboticabal-SP. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), CAUNESP - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, 87p.
- Paes, J.V.K. (2006) A ictiofauna associada e as condições limnológicas num sistema de piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Nova Avanhandava, baixo rio Tietê (SP). Botucatu-SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da UNESP, 177p.
- Porrello, S., Tomassetti, P., Manzueto, L., Finoia, M.G., Persia, E., Mercatali, I. & Stipa, P. (2005) The influence of marine cages on the sediment chemistry in the Western Mediterranean Sea. *Aquaculture* **249**, 145-158.
- Santiero, R.M. (2005) Impacto ambiental da piscicultura na qualidade da água e na comunidade planctônica. Jaboticabal-SP (Tese de Doutorado), CAUNESP - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, 93p.
- Seto, L.M., Sipaúba-Tavares, L.H., Carneiro, D.J. & Candeira, P.G.P. (2006) Uso de tanques-rede em viveiros de criação de peixes. In: *AquaCiência*. Anais...Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, CDRom.
- Sipaúba-Tavares, L.H., (1995) Limnologia aplicada à aqüicultura. *Boletim Técnico Centro de Aqüicultura*. Unesp. Jaboticabal **1**, 72pp.
- Sousa, R.M.R., Agostinho, C.A., Oliveira, F.A. & Argentim, D. (2006) Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. *Panorama da Aqüicultura* **16,0** (95), 49-51.

- Urbinati, E.C., Carneiro & P.C.F., (2004) Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: *Aquabio* **1**, 171-194.
- Vinatea, A.L., (1997) Princípios químicos de qualidade de água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões. Tradução: Coelho, M. A. Florianópolis, *ed. UFSC*. 166pp.
- Yiong, Z., Jianqiu, L., Yongqing, F. & Min, Z., (2001) Kinetics of alkaline phosphatase in lake sediment associated with cage culture of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* **203**, 23-32.

Tabela 1. Médias da temperatura (T max e min), transparência (TRA), pH, concentração de oxigênio dissolvido (OD), clorofila-a (CLA) e amônia da água e, biomassa total de peixes (BTP) e ganho de peso médio diário dos peixes (GPMD) ao longo do experimento.

| <b>Período</b> | <b>T máx<br/>(°C)</b> | <b>T mín<br/>(°C)</b> | <b>OD<br/>(mg/l)</b> | <b>TRA<br/>(cm)</b> | <b>pH</b> | <b>CLA<br/>(µg/l)</b> | <b>AT<br/>(µg/l)</b> | <b>BTP<br/>(kg)</b> | <b>GPMD<br/>(g)</b> |
|----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 17/mar-07/abr  | 28,6                  | 23,7                  | 3,19                 | 49,5                | 7,91      | 31,5                  | 258,3                | 152,6               | 1,71                |
| 08/abr-27/abr  | 25,4                  | 20,2                  | 5,81                 | 48,0                | 7,96      | 44,2                  | 78,4                 | 286,8               | 2,33                |
| 28/abr-19/mai  | 23,4                  | 20,3                  | 6,10                 | 45,0                | 7,77      | 63,6                  | 70,0                 | 407,7               | 2,18                |
| 20/mai-09/jun  | 22,2                  | 19,0                  | 4,53                 | 43,3                | 7,82      | 85,0                  | 123,5                | 477,0               | 1,14                |
| 10/jun-30/jun  | 22,3                  | 18,4                  | 5,80                 | 35,8                | 8,13      | 130,9                 | 104,7                | 583,6               | 2,15                |
| 01/jul-21/jul  | 23,5                  | 17,7                  | 4,71                 | 40,5                | 7,95      | 116,4                 | 240,3                | 685,4               | 1,87                |

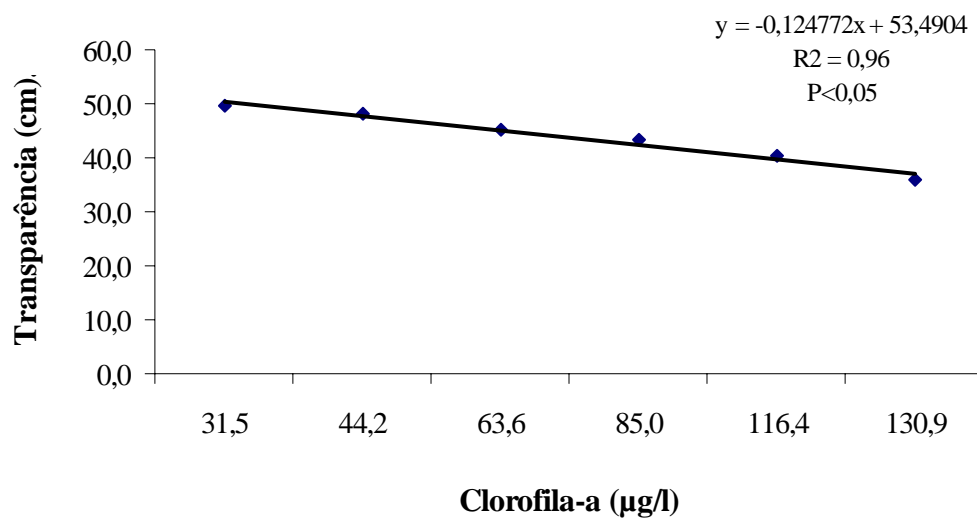


Figura 1. Transparência da água do viveiro em função da variação da concentração de clorofila-a (µg/l), durante o período experimental.



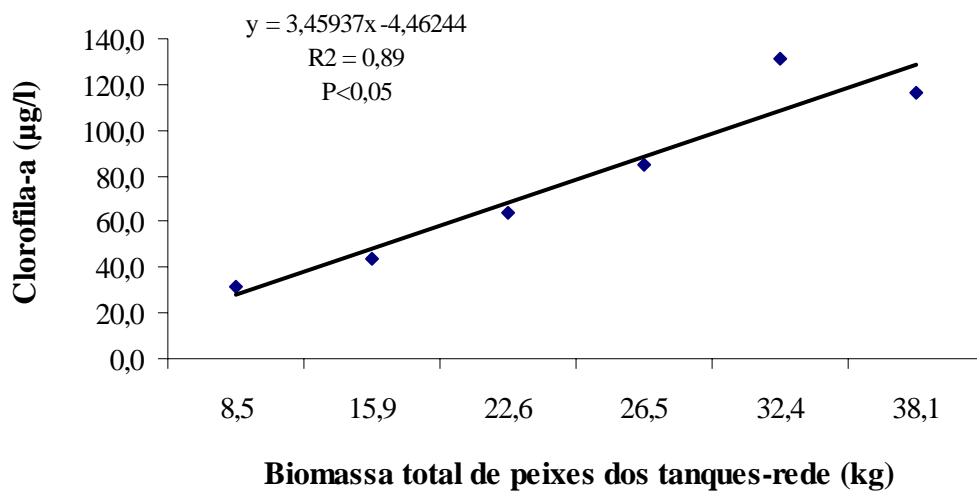


Figura 2. Concentração da clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) em função da biomassa total de peixes (kg) do viveiro durante o período experimental.

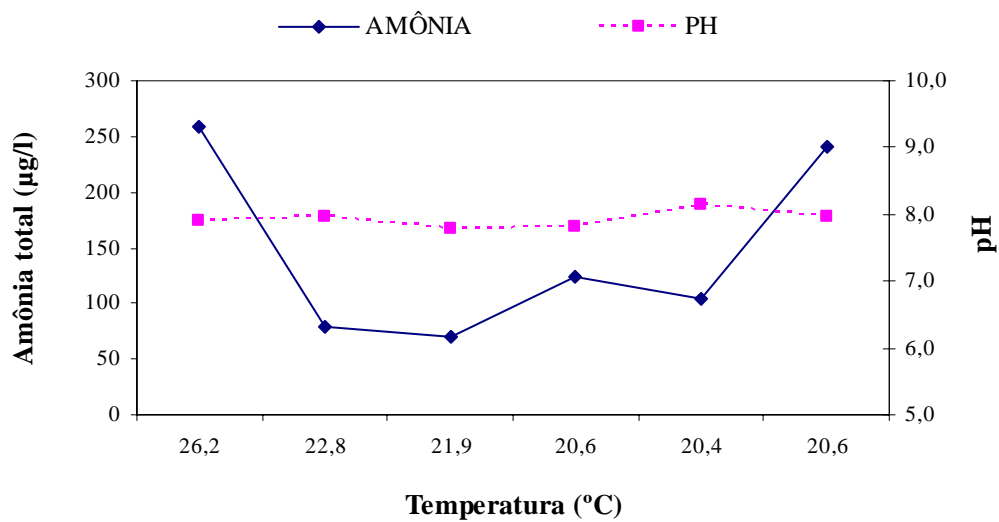


Figura 3. Concentração de amônia e do pH em função da temperatura, durante o período experimental.

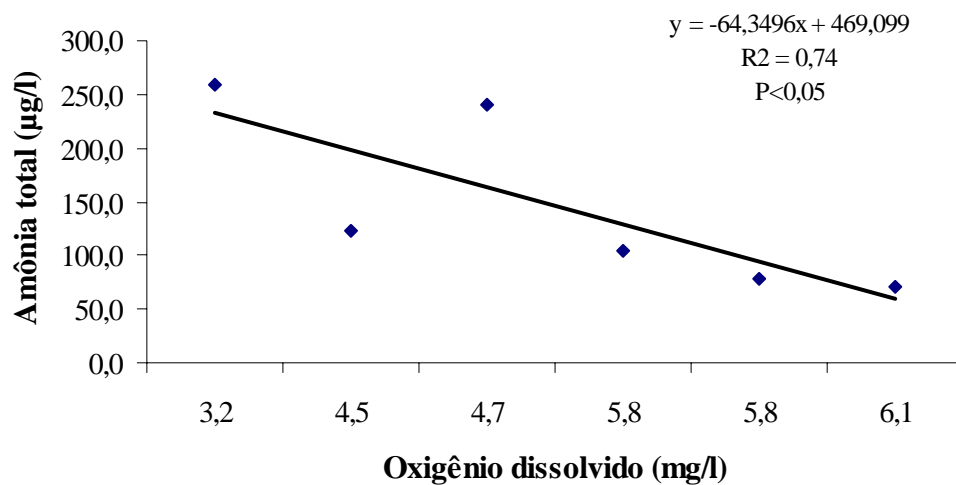


Figura 4. Concentração de amônia total ( $\mu\text{g/l}$ ) em função da concentração de oxigênio dissolvido da água ( $\text{mg/l}$ ) do viveiro durante o período experimental.

## **ANEXO II**



Figura 5. Viveiro onde foram dispostos os dezoito tanques-rede com tilápias.

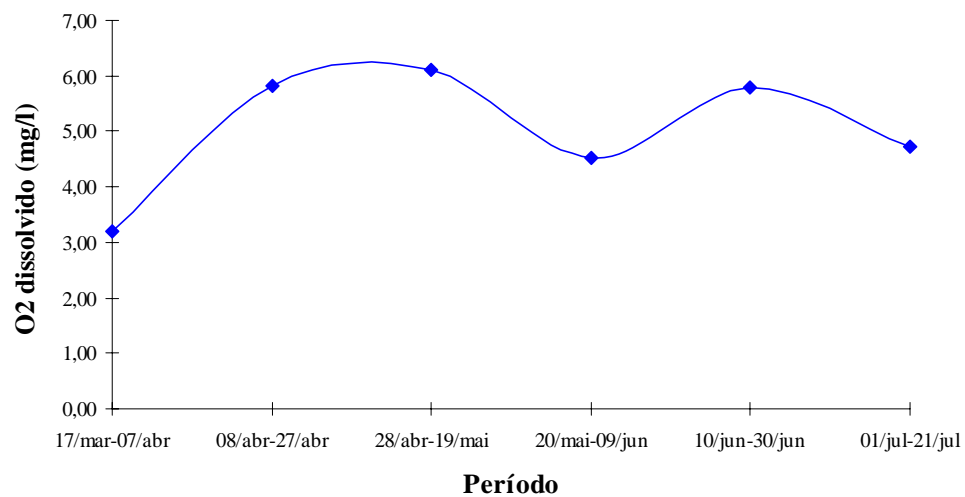


Figura 6. Concentração de oxigênio dissolvido da água (mg/l) do viveiro, durante o período experimental.

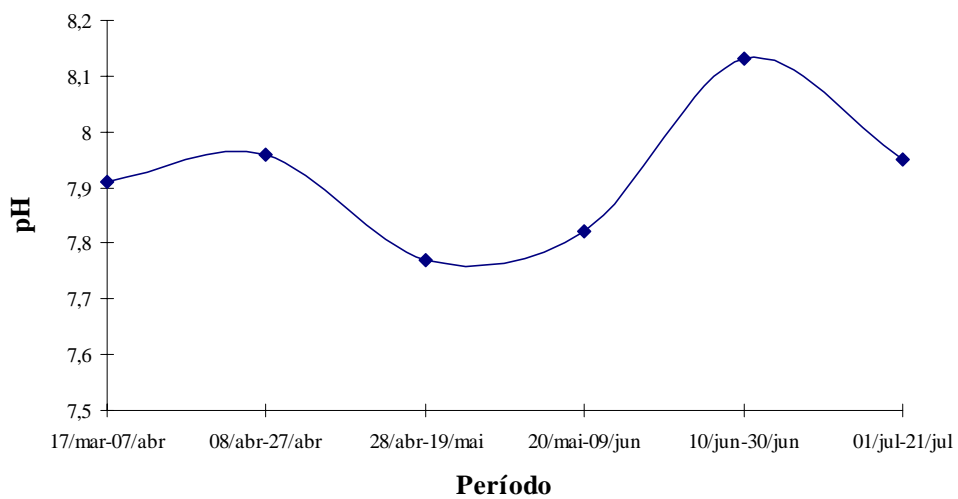


Figura 7. pH da água do viveiro, durante o período experimental, onde foram instalados os tanques-rede.

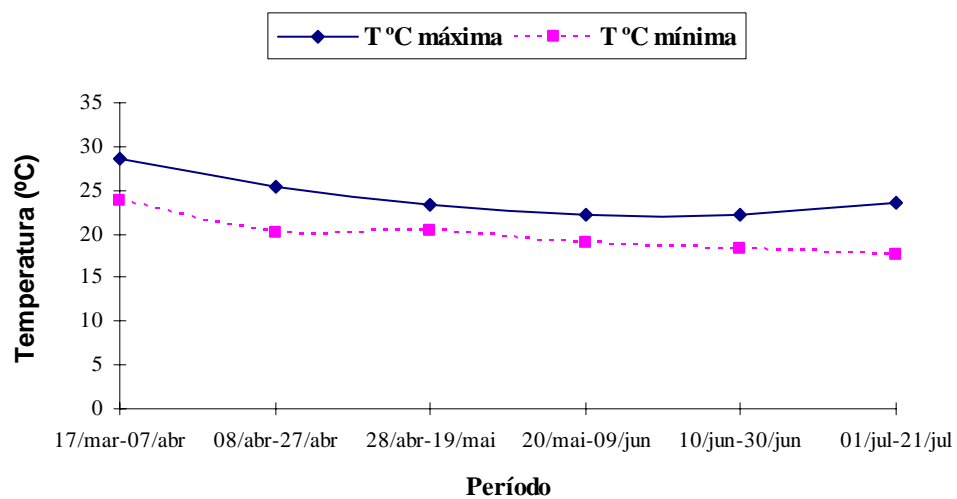


Figura 8. Temperaturas máximas e mínimas da água do viveiro, durante o período experimental, onde foram instalados os tanques-rede.



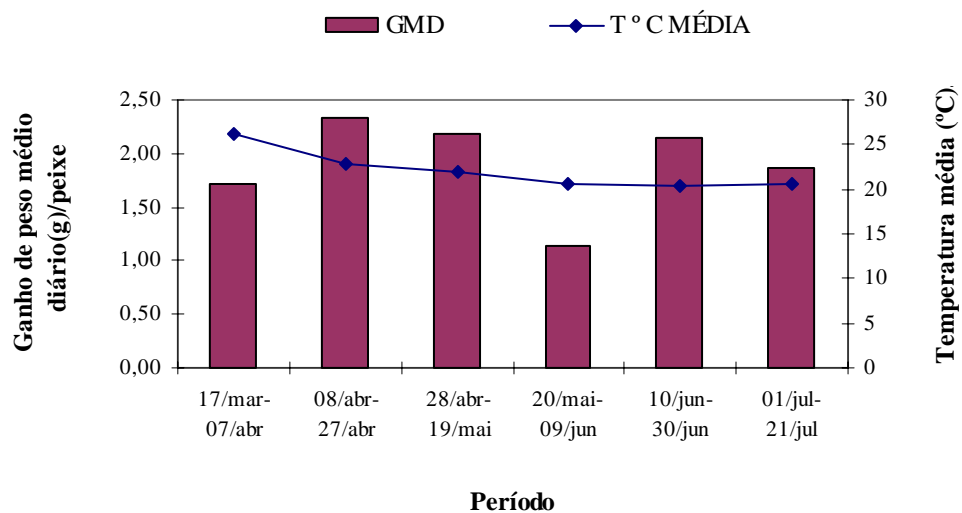


Figura 9. Ganho de peso médio diário dos peixes e da temperatura em função do período experimental.

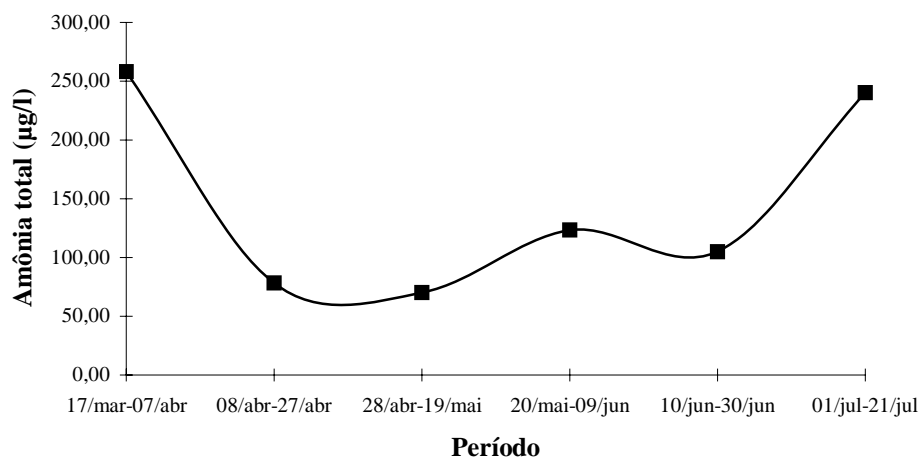


Figura 10. Concentração de amônia total ( $\mu\text{g/l}$ ) do viveiro, durante o período experimental.

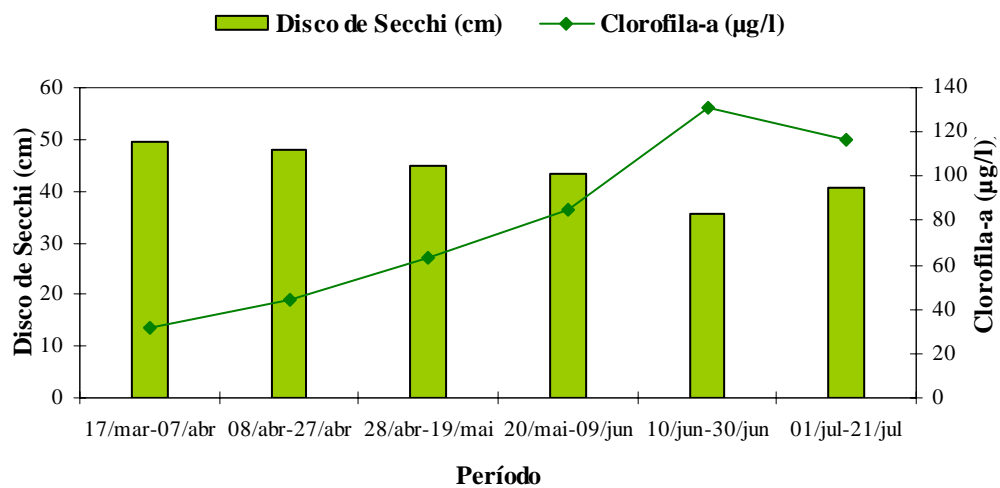


Figura 11. Concentração de clorofila-a e da transparência da água do viveiro, durante o período experimental, onde foram instalados os tanques-rede.

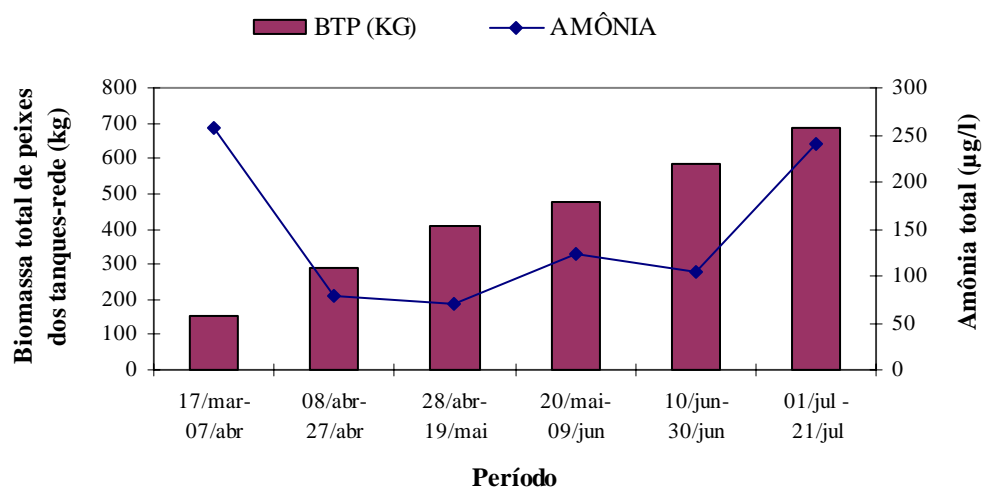


Figura 12. Biomassa total de peixes dos tanques-rede e a concentração de amônia total em função do período experimental.

## **CAPÍTULO IV**

## Considerações Finais

A utilização de tanques-rede com dispensadores automáticos de ração, na criação de tilápias, poderá proporcionar vantagens significativas no desempenho produtivo dos peixes, contribuindo para a sustentabilidade da atividade:

- Em pisciculturas comerciais grande quantidade de ração é fornecida em uma ou duas porções ao dia. A ração não consumida é lixiviada e fermentada, alterando a qualidade da água e do alimento. Com o uso de dispensadores automáticos de ração será possível o fornecimento da ração em pequenas porções, conforme o consumo das tilápias, diminuindo, desta maneira, o desperdício, a poluição e a competição por alimento;
- O uso de dispensadores automáticos de ração poderá reduzir consideravelmente o custo com a mão de obra, já que pode ser abastecido a cada dois dias ou mais dependendo do tamanho do reservatório. Além disso, possibilitará a alimentação noturna, sem a necessidade de disponibilizar um ou mais funcionários para essa prática.
- As tilápias ao se alimentarem praticamente dobram o consumo de oxigênio. Portanto, a maior frequência alimentar poderá diluir a demanda de oxigênio da tilápia, proporcionando assim, melhor crescimento.
- Ressalta-se que a conversão alimentar dos peixes dos tratamentos com menor frequência de arraçoamento (6 vezes/dia) foi de 1,40 e no tratamento de maior frequência alimentar (24 vezes/dia) foi de 1,04, o que pode resultar em economia de 360,0 kg de ração para cada tonelada de peixe produzido, aumentando a viabilidade econômica da tilapicultura, além de diminuir a quantidade de matéria orgânica lançada no meio ambiente.
- Com o aumento da frequência alimentar promovida pelo uso do dispensador automático, os animais do experimento apresentaram aspecto externo saudável e bom ganho de peso, mesmo nas condições limitadas de qualidade de água do

viveiro. Portanto, em produções comerciais onde as condições da água são mais favoráveis, acredita-se que mesmo no inverno o produtor obterá alta sobrevivência, baixa incidência de doenças, ganho de peso e menor impacto ambiental.