

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Campus de Botucatu

**TAXAS E INTERVALOS DE ALIMENTAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE-REDE COM
DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE RAÇÃO**

FERNANDO ALCÂNTARA DE OLIVEIRA
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
Setembro – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Campus de Botucatu

**TAXAS E INTERVALOS DE ALIMENTAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE-REDE COM
DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE RAÇÃO**

FERNANDO ALCÂNTARA DE OLIVEIRA
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
Setembro – 2007

Ao meu Pai e minha Mãe por confiar e incentivar,
além de apoiar, em todos os sentidos,
para que eu pudesse chegar
ao término de mais uma
etapa da minha vida.

Ao Professor Cláudio, por me orientar e ajudar
a alcançar esse título e principalmente
por me ensinar a ser uma pessoa
mais tolerante e cautelosa.

Aos amigos que fiz em Botucatu, por ajudar a suportar
a ausência da minha família e dos meus
amigos de Goiás e principalmente
os amigos irmãos da República
SANTA CERVA que
me acolheram aqui.

Dedico

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço aos meus Pais, que sempre deram o apoio e incentivo necessário para que eu e meus irmãos sempre pudéssemos estudar e chegar aonde chegamos. Se estou aqui hoje é por causa do meu Pai e da minha Mãe, obrigado.

Ao Professor Claudio Angelo Agostinho por aceitar me orientar e pela ajuda em tudo que precisei para executar o projeto no setor de Aqüicultura.

Aos amigos Rodrigo e Daniel por passar várias horas trabalhando em função deste trabalho.

Aos funcionários da piscicultura João e Obedias pela amizade e compreensão nas horas difíceis que passamos no setor de Aqüicultura.

Aos estagiários que sempre participaram das pesagens e coleta de amostras para que resultasse neste estudo.

Ao Professor Marcos que cedeu espaço no laboratório para que fossem realizadas as análises de água.

Ao pessoal do laboratório e principalmente ao técnico que me ajudou a realizar todas as análises.

A Professora Delma por me apresentar ao pessoal da UNESP, através do Professor Samuel que me trouxe para Botucatu.

Ao pessoal da República Santa Cerva pela amizade e a todos os amigos que fiz na Universidade Estadual de São Paulo, por todos os momentos de descontração.

E em especial a minha Amiga Marcela Horácio que esteve presente em todos os momentos felizes e tristes da minha passagem por aqui.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I	2
Considerações Iniciais.....	3
Referências Bibliográficas	11
 CAPÍTULO II	 18
Desempenho produtivo da tilapia produzida em tanque-rede, adaptado com dispensadores automáticos de ração, para diferentes intervalos e taxas alimentares.	19
Resumo.....	19
Abstract	20
Introdução	21
Objetivo.....	22
Material e Métodos	22
Análise Estatística	26
Resultados	27
Discussão	29
Conclusão.....	34
Referências Bibliográficas	35
 CAPÍTULO III	 37
Influência da alta frequência de alimentação por dispensador automático, combinada com taxas e intervalos alimentares, na composição química e rendimento do filé de tilapias.....	38
Resumo.....	38
Abstract	39
Introdução	40
Objetivo.....	41
Material e Métodos	41
Resultados	44
Discussão	46
Conclusão.....	50

Referências Bibliográficas	51
CAPÍTULO IV	53
Estudo da influência do manejo alimentar automático nos parâmetros físico-químicos e biológicos da água	54
Resumo.....	54
Abstract	55
Introdução	56
Objetivo.....	57
Material e Métodos	57
Resultados	60
Discussão	62
Conclusão.....	69
Referências Bibliográficas	70
 CAPÍTULO V	 72
Considerações Finais.....	73

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	
1- Níveis de Garantia da Ração.....	25
2- Delineamento experimental demonstrando a frequência, os taxas alimentar e intervalos entre refeições, em cada tanque-rede (TR) utilizados no experimento	26
3- Média de peso inicial (PI), peso final (PF), conversão alimentar aparente (CAA), consumo (C), ganho diário (GD), ganho total (GT), sobrevivência (S), produção (P) e Produtividade (Pr), no período de 120 dias de cultivo	27
4- Médias de peso das tilápias aos 120 dias com diferentes taxas e intervalos de alimentação	28
5- Valores médios dos índices hepato e viscerossomático e lipossomáticos de tilápias cultivadas em tanques-rede em diferentes taxas e intervalos de alimentação.....	28
CAPÍTULO III	
1- Delineamento experimental demonstrando a frequência, os taxas alimentar e intervalos entre refeições, em cada tanque-rede (TR) utilizados no experimento	41
2- Níveis de Garantia da Ração	42
3- Composição químico-bromatologica do filé e do fígado de tilápias produzidas em tanques-rede, com diferentes taxas e intervalos de alimentação	45
4- Valores médios do Peso e do Rendimento de filés de tilápias cultivadas em tanques-rede em diferentes taxas e intervalos de alimentação	46
CAPÍTULO IV	
1- Valores de Temperatura Máximo e Mínima da água (TMAX/MIN), Temperatura Média da água (TMED), pH, Oxigênio Dissolvido da água (OD) e Transparência (TRANS), Biomassa total, monitorados diariamente durante o período de 120 dias.....	61
2- Valores médios da Clorofia-a, Amônia Total, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Precipitação, Biomassa Total no período de 120 dias.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Páginas

CAPÍTULO II

1- Tanques-rede no viveiro com dispensadores automáticos de ração 23

2- Detalhe do suporte metálico e do dispensador automático de ração 24

CAPÍTULO III

1- Retirada da pele antes da filetagem e o filé sem pele..... 43

CAPÍTULO IV

1- Níveis de nitrogênio e fósforo total durante o período experimental..... 62

2- Relação entre temperatura / oxigênio e biomassa durante o experimento 63

3- Teores de amônia total em função da clorofila-a e do oxigênio dissolvido 66

4- Comportamento do nitrogênio, fósforo, amônia e da biomassa em relação às chuvas ocorridas no período experimental de 120 dias..... 67

Esta dissertação compreende três estudos que estão apresentados nos capítulos II, III e VI. O primeiro refere-se ao desempenho produtivo das tilapias submetidas a diferentes taxas e intervalos de alimentação. O segundo, trata da influência da taxa e do intervalo de alimentação na composição química e no rendimento de filé de tilápias. E o terceiro, o estudo da influência do manejo alimentar automático nos parâmetros físico-químicos e biológicos da água.

O Capítulo – II foi intitulado de “**Desempenho produtivo da tilapia produzida em tanque-rede, adaptado com dispensadores automáticos de ração, para diferentes intervalos e taxas alimentares**”, escrito segundo as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**.

O Capítulo – III foi intitulado de “**Influência da alta frequência de alimentação por dispensador automático, combinada com taxas e intervalos alimentares, na composição química e rendimento do filé de tilapias**”, também escrito segundo as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**.

O Capítulo – IV foi intitulado de “**Estudo da influência do manejo alimentar automático nos parâmetros físico-químicos e biológicos da água**”, escrito segundo as normas da **Acta Scientiarum Biological Sciences**.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pesca no mundo ultrapassa 100 milhões de toneladas por ano. A produção do pescado está estagnada e a demanda continua a aumentar com o passar dos anos. A aquicultura é a opção que surge para suprir o consumo de peixe. Com produção de 50 milhões de toneladas em 2005, movimentando 70 bilhões de dólares em 2004 demonstra ser atividade em plena expansão (FAO, 2006).

Neste contexto, o Brasil se destaca por possuir grande extensão de áreas alagadas que ainda não são exploradas ou estão aquém de seu potencial. Como exemplo, existem inúmeros reservatórios de usinas hidroelétricas, como a Usina de Serra da Mesa, situada no Centro-Oeste, o maior do Brasil em volume d'água represada, com 1.784 km² (Thiengo *et al.* 2005), ainda inexplorada de forma comercial. O continente brasileiro possui cerca de 13,7% de toda a água doce disponível do planeta. Cerca de 8,5 mil km de ambiente marinho-costeiro, banhado pelo Oceano Atlântico, com diversos estuários e reentrâncias, além de mais de 3,5 milhões de km² de Zona Econômica Exclusiva (Assad & Gotfrit, 2006).

Esse avanço da aquicultura mundial se deu devido ao aumento no consumo e industrialização de seus produtos. Com isso, a produção em grande escala se fez necessária para suprir a demanda de pescado. Dentre as espécies cultivadas a que mais se destacou nesse segmento foi a tilápia por suas características orgalolépticas, bom rendimento de filé, alta produtividade e rusticidade (Zimmermann & Hasper, 2003, Souza *et al.*, 2004; Pinheiro, *et al.*, 2006; Marengoni, 2006).

Segundo Marengoni (2006), a tilápia é considerada rústica, com hábito alimentar onívoro de amplo espectro, que assimila com eficiência a proteína de origem vegetal. Sua produção no mundo, em escala, se deu nas décadas de 80 e 90. O rápido incremento na produção pode ser atribuído ao melhoramento das técnicas de cultivo e da infraestrutura. Quatro espécies (*Oreochromis niloticus*, *Oreochromis. mossambicus*, *O. aureus* e *tilapias sp*) dominaram a produção entre 1984 e 1995. A produção mundial foi influenciada pela rápida expansão do cultivo de *Oreochromis niloticus* na China, Filipinas, Tailândia, Indonésia e Egito (Fitzmmons, 2000a).

Na década de 90, países em desenvolvimento como México, Costa Rica, Jamaica, Brasil e Cuba aumentaram sua produção anual de forma significativa. Dentre

esses países se destaca o México que em 1996 já produzia cerca de 94.279 toneladas de tilápias por ano (Fitzmmons, 2000b).

Hoje os países latinos são os principais fornecedores de filés frescos de tilápias para os mercados Norte-Americano e Europeu. Em 2004 foram importados pelos Estados Unidos 112.939 toneladas, distribuídas em filés frescos, filés congelados e peixes inteiros congelados. Em relação aos filés congelados, o Brasil possui participação discreta no cenário mundial quando comparado a países como Taiwan, que produzem milhares de toneladas a mais por ano, porém em 2004 foi o terceiro país que mais exportou filés congelados para a Europa, exportando cerca de 430 toneladas (Panorama de Aqüicultura, 2005). (Fitzmmons, 2000c) apud Souza *et al.* (2005) estimaram que a produção mundial de tilápias poderá atingir 1.500.000 toneladas em 2010. Porém em 2005 a produção já tinha ultrapassado a cifra de 1.700.000 (Tacon, 2007).

A tilápia entrou oficialmente no Brasil no ano de 1971 com a importação de reprodutores *Oreochromis niloticus* e da *Oreochromis hornorum*, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, visando à produção de alevinos para o peixamento dos reservatórios públicos do Nordeste. Porém acarretou vários problemas, devido à falta de técnicas de produção, tais como superpovoamento e crescimento muito lento, se tornando popularmente conhecido como peixe pequeno, cheio de espinho e com gosto de barro. Somente no início dos anos 90, com a difusão da tecnologia da reversão sexual, a produção de tilápias começou a ser incrementada no Brasil, sendo o Paraná o pioneiro e logo se tornou o maior produtor de tilápias do país, atingindo em 2002 produção de 12.800 toneladas oriundas de viveiros escavados (Kubitza, 2003). Segundo Zimmermann & Hasper (2003) a produção total da tilapicultura brasileira e sua participação no total de organismos aquáticos cultivados é de 75.000 toneladas e 38%, respectivamente.

Segundo Kubitza (2000) o grande potencial hídrico do Brasil viabiliza a piscicultura em tanques-rede, sistema superintensivo que necessita de alta taxa de renovação de água e menores custos de implantação. A origem de gaiolas para cultivos de peixes é vaga, provavelmente as primeiras foram utilizadas por pescadores como alternativa de espera para venda no melhor momento. As primeiras verdadeiramente destinadas à piscicultura foram desenvolvidas no sudeste asiático, no final do século

passado. Eram construídas de madeira ou bambus e os peixes eram alimentados com restos de peixes e comida (Zimmermann & Hasper, 2003).

Atualmente a atividade de cultivo em tanques-rede está em plena expansão, implantados em locais antes inexplorados, com a introdução de técnicas inovadoras de produção. Pesquisas iniciadas em 2001 vêm conseguindo avanços na produção de tilápias em estuários, com produção próxima ao do cultivo em águas continentais, chegando ao final do ciclo com tilápias pesando em média 700 gramas (Kubitza, 2005; Dell'Orto, 2002).

O tanque-rede é considerado um sistema intensivo de produção de peixes. Possibilita a obtenção de três ciclos por ano, quando manejado corretamente e em condições climáticas ideais. São fabricados em estrutura de alumínio ou metal galvanizado, malhas metálicas revestidas em "PVC" e para flutuarem, bóias de polietileno. Possuem vários volumes e diâmetros de malha adequando-se às necessidades do produtor. Além disso, é um sistema de produção com baixo custo de implantação, já que pode ser utilizado em áreas já alagadas como açudes, represas e, principalmente, em reservatórios destinados geração de energia, muito comuns em nosso país dispensando a movimentação de terra, como acontece no sistema de viveiros. É também bastante produtivo, atingindo 5 a 300 kg/m³ (Kubitza, 2000; Zimmermann & Hasper, 2003; Barbosa *et al.*, 2005).

Nesse sistema de produção a densidade é fator determinante para o bom desempenho dos peixes. Para que isso aconteça, deve-se respeitar as características das espécies, a fase que se encontram, a temperatura média da região, entre outros parâmetros. Observando-se essas premissas, este sistema suporta densidades de 100 a 1000 peixes/m³ (Bozano *et al.*, 1999; Vieira *et al.*, 2000; Vaz *et al.*, 2003; Carneiro & Mikos, 2005; Sampaio & Braga, 2005; Brandão *et al.*, 2005;).

A alimentação manual é, atualmente, a forma mais utilizada nas pisciculturas, entretanto, quanto maior é a unidade de produção mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar, devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para essa função, pois esse profissional é responsável direto por fatores que afetam o desempenho dos peixes. O manejo alimentar adotado pelo responsável pela alimentação é que conduz a piscicultura ao sucesso. O custo final de produção depende diretamente de fatores como: o custo da ração, conversão alimentar, qualidade da ração, que podem

elevar ou diminuir, dependendo da origem da ração (Carneiro *et al.*, 1999). Dentro do manejo alimentar, a frequência, a taxa de alimentação e o horário de fornecimento, aliados ao sistema de produção, são fatores que determinam os bons resultados na produção.

A frequência alimentar e a taxa de alimentação, relacionados diretamente com o consumo de ração, dependem de fatores como idade, sexo, densidade, espécie, qualidade e temperatura da água e da experiência do tratador, que quando não observados podem levar a piscicultura ao fracasso na produção (Li *et al.*, 2005). Estudos demonstraram que o aumento na frequência alimentar traz benefícios para o desempenho produtivo e diminuição dos desperdícios (Zarate *et al.*, 1999; Wang *et al.*, 1998; Padua *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

No cultivo de camarão o alimento é fornecido no fundo dos viveiros. Em contato com a água o alimento perde nutrientes por lixiviação e, dependendo do manejo, pode causar degradação da qualidade da água. Nesta espécie, com o aumento da frequência alimentar, ocorre redução na quantidade de ração utilizada, sem prejudicar o desempenho. Isso foi comprovado por Carvalho & Nunes (2006) que avaliando os efeitos da frequência na perda de nutrientes por lixiviação e de crescimento do camarão branco, testando a perda de proteína, lipídios e matéria seca da ração exposta à água por diferentes períodos, em frequências de 2 a 6 vezes por dia, concluíram que apesar de não haver diferença significativa na sobrevivência, produção e conversão alimentar, camarões alimentados 5 vezes ao dia obtiveram tendência de crescimento superior aos demais. Entretanto, alguns autores ao avaliarem o efeito da frequência alimentar no desempenho produtivo de alevinos de diferentes espécies, defendem que o aumento da frequência não afeta, de forma significativa, o crescimento dos animais (Hossain *et al.*, 2001; Hayashi *et al.*, 2004; Carneiro & Mikos, 2005).

Vários estudos apontam que quando o manejo alimentar é adequado a taxa de alimentação pode ser aumentada, resultando em melhor desempenho produtivo dos peixes, com maior velocidade para chegar ao peso comercial, porém, pelo custo da ração, são adotadas menores taxas de alimentação (Marques *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2005; Meurer *et al.*, 2005; Chagas *et al.*, 2005).

No entanto, para viabilizar o manejo mais adequado e que atenda as necessidades reais da alimentação na piscicultura, a automatização é indispensável.

Existem diversos trabalhos científicos comparando a eficiência dos sistemas de alimentação manual com a realizada por meios dispensadores automáticos e de demanda, geralmente em países onde a aquicultura já atingiu nível mais elevado na tecnificação do processo de produção, obtendo resultados otimistas (Paspatis *et al.*, 1999; Valente *et al.*, 2001; Yamamoto *et al.*, 2002; Shima *et al.*, 2003).

Agostinho *et al.* (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração para tanques-rede. Este equipamento consiste num reservatório, dimensionado de acordo com o tamanho do tanque-rede, que libera a ração nos intervalos pré-determinados, promovendo melhor conversão alimentar, menores custos com ração e diminuição de impactos ambientais.

O dispensador automático de ração além de possibilitar o aumento da frequência alimentar, pode fornecer alimento no período noturno, prática inviável nas pisciculturas comerciais onde a alimentação é feita manualmente, devido ao alto custo com mão-de-obra. O aumento da frequência diminui o desperdício, a poluição e a competição por alimento (Sousa *et al.*, 2006). Essa inovação tecnológica é interessante, pois o custo da ração representa cerca de 40 a 70% do custo de produção e o manejo adequado pode reduzir consideravelmente este custo (Kubizta, 2000; Andrade *et al.*, 2005).

A automatização da alimentação permite melhorar o manejo alimentar dos peixes, observando fatores importantes que influenciam o consumo de ração e a digestibilidade e, conseqüentemente, a conversão alimentar e o custo de produção. Como por exemplo, níveis de energia da ração, melhores horários de alimentação para cada espécie, quebra de dominância em altas densidades, melhor período para a alimentação e melhores temperaturas para produção, além de fatores importantes para sustentabilidade da atividade como os fatores ambientais (Boujard *et al.*, 1992; Alanara & Brannas, 1996; Paspatis & Boujard, 1996; Azzaydi *et al.*, 1998; Sánchez-Vazquez & Tabata, 1998; Aranda *et al.*, 1999; Boeuf & Le Bail, 1999; Kohbara *et al.*, 2003; Paspatis *et al.*, 2003).

Países onde a aquicultura já atingiu nível tecnológico mais elevado de produção começam a se preocupar com os impactos ambientais causados pela intensificação. Vários trabalhos e Workshops foram realizados com intuito de se estabelecerem diretrizes para padronizar e regulamentar a produção intensiva, amenizando os impactos ambientais causados pelos sistemas de produção.

Segundo O'bryen & Lee (2003) representantes de vários países discutiram durante o Workshop "Management of Aquaculture Effluents", problemas encontrados em comum e implicações econômicas. Visando a criação de um código de conduta e melhores práticas de manejo (BPM), uma lista de considerações e investigações dos principais problemas gerados foi elaborada, por meio de oficinas ocorridas durante o Workshop.

As leis ambientais são rígidas e esse fato tem causado uma movimentação por parte de alguns segmentos do setor produtivo da indústria da aquicultura mundial para adquirir o "Rótulo Verde" ou ISSO 14.000. A idéia é a obtenção de um certificado de qualidade ambiental. Como exemplo, os aquícultores estão reduzindo a densidade de estocagem, utilizando rações de melhor qualidade e o cuidado para prevenir a erosão do solo das áreas adjacentes (Rotta & Queiroz, 2003). Tudo visando respeitar as normas que regulamentam as leis ambientais. No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que 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 cabíveis, é o órgão que regulamenta o uso da água para a piscicultura (CONAMA Nº. 357, 2005).

Com o propósito de apontar os méritos e deméritos de iniciativas tomadas por governos e citando exemplos de países que adotam políticas ambientais para produção de pescado Tacon & Forsterb (2003) tentam oferecer orientação para o desenvolvimento de políticas governamentais que regulamentem as regras de produção, minimizando impactos ambientais provenientes do cultivo de peixes.

Na Europa, eventos com o intuito de identificar algumas das principais questões do manejo dos impactos ambientais da aquicultura marítima, são relatados por Read & Fernandes (2003), através de revisões e relatos de políticas internacionais e regulamentações neste contexto, fornecendo exemplos de estratégias de manejos dos impactos ambientais causados pela aquicultura marítima da indústria aquícola na Escócia.

Na Tasmânia, Austrália, legislações têm sido introduzidas para auxiliar o desenvolvimento da aquicultura e isso inclui exigências de manejos ambientais, como avaliação de base de dados e monitoramento diários do ambiente de produção. Os impactos locais dos solos das fazendas marinhas de salmão são monitoradas utilizando-

se câmeras, análise de invertebrados da microfauna bentônica e análises químicas (redox e matéria orgânica) (Crawford, 2003).

No Japão, para prevenir a deterioração do meio ambiente marinho da costa japonesa, foi realizado um levantamento que resultou na " Lei que Assegure a Produção Aquícola Sustentável", baseada em três critérios indicativos: oxigênio contido na água de cultivo, onde se encontra os tanques-rede; quantidade de ácido sulfito volátil encontrado no sedimento e a ocorrência de macro fauna embaixo dos tanques-rede de peixes. A macrofauna, os parâmetros de sedimento e os parâmetros de oxigênio são parâmetros úteis que auxiliem na seleção de locais para implantação de viveiros de peixe (Yokoyama, 2003).

Segundo Boyd (2003) produtores da América Latina, Ásia, Austrália e Estados Unidos estão tentando melhorar suas práticas de produção e alguns produtores então adotando voluntariamente as Boas Práticas de Manejos. Essas práticas visam diminuir impactos que geralmente acontecem no processo de produção.

Nos Estados Unidos são comuns, nas piscigranjas, onde os viveiros possuem dimensões de hectares, serem utilizados por vários anos sem que haja troca total da água. Na China existem pisciculturas intensivas em tanques-rede, que utilizam toneladas de ração por ano e, dependendo do manejo alimentar adotado, pode promover a eutrofização do ambiente, devido às altas cargas de nutrientes despejados durante a produção (Guo & Li, 2003; Tucker & Hargreaves, 2003).

Mesmo em sistemas que usam a alimentação natural como fonte de alimento para o cultivo promove algum tipo de alteração do meio ambiente. Baccarin & Camargo (2005) avaliando as características e os impactos do manejo alimentar nos efluentes de sistemas de cultivo de tilápia, utilizando a alimentação natural, ração extrusada, peletizada e ração triturada, concluíram que a qualidade da água diminuiu em todos os tratamentos.

A eutrofização do ambiente interfere diretamente na microfauna do ambiente aquático. Matsuzaki *et al.* (2004), avaliando a qualidade da água e a comunidade fitoplanctônica em ambiente de recreação (pesqueiros), concluíram que algumas variáveis físicas e químicas, alteradas nesses ambientes, interferem na estrutura da comunidade fitoplanctônica, propiciando o aparecimento de microorganismos prejudiciais a saúde humana, caso não sejam monitorados frequentemente.

Num manejo alimentar correto deve-se observar, em especial, a temperatura onde se encontra o sistema de produção, pois o consumo de ração está estreitamente ligado a esse parâmetro. Dentro dos respectivos intervalos de tolerância, com peixes tropicais o consumo aumenta de forma linear à temperatura e com peixes de águas frias ocorre o contrário, possuem melhor desempenho em baixas temperaturas (Buentello *et al.*, 2000; Loures *et al.*, 2001; Coman *et al.*, 2002; Kohbara *et al.*, 2003; Bailey & Alanara, 2006).

Algumas ações, quando colocadas em prática, podem melhorar a qualidade da água do sistema de produção. Na Ásia, onde existem sistemas de produção semi-intensivo, algumas práticas como o consócio de espécies ou de cultura com peixes amenizam a deposição de nutrientes no ambiente (Lin & Yang, 2003). Porém em sistemas superintensivos de produção essas técnicas são inviáveis. Para a sustentabilidade da produção na aquicultura deve-se criar consciência de que a atividade é impactante e que através do manejo alimentar e das boas práticas de manejo pode se obter produtividade e lucratividade na produção e diminuir os impactos ambientais (Macmillan *et al.*, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V. *et al.* **Dispensador Automático de Ração**. Patente de Invento nº. 0403612-3, 2004.
- ALANARA, A.; BRANNAS, E. Dominance in demand-feeding behaviour in arctic and rainbow trout: the effect of stocking density. **Journal of Fish Biology**, vol. 48, p. 242 – 254, 1996.
- ANDRADE, R. L. B.; WAGNER, R. L.; MAHL, I.; MARTINS R. S. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um Modelo de Propriedade da Região Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.198 – 203, 2005.
- ARANDA, A.; SÁNCHEZ-VAZQUEZ, F. J.; MADRID J. A. Influence of water temperature on demand-feeding rhythms in sea bass. **Journal of Fish Biology**, nº 55, p. 1029 – 1039, 1999.
- ASSAD, L. T.; GOTFRIT, C. W. Aquicultura no Brasil: cenários e perspectivas. In: **Revista Aquicultura & Pesca**. Nº. 19, Ano II, 2006.
- AZZAYDI, M.; MADRID, J. A.; ZAMORA, S.; SANCHEZ-VAZQUEZ, F. J. *et al.* Effect of three feeding strategies (automatic, *ad libitum* demand-feeding and time-restricted demand-feeding) on feeding rhythms and growth in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, vol. 163, p. 285 – 296, 1998.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Characterization and Evaluation of the Impact of Feed Management on the Effluents of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Culture. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol. 48, n 1, p. 81 – 90, 2005.
- BAILEY, J.; ALANARA, A. Effect of feed portion size on growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), reared at different temperatures. **Aquaculture**, vol. 253, p. 728 – 730, 2006.
- BARBOSA, A. C. A.; ALMEIDA, L. D. L.; FONSECA, R. B. Avaliação de diferentes seqüências de arraçamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 31. ISSN 0101-2975. 2005.
- BOEUF, G.; LE BAIL, P. Does light have an influence on fish growth? **Aquaculture**, vol. 177, p. 129 – 152, 1999.

- BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, vol. 226, p. 101 – 112, 2003.
- BOUJARD, T.; LEATHERLAN D. Demand-feeding behaviour and diel pattern of feeding activity in *Oncorhynchus mykiss* hel under different photoperiod regimes. **Journal of Fish Biology**, nº 40, p. 535 – 544, 1992.
- BOZANO, G. L. N.; RODRIGUES S. R. M. *et al.* Desempenho da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (L.) em gaiolas de pequeno volume. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 56, n. 4, 1999.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. *et al.* Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.3, p.299-303, 2005.
- BUENTELLO, J. A.; GATLIN III, D. M.; NEILL, W. H. Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, nº 182, p. 339 – 352, 2000.
- CARNEIRO, P. C. F.; MARTINS, M. I. E. G.; CYRINO, J. E. P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede - avaliação econômica. **Informações Econômicas**, SP, v.29, n.8, 1999.
- CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, vol. 35, n.1, p. 187 – 191, 2005.
- CARVALHO, E. A.; NUNES, A. J. P. Effects of feeding frequency on feed leanchig loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, vol. 252, p. 494 – 502, 2006.
- CHAGAS, E. C.; GOMES L. C.; MARTINS J. *et al.* Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.833-835. Brasília, agosto, 2005.
- CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Acesso em 22 de agosto de 2007. www.mma.gov.br/port/conama.
- COMAN, G. J.; CROCOS, P. J.; PRETON, N. P.; FIELDER, D. The effects of Temperature on the growth, survival and biomass of different families of juvenile *Penaeus japonicus* Bate. **Aquaculture**, vol. 214, p. 185 – 199, 2002.

- CRAWFORD, C. Environmental management of marine aquaculture in Tasmania, Australia. **Aquaculture**, vol. 226, p. 129 – 138, 2003.
- DELL'ORTO, L. Cultivo de Tilápias em Tanques-rede em ambientes estuário. **Panorama da Aqüicultura**, vol. 12, nº 72, p. 15 – 21, 2002.
- FITZSIMMONS K. Future trends of tilapia aquaculture in the americas. In: B. A. Costa-Pierce and J. E. Rakocy, eds. **Tilapia Aquaculture in the Americas**, Vol 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Lousiana, United States, p. 252 – 264, 2000a.
- FITZSIMMONS, K. Tilapia aquaculture in Mexico. In: B. A. Costa-Pierce and J. E. Rakocy, eds. **Tilapia Aquaculture in the Americas**, Vol 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Lousiana, United States, p. 171 – 183, 2000b.
- FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: **Internacional Symposium on Tilapia Aquaculture**, 50. 2000, Rio de Janeiro. Proceedings.... Rio de Janeiro:2000. v.1, p. 3- 8, 2000c.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. <http://www.fao.org> , acessado em 04 de agosto de 2007.
- 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**, vol. 226, p. 201 – 212, 2003.
- HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R.; FIGUEIREDO, C. H. L. *et al.* Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 21- 26, 2004.
- HOSSAIN, M. A. R.; HAYLOR, G. S.; BEVARIDGE, M. C. M. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture Research**, vol. 32, p. 999 – 1004, 2001
- KOHBARA, J.; HIDAKA, I.; MATSUOKA, F.; OSADA, T., FURUKAWA, K. *et al.* Self-feeding behavior of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, in net cages: diel and seasonal patterns and influences of environmental factors. **Aquaculture**, vol. 220, p. 581 – 594, 2003.
- KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada. In: **Revista Panorama da Aqüicultura**. vol.15, nº. 88, 2005.

- KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: Produção e Mercados. In: **Revista Panorama da Aqüicultura**. vol.13, nº. 76, 2003.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**, 289p. 2000.
- LI, M. H.; MANNING B. B.; ROBINSON E. H. Effect of daily feeding frequency and time on channel catfish production, feed efficiency, and processing yield. 2005.
<http://animalscience.ucdavis.edu/events/special/ffnw/2003/PowerPoint.htm>,
acessado em 10 de setembro de 2007.
- LIN, C. K.; YI, YANG. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture**, vol. 226, p. 57 – 68, 2003.
- LOURES, B. T. R. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M. *et al.* Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, vol. 23, n. 4, p. 877 – 883, 2001.
- MACMILLAN, J. R.; HUDDLESTON, T.; WOOLLEY, M.; FOTHERGILL, K. Best management practice development to minimize environmental impact from large flow-through trout farms. **Aquaculture**, vol. 226, p. 91 – 99, 2003.
- MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, nº 38, vol. 5, p. 679 – 686, 2004.
- MARENGONI, N. G. Produção de Tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia** 55 (210), p. 127 – 138, 2006.
- MARQUES, N. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; SOARES, T. Níveis diários de arração para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*, L.) cultivados em baixas temperaturas. **Ciências Biológicas e da Saúde**, vol. 24, p. 97 – 104, 2003.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; KAVATA, L. B.; LACERDA, H. F. Nível de arração para alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 1835 – 1840, 2005.
- O'BRYEN, P. J.; LEE C. Management of aquaculture effluents workshop discussion summary. **Aquaculture**, vol. 226, p. 227- 242, 2003.

- PADUA, D. M. C.; URBINATI, E. C.; PÁDUA, J. T.; RIBEIRO, G. K. F. A frequência alimentar e o desempenho produtivo da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) . In: **XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, 2002, Goiânia. Anais do Simpósio, 2002.
- PANORAMA DA AQUICULTURA. Tilápia: mercado norte-americano x mercado europeu. vol. 15, nº 88, p. 23 – 25, 2005.
- PASPATIS, M.; BOUJARD, T.; MARAGOUDAKI, D.; BLANCHARD, G. *et al.* Do stocking density and feed reward level affect growth and feeding of self-fed juvenile European sea bass? **Aquaculture**, vol. 216, p. 103 – 113, 2003.
- PASPATIS, M.; BATARIAS, C.; TIANGOS, T.; KENTOURI, M. Feeding and growth responses of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared by four feeding methods. **Aquaculture**, vol. 175, p. 293 – 305, 1999.
- PASPATIS, M.; BOUJARD T. A comparative study of automatic feeding and self-feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets of different energy levels. **Aquaculture**, vol. 145, p. 245 – 257, 1996.
- PINHEIRO, L. M. S.; MARTINS, R. T.; PINHEIRO, L. A. S.; PINHEIRO, L. E. L. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n.2, p. 257 – 262, 2006.
- READ, P.; FERNANDES, T. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. **Aquaculture**, vol. 226, p. 139 – 163, 2003.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-rede. **Documentos 47**. Embrapa, 2003.
- SAMPAIO, J. M. C.; BRAGA, L. G. T. Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa – Floresta Azul – Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.6, n.2, p. 42-52, 2005.
- SANCHEZ-VAZQUEZ, F. J.; TABATA, M. Circadian rhythms of demand-feeding and locomotor activity in rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, vol. 52, p. 255 – 267, 1998.
- 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**, vol. 224, p. 181 – 191, 2003.

- SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D. Freqüência alimentar e alimentação noturna de tilápias. In: **Revista Panorama da Aqüicultura**. V16, nº. 95 maio/junho, 2006.
- SOUZA, M. L. R.; VIEGAS, E. M. M. *et al.* Efeito do peso de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. *Ciência Tecnológica Alimentícia*. 25(1): 51 – 59, 2005.
- SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 27 – 36, 2004.
- TACON, A. G. J. Produção Aqüícola Global em 2005 e as estimativas da quantidade ração e utilizada. In: **Panorama Da Aqüicultura**, vol. 17, n. 100, p. 24 -29, 2007.
- TACON, A. G. J.; FORSTERB, I. P. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, vol. 226, p. 181 – 189, 2003.
- THIENGO, S. C.; SANTOS, S. B.; FERNANDEZ, M. A. Malacofauna límnic da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil, I. Estudo qualitativo. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22 (4): 867 – 874, 2005.
- TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. Management of effluents from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) embankment ponds in the southeastern United States. **Aquaculture**, vol. 226, p. 5 – 21, 2003.
- VALENTE, L. M. P.; FAUCONNEAU, B.; GOMES, E. F. S.; BOUJARD, T. Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self-feeders. **Aquaculture**, vol. 195, p. 121 – 131, 2001.
- VAZ, B. S.; POUEY, J. L. O. F.; ANDRADE, S. O.; PANOZZO, L. E. *et al.* Produção de alevinos de jundiá (*Rhamdia, sp*) em tanque-rede de pequeno volume. In: **XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**, Goiânia, 24 a 29 de junho de 2002, vol. 02, p.033 – 038, 2003.

- VIEIRA, J. S.; LOGATO, P. V. R.; FREITAS, R. T. F. Efeito da densidade de estocagem no desempenho de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede.. In: **III Congresso de Iniciação Científica da UFLA - CICESAL; VIII Seminário de Avaliação do PIBIC/CNPq; III Seminário de Avaliação do PBICT/ FAPEMIG**, 2000, Lavras, MG, v. 2000. p. 321. 2000.
- YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N. 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**, vol. 214, 289 – 305, 2002.
- YOKOYAMA, H. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. **Aquaculture**, vol. 226, p. 45 – 56, 2003.
- ZARATE, D. D.; LOVELL, R. T.; PAYNE, M. Effects of feeding frequency and rate of stomach evacuation on utilization of dietary free and protein-bound lysine for growth by channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture Nutrition**, vol. 5, p. 17 – 22, 1999.
- ZIMMERMANN, S.; HASPER, T. O. B. Piscicultura no Brasil: O processo de intensificação da tilapicultura. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, vol.40, 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBZ CD-ROM.
- WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, vol. 165, p. 261 – 267, 1998.

CAPÍTULO II

Desempenho produtivo da tilapia produzida em tanque-rede, adaptado com dispensadores automáticos de ração, para diferentes intervalos e taxas alimentares

Resumo: Nas diversas atividades agropecuárias o objetivo principal é alcançar o melhor desempenho, com baixo custo e menor tempo de produção. Com o avanço tecnológico na alimentação de peixes, novos equipamentos estão sendo desenvolvidos para acelerar a produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo alimentar, utilizando dispensadores automáticos de ração, com diferentes taxas e intervalos de alimentação em alta frequência para tilápias na fase de engorda. Foram instalados dezoito tanques-rede (TR) de 1,0 m³, num viveiro de 2000 m² de espelho d'água. Sobre os TR foram colocados suportes metálicos para sustentar os dispensadores de ração. Foram utilizadas 93 tilápias, com peso médio de 186,57± 9,08 gramas, por TR. As taxas alimentares propostas foram de 4,0%, 3,0% e 2,0% do peso vivo em frequência alimentar de 48 vezes, em intervalos de 30 ou 22 minutos entre cada refeição, durante o período experimental de 120 dias. Os valores médios do oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram 3,20 mg/l; 8,03 e 25,43 °C, respectivamente. O melhor desempenho foi alcançado por peixes alimentados com 4,0% do peso vivo, com intervalo de 22 minutos, interrompendo a alimentação por um período de seis horas durante a madrugada.

Palavra chave: alimentação automática, manejo alimentar, níveis de arraçoamento,

Productive performance of tilapias fed in different intervals and feeding ratios reared in cage with automatic feeding

Abstract: In the diverse farming activities, the main objective is to reach optimum performance, with low cost and decreasing productive time. With technological advances in the feeding of fish, new equipment have being developed to improve production. Therefore, the objective of this work was to optimize feeding strategies, using automatic feeders, to determine optimum ration level, interval and schedule of feeding of tilapias in finishing phase. It was allocated eighteen 1m³ net-cages (NC) 1 m³, into a pond of 2000m² of water mirror. On the NCs, a metallic support was placed to support the automatic feeders. Above 93 Nile tilapia with 186,57± 9,08 g, average weight were stocked into each NC. Feeding levels were 4%, 3% and 2% of the alive weight and feeding frequency were 48 times, in intervals of 22 and 30 min, during 120 days. The average values of the dissolved oxygen, pH and temperature were 3,20 mg/l, 8,03 and 25,43°C, respectively. The level of 4% and period of 24 hours resulted in better growth performance reaching the 683,73 g of final weight.

Keywords: high frequency, ration level, growth performance, net-cages

INTRODUÇÃO

A procura de espécies que conciliem rusticidade e produtividade tem sido constante. Estes fatores são imprescindíveis para o sucesso da atividade e, por atender a esses requisitos, a tilápia vem se destacando na piscicultura nacional.

Na última década, a tilápia se tornou o organismo aquático mais cultivado no Brasil, sendo responsável por cerca de 40% do volume total da produção aquícola no país, sendo que diversas espécies e híbridos do gênero *Oreochromis* são cultivados em grandes e pequenas propriedades. Estima-se que 60% das unidades aquícolas brasileiras cultivem este grupo de ciclídeos (Zimmermann & Hasper, 2003).

Em cultivos intensivos e superintensivos de tilápia, em condições ideais, podem ser produzidos até 300 kg/m³. Nestes sistemas, onde a densidade é elevada, podendo alcançar 600 peixes/m³, o manejo alimentar e o sistema de cultivo tornam-se pontos críticos, onde o descuido pode levar a prejuízos incalculáveis (Kubitza, 2000).

A taxa alimentar, a frequência alimentar e o horário de fornecimento, são fatores determinantes do ótimo desempenho produtivo. A taxa de alimentação depende diretamente da densidade, do oxigênio dissolvido, da qualidade e da temperatura da água, da espécie, do sexo, da fase de desenvolvimento, e principalmente, do manejo alimentar adotado no cultivo dos peixes (Ng *et al.*, 2000; Mihelakakis *et al.*, 2002; Zuanon *et al.*, 2004; Chagas *et al.*, 2005).

Sousa *et al.* (2006) compararam o desempenho de tilápias com frequência alimentar de 6, 12 e 24 vezes ao dia, com taxa alimentar de 3 a 7% do peso vivo/dia, e encontraram evidências de que com maiores frequências era possível aumentar as taxas de alimentares a níveis superiores aos encontrados na literatura e obter melhores resultados de conversão alimentar.

De acordo com Barbosa *et al.* (2005) taxas muito baixas de alimentação podem não atender as necessidades básicas dos peixes, enquanto que taxas muito altas aumentam a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo, piorando a conversão alimentar.

OBJETIVO

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo alimentar, por meio de diferentes taxas e intervalos de alimentação, em alta frequência alimentar, para tilápias na fase de engorda.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Universidade Estadual Paulista – UNESP, no período de 04 de setembro a 29 de dezembro de 2006, no Setor de Aqüicultura do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus - Botucatu, situado a 22° 55' 28" de latitude Sul e 48° 25' 38" de longitude Oeste, a 760 m de altitude, na região sudeste do Estado de São Paulo.

Foram instalados dezoito tanques-rede (TR), dispostos linearmente, num viveiro de aproximadamente 2000m² de espelho d'água, profundidade média de 2,0 m, com vazão de 5 litros por segundo, com a saída d'água tipo "cotovelo" interno. O viveiro possui sistema alternativo de abastecimento de água, promovido por bomba elétrica. Os TRs possuem dimensões de 1,0 metro de largura, 1,0 metro de comprimento e 1,2 metro de profundidade, fabricados com malhas de tela metálica 5/8", recoberta com "PVC", estrutura em alumínio, com tampa do mesmo material na parte superior e bóias presas à estrutura para flutuação. Foram amarrados entre si com fio metálico para que lhe conferisse firmeza no suporte dos dispensadores automáticos de ração. Além disso,

fios de aço foram colocados em ambos os lados e fixados na margem do viveiro para aumentar a estabilidade dos tanques. Canos de PVC de duas polegadas foram colocados sobre os TR para conduzir a fiação elétrica do painel de controle até os dispensadores e outro, de ½ polegada, para conduzir o ar proveniente de um soprador para dentro do tanque-rede (Figura - 01). Em todos os TR foram colocadas quatro pedras porosas com mangueiras, para levar o ar até o fundo dos mesmos. Comedouros feitos de tela de polietileno, no formato circular, foram presos no centro do TR para conter a ração dispensada. A cada biometria, realizada quinzenalmente, os comedouros eram retirados e lavados com bomba de alta pressão e recolocados nos TRs.



Figura 01- Tanques-rede no viveiro com dispensadores automático de ração
Figure 01 - Cages in the pound with automatic feeding

Sobre os TRs foram colocados suportes metálicos (Figura - 02) para sustentar os dispensadores de ração no centro dos mesmos. O dispensador automático de ração (PI N°. 0403612-3) proposto por Agostinho *et al.* (2004) fornece ração em intervalos e quantidades pré-determinadas, proporcionando oferta de alimento uniforme e em altas frequências.



Figura 02 – Detalhe do suporte metálico e do dispensador automático de ração
Figure 02 - Detail of the metal support and of the automatic feeding

Esse equipamento é controlado por um painel central, movido à energia elétrica, de baixa voltagem, instalado do lado de fora do viveiro, num local construído de alvenaria e coberto com telha de amianto para proteção contra chuvas, ventos, sol e ação de vândalos. Nesse local também se encontra o soprador e a bomba, responsáveis pelo suprimento de ar e abastecimento emergencial de água, respectivamente. O painel de controle é composto de temporizadores que acionam e interrompem o mecanismo de dispensa de ração, sendo possível manipular a quantidade de ração a ser dispensada, os intervalos entre as refeições, o período e a frequência de alimentação. Os dispensadores com capacidade para armazenar oito quilos de ração foram fabricados com resina transparente, para facilitar o controle da quantidade de ração, foram reabastecidos periodicamente antes do término da ração.

As taxas de alimentação utilizadas no experimento foram de 4,0%, 3,0% e 2,0% do peso vivo e a frequência alimentar foi de 48 vezes/dia. Os peixes de todos os tratamentos receberam mesma ração comercial para tilápias. Foi efetuada a análise de composição centesimal da ração para conferir os níveis mínimos de garantia (Tabela 01). O ajuste da quantidade de ração foi realizado quinzenalmente após cada biometria.

Tabela 01 – Níveis de Garantia da Ração (*Guarantee levels of the feed*)

NUTRIENTES (<i>Nutrients</i>)	NÍVEIS GARANTIDOS (%) <i>Guarantee levels</i>	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL <i>Centesimal Composition</i>
PROTEÍNA BRUTA (MIN) <i>Crude protein (minimum)</i>	32,00	37,11
EXTRATO ETÉREO (MIN) <i>Ether extract (minimum)</i>	6,00	6,60
CÁLCIO (MAX) <i>Calcium (maximum)</i>	3,00	-
FÓSFORO (MIM) <i>Phosphorus (minimum)</i>	0,60	-
MATÉRIA MINERAL (MAX) <i>Ash (maximum)</i>	12,00	12,97
MATÉRIA FIBROSA (MAX) <i>fiber (maximun)</i>	6,50	8,63
MATÉRIA SECA <i>Dry matter</i>	90,00	90,59

* - não determinados

* - not determined

Foram utilizados 1674 juvenis de tilápias, oriundos de piscicultura comercial, com peso médio de $186,57 \pm 9,08$ gramas, distribuídos em 18 tanques-rede. Os peixes foram distribuídos numa densidade de 93 peixes/m², ocorrendo repicagem quando estes atingiram biomassa total de 40 kg/m³, devido à capacidade de suporte do viveiro.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial com 3 taxas e 2 intervalos de alimentação, com 3 repetições. No intervalo 1, a ração foi dispensada a cada 30 minutos, durante 24 horas e no intervalo 2, a ração foi dispensada a cada 22 minutos, sendo o dispensador desligado a partir das 2 da madrugada até as 8 da manhã (Tabela 02).

Foram utilizados 20 peixes por tanque para a tomada de peso individual e análise do desempenho. Dois peixes por tratamento, dos 20 capturados para última biometria, foram separados para o cálculo dos índices lipossomáticos, hepatossomático e viscerossomático. Os cálculos foram efetuados de acordo com a metodologia descrita por Ng *et al.* (2000), onde o índice é o resultado, em percentagem, do peso do órgão ou tecido dividido pelo peso total do peixe. Os valores encontrados foram utilizados para avaliação da condição nutricional dos peixes.

Tabela 02 – Delineamento experimental demonstrando a frequência, os taxas alimentar e intervalos entre refeições, em cada tanque-rede (TR) utilizados no experimento

Table 02 – Experimental Delineation demonstrating to frequency, the levels and intervals between feeding, in each cage used in the experiment

Taxas de alimentação <i>feeding ration</i>										
Intervalo(min) <i>Interval (min)</i>	4,0%			3,0%			2,0%			Frequência <i>frequency</i>
30*	TR8	TR10	TR12	TR5	TR13	TR15	TR1	TR11	TR17	48
22**	TR4	TR6	TR7	TR3	TR14	TR18	TR2	TR9	TR16	vezes/dia <i>times</i>

*dispensadores ligados durante as 24 horas. *automatic feeding tied during 24 hours

**dispensadores desligados das 2:00 as 8:00 horas da manhã. **Automatic feeding disconnected of 2:00 8:00 hours of the morning

Diariamente foram tomados parâmetros físico-químicos da água. Os níveis de oxigênio dissolvido foram mensurados com oxímetro YSI55 todos os dias pela manhã, em três pontos distintos do viveiro. O pH (eletrodo Oakton) e a temperatura máxima e mínima (termômetro comum) foram coletados diariamente, num único ponto, à tarde e pela manhã, respectivamente.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis de resposta foram: o desempenho produtivo, a conversão alimentar e a mortalidade. Os dados de desempenho produtivo e conversão alimentar foram analisados por meio do programa Sistema para Análise Estatística e Genética (Euclides, 2005) - SAEG, incluindo no modelo os efeitos; taxa de alimentação; intervalo entre a alimentação e a interação entre eles. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Os parâmetros físico-químicos da água variaram ao decorrer do experimento ficando fora dos recomendados para essa espécie. A média dos níveis de oxigênio dissolvido foram 3,11 mg/l. O pH (8,09) permaneceu alcalino e a temperatura média foi de 25 °C.

Os índices zootécnicos alcançados durante o experimento estão demonstrados na Tabela 03. O consumo de ração averiguado no ensaio não configura o consumo real, pois não foi possível coletar as sobras, por se tratar de ambiente aberto, sendo calculada a conversão alimentar aparente.

Tabela 03 – Médias do peso inicial (PI), peso final (PF), conversão alimentar aparente (CAA), consumo aparente (CA), ganho diário/peixe (GD), ganho total (GT), sobrevivência (SBV), produção (P) e Produtividade (Pr), no período de 120 dias de cultivo

Table 03 – Averages of initial weight (IW), final weight (FW), apparent feeding conversion (AFC), consumption (C), diary gain (DG), total gain (TG), survival (S), production (P) e Productivity (Pr), on cycle of 120 day of rearing

Trat*	Parâmetros das variáveis								
	PI (g) IW(g)	PF (g) LW(g)	CAA AFC	CA (kg) C (kg)	GD (g) DG(g)	GT (g) TG(g)	SBV (%) S (%)	P (kg/tanque) P (kg/cage)	Pr (kg/m ³) Pr (kg/m ³)
22min 2%	184,54±40,13	489,82±095,15	1,73	131,28	2,53	301,15	98	102,84	34,28
22min 3%	185,99±40,32	615,30±099,91	1,70	176,34	3,61	429,00	99	129,15	43,05
22min 4%	187,19±39,88	681,00±100,28	1,96	274,37	4,17	495,75	95	143,01	47,67
30min 2%	184,21±40,02	454,38±102,80	1,67	110,80	2,31	275,02	100	95,40	31,80
30min 3%	186,70±39,72	610,47±110,61	1,70	204,52	3,55	422,30	98	128,19	42,73
30min 4%	191,67±35,18	683,73±106,52	1,87	225,27	4,14	492,07	98	143,58	47,86

*ração dispensada em intervalos de 22 em 22 ou 30 em 30 minutos

*feed supplier in intervals of 22 or 30 minutes

O consumo de ração, ganho diário e total em peso, sobrevivência, produção e a produtividade apresentaram aumento em relação ao aumento da taxa de alimentação, independente do intervalo de alimentação.

Tabela 04 – Médias de peso das tilápias aos 120 dias com diferentes taxas e intervalos de alimentação

Table 04 - Averages of tilapia weight with different feeding level and intervals

Intervalos (min) intervals (min)	Taxa de alimentação (%) feeding rate (%)			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
22	681,00±100,28	610,47±100,69	454,38±102,80	582,86ns
30	683,73±106,52	615,30±99,91	489,81±95,15	595,37ns
	682,37a	612,88b	472,10c	

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey

Means within a column followed by different letters are different (p<0,05) by Tukey test

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey

Means within a row followed by different letters are different (p <0,05) by Tukey test

Tabela 05 – Valores médios dos índices hepato, viscero e lipossomáticos de tilápias cultivadas em tanques-rede em diferentes taxas e intervalos de alimentação

Table 05 - Averages values of hepato, viscerosomatic index and liposomatics index of tilápias cultivated in cage in different feeding level and intervals

Índice Hepatosomático (<i>hepatosomatic index</i>)				
Intervalo (min) <i>intervals</i>	Taxa (%) <i>level</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	2,254	1,731	1,415	1,800ns
22	2,558	2,150	1,287	1,998ns
Médias means	2,406a	1,941b	1,351c	
CV	20,745			
Índice Lipossomático (<i>liposomatic index</i>)				
Intervalo (min) <i>intervals</i>	Taxa (%) <i>level</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	3,555	2,411	1,119	2,361ns
22	3,227	2,474	1,977	2,559ns
Médias means	3,391a	2,442b	1,548c	
CV	34,798			
Índice Viscerosomático (<i>Viscerosomatic index</i>)				
Intervalo (min) <i>intervals</i>	Taxa (%) <i>level</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	4,249	3,504	4,083	3,945ns
22	3,273	3,587	3,629	3,496ns
Médias means	3,761ns	3,545ns	3,856ns	
CV	20,680			

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey

Means within a column followed by different letters are different (p<0,05) by Tukey test

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey

Means within a row followed by different letters are different (p <0,05) by Tukey test

Os resultados apresentados na Tabela 04 comprovam as diferenças significativas no peso médio final quanto à taxa de alimentação, independente do intervalo. Os peixes alimentados com a taxa de 4,0% do peso vivo e com intervalos de meia em meia hora atingiram maior peso. Notou-se que peixes alimentados com taxas de 2,0% e com intervalos de meia em meia hora apresentaram bom desempenho quando comparados a literatura.

Os valores médios dos índices hepato, viscero e lipossomáticos estão apresentados na Tabela 05. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação aos índices viscerosomáticos. No entanto, houve diferença entre os índices hepatosomáticos e lipossomáticos em relação às taxas de alimentação.

DISCUSSÃO

Os tratamentos com maior taxa de alimentação foram os que apresentaram melhor desempenho, apesar da conversão alimentar aparente ter sido pior em relação aos demais. Segundo Riche *et al.* (2004) ração fornecida em intervalos menores do que o tempo requerido para o retorno do apetite pode causar sobrecarga gástrica, resultando na redução da eficiência de absorção. Entretanto, neste estudo isso não ocorreu, pois os peixes não foram alimentados até a saciedade devido o fracionamento da taxa diária de alimentação em 48 refeições, proporcionada pelos dispensadores, o qual diminuiu o desperdício e melhorou a absorção dos nutrientes. Em ambos os intervalos a ração foi oferecida numa frequência de 48 vezes/dia.

Há indícios de que o aumento da taxa aliada à alta frequência promove melhor desempenho dos peixes (Cho *et al.*, 2003; El-Saidy & Gaber, 2005). Porém, pesquisas efetuadas com taxas de alimentação em função do desempenho alcançado,

determinaram melhores resultados utilizando baixas frequências de fornecimento de ração (Ng *et al.*, 2000; Cho *et al.*, 2003; Meurer *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2007). Os resultados apresentados neste estudo contrapõem estes resultados, pois revelam aumento do desempenho à medida que aumentam as taxas de alimentação. A taxa de alimentação diária distribuída em múltiplas refeições, ou seja, em alta frequência, apresentou maior eficiência alimentar do que as alcançadas nas pesquisas citadas.

Resultados encontrados na literatura evidenciam os benefícios do aumento da frequência como, maior uniformidade dos lotes, melhor absorção de nutrientes e menores perdas por lixiviação, consequentemente melhor desempenho produtivo (Wang *et al.*, 1998; Zarate *et al.*, 1999; Carvalho & Nunes, 2006).

Nesta pesquisa as tilápias alimentadas com ração fornecida à taxa de 4,0% do peso vivo ao dia e em intervalos de 22 minutos tiveram melhor ganho de peso diário (4,17 gramas) e conversão alimentar (1,96), apesar de não haver diferença significativa comparadas com a taxa de 4,0% e intervalo de 30 minutos. Estes dados são melhores do que os encontrados por Furuya *et al.* (1997) que obtiveram ganho diário de 3,46 gramas e conversão alimentar de 2,10 para tilápias alimentadas com taxa de 3,5% do peso vivo.

As tilápias foram alimentadas durante o período de 120 dias sem alterações na taxa de alimentação. Diferente do que é recomendado por Kubitza (2000), que sugere o uso de tabelas de arraçoamento de acordo com a faixa de peso e temperatura da água.

O manejo utilizado neste estudo pode ter reflexo no custo da ração, pois aumenta a quantidade de ração para alimentar os peixes. Porém, alguns benefícios ficaram nítidos neste estudo como: maior uniformidade do lote à medida que se aumentou a taxa, maior ganho de peso e menor tempo de cultivo, devido à rapidez que atingiu o peso comercial.

Pode-se observar (Tabela 03) que quando os peixes foram alimentados com 3,0% do peso vivo, o manejo alimentar promoveu bons resultados em ganho total (429g), mesmo com temperatura média de 25,0 °C a conversão alimentar foi de 1,70 em 120 dias de cultivo. Leanhardt & Urbinati (1999), comparando o crescimento de machos de tilápias sexados e revertidos, com peso inicial de 152,57 gramas, alimentados com taxas de 1,0% a 3,0% da biomassa/dia, com frequência alimentar de 3 a 4 vezes ao dia, obtiveram resultado de ganho de 247,46 gramas em 98 dias de cultivo.

Mesmo quando alimentados com taxas de 2,0% as tilápias obtiveram melhor resultado de ganho peso do que os encontrados por Romagosa *et al.* (2000) que avaliando dois lotes de tilápias do Nilo com média de peso inicial de 113,25 gramas, alimentados com taxa de 5,0% e 3,0% do peso vivo, com frequência de 2 vezes ao dia, durante 150 dias de cultivo, encontraram resultado de desempenho 124,94 gramas.

A carne de peixe se destaca por sua baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça apresentam consideráveis adiposidades, principalmente nos tecidos viscerais, o que tem levado a indústria piscícola a buscar soluções mais efetivas, tanto do ponto de vista econômico, quanto de saúde do consumidor (Aiura & Carvalho, 2004).

A taxa de alimentação não interferiu de forma significativa no índice viscerossomático, entretanto houve diferenças significativas nos índices lipossomáticos e hepatossomáticos. O resultado demonstra que a taxa alimentar fornecida não influenciou no índice viscerossomático, não aumentando a parte de descarte dos peixes à medida que aumentou a taxa de alimentação, já que as vísceras são desprezadas pelas indústrias. O que não aconteceu no estudo do efeito da taxa de alimentação no crescimento, eficiência alimentar e composição corporal do bagre do canal realizado por Ng *et al.* (2000). Estes

autores observaram que peixes alimentados com sete taxas entre 1,0% a 5,0% do peso vivo obtiveram aumento quadrático do índice viscerossomático proporcionais ao aumento da taxa alimentar.

Os índices hepato e lipossomáticos revelaram aumento linear em relação à taxa de alimentação (Tabela 05). No tratamento onde os peixes foram alimentados com taxas de 4,0%, observou-se incremento em relação aos alimentados com 3,0% , que por sua vez teve incremento em relação aos alimentados com 2,0%. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Du *et al.* (2006), que avaliando a influência de diferentes taxas de alimentação no crescimento e eficiência alimentar de juvenis de carpa espelho, observaram diferenças significativas nos índices lipossomáticos e hepato e viscerossomáticos dos peixes à medida que se aumentou as taxas de alimentação.

O aumento do índice hepatossomático pode ter sido influenciado pelo nível de energia da ração utilizada, pois não foi possível quantificar a energia fornecida pela ração comercial. Em um experimento com tilápia da Malásia alimentadas com ração contendo 30,0% proteína, porém com quatro níveis diferentes de energia, utilizando taxa de alimentação de 4,0% do peso vivo, Kang'ombe *et al.* (2007) observaram diferença significativa no índice hepatossomático, quando os peixes alimentados com ração contendo 4,89 kcal/grama de energia apresentaram índice de 2,58%, o que corrobora com os resultados encontrados neste estudo (Tabela 04).

O aumento da frequência alimentar, aliado ao aumento da taxa alimentar, pode causar acréscimo nos índices lipossomáticos (Cho, 2003). Segundo este autor, a gordura é considerada a principal forma de armazenagem de energia corporal, dadas as suas características de hidrofobicidade, a facilidade do acondicionamento das moléculas de triacilgliceróis no interior dos adipócitos e a quantidade de energia fornecida pela em

relação carboidrato/proteína (Meurer *et al.*, 2002). Porém, vários fatores interferem no acúmulo de gordura corporal, além da frequência e a taxa alimentar, como a fase que os peixes se encontram, intensidade de movimentação dos peixes no sistema de cultivo, restrição alimentar, composição da dieta e especialmente a origem dos ácidos graxos usados na dieta (Jeong *et al.*, 2003; Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002; Kiessling *et al.*, 2005).

A taxa alimentar de 4% promoveu evidente melhora no desempenho dos peixes, demonstrando que o incremento das taxas implica, até certo ponto, em melhor desempenho dos peixes (Ng *et al.*, 2000; Mihelakakis *et al.*, 2002). Esse manejo alimentar proporcionou acréscimo significativo no índice lipossomático no tratamento 4,0% do peso vivo, em relação aos demais tratamentos (Tabela 5). Contudo, com a influência de fatores secundários já citados, não é possível afirmar que esse acúmulo de gordura foi devido somente ao manejo adotado. Peixes alimentados com baixas taxas de alimentação acumularam menos gordura corporal, porém, são os que atingem menores índices de desempenho produtivo (Bureau *et al.*, 2006). Isto ocorreu com o tratamento de 2,0% que atingiram os menores índices de gordura corporal, e consequentemente o pior resultado de ganho de peso (275,02 g) no período de 120 dias (Tabela 3).

CONCLUSÃO

A alta frequência alimentar proporcionada pelos dispensadores resultam no melhor desempenho dos peixes alimentados com taxas de alimentação acima do recomendado pela literatura para a fase de engorda. Com esse equipamento, o melhor resultado alcançado de desempenho, sem comprometer a deposição de proteína e de gordura, num menor tempo de cultivo, foi alcançado por peixes tratados com 4,0% do peso vivo, com intervalo de 22 minutos entre as alimentações e frequência de 48 vezes/dia, sendo a alimentação interrompida no período de 6 horas durante a madrugada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V. *et al.* Dispensador Automático de Ração. **Patente de Invento** nº. 0403612-3, 2004.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.
- AIURA, F. S.; CARVALHO, M. R. B. Composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dietas contendo tanino. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias – RPCV** 99 (550)93-98, 2004.
- BARBOSA, A. C. A.; ALMEIDA, L. D. L.; FONSECA, R. B. Avaliação de diferentes seqüências de arraçamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 31, ISSN 0101-2975, 2005.
- BUREAU, D. P.; HUA, K.; CHO, C. Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600 g. **Aquaculture Research**, v. 37, p. 1090-1098, 2006.
- CARVALHO, E. A.; NUNES, A. J. P. Effects of feeding frequency on feed leanchig loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, v. 252, p.494 – 502, 2006.
- CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS, J. *et al.* Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.833-835, 2005.
- CHO, S.; LIM, Y.; LEE, J. H. *et al.* Effects of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34(1), p. 85-91, 2003.
- DU, Z.; LIU, Y.; TIAN, L. *et al.* The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, v. 14, p. 247–257, 2006.
- EL-SAIDY, D. M. S. D.; GABER, M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v. 36, 163-171, 2005.
- EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. vol 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em www.ufv.br/saeg/download.htm . Acesso em 15 de agosto de 2007.
- FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B.; SOUZA, S. R. *et al.* Desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), submetida as dietas fareladas, peletizada e extrusada, na terminação. Anais da XXXIV Reunião da SBZ – 28 de Julho a 1 Agosto de 1997. **Anais...**1997.
- JEONG, D.; KAYANO, Y.; ODA, T.; NAKAGAWA, H. Influence of feeding regime on fatty acid composition in young red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. **Fisheries Science**, v.69, p.569-574, 2003.
- KANG'OMBE, J.; LIKONGWE, J. S.; EDA, H. *et al.* Effect of varying dietary energy level on feed intake, feed conversion, whole-body composition and growth of Malawian tilapia, *Oreochromis shiranus* – Boulenger. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 373-380, 2007.

- KIM, K.; KANG, Y. J.; KIM, K. Effects of feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38, n. 1, 2007.
- KIESSLING, A.; PICKOVA, J.; EALES, J. G.; DOSANJH, B.; HIGGS, D. Age, ration level, and exercise affect the fatty acid profile of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) muscle differently. **Aquaculture**, v. 243, p. 345-356, 2005.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**, 289p. 2000.
- LEANHARDT, J. H.; URBINATI E. C. Estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, sexados e revertidos. **Boletim do Instituto de Pesca**, 25 (único):19-26, 1999.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. *et al.* Nível de arraçoamento para alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 1835 – 1840, 2005.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. *et al.* Lípidios na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 566-573, 2002.
- MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of Feeding Rate for Hatchery-Produced Juvenile Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*. **Journal of World Aquaculture Society**. v. 33, nº. 2, p. 169-175, 2002.
- NG, W.; LU, K.; HASHIM, R. *et al.* Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. **Aquaculture International**, v.8, p.19 – 29, 2000.
- SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A. *et al.* Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 16, nº. 95, 2006.
- RICHE, M.; HALEY, D. I.; OETKER M. *et al.* Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 234, p. 657-673, 2004.
- ROMAGOSA, E.; SCORVO, FILHO J. D.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D. *et al.* Desempenho de dois lotes de tilápia-do-nilo na região do vale do ribeira, São Paulo. Série Relatórios Técnicos. **Instituto de Pesca**, v. 07, 2000.
- WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v. 165, p. 261 – 267, 1998.
- ZARATE, D. D.; LOVELL, R. T.; PAYNE, M. Effects of feeding frequency and rate of stomach evacuation on utilization of dietary free and protein-bound lysine for growth by channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 5, p. 17 – 22, 1999.
- ZIMMERMANN, S.; HASPER, T. O. B. Piscicultura no Brasil: O processo de intensificação da tilapicultura. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, vol.40, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBZ CD-ROM. 2003.
- ZUANON, J. A. S.; ASSANO M.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de Tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) Submetido a Diferentes Níveis de Arraçoamento e Densidades de Estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1639-1645, (Supl.1) 2004.

CAPÍTULO III

Influência da alta frequência de alimentação por dispensador automático, combinada com taxas e intervalos alimentares, na composição química e rendimento do filé de tilápias

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar a composição química e rendimento do filé de tilápias cultivadas em tanques-rede. Foram instalados 18 tanques-rede (TR) de 1,0 m³, num viveiro de 2000 m² de espelho d'água, com densidade inicial de 93 tilápias, com média de 186,57 ± 9,08 g em cada tanque. As taxas alimentares foram de 4,0%, 3,0% e 2,0% do peso vivo e a frequência alimentar de 48 vezes/dia, em intervalos de 30 ou 22 minutos entre cada trato, durante 120 dias. Ao final do experimento, dois peixes de cada unidade experimental, foram coletados para análises da composição químico-bromatológica e rendimento de filés. O filé foi retirado no sentido dorso-ventral e seu rendimento calculado. Não houve diferença significativa entre as amostras em função da taxa e dos intervalos de alimentação, com exceção da matéria seca. A análise química dos filés demonstrou que o aumento da taxa e a diminuição no intervalo entre os tratos promoveu decréscimo, apesar de não significativo, nos teores de extrato etéreo dos filés. Não houve diferença significativa no rendimento, porém o peso dos filés aumentou em função da taxa de alimentação. Peixes alimentados com 4,0% do peso vivo/dia durante toda a fase de engorda, em intervalos de 22 minutos, apresentaram desempenho superior, sem afetar a composição químico-bromatológica do filé e sem alterar o rendimento.

Palavras chave: composição corporal, dispensador automático, tanque-rede

High influence of feeding, dispensed by automatic feeder, combined with feeding ratio and intervals in composition and yield of tilapia fillets

Abstract: The aim of this study was to evaluate the chemical composition and fillet yield of cage cultured tilapia. 18 cages of 1 m³, equipped with automatic feeder were placed in a 2000 m² pond. In each cage 93 tilapias weighed 185 g were placed. Feeding rates of 4%, 3 % and 2 % of fish biomass were tested, with feeding frequency of 48 times/day, 30 or 22 min interval between each feed, during 120 days. At the end of the experiment an evaluation of fillet chemical composition and yield was performed. Fillets were withdrawn after skin removal in a dorso-ventral axis, for two fishers each treatment. There was no statistical significant difference among the treatments in function of the ratio and intervals of feeding, with the exception of dry matter, fillets chemical analysis shown a not statistical significant decrease in the crude fat, in response to higher feeding rates and lower feeding intervals. No significant differences in yield among the experimental levels were observed, although weight increased in response to higher feeding rates. Fish fed with 4% reached better growth performances, without changes in chemical composition and fillets yield.

Keywords – Automatic dispenser, Cage, Corporal analysis

INTRODUÇÃO

Várias estratégias alimentares são utilizadas nos diversos sistemas de produção, almejando atingir metas superiores às atuais. Porém, nem sempre o melhor resultado produtivo é o melhor econômico. A manipulação da frequência e taxa alimentar combinada com menores intervalos entre o fornecimento da ração, podem melhorar o desempenho produtivo dos organismos aquáticos. No entanto, onera o custo pois a mão-de-obra e a eficiência alimentar dos peixes podem ser afetados, dependendo do manejo adotado (Zuanon *et al.*, 2004; Barbosa *et al.*, 2005; Meurer *et al.*, 2005; Carvalho & Nunes, 2006).

A automação da alimentação na piscicultura é uma realidade em países onde a produção se encontra em nível industrial. Além de facilitar o manejo, proporciona à atividade caráter sustentável, pois diminui o impacto ambiental e econômico, naturais da produção em grande escala.

A utilização de dispensadores automáticos permite o fracionamento das refeições diárias em pequenas porções, com o aumento da frequência. Num estudo sobre frequência alimentar, os autores encontraram evidências de que com maiores frequências era possível aumentar as taxas de alimentação em níveis superiores aos da literatura e obter melhores resultados (Sousa *et al.*, 2006).

O aumento da frequência e da taxa alimentar pode acarretar maior acúmulo de gordura dependendo do manejo adotado, origem e teor de gordura na ração e capacidade da espécie em absorver lipídeos (Meurer *et al.*, 2002; Huang *et al.*, 2001; Boscolo *et al.*, 2004). O acúmulo de gordura na carcaça e no filé é indesejável para as indústrias, pois diminui o rendimento, tempo de prateleira e aumenta o risco de “off-flavor” (Kubitza, 2000).

A composição química do pescado é uma informação importante para a indústria de alimentos e para os consumidores, estimulando seu consumo (Marengoni & Santos,

2006). O rendimento de filé e sua composição química dependem de inúmeros fatores como, métodos e destreza na filetagem, linhagem genética, morfologia e estado fisiológico dos peixes filetados e fatores ambientais como a qualidade da água, sanidade e manejo alimentar (Shearer, 1994; Souza, 2002; Pinheiro *et al.*, 2006).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a composição química e rendimento do filé de tilápias cultivadas em tanques-rede submetidos a diferentes taxas e intervalos de alimentação com alta frequência alimentar.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido de 04 de setembro a 29 de dezembro de 2006. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial com 3 taxas e 2 intervalos de alimentação, com três repetições. No intervalo 1, a ração foi dispensada a cada 30 minutos, durante 24 horas e no intervalo 2, a ração foi dispensada a cada 22 minutos, sendo o dispensador desligado a partir das 2 da madrugada até as 8 da manhã (Tabela 01).

Tabela 01 – Delineamento experimental demonstrando a frequência, os níveis e intervalos entre refeições, em cada tanque-rede (TR) utilizados no experimento

Table 01 – Experimental Delineation demonstrating to frequency, the levels and intervals between feeding, in each cage used in the experiment

Taxas de alimentação <i>feeding ration</i>											
Intervalo(min) <i>Interval (min)</i>		4,0%			3,0%			2,0%			Frequência <i>frequency</i>
30*	TR8	TR10	TR12	TR5	TR13	TR15	TR1	TR11	TR17	48 vezes/dia <i>times</i>	
22**	TR4	TR6	TR7	TR3	TR14	TR18	TR2	TR9	TR16		

*dispensadores ligados durante as 24 horas. *automatic feeding tied during 24 hours

**dispensadores desligados das 2:00 as 8:00 horas da manhã. **Automatic feeding disconnected of 2:00 8:00 hours of the morning

As taxas de alimentação utilizadas no experimento foram de 4,0%, 3,0% e 2,0%

do peso vivo/dia e a frequência alimentar foi de 48 vezes/dia. Em todos os tratamentos, os peixes receberam ração comercial para tilápias. Foi efetuada análise de composição

centesimal da ração para conferir os níveis de garantia (Tabela 02). O ajuste da quantidade de ração foi realizado quinzenalmente após cada biometria.

Tabela 02 – Níveis de Garantia da Ração (*Guarantee levels of the feed*)

NUTRIENTES (<i>Nutrients</i>)	NÍVES GARANTIDOS (%) <i>Guarantee levels</i>	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL <i>Centesimal Composition</i>
PROTEÍNA BRUTA (MIN) <i>Crude protein (minimum)</i>	32,00	37,11
EXTRATO ETÉREO (MIN) <i>Ether extract (minimum)</i>	6,00	6,60
CÁLCIO (MAX) <i>Calcium (maximum)</i>	3,00	-
FÓSFORO (MIM) <i>Phosphorus (minimum)</i>	0,60	-
MATÉRIA MINERAL (MAX) <i>Ash (maximum)</i>	12,00	12,97
MATÉRIA FIBROSA (MAX) <i>fiber (maximum)</i>	6,50	8,63
MATÉRIA SECA <i>Dry matter</i>	90,00	90,59

* - não determinados

* - not determined

Foram utilizados 1674 juvenis de tilápias, oriundos de piscicultura comercial, com peso médio de $186,57 \pm 9,08$ gramas. Os peixes foram distribuídos numa densidade de 93 peixes/m², ocorrendo repicagem quando estes atingiram biomassa total de 40 kg/m³, devido à capacidade de suporte do viveiro. Com volume de 1,0 m³ de área útil (1x1x1), os tanques-rede foram fabricados em alumínio, tela de malha metálica 1,6 cm, recoberta por PVC e 2 flutuadores, e neles adaptado os dispensadores automático de ração (Agostinho *et al.*, 2004), instalados num viveiro de aproximadamente 2000 m², com profundidade média de 2 metros.

Diariamente foram tomados parâmetros físico-químicos da água. Os níveis de oxigênio dissolvido foram mensurados com oxímetro YSI55 todos os dias pela manhã, em três pontos distintos do viveiro. O pH (eletrodo Oakton) e a temperatura máxima e mínima (termômetro comum) foram medidos diariamente, num único ponto, pela tarde e pela manhã, respectivamente.

Ao final do experimento foi realizada uma amostragem para análises de rendimento do filé e a análise químico-bromatológica do filé e do fígado. Foram

abatidos 2 peixes por tratamento dos 20 capturados para última biometria, mantendo-os refrigerados por 2 horas até o término da biometria. Levados ao abatedouro da UNESP-Botucatu os peixes foram lavados e pesados em balança com precisão de 0,1g. O processo de filetagem foi realizado após retirada da pele (Figura 01), no sentido dorso-ventral, tomando o cuidado de não romper a cavidade abdominal, evitando assim contaminação do filé, conforme Aiura & Carvalho (2004). O rendimento foi calculado dividindo o peso do filé pelo peso total do peixe, multiplicando esse valor por 100.



Figura 01 – Retirada da pele antes da filetagem e o filé sem pele.

Figure 01 – Retreat from the skin before retreat of fillet and the fillet without skin.

Os filés e os fígados foram identificados e congelados para análise da composição químico-bromatológica. No laboratório de bromatologia descongelados e homogeneizados em microprocessador, e os fígados foram homogeneizados manualmente, cortando-os com faca até obter uma massa.

A composição químico-bromatológica do filé foi determinada de acordo com o protocolo da AOAC (1990), analisando a proteína, matéria seca, cinzas e extrato etéreo do filé e, somente extrato etéreo do fígado das amostras coletadas. Os valores encontrados foram tabulados e submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey pelo Sistema para Análise Estatística e Genética - SAEG (Euclides, 2005).

RESULTADOS

As variáveis físico-químicas da água se mantiveram dentro do limite recomendados para tilápias (Kubitza, 2000), exceto a temperatura média (25,44 °C) e o oxigênio (3,11 mg/l). Durante o experimento o pH (8,09) permaneceu neutro, tendendo a alcalino, e a transparência (40,60 cm) variou de acordo com chuvas (45,73 mm) ocorridas neste período, porém estabilizou dentro da faixa sugerida por Tavares (1994) para cultivo de peixes tropicais.

Os peixes atingiram peso médio, de acordo com as percentagens 4,0%, 3,0% e 2,0%, de 623,41g; 583,08 e 476,33, respectivamente. Na Tabela 03 está apresentada a composição químico-bromatologica do filé e a porcentagem de extrato etéreo do fígado das tilápias de cada tratamento.

Tabela 03 – Composição químico-bromatologica do filé e extrato etéreo do fígado de tilápias produzidas em tanques-rede, com diferentes taxas e intervalos de alimentação

Table 03 – Fillet and liver chemical composition of tilápias produced in cages, with different feeding levels and intervals

Extrato Etéreo do Fígado (*liver ether extract*)

Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	16,538	15,420	12,628	14,862ns
22	17,401	13,665	12,920	14,662ns
Médias	16,970ns	14,542ns	12,775ns	
CV				30,077
Extrato Etéreo do Filé (<i>fillet ether extract</i>)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	1,190	1,448	0,828	1,155 A
22	0,765	0,751	0,565	0,693 B
Médias means	0,977ns	1,100ns	0,696ns	
CV				46,92
Proteína do Filé (<i>fillet Protein</i>)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	22,101	18,255	20,486	20,281ns
22	20,381	21,061	20,648	20,697ns
Médias means	21,241ns	19,658ns	20,567ns	
CV				13,634
Matéria Seca do Filé (<i>fillet Dry matter</i>)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	20,856	20,618	19,925	20,466ns
22	21,860	20,088	20,321	20,756ns
Médias means	21,358a	20,353b	20,123b	
CV				4,321
Cinzas do Filé (<i>fillet ash</i>)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	0,811	0,980	0,846	0,879ns
22	1,098	0,943	0,993	1,011ns
Médias means	0,955ns	0,961ns	0,920ns	
CV				23,039

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

Means within a column followed by different letters are different ($p < 0,05$) by Tukey test

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

Means within a row followed by different letters are different ($p < 0,05$) by Tukey test

Não houve diferença significativa no rendimento de filé entre os peixes arraçados com taxas de 4,0%, 3,0% e 2,0% do peso vivo. Houve diferença significativa somente em relação ao peso dos files.

Tabela 04 – Valores médios do peso e do rendimento de filés de tilápias cultivadas em tanques-rede em diferentes taxas e intervalos de alimentação

Table 04 – Averages values of the Weight and of the fillet yield of tilápias cultivated in cages in different feeding levels and intervals

Peso do Filé (g)(fillet weight)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	194,916	191,083	136,583	174,194ns
22	215,333	191,166	165,750	190,750ns
Médias means	205,125a	191,125a	151,166b	
CV	16,450			

Rendimento do Filé (%) (yield fillet)				
Intervalo (min) <i>Intervals (min)</i>	Taxa (%) <i>Level (%)</i>			Médias means
	4,0	3,0	2,0	
30	32,961	32,163	31,020	32,048ns
22	32,850	33,376	31,902	32,709ns
Médias means	32,379ns	32,769ns	31,416ns	
CV	7,251			

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

Means within a column followed by different letters are different ($p < 0,05$) by Tukey test

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey

Means within a row followed by different letters are different ($p < 0,05$) by Tukey test

DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa da composição química dos files e fígado das tilápias, em função dos tratamentos, taxas e intervalos de alimentação, com exceção da matéria seca, que nos peixes alimentados com 4,0% do peso vivo foi superiores aos demais tratamentos (Tabela 03). Isso pode ter ocorrido devido a tendência de decréscimo no teor de extrato etéreo ocorrido em relação à mesma, pois existe relação inversa entre teor de lipídeos e umidade (Shearer, 1994). Resultados semelhantes foram apresentados por Du *et al.* (2006) que estudando diferentes taxas de alimentação para juvenis de carpa espelho, observou diminuição na umidade muscular à medida que aumentou as taxas de alimentação, pois houve acréscimo de lipídeo no músculo dos peixes.

As tilápias alimentados com 2,0% tiveram redução, apesar de não significativa, nos níveis de lipídeo do filé. Segundo Bureau *et al.* (2006) avaliando o efeito de taxas de alimentação no desempenho e na deposição de nutrientes em trutas observaram que peixes alimentados com baixas taxas, consideradas de manutenção, apresentaram deposição positiva de proteína e negativa de lipídeos, porém esta restrição alimentar diminuiu o desempenho.

Estudos com várias espécies têm revelado que o aumento das taxas de alimentação melhora o desempenho (El-Saidy & Gaber, 2005; Kim *et al.*, 2007). A elevação da taxa de alimentação não interferiu nos níveis de extrato etéreo do filé e do fígado, porém houve acréscimo ($p < 0.05$) nos níveis de extrato etéreo do filé, em todas as taxas, no intervalo de 30 minutos. Os níveis de gordura no filé foram menores do que os encontrados por Aiura & Carvalho (2004) que, estudando a composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápias alimentadas com dietas com tanino encontraram valores entre 3,0 % a 4,2% de lipídio total no filé em tilápias com média de peso de 400 gramas.

A gordura é considerada a principal forma de armazenagem de energia corporal, dadas as suas características de hidrofobicidade (Meurer, 2002). Porém, o aumento da sua concentração nos peixes potencializa os riscos da oxidação dos lipídeos, podendo comprometer a saúde dos peixes e promover “off-flavor” nos filés (Chaiyapechara *et al.*, 2003).

A análise química dos filés demonstrou que o aumento da taxa de alimentação e a diminuição no intervalo entre os tratos promoveram decréscimo nos teores de extrato etéreo dos filés e apesar de não serem significativas entre os tratamentos, quando comparados com dados da literatura, podem ser considerados baixos. Leonhard *et al.* (2006) estudando as características morfológicas, rendimento e composição do filé de

diferentes linhagens de tilápias encontraram valores entre 1,88% e 2,96%, de acordo com a espécie avaliada.

O teor de proteína do filé não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, entretanto, apresentou discreto acréscimo em sua percentagem quando comparado ao teor médio de 18% a 20% encontrado na literatura (Aiura & Carvalho, 2004; Marengoni & Santos, 2006; Leonhardt *et al.*, 2006).

De acordo com a Tabela 03, a taxa de 4,0% do peso vivo não resultou em maior acúmulo de gordura no filé, confirmando que a ração oferecida foi utilizada na deposição de proteína muscular, concordando com Baccarin & Camargo (2002). Avaliando o efeito de diferentes manejos alimentares sobre a composição corporal da tilápia do Nilo estes verificaram que o manejo alimentar interferiu nas percentagens de proteína e extrato etéreo.

O rendimento de filé (32,18%) encontra-se dentro da média esperada (Tabela 04), entre 30% e 36% (Souza, 2002 e Vieira *et al.*, 2005). Porém, segundo Pinheiro *et al.* (2006) os valores encontrados na literatura são oriundos de avaliações experimentais, fornecendo dados controversos à realidade das indústrias, o que pode refletir, o ainda incompleto domínio de tecnologias de processamento pelas empresas. Isso pode ser agravado por problemas operacionais diversos, entre os quais se encontram os recursos humanos em formação. Portanto, há relatos na literatura de rendimentos que variam de 36,84% a 40,47% o que não se confirmou na linha de produção em escala industrial (Souza & Maranhão, 2001; Souza, 2002; Souza *et al.*, 2005; Pinheiro *et al.*, 2006).

Maiores taxas de alimentação promoveram melhor desempenho dos peixes, de forma que atingiram o peso de 623,41g; 583,08 e 476,33 para as taxas de 4,0%, 3,0% e 2,0%, respectivamente, correspondendo assim acréscimo no peso do filé. Houve

diferença significativa, em relação ao peso dos filés (205,12g; 191,12g e 151,16g), sendo que o peso aumentou proporcionalmente ao aumento da taxa de alimentação (Tabela 04). Isso ocorreu devido ao melhor desempenho dos peixes alimentados com as taxas de 4,0% do peso vivo (623,41 g), no entanto, não houve interação significativa entre os intervalos. Portanto, nem a taxa de alimentação e nem o intervalo influenciaram de forma significativa no rendimento de filé, somente no peso dos mesmos.

O rendimento de filé depende de diversos fatores como o grau de mecanização, método de filetagem (ordem de retirada da pele e filé, remoção ou não da cabeça e nadadeiras para filetar, tipo de corte realizado na decapitação), destreza do filetador, linhagem e não depende de tamanho dos peixes (Souza & Maranhão, 2001; Souza, 2002; Vieira *et al.* 2005).

O manejo alimentar adotado neste estudo não interferiu na composição químico-bromatológica e no rendimento de filé de forma significativa, entretanto o aumento da taxa de alimentação e a alta frequência alimentar promoveram melhor desempenho produtivo das tilápias, sem afetar o padrão centesimal de nutrientes da espécie, inclusive melhorou índices como gordura no filé.

CONCLUSÃO

A composição químico-bromatológica do filé não foi alterada quando os peixes foram alimentados com taxa de 4,0% do peso vivo/dia e resultou em bons filés, sem alterar seu rendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V. *et al.* Dispensador automático de ração. **Patente de Invento** nº. 0403612-3, 2004.
- AIURA, F. S.; CARVALHO, M. R. B. Composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dietas contendo tanino. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias** – RPCV 99(550)93-98, 2004.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) *Official methods of analysis*. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. 1990.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Composição corporal da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em função do manejo alimentar. In: 12 Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, Goiânia. **Anais...Goiânia: ABRAq**. p. 82, 2002.
- BARBOSA, A. C. A.; ALMEIDA, L. D. L.; FONSECA R. B. Avaliação de diferentes seqüências de arraçamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 31, ISSN 0101-2975, 2005.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. *et al.* Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 4, p. 443-447, 2004.
- BUREAU, D. P.; HUA, K.; CHO, Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. **Aquaculture Research**, v.37, p.1090-1098, 2006.
- CARVALHO, E. A.; NUNES, A. J. P. Effects of feeding frequency on feed leanchig loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. **Aquaculture**, v. 252, p. 494 – 502, 2006.
- CHAIYAPECHARA, S.; CASTEN, M. T.; HARDY, R. W. *et al.* Fish performance, fillet characteristics, and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentrations of lipid and vitamin E. **Aquaculture**, v. 219, p. 715-738, 2003.
- DU, Z.; LIU, Y.; TIAN, L. *et al.* The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, v. 14, p. 247-257, 2006.
- EL-SAIDY, D. M. S. D.; GABER M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v. 36, 163-171, 2005.
- EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. vol 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em www.ufv.br/saeg/download.htm . Acesso em 15 de agosto de 2007.
- HUANG, C. H. *et al.* Dietary lipid supplementation affects the body fatty acid composition but not the growth of juvenile river chub, *Zacco barbata* (Regon). **Aquaculture Research**, v.32, p. 1005-1010, 2001.
- KIM, K.; KANG, Y.J.; KIM, K. Effects of feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38, n. 1, 2007.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na produção Comercial**, 289p. 2000.
- LEONHARDT, J. H.; CAETANO, F. M.; FROSSARD, H. *et al.* Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis*

- niloticus, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciência Agrária, Londrina**, v.27, n. 1, p. 125-132, jan/mar.2006.
- MARENGONI, N. G. Produção de Tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, 55 (210), p. 127 – 138. 2006.
- MARENGONI, N. G.; SANTOS, R. S. Rendimento e composição de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e piavuçu (*Ieporinus macrocephalus*) cultivados em pesque-pagues. **Archivos de Zootecnia**, 55 (211), p. 227-238. 2006.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. et al. Nível de arraçoamento para alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 1835 – 1840, 2005.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES C. M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.2, p. 566-573, 2002.
- PINHEIRO, L. M. S.; MARTINS R.T.; PINHEIRO L. A. S.; PINHEIRO L. E. L. Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis ssp*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.257-262, 2006.
- SHEARER, K. D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, Issue 1, p. 63-88, 1994.
- SOUZA, M. L. R.; VIEGAS E. M. M.; SOBRAL P. J. A.; KRONKA S. N. Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência Tecnologia de Alimento**, 25(1): 51-59, 2005.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p. 897-901, 2001.
- SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1076-1084, 2002.
- SOUZA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Revista Panorama da Aqüicultura**. v.16, n. 95, 2006.
- TAVARES, L. H. S. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP, 70p. 1994.
- VIEIRA, V. P.; RIBEIRO R. P.; MOREIRA H. L.; POVH J. A *et al.* Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Acadêmica**, v.3, n.3, p. 19-26, 2005.
- ZUANON, J. A. S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de Tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) Submetido a Diferentes Níveis de Arraçoamento e Densidades de Estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1639-1645, 2004 (Supl.1).

CAPÍTULO IV

Estudo da influência do manejo alimentar automático nos parâmetros físico-químicos e biológicos da água

Resumo: o objetivo dessa pesquisa foi monitorar os principais parâmetros de qualidade de água, em sistema de tanques-rede providos de dispensadores automáticos de ração. O oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo total, amônia, pH, clorofila-a são parâmetros que indicam o impacto ambiental que a piscicultura intensiva pode causar. Foram utilizados 18 tanques-rede de 1,0 m³, com biomassa inicial de 17,37 kg, instalados num viveiro de 2000 m². O abastecimento foi por água de mina do próprio setor, com vazão de 5,0 a 10,0%, dependendo do período de ano. Foram tomados parâmetros como a temperatura, pH, oxigênio dissolvido, transparência e coletadas amostras de água para analisar amônia total, clorofila-a, nitrogênio e fósforo total. Apesar das chuvas, o oxigênio decresceu no decorrer dos meses, chegando à média de 2,29 mg/l em novembro. A amônia se comportou inversamente proporcional à biomassa e oxigênio. A clorofila-a atingiu níveis acima dos permitidos pelo CONAMA para classe I e II. O nitrogênio e fósforo tiveram alterações significativas. Houve acréscimo considerável em função da assimilação destes compostos pelas algas. Nestas condições, não é possível afirmar que as alterações nos parâmetros químicos e biológicos ocorrido durante o experimento foram causadas devido ao manejo adotado.

Palavras chave: Clorofila-a, Fósforo, Limnologia, Nitrogênio, Qualidade da água

Study of fish cage impact on chemical, physical and biological parameters of pond water

Abstract: The aim of this study was to monitor the principal parameters of quality of water, in cages system equipped with automatic feeders. The dissolved oxygen, nitrogen and total phosphorus, ammonia, pH, chlorophyll-a, are parameters that can indicate the environmental impact caused by the intensive fish farming. In a pond of 2000 m² the 18 cages of 1 m³, with biomass initial of 17,37 kg was installed. The water supply of water varied in accordance with flow of 5 for 10 %, depending of the period of year. Daily temperature, pH, dissolved oxygen, transparency were annotated and samples of water was collected in order to analysis total ammonia, chlorophyll, nitrogen and total phosphorus. In spite of the rains, the oxygen decreased during the experiment, reaching the average of 2.29 mg/l in November. The ammonia was held inverse proportionally to the biomass and oxygen. The chlorophyll-a reached high levels. The nitrogen and phosphorus had significant alterations. There was considerable addition through assimilation of these compounds for seaweeds. In these conditions, it is not possible to affirm that the alterations in the chemical and biological parameters during the experiment were caused in function of adopted handling.

Key words: Chlorophyll-a, Limnologia, Nitrogen, Phosphorus, Water Quality

INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações com a aquíicultura, é que seja sustentável. Por lidar diretamente com recursos naturais, toda implantação e funcionamento, quer seja de um pesqueiro ou de uma piscicultura, necessita de regularização junto aos órgãos governamentais que regulamentam a atividade (Tiago, 2006). Os países desenvolvidos e com nível tecnológico mais avançado de produção já começam a impor regras para que a produção de pescado seja um atividade sustentável. Diversos países da Europa promovem eventos para relatar problemas que estão afetando ou poderão afetar, num futuro próximo, o meio ambiente.

Read & Fernandes (2003), por meio de revisões, relatos de políticas internacionais e regulamentações apontam resultados positivos alcançados pela indústria pesqueira da Escócia com a aquíicultura marítima. No Japão, a macro fauna, os parâmetros de sedimento e de oxigênio auxiliam na seleção de locais para implantação de viveiros de peixe (Yokoyama, 2003). A concentração de oxigênio dissolvido, o teor de nitrogênio e o fósforo total, a alcalinidade e o pH, a clorofia-a, dentre outros, são parâmetros que indicam o impacto ambiental que pode ser causado pela piscicultura intensiva (Tavares, 1994).

É comum, em pisciculturas comerciais, o uso de rações de baixa qualidade e manejos inadequados, o que leva à deteriorização acelerada da qualidade da água. Num sistema superintensivo como o de tanques-rede, que pode chegar a 600 peixes/m³ (Zimmermann & Hasper, 2003), esse processo se agrava, pois com a intensificação da produção, aliado ao manejo alimentar precário, podem ocorrer alterações no ambiente aquático.

Uma ferramenta que os países mais tecnificados estão utilizando para tornar a atividade sustentável é adotar as Boas Práticas de Manejo, código de conduta que visa

melhorar as práticas de manejo nas pisciculturas. Dentre essas práticas, o manejo alimentar tem papel significativo.

A automatização da alimentação nos sistemas de produção representa um avanço rumo à sustentabilidade da criação de peixes. Agostinho *et al.* (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração adequado para tanques-rede. Este equipamento consiste num reservatório, dimensionado de acordo com o tamanho do tanque-rede, que libera a ração em intervalos pré-determinados, e que pode promover melhor conversão alimentar, menores desperdícios de ração e conseqüentemente a diminuição de impactos ambientais.

Com o fracionamento das quantidades de ração oferecidas diariamente, a qualidade da água, o desempenho produtivo, a eficiência alimentar e a uniformidade dos lotes, podem alcançar melhores resultados, diminuindo o impacto da piscicultura ao ambiente aquático.

Segundo Paes *et al.* (2006) é muito difícil quantificar o impacto ambiental em grandes reservatórios, causado pela piscicultura.

OBJETIVO

Nesse sentido essa pesquisa objetiva monitorar os principais parâmetros de qualidade de água num viveiro onde foram distribuídos tanques-rede para a criação intensiva de tilápias.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na UNESP - Universidade Estadual Paulista, FMVZ, Campus - Botucatu, onde 18 tanques-rede de 1,0 m³, com biomassa inicial de 17,37 kg, foram instalados num viveiro de aproximadamente 2000 m², no Setor de Aqüicultura. O

abastecimento de água do viveiro foi suprido por água de mina com vazão aproximada de 5,0 a 10,0%, dependendo do período do ano e durante a madrugada foi acionado um sistema de abastecimento alternativo, promovido por bomba d'água. No início do experimento a água do viveiro se encontrava estável em relação aos parâmetros físico-químicos, pois estes estavam sendo monitorados desde o mês fevereiro/2006.

As tilápias foram alimentadas utilizando-se dispensadores automáticos de ração baseando-se na biomassa de cada tratamento, sendo esses distribuídos da seguinte forma: 3 taxas de alimentação (4,0%, 3,0% e 2,0% do peso vivo/dia), em 2 intervalos de alimentação e frequência alimentar de 48 vezes por dia. Foi utilizada ração comercial com níveis garantidos de 32,0% de proteína bruta; 6,0% de extrato etéreo; 3,0% de cálcio; 0,6% de fósforo; 12,0% de matéria mineral; 6,5% de matéria fibrosa e 10,0% de umidade.

Diariamente foram anotados os seguintes parâmetros físico-químicos da água: temperatura máximo e mínima, pH, oxigênio dissolvido e transparência. Os níveis de oxigênio dissolvido foram mensurados com oxímetro (YSI 55) todos os dias pela manhã, em três pontos distintos do viveiro: o primeiro próximo à margem onde se fixou o TR 01, o segundo próximo ao TR 09 e o último próximo à margem oposta, nas proximidades do TR 18. O pH (peagômetro Oakton), a transparência (disco de Secchi) e a temperatura máximo-mínima (bulbo e mercúrio) foram coletados diariamente, num único ponto, sendo que pela manhã foi mesurada a temperatura e a transparência, e à tarde o pH. Foram acompanhados diariamente a precipitação pluviométrica ocorrida durante os 120 dias de experimento.

Quinzenalmente foram coletadas amostras de água nos mesmos três pontos de medição do oxigênio, numa profundidade de aproximadamente 30 centímetros da superfície, para analisar os níveis de amônia total, clorofila-a, nitrogênio e fósforo total.

Foram utilizadas garrafas de 500 ml para a coleta e armazenamento da água do viveiro, sendo congelada em freezer a temperatura de -20°C , conservadas até o momento da filtração e análise.

Posteriormente, para a determinação da clorofila-a, foi filtrado um volume conhecido da amostra utilizando filtros MILLIPORE AP40. Após as filtrações, o volume de água filtrado retornou para o freezer e os filtros com a clorofila foram envolvidos em papel alumínio e armazenados em freezer. Os pigmentos de clorofila-a foram extraídos no Laboratório de Limnologia do Instituto de Biociência da Unesp de Botucatu utilizando-se de 10 ml de acetona 90% a frio, por meio de maceração, em ambiente com ausência de claridade intensa. Os extratos resultantes da maceração foram transferidos para tubos de ensaios e colocados em refrigerador por 12 horas, protegidos da luz para não haver interferências. Após esse período de extração os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 5000 rpm para separar o filtro da solução e realizar a leitura no espectrofotômetro Micronal, nos comprimentos de ondas de 663 nm e 750 nm, de acordo com a metodologia de Golterman *et al.* (1978). Do volume filtrado da clorofila foi realizada a análise da amônia total, onde após o preparo das amostras segundo a metodologia de Koroleff (1976), foram efetuadas as leituras no mesmo espectrofotômetro Micronal.

A água utilizada para as análises do nitrogênio e fósforo total foram retiradas do freezer na noite anterior para descongelamento. As amostras foram preparadas segundo a metodologia de Valderrama (1981) e Mackereth *et al.* (1978) e submetidas à leitura em espectrofotômetro Micronal. Para a análise do fósforo as amostras foram preparadas segundo a metodologia de Strickland & Parsons (1960).

Os dados foram anotados e tabulados para a submissão à estatística. Foi realizada análise de correlação entre as médias dos valores obtidos e efetuada regressão

nos dados com maior correlação. O programa SAEG – Sistema para Análise Estatística e Genética (Euclides, 2005) foi usado para realizar as análises estatísticas.

RESULTADOS

Os resultados de temperatura máximo-mínima, temperatura instantânea, pH, oxigênio dissolvido e transparência, monitorados diariamente, se encontram na Tabela 01 e os da clorofila-a, amônia total, precipitação, nitrogênio total e fósforo total, monitorados quinzenalmente, na Tabela 02. A biomassa total, por período, se encontra em ambas, para efeito de análise de cada caso.

Houve aumento crescente da temperatura da água durante o período experimental (média de 25,17 °C). A temperatura mínima registrada no início do estudo, no final da estação de inverno, foi de 16,0 °C, enquanto que a máxima foi de 36,0 °C, registrada no verão. A variação diária não ultrapassou 3,0 °C conferindo certa estabilidade na temperatura (Tabela 01). O pH variou pouco, alcançando média de 8,09, tendendo à alcalinidade, ficando dentro da faixa de crescimento mais adequado para tilápias (Tavares, 1994).

Durante o experimento as chuvas contribuíram para o aumento da vazão de água do viveiro. O oxigênio decresceu no decorrer dos meses, chegando à média de 2,29 mg/l em novembro, sendo que na primeira quinzena de setembro a média registrada foi de 4,16 mg/l. No entanto, a média do oxigênio dissolvido permaneceu numa faixa que não provocasse estresse aos peixes segundo Tavares (1994) (tabela 01).

Tabela 01 – Valores médios de temperatura máximo e mínima da água (TMAX/TMIN), temperatura média da água (TMED), pH, oxigênio dissolvido da água (OD) e Transparência (TRANS), Biomassa total, monitorados diariamente durante o período de 120 dias.

PERÍODO	TMAX (°C)	TMIN (°C)	TMED (°C)	PH	OD (mg/l)	TRANS (cm)	Biomassa (Kg)
04/09 - 18/09	23,33	19,11	21,22	8,88	4,16	36,57	370,81
18/09 - 02/10	23,86	20,67	22,26	7,39	3,91	67,50	432,63
02/10 - 16/10	29,00	22,00	25,50	7,60	3,30	48,88	500,38
16/10 - 30/10	27,80	22,00	24,90	8,08	3,01	38,80	615,39
30/10 - 14/11	27,43	23,86	25,64	8,46	2,61	29,14	692,62
14/11 - 26/11	28,93	22,79	25,86	8,25	2,29	27,94	765,86
26/11 - 10/12	34,94	21,38	28,16	8,12	2,76	33,11	672,52
10/12 - 27/12	33,24	22,42	27,83	7,95	2,83	42,89	742,29

A clorofila-a variou de forma proporcional à biomassa, chegando à média de 134,16 µg/l quando a biomassa chegou a 742,29 quilos, no final do experimento (Tabela 02). A concentração de amônia foi inversamente proporcional à biomassa, partindo de médias altas nas primeiras quinzenas (506,38 µg/l) e diminuindo ao longo do experimento até chegar a médias mais baixas, no final (42,89 µg/l). Isto, não ocorreu com o nitrogênio total, que procedeu de forma quadrática ao longo do período experimental, atingindo médias de 2959,81 µg/l. O mesmo ocorreu também com o fósforo (337,65 µg/l) que acompanhou o nitrogênio (Figura 01).

Tabela 02 – Valores médios da clorofia-a, amônia total, nitrogênio total, fósforo total, precipitação, biomassa total no período de 120 dias.

PERÍODO	Clorofila-a (µg/l)	Amônia (µg/l)	Nitrogênio (µg/l)	Fósforo (µg/l)	Chuva (mm)	Biomassa (Kg)
04/09 - 18/09	77,70	506,38	3596,98	359,91	26,90	370,81
18/09 - 02/10	72,44	355,63	2578,55	389,95	23,50	432,63
02/10 - 16/10	86,81	185,23	2458,05	295,62	55,80	500,38
16/10 - 30/10	104,99	57,15	2809,30	236,03	27,50	615,39
30/10 - 14/11	115,58	74,66	3125,48	474,73	19,40	692,62
14/11 - 26/11	115,07	82,42	3025,45	476,93	50,30	765,86
26/11 - 10/12	105,59	50,83	2969,15	255,93	101,50	672,52
10/12 - 27/12	134,16	42,79	3115,55	212,07	60,90	742,29

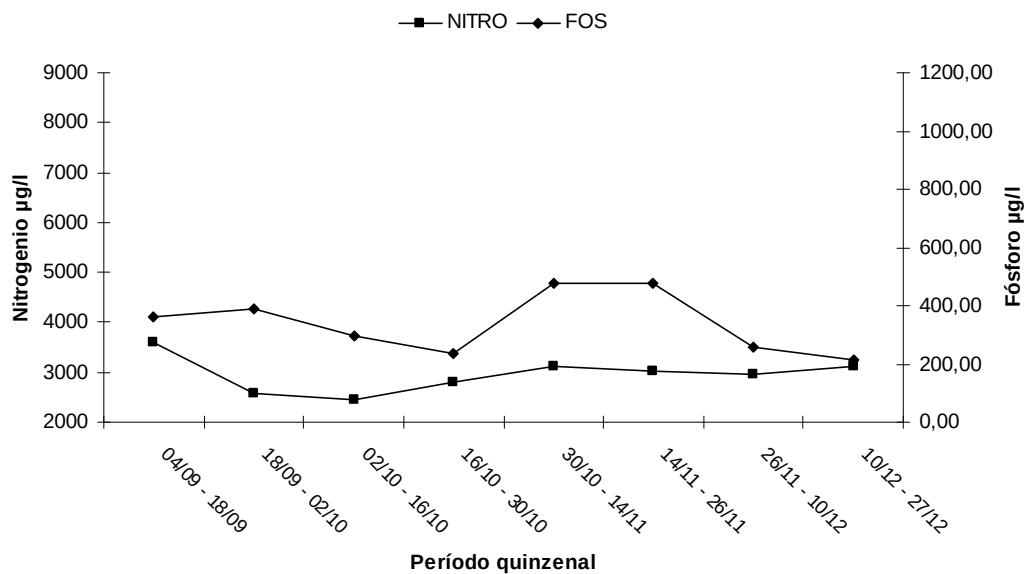


Figura 01 – Níveis de nitrogênio e fósforo total durante o período experimental

A chuva contribuiu para que ocorresse variação dos níveis de nitrogênio e fósforo, pois neste período ocorreram variações na precipitação, sendo que nos dois meses finais a precipitação pluviométrica foi maior, chegando a 162,40 mm no último mês.

A estabilidade dos parâmetros físico-químicos e biológicos contribuiu para aumento crescente da biomassa em todos os tratamentos. Baixas variações na temperatura, conciliada com o aumento das chuvas mantiveram sob controle a produção de plâncton e amônia total. Mesmo com o aumento da quantidade de ração utilizada, o nitrogênio e o fósforo não ultrapassaram níveis preocupantes para o ambiente de produção aquícola.

DISCUSSÃO

Em piscicultura, a temperatura adequada e a quantidade de oxigênio dissolvido são os parâmetros mais importantes para a manutenção e crescimento dos peixes. O oxigênio e a temperatura da água se correlacionam de forma inversamente proporcional

e determinam o consumo da ração. Um decréscimo de 90% para 20% de saturação do oxigênio dissolvido na água, promove queda de 80% para 50% na eficiência alimentar (Tsadik & Kutty, 1987).

Segundo Kubitza (2000) a temperatura ideal para o desenvolvimento da tilápia é 27,00 a 32,00 °C e o oxigênio dissolvido deve permanecer acima de 5,00 mg/l. No entanto, no presente estudo, houve ganho linear em biomassa, conforme o aumento da temperatura, porém abaixo dessa faixa ideal, sendo que a média durante o período experimental foi de 25,17 °C e o oxigênio se comportou de forma inversa ao ganho, atingindo média de 2,83 mg/l no final do experimento, contradizendo o autor (Figura 02).

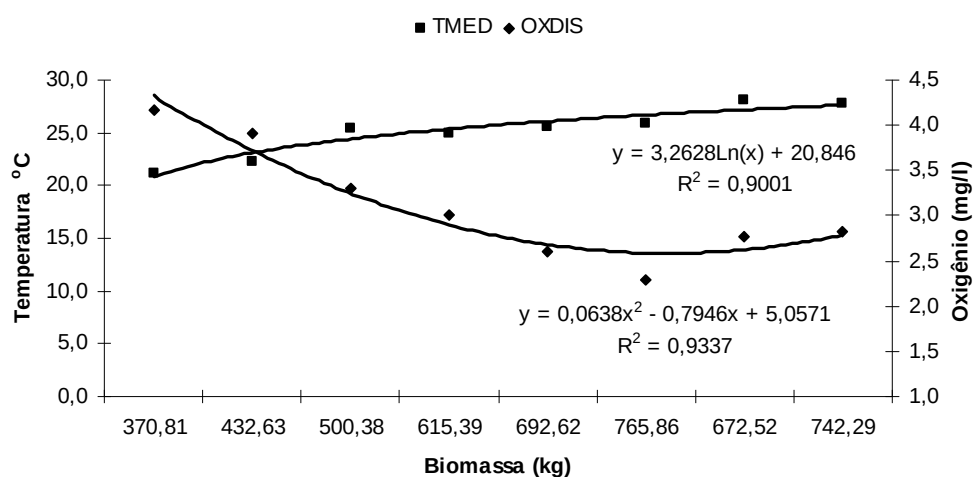


Figura 02 – Relação entre temperatura/oxigênio e biomassa

O ganho de peso em condições adversas é característica da espécie, que segundo Marengoni (2006) a tilápia é considerada rústica, com hábito alimentar onívoro de amplo espectro, que assimilam com eficiência a proteína de origem vegetal (fitoplâncton). Em ambientes onde outros parâmetros influenciam o equilíbrio da vida dos organismos aquáticos, o oxigênio e a temperatura, no contexto geral, podem ter papel secundário.

O pH refletiu a estabilidade do meio durante o período de experimentação. De acordo com Esteves (1998) na água encontram-se dissolvidas diversas substâncias e a interação entre estas e os fenômenos biológicos que nela se desenvolvem a tornaram neutra, ácida ou alcalina. Portanto, se não ocorreu variações bruscas no pH, significa que o sistema conseguiu absorver as alterações causadas pelo cultivo, promovendo ambiente propício para o desenvolvimento dos peixes.

Vale enfatizar que durante o estudo não se utilizou nenhum meio de neutralização do pH por substâncias inorgânicas, como bicarbonatos e carbonatos, fornecidos por meio da calagem. A calagem do solo de viveiros ou a correção da alcalinidade da água, antes do início do povoamento por si só não fornecem adequadas reservas alcalinas para o desenvolvimento das comunidades bióticas (Rojas *et al.*, 2004).

O fracionamento da ração fornecida aos peixes contribuiu para a estabilização do sistema de criação. Se houvesse acúmulo de material orgânico no fundo do viveiro, promovido pelo excesso de ração ou manejo inadequado, acarretando em “blooms” de algas, a decomposição por bactérias determinaria a acidificação do meio. Segundo Agostinho *et al.* (2007) a ausência de escoamento eficiente dos detritos e da biomassa de algas acarretaria em acúmulo de matéria orgânica, o que diminuiria o oxigênio dissolvido e o pH, levando, em alguns casos, a mortandade em massa dos organismos confinados.

A concentração de clorofila-a e a transparência da água indicaram a quantidade de fitoplâncton contido no sistema de cultivo. Porém, somente por meio da transparência não é possível afirmar que exista concentração de fitoplâncton benéfico para a piscicultura, pois dependendo do material que esteja causando baixa transparência poderá desencadear processos que prejudiquem a promoção e fixação do

oxigênio dissolvido na água (materiais sólidos em suspensão). Segundo Tavares (1994) o carbono fixado pelos produtores primários, resulta no crescimento do fitoplâncton, o qual pode ser caracterizado pela clorofila-a nos vegetais e por sua vez será uma resposta da biomassa vegetal.

A clorofila-a atingiu níveis acima dos referenciados pelo CONAMA 375 (2005) à medida que a biomassa total foi aumentando (média de 134,16 µg/l) no final do experimento, quando a biomassa atingiu 742,39 kg. No entanto, esse aumento na massa orgânica de algas beneficiou o meio de cultivo, pois contribuiu para o controle da amônia tóxica. A amônia total decresceu de forma linear, atingindo níveis bem abaixo dos 2000 µg/l preconizados pelo CONAMA 375 (2005), no final do experimento quando, teoricamente, teria seus níveis aumentados pelo incremento da biomassa total de peixes. Isso difere de Sousa (2007) que avaliando a qualidade da água, no mesmo viveiro onde foi conduzido o presente estudo, obteve correlação inversa entre a amônia e o oxigênio dissolvido, chegando a níveis de amônia elevados no fim do experimento.

Em criações comerciais a alimentação é a maior fonte de amônia e sua toxicidade é maior do meio para o final da tarde, quando o pH e a temperatura atingem seus valores máximos, e a concentração de gás carbônico seus valores mínimos (Martinez *et al.*, 2006). Porém, a assimilação de compostos nitrogenados pelo fitoplâncton pode acarretar crescimento dessa comunidade, provocando florações de algas no ambiente (Pereira & Mercante, 2005), diminuindo assim os níveis de amônia total no meio.

De acordo com Esteves (1998) no meio aquático, especialmente em valores de pH ácido e neutro, a amônia formada é instável, sendo convertida por hidratação a íon amônio. Já em meio alcalino, a ocorrência deste processo é muito reduzida e parte da amônia formada pode difundir-se para a atmosfera. Em condições onde o ambiente possui teores baixos de oxigênio, qualquer microorganismo pode utilizar vias

alternativas para realizar a respiração. Neste caso, as algas podem ter utilizado o nitrato comoceptor final de elétrons na respiração, e como o meio permaneceu neutro a alcalino praticamente o tempo todo, este pode ter contribuído para a difusão da amônia para a atmosfera (Tavares, 1994).

A amônia total seguiu em declínio até o momento que o oxigênio dissolvido começou a aumentar na coluna d'água (Figura 03). Isto, provavelmente, em função das melhores condições do ambiente, que deixaram de utilizar o nitrato, ocorrendo ligeiro acréscimo em seus níveis, pois nesse período as chuvas foram mais intensas e a qualidade da água melhorou.

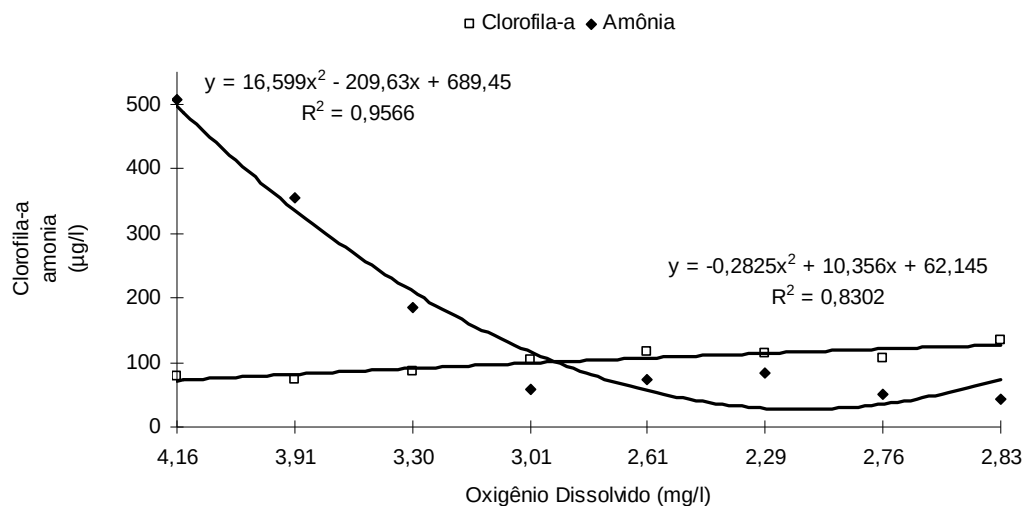


Figura 03 – Teores de amônia total em função da clorofila-a e do oxigênio dissolvido

O nitrogênio e fósforo tiveram alterações significativas durante o período experimental. Houve acréscimo considerável de nitrogênio incorporado no sistema, pela assimilação deste composto pelas algas. Com o aumento da biomassa de peixes e, conseqüentemente da quantidade de ração fornecida, houve uma contínua eutrofização do meio. O nitrogênio total variou de forma quadrática, atingindo média de 3115,55 µg/l no final do experimento. O pH neutro, tendendo a alcalino, contribuiu para que os fitoplânctons fixassem nitrogênio durante os últimos meses. Com a intensidade das

chuvas, no último período, houve um decréscimo na penúltima quinzena, porém na quinzena seguinte os níveis de nitrogênio voltaram a aumentar (figura 04).

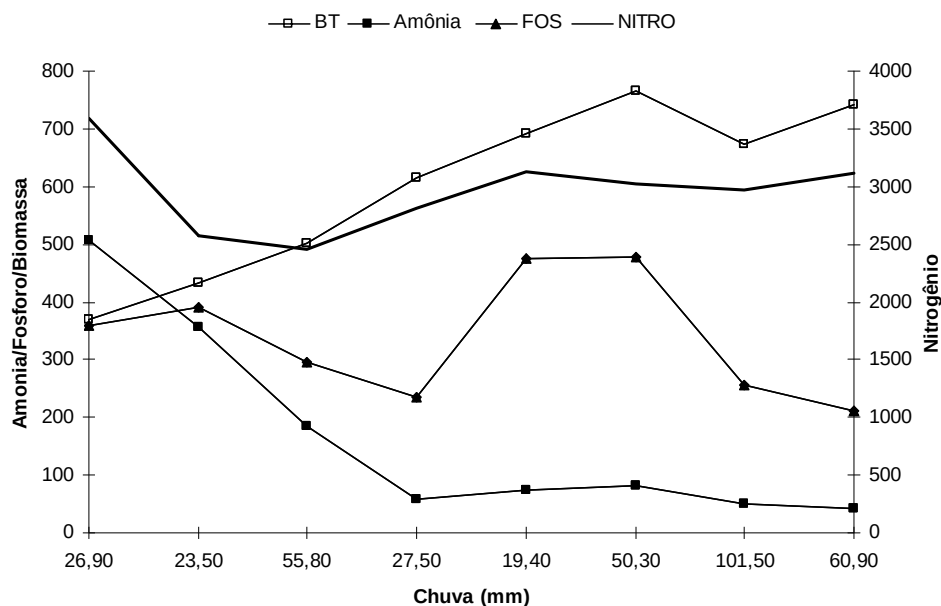


Figura 04 – Comportamento do nitrogênio, fósforo, amônia e da biomassa em relação às chuvas ocorridas no período experimental de 120 dias

Porém, não houve correlação do nitrogênio total com o aumento da clorofila-a no decorrer do experimento. O que discorda com Pinto-Mainardes & Mercante (2003) que avaliando variáveis limnológicas e suas relações com floração de *Euglenaceae pigmentada* associou seu metabolismo com a concentração de nutrientes na água, observando relação entre o aporte de nitrogênio e de fósforo com a ocorrência de floração de algas.

O fósforo seguiu o mesmo comportamento do nitrogênio atingindo média inferior no final do experimento (212,07 µg/l) do que as iniciais (359,91 µg/l). Este decréscimo coincidiu com o período de maior precipitação, que pode ter sido responsável por menores níveis do fósforo. O fósforo excedente é excretado, enquanto que o não-assimilável é simplesmente eliminado nas fezes, ambos contribuindo para o aumento da produção de dejetos. A carga excedente de nutrientes que é eliminada no ambiente tem relação direta com a capacidade do animal em converter em massa

corporal. Assim, quanto maior a eficiência de conversão, menor será a perda de nutrientes para o meio (Agostinho *et al.*, 2007).

Segundo Kubitza (1999) com a adição de fertilizantes no meio, os níveis de fósforo podem chegar a 100 µg/l, enquanto sem a adição variam entre 5 a 20 µg/l, porém no presente estudo, sem a adição de fertilizantes no viveiro os níveis ultrapassaram os relatados por esse autor. Em ambiente onde há intensificação da produção de peixes é comum esses valores ultrapassar 100 µg/l (Eler *et al.*, 2006), pois a alimentação e a pouca circulação da água contribuem para a elevação desses valores. A quantidade de fósforo total também ultrapassou os limites propostos pelo CONAMA 357 (2005), pois este viveiro vem sendo utilizado para realização de experimentos sem a retirada, total ou parcial, do sedimento ou renovação total da água, contribuindo assim para sua eutrofização.

CONCLUSÃO

Nestas condições, não é possível afirmar que as alterações nos parâmetros químicos e biológicos ocorrido durante o experimento foram causadas devido ao manejo adotado. Porém, houve eutrofização do meio, sendo que, principalmente os níveis de nitrogênio e fósforo, estão acima do permitido pelos órgãos que regulamentam a piscicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGOSTINHO A. A.; GOMES L. C.; PELICICE F. M. Aquicultura. In: *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. EDUEM. Cap. 6. p. 275 – 305. 2007.

AGOSTINHO C. A.; LIMA S. L.; FORTES J. V. *et al.* Dispensador Automático de Ração. *Patente de Invento* nº. 0403612-3, 2004.

CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Acesso em 22 de agosto de 2007. www.mma.gov.br/port/conama.

ELER M. N.; ESPÍNDOLA E. L. G.; ESPÍNDOLA E. A. *et al.* Avaliação da qualidade da água e sedimento dos pesque-pague: Análises físicas, químicas, biológicas e bioensaios de toxicidade. In: *Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu /organizado por Márcia N. Eler & Evaldo Luiz G. Espíndola*. São Carlos: RiMa, 312p. 2006.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. FINEP. 575p. 1998.

EUCLYDES R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. vol 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em www.ufv.br/saeg/download.htm . Acesso em 15 de agosto de 2007.

GOLTERMAN H. L., CLYMI R. S., OHMSTAD A. M. *Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Water*. Blackwell Scientific Publ. Oxford, 2013p.1978.

KOROLEFF F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF K.(Eds). *Methods of seawater analysis*. [S.I.]: Verlag. Chemie. Weinheim., 1976. p.117-81.

KUBITZA F. *Qualidade da água na produção de peixes*. Acqua Imagem, Jundiaí-SP.1999.

KUBITZA F. *Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial*, 289p. 2000.

MARENGONI N. G. Produção de Tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*, 55 (210), p. 127 – 138, 2006.

MARTINEZ C. B. R., AZEVEDO F., WINKALER E. U. Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. p. 81 – 95. In: *AquaCiência 2004. Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura*. Editores Cyrino J. E. P & Urbinati E. C. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia aquática, Jaboticabal, 203p. 2006.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Titus Wilson & Son Ltd, Kendall. 1978.

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)*. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu-SP. 2006.

PEREIRA L. P. F. e MERCANTE C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade a água. Uma revisão. *Boletim Instituto de Pesca*. 31(1): 81 – 88, 2005.

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

READ, P. e FERNANDES, T. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture*, vol. 226, p. 139 – 163, 2003.

ROJAS N. E. T.; ROCHA O.; MAINARDES PINTO, C. S. R.; SILVA, A. L. Influência de diferentes níveis de alcalinidade da água de viveiros sobre o crescimento de larvas de *Prochilodus lineatus*. *Boletim Instituto de Pesca*, 30(2):99 – 108, 2004.

SOUSA R. M. R. *Qualidade da água e desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensadores*

automático. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2007.

STRICKLAND, J. D. H. e T. R. PARSONS. *A manual of sea water analysis*. Fish Res. Board Can .Bull. No. 125. 185 p . 1960.

TAVARES, L. H. S. *Limnologia Aplicada à Aqüicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 70p. 1994.

TIAGO G. G. Regulamentação da aqüicultura no Brasil: Legislação e políticas públicas. *In: AquaCiência 2004. Tópicos especiais em biologia aquática e aqüicultura*. Cyrino J. E. P & URBINATI E. C., editores. Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia aquática, Jaboticabal, 203p. 2006.

TSADIK, G. G. & KUTTY, M. N. Influence of ambient oxygen on feeding and growth of the Tilapia, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS). *FAO Corporate Document Repository*, p. 1 – 11, 1987.

VALDERRAMA J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marine.Chemistry.*, v 10, 109-122.1981.

ZIMMERMANN, S. e HASPER, T. O. B. Piscicultura no Brasil: O processo de intensificação da tilapicultura. *IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, vol.40, 2003, Santa Maria, Anais...Santa Maria: SBZ CD ROMM.

YOKOYAMA, H. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. *Aquaculture*, vol. 226, p. 45 – 56, 2003.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações aqui expostas do desempenho produtivo, da qualidade da água, da composição química e rendimento dos filés, demonstraram que a automatização do processo de alimentação dos peixes pode trazer benefícios para a atividade. O manejo alimentar adotado “pode” aumentar o custo inicial, para a implantação do sistema, porém os benefícios trazidos pela nova tecnologia, deverão amortizar este acréscimo em pouco tempo.

O dispensador automático de ração viabilizou o uso da mesma taxa de alimentação de 4,0%, durante toda a fase de engorda dos peixes, promovendo melhor desempenho produtivo, chegando ao peso comercial mais rápido e atingindo uma uniformidade desejável do lote pelos produtores e indústrias. Também viabilizou fornecer a ração em alta frequência e em horários que numa piscicultura comercial, através da alimentação manual, não seria possível. O fracionamento da porção de ração contribui para diminuir o desperdício, os impactos ambientais causados por ele, o efeito da dominância no tanque-rede e aumentar o aproveitamento dos nutrientes, a conversão alimentar e a produtividade.

O aumento dos taxa alimentar não prejudicou a qualidade do filé. A hipótese de que aumentando a taxa alimentar aumentaria o acúmulo de gordura no filé não se confirmou. Os resultados da composição química mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Da mesma forma o rendimento do filé não foi afetado, porém, o uso de taxas mais elevadas proporcionaram filés mais pesados, sem comprometer o rendimento.

O monitoramento da qualidade da água foi realizado sistematicamente e apesar dos parâmetros detectados estarem adversos aos recomendados para a tilapia, o crescimento não foi comprometido. Parâmetros como amônia total e oxigênio dissolvido decresceram à medida que a biomassa de peixes aumentou e o pH permaneceu relativamente estável. Isso demonstra que para a avaliação do processo de degradação da qualidade da água não se pode avaliar parâmetros isolados e nem em curto espaço de tempo, pois as interações que ocorrem no sistema de produção de peixes são bastante dinâmicas e complexas.

Para uma análise mais completa da utilização dos dispensadores automáticos de ração, sugeri-se estudo de viabilidade econômica para quantificar o aumento do custo com ração e se este aumento se paga com os resultados em desempenho produtivo.