

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**FREQUÊNCIAS E FORMAS DE FORNECIMENTO DE RAÇÃO
PARA TILÁPIA DO NILO CRIADA EM SISTEMA *RACEWAY***

Janaína Gomes Araújo Santos
Orientador: Paulo César Silva

GOIÂNIA
2008



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor(a):	Janaína Gomes Araújo Santos				
CPF:		E-mail:	jana_zoo@yahoo.com.br		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não					
Vínculo Empregatício do autor					
Agência de fomento:				Sigla:	
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	Frequências e formas de fornecimento de ração para tilápia do Nilo criada em sistema <i>raceway</i>				
Palavras-chave:	alto fluxo de água, composição bromatológica, manejo alimentar, <i>Oreochromis niloticus</i> , Supreme, rentabilidade				
Título em outra língua:	Feed frequency and ratio for Nile tilapia in raceway system				
Palavras-chave em outra língua:	chemical composition, food handling, high water flow, <i>Oreochromis niloticus</i> , profitability, Supreme				
Área de concentração:	Produção Animal				
Data defesa: (dd/mm/aa)	20/08/08				
Programa de Pós-Graduação:	CIÊNCIA ANIMAL				
Orientador(a):	Prof. Paulo César Silva				
CPF:		E-mail:	pcsilva@vet.ufg.br		
Co-orientador(a):	Prof. José Henrique Stringhini				
CPF:		E-mail:	henrique@vet.ufg.br		

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

☐ Capítulos. Especifique: _____

☐ Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do(a) autor(a)

Data: / /2008

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

JANAÍNA GOMES ARAÚJO SANTOS

**FREQUÊNCIAS E FORMAS DE FORNECIMENTO DE RAÇÃO
PARA TILÁPIA DO NILO CRIADA EM SISTEMA *RACEWAY***

Dissertação apresentada
para obtenção do grau de
Mestre em Ciência Animal junto
à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Goiás.

Área de concentração:
Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Paulo César Silva – U.F.G.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini –
U.F.G.

Prof. Dra. Delma Machado C. Padua –
U.C.G.

GOIÂNIA
2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)

S237f Santos, Janaína Gomes Araújo.
Frequências e formas de fornecimento de ração para tilápia do Nilo criada em sistema raceway [manuscrito] / Janaína Gomes Araújo Santos. – 2008.
xi, 45 f. : il. ; figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. César Silva ; Co-Orientadores: Prof. Dr. José Henrique Stringhini, Profa. Dra. Delma Machado C. Pádua.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2008.

Bibliografia: f.36-44.
Inclui listas de tabelas e de abreviaturas.
Anexos.

1. Peixe - Criação 2. Tilápia (Peixe) 3. Tanques (Raceway) Peixe – Alimentos – Análise I. Silva, César II. Stringhini, José Henrique de. III. Pádua, Delma Machado C. IV. Universidade Federal de Goiás, **Escola de Veterinária**. V. Título.

CDU: 639.3.043

JANAÍNA GOMES ARAÚJO SANTOS

Dissertação defendida e aprovada em ____ / ____ / ____ pela
Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Paulo César Silva – EV/UFG
(PRESIDENTE/ORIENTADOR)

Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya – UEM
(MEMBRO)

Prof. Dr. Marcos Barcellos Café – EV/UFG
(MEMBRO)

Dedico este trabalho aos meus pais, João Caetano e Divina das Graças, pelos incentivos e auxílios. Ao meu esposo Jorge Júnior, pelo apoio e compreensão. Aos meus irmãos Ludimilla, João Junior. Ao meu orientador Paulo César Silva, pela sua atenção e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que está sempre iluminando minha trajetória e me ofereceu condições físicas, psicológicas e financeiras para realizar mais esta qualificação profissional, me tornando mestre em Ciência Animal. Além de ter colocado pessoas maravilhosas no meu caminho, que pudessem colaborar comigo.

Agradeço aos meus queridos pais e familiares, amigos de todos os momentos, que torceram por mim, que compartilharam dificuldades e esperança nesta minha jornada. Aos meus amigos mais próximos, íntimos ou não, que sempre quiseram e querem meu bem, que me apoiaram e ajudaram de alguma maneira a realizar as tarefas durante meu curso.

Ao meu orientador Paulo César Silva, que acreditou no meu trabalho e na minha escolha, me auxiliando no desenvolvimento deste trabalho. Aos meus co-orientadores: Delma Machado C. Pádua e José Henrique Stringhini, que me auxiliaram com trabalhos e nas análises estatísticas dos dados do experimento. Aos professores: Nadja Suzana M. Leandro, Tatiana de Sousa Fiuza, Moacir Evandro Lage, Antônio Nonato de Oliveira, Concepta M. M. Pimentel, Karina Ludovico, Regiane Nascimento G. Porto, Arcadio de Los Reyes Borjas, que tiveram paciência e solucionaram muitas das minhas dúvidas.

Aos funcionários: Alex (piscicultura/UFG); Amilton e Arlindo (ZOO/UCG); Rodrigo, Fabíola e Winder (CPA/EV/UFG); e Éder (DPA/EV/UFG), que me auxiliaram em muitas etapas do experimento, colaboraram significativamente para os resultados alcançados.

Aos meus amigos de mestrado e doutorado: Fernanda de Paula, Carla Yoko, Leonardo Farias, Paulo Ricardo, Juliana Souza, Eduardo Rodrigues, Aline Landim e Raquel Priscila; e aos estagiários: Patrícia Bueno, Francine Oliveira, Pedro Fellipe, Tatiane, Danilo, Amanda Vieira, que me auxiliaram nos manejos diários, nas análises laboratoriais, nas análises estatísticas e escrita deste trabalho.

As rações VB pela doação da ração extrusada utilizada neste experimento. À empresa Aquabel pelo fornecimento dos alevinos de tilápia nilótica, linhagem Supreme.

À FUNAPE/UFG e CNPq pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Sistema <i>raceway</i>	1
1.2	Tilápia do Nilo.....	2
1.3	Rendimentos de carcaça e filé.....	4
1.4	Índices biométricos.....	5
1.5	Composição bromatológica.....	6
1.6	Biometria.....	7
1.7	Manejo alimentar.....	7
1.8	Avaliação econômica.....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1	Experimento.....	14
2.2	Alimentação	15
2.3	Análises da água e ração	16
2.4	Biometria dos peixes.....	16
2.5	Rendimentos de carcaça, filé e composição bromatológica.....	17
2.6	Índices biométricos.....	18
2.7	Avaliação econômica.....	18
2.8	Delineamento experimental.....	20
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1	Qualidade da água.....	21
3.2	Desempenho produtivo.....	22
3.3	Rendimentos de carcaça, filé e índices biométricos.....	29
3.4	Composição bromatológica.....	31
3.5	Avaliação econômica.....	33
4	CONCLUSÃO.....	35
5	REFERÊNCIAS.....	36
6	ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS.....	45
6.1	Anexos.....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Tratamentos avaliados e respectivos horários de arraçoamento diário	15
TABELA 2 -	Médias do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso final (GP), biomassa final (BF), consumo de ração (CR), taxa de crescimento específico (TCE), uniformidade do lote (U) e taxa de sobrevivência (S) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques <i>raceways</i> , submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração	22
TABELA 3 -	Desdobramento da interação para índice de consumo alimentar (IA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência alimentar (TEA) e taxa de eficiência protéica (TEP) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques <i>raceways</i> , submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração	26
TABELA 4 -	Valores médios para peso final (Pf), rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice hepato-somático (IHS) e índice de gordura víscero-somática (IGVS) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques <i>raceways</i> , submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração	30
TABELA 5 -	Valores médios para peso de filé (PF), extrato etéreo (EE) e cinzas do filé da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques <i>raceways</i> , submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração	32
TABELA 6 -	Desdobramento da interação entre os fatores frequência alimentar e forma de fornecimento de ração para matéria seca total (MST), umidade (UM), proteína bruta (PB) do filé da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques <i>raceways</i> , submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração	33
TABELA 7 -	Dados médios para quantidade e valor de ração e alevinos, biomassa final dos peixes (BF), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC) obtidos para os tratamentos com diferentes frequência e formas de distribuição da ração de tilápia nilótica, linhagem Supreme, no sistema <i>raceway</i>	34

LISTA DE ABREVIATURAS

Ca	cálcio
CA	conversão alimentar
CAA	conversão alimentar aparente
EE	extrato etéreo
FB	fibra bruta
GP	ganho de peso
MM	matéria mineral
MN	matéria natural
OD	oxigênio dissolvido
P	fósforo
PB	proteína bruta
PV	peso vivo
SAS	Statistica Analysis System
UE	unidade experimental
%PVBIO	porcentagem do peso vivo, biomassa

RESUMO

A pesquisa foi realizada no Setor de Piscicultura da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, no período de dezembro de 2006 a maio de 2007, com duração de 127 dias. Foram utilizados juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Supreme, com peso médio inicial de $31,86 \pm 1,75$ g, distribuídos aleatoriamente em 32 caixas reguladas para 100 L adaptadas ao sistema *raceway*. A troca total de água das caixas, no início, ocorreu em 30min. Os peixes foram alimentados com ração extrusada contendo 36% de PB e grânulos com 2 a 4 mm de diâmetro até o peso médio aproximado de 100 g; em seguida, foram alimentados com ração extrusada 32% de PB com grânulos de 4 a 6 mm de diâmetro até o final do experimento. Objetivou-se determinar o efeito das frequências (2, 3, 4 e 5 vezes/dia) e formas de fornecimento da ração (à vontade e com base na porcentagem do peso da biomassa) sobre o desempenho produtivo, a composição bromatológica do filé, os índices biométricos, os rendimentos de carcaça e filé, e custos e rentabilidade parciais da tilápia durante a fase de engorda no sistema *raceway*, constituindo, assim, um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (4 x 2), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Foram assim avaliados: desempenho produtivo - peso (P), ganho de peso (GP), biomassa final (BF), consumo de ração (CR), índice de consumo alimentar (IA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência alimentar (TEA), taxa de eficiência protéica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (S%), uniformidade do lote (U%) -; peso do filé (PF), rendimentos de carcaça (RC) e filé (RF), índice hepatossomático (IHS), índice gordura víscero-somático (IGVS) e composição bromatológica do filé (matéria seca total (MST), umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas). Os dados de desempenho produtivo foram submetidos à análise de variância e teste Duncan (5%), e os demais ao teste Tukey (5%). Apesar da quantidade de alimento fornecido por tratamento, as principais variáveis de qualidade da água permaneceram dentro do limite recomendável para os peixes. Os valores de P, GP, BF, e CR foram maiores para os peixes arraçoados quatro, três e cinco vezes ao dia, respectivamente, diferindo de duas vezes ao dia ($P < 0,05$). Foi observada interação significativa para IA, CAA, TEA e TEP. Observou-se melhor CAA, TEA e TEP para os peixes arraçoados três vezes ao dia pela %PVBIO e duas vezes ao dia à vontade ($P < 0,05$). S%, TCE e U% não sofreram influência quanto à frequência alimentar ($P > 0,05$). Os peixes arraçoados três, quatro e cinco vezes ao dia apresentaram melhor média de RF diferindo dos peixes arraçoados duas vezes ($P < 0,05$). A frequência de cinco vezes apresentou menor RC e maior IGVS, porém não diferiu das demais. Foi observada diferença para forma de fornecimento apenas para RF, sendo a melhor média para os peixes arraçoados à vontade. Quanto à composição bromatológica, só não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para Cinzas. O maior teor de EE foi encontrado na frequência de três vezes ($P < 0,05$) diferindo das demais. Foi observada interação ($P < 0,05$) para as variáveis MST, UM e PB. Quanto à avaliação econômica, a incidência de custo (IC) foi menor na frequência de três vezes ao dia com fornecimento de ração baseado na %PVBIO. Recomenda-se a frequência alimentar de 3 vezes/dia para juvenis de tilápia do Nilo até o abate

por possibilitar menor gasto com mão de obra, melhores resultados para desempenho, com fornecimento de ração à vontade, até atingirem a saciedade aparente, quando cultivados em tanques *raceways*.

Palavras-chave: alto fluxo de água, composição bromatológica, manejo alimentar, *Oreochromis niloticus*, Supreme, rentabilidade

ABSTRACT

The present research was carried out at Sector of Fish of the Goiás Federal University, between December the 2006 and May the 2007, which lasted for 127 days. Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*), Supreme strain, with starter weight of 31.86 ± 1.75 g were randomly allotted in 32 tanks of 100 L of capacity each one in raceway system. The full water exchange of the tanks occurred in 30 min at the beginning. The fish were fed with extruded diet containing 36% of CP in pellets of 2-4 mm in diameter. By the average weight of 100 g, the fish were fed with extruded diet with 32% of CP in pellets of 4-6 mm in diameter until the end of the experiment. This assessment was performed to evaluate feed frequencies (2, 3, 4 and 5 times/day) and ratio (*ad libitum* and based on the percentage of the biomass weight - %PVBIO) on the productive performance, chemical composition, biometric indices, carcass and fillet yield and costs and profitability partial of Nile tilapia during the weight gain in the raceway system. The experimental design was composed by a completely randomized design in a factorial (4 x 2), with four repetitions, totalizing 32 experimental units. The performances body weight (BW), weight gain (WG), final biomass (FB), feed intake (FI), index of food intake (IF), apparent feed conversion ratio (AFCR), feed efficiency (FE), survival (S%), protein efficiency ratio (PER), specific growth ratio (SGR) and uniformity of the lot (U%) -; fillet weight (FW), carcass yield (CY), fillet yield (FY), biometric indices, and chemical composition fillet (total dry matter (TDM), moisture (MO), crude protein (CP), crude lipid (CL), ash) were the main evaluated parameters. The performance data were submitted to the analysis of variance and Duncan tests (5%), and the others to Tukey test (5%). Despite the quantity of food provided in the treatments, the main variables of water quality remained within the limit recommended for fish breeding. Better AFCR, FE and PER were reached for fish fed three times a day and greater PVBIO% for those ones fed twice daily *ad libitum* ($P < 0.05$). The values of FBW, FL, FWG, FB, and FI were higher for fish fed four times a day ($P < 0.05$), with the AFCR and PER values similar to those in fish fed three times a day. S%, SGR, CF and U% suffered no influence by the feeding frequency ($P > 0.05$). Only in IF differences on how to supply the ration ($P < 0.05$) were observed. Fish fed four, five and three times a day had better average of FY, differing from those fed twice a day ($P < 0.05$). The feeding frequency of less than five times had greater CY and VFI, but it did not differ from the other regimens. Difference in form of supply was observed only for RF, and the best average was reached in fish fed *ad libitum*. Regarding the chemical composition fillet, no differences in ashes were observed ($P > 0.05$). The highest level of CL was found in three times of feeding frequency, which was statistical relevant ($P < 0.05$) in comparison to the others. Interaction was observed for the variables TDM, MO and CP. The cost incidence (CI) was lower in three times a day of feeding frequency with feed supply based on %BW. The feeding frequency of 3 times per day *ad libitum* presented the best result concerning performance, and suggested lower cost with labor for juveniles of Nile tilapia cultivated in raceway tanks.

Key-words: chemical composition, food handling, high water flow, *Oreochromis niloticus*, profitability, Supreme

1 INTRODUÇÃO

1.1 Sistema *raceway*

Vários países, como por exemplo, Japão, EUA, Alemanha, Chile, entre outros, investem cada vez mais em tecnologias procurando aumentar a produção de pescado e consequentemente obterem maiores lucros. Para isso, procuram alternativas viáveis que resultem no crescimento sem encarecer demasiadamente o processo de produção, reduzindo o preço final da carne do peixe, tornando-a mais competitiva com outros tipos de carne (BERNARDES et al., 1998).

Isto é possível em sistemas que possibilitem alta renovação de água e maiores densidade de estocagem, como por exemplo em tanques *raceways*, sendo assim, considerados cultivos intensivos de produção de peixes, podendo a renovação de água ser contínua (gravidade) ou intermitente (bombeamento) (KUBITZA, 1999b; MUIR et al., 2000). Os tanques *raceways* podem ser escavados, com paredes de concreto, alvenaria ou revestidos com lona. Utilizam-se também tanques de PVC (RAKOCY, 1989) ou de fibra de vidro. Os formatos são geralmente retangulares ou circulares (KUBITZA, 2000).

A alta troca de água possibilita arrastar os resíduos gerados pela criação, mantendo adequada qualidade de água, especialmente as concentrações de oxigênio dissolvido e amônia (LOVSHIN, 1997; MUIR et al., 2000), permitindo melhor manejo, maior taxa de sobrevivência, controle da criação e máxima produção em pequenas áreas (APPELBAUM & VOLVICH, 2000; SILVA et al., 2002). O sistema *raceway*, por ser praticado em pequenos tanques, é aplicável em qualquer tipo de solo, mesmo onde não seja possível a construção de viveiros convencionais, como em terrenos muito acidentados, com mais de 5% de declividade, solos muito arenosos ou com excesso de pedras e cascalho grosso, impossibilitando a escavação e compactação, locais sujeitos a inundação, e propriedades pequenas com abundância em água (SILVA, 2001).

Este sistema também apresenta outras vantagens como maior homogeneidade dos peixes, facilidade de despesca, ausência de *off flavor* (sabor desagradável), minimização de ataque de predadores, menor retenção de água, menor investimento em instalações e manutenções e, facilidade de transferir a

produção para outros locais. Assim, reúne características interessantes tanto para o mercado consumidor como para o produtor.

Trabalhos recentes têm sido realizados para melhores definições de manejo e testar o desempenho de diferentes espécies. SILVA et al. (2002) conduziram estudo em tanques *raceways* com 500L, e concluíram que o ganho de peso e o peso final da tilápia nilótica foram cerca de 50% superiores quando a troca total de água foi constante em 30 minutos, nas densidades de 120 e 150 peixes/m³. A conversão alimentar não foi significativamente afetada, tanto pela densidade de estocagem quanto pela troca de água, com os peixes sendo alimentados três vezes ao dia à vontade.

1.2 Tilápia do Nilo

Para uma instalação destinada à produção de peixes para consumo, é altamente desejável que a espécie seja precoce, e que consiga atingir comprimento e peso comercial no menor tempo possível, dentro de um prazo pré-fixado. Para isso a espécie deverá ser melhorada e selecionada (GALLI & TORLONI, 1985). No Brasil, a aquicultura comercial foi iniciada a partir da década de 50, com a introdução de espécies exóticas tais como carpa, tilápia, e truta que começaram a ser cultivadas, sobretudo em tanques em pequenas propriedades (DIEGUES, 2006).

A produção mundial de tilápias nos últimos anos foi influenciada fortemente pela rápida expansão da espécie *Oreochromis niloticus* L., cultivada na China, Filipinas, Tailândia, Indonésia e Egito (FITZSIMMONS, 2000). Em 2000, de acordo com IBAMA (2000), a produção de tilápia foi em torno de 32 mil toneladas, representando 18% da produção total da aquicultura continental, 176 mil toneladas. Já em 2006, a produção aumentou para 71 mil toneladas, 37% do total produzido na aquicultura continental, 191 mil toneladas (IBAMA, 2006) e, entre 2002 e 2006, a exportação de filé de tilápias cultivadas apresentou um acréscimo significativo, passando de 6 kg (IBAMA, 2002) para 54 toneladas (IBAMA, 2006).

A tilápia é criada em diversos sistemas, da criação semi-intensiva, em tanques que recebem dejetos animais, à criação intensiva em *raceways* e tanques-rede (BOSCOLO et al., 2001). Segundo BALARIN & HALLER (1983), a tilápia pode atingir produções anuais entre 100 a 200 kg/m³, quando o fluxo de água é de 0,5 a 1,0 L/kg de peixe/minuto.

Esta espécie também se destaca por apresentar crescimento rápido, rusticidade, resistência a altas densidades, às doenças e ao manejo em sistemas intensivos (MUIR et al., 2000; KUBITZA, 2000; SILVA et al., 2007a). Além de ser reconhecida mundialmente pelo valor comercial e gastronômico, justificado pelas boas características organolépticas e pela ausência de ossos intramusculares em “Y” no filé (HILDSORF, 1995; FITZSIMMONS, 2000), o que facilita a técnica de filetagem e a industrialização da carcaça (VIEIRA et al., 2005).

Para a intensificação da tilapicultura, busca-se linhagens de desempenho superior e, no caso da tilápia nilótica, destaca-se a Tailandesa ou Chitralada, e o lançamento da empresa GenoMar, a Supreme, a qual vem merecendo especial atenção devido ao comportamento dócil, elevado potencial de produção (SANTOS et al., 2007) e obtenção de lotes mais uniformes, comparada com outras linhagens (VIEIRA et al., 2005).

A população GST (*Genomar Supreme Tilapia*) é produto do programa de melhoramento genético de tilápias - *Genetic Improved Farmed Tilapia* (GIFT), executado nas Filipinas (ZIMMERMANN, 2003). O programa GIFT envolveu quatro linhagens silvestres de tilápias capturadas em 1988 e 1989 no Egito, Gana, Quênia e Senegal, e quatro linhagens confinadas, introduzidas nas Filipinas de 1979 a 1984, de Israel, Singapura, Tailândia e Taiwan (BENTSEN, 1998). No final da década passada, com a finalização desse programa, a empresa norueguesa GenoMar adquiriu todos os direitos de comercialização dos produtos gerados, bem como de todo o material genético produzido após a 10ª geração. Introduziu, também, grandes inovações no programa GIFT como a marcação dos animais através de seu próprio DNA, eliminando os erros de seleção (efeitos ambientais), além do mapeamento dos genes de maior importância da GST (ZIMMERMANN, 2003).

Com isso, vem crescendo o número de pesquisas avaliando diferentes linhagens de tilápia nilótica. VIEIRA et al. (2005) avaliaram o desempenho de

crescimento de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), na fase inicial em caixas d'água, e na fase final em viveiros de terra e em tanques de concreto. Observaram que a linhagem Supreme apresentou resultados superiores para todos os parâmetros avaliados nos tanques de concreto, nas duas fases do experimento, comparadas com as linhagens Chitralada e Bouaké.

1.3 Rendimentos de carcaça e filé

Os canais de comercialização de pescados industrializados ou *in natura* são os supermercados, restaurantes industriais, pesque-pagues, peixarias ou ainda a exportação (VIEGAS, 1999). O parque industrial do Brasil já possui processadoras com certificação internacional de exportação para países europeus e norte americanos (SONODA, 2002). No Brasil, nos últimos anos, vários empreendimentos de porte foram ou estão sendo implantados, estabelecendo-se consistentes bases tecnológicas de cultivo e de processamento de tilápias (PINHEIRO et al., 2006).

A obtenção de valores referentes ao rendimento dos diversos produtos gerados, a partir do processamento mínimo das diferentes espécies de peixes, é de grande importância para as empresas envolvidas neste segmento da cadeia produtiva da piscicultura. O conhecimento da proporção da matéria-prima que será transformada em produtos finais para comercialização, bem como da quantidade que fará parte do resíduo do processamento, permite o planejamento logístico da produção e os cálculos necessários para a avaliação da eficiência produtiva da empresa (CARNEIRO et al., 2004).

Agregar valor aos produtos oriundos da aquicultura através do beneficiamento e processamento é uma prática recente no Brasil. O rendimento de filé, de maneira geral, depende da destreza manual do operário, das máquinas filetadoras e de algumas características inerentes à matéria-prima, como forma do corpo, tamanho da cabeça e peso das vísceras, pele e nadadeiras (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; SOUZA et al., 2002; PINHEIRO et al., 2006).

Atualmente, o principal produto obtido das tilápias é o filé, que representa cerca de um terço do peso total do peixe (SILVA et al., 2002;

OLIVEIRA et al., 2007c), e exige do produtor peixes de tamanho uniforme (VIEGAS, 1999).

O entrave enfrentado pelos produtores e indústrias do setor é a indefinição de um peso de abate, que proporcione maior rendimento. SOUZA & MARANHÃO (2001), GASPARINO et al. (2002) e SOUZA et al. (2002) concluíram que tilápias com peso superior a 400 g, são as mais indicadas para abate, pois os rendimentos de filés são superiores. SOUZA & MARANHÃO (2001), SILVA et al. (2002) e PINHEIRO et al. (2006) conseguiram valores médios de 36,5%, 34% e 31%, respectivamente, de rendimento de filé para tilápia do Nilo, linhagem Tailandesa, por processamento manual.

SANTOS et al. (2007) avaliaram o rendimento do processamento de duas linhagens de tilápia, Chitralada e Supreme, em função do peso corporal. A linhagem Supreme apresentou maiores rendimentos de filé sem pele em comparação à Chitralada. Foi observado também que a linhagem Supreme possui maiores rendimentos de filé sem pele em peixes superiores a 350 g. Isto é, à medida em que o peso de abate aumentou, o rendimento de filé apresentou crescimento linear, sendo a diferença igual a 20,2 g no peso do filé sem pele de peixes entre 350 g e 750 g, equivalendo a uma diferença no rendimento de 7,9 %, a favor da linhagem Supreme.

1.4 Índices biométricos

Independente da exigência de cada espécie, a mobilização das fontes energéticas ocorre da forma mais eficiente, de tal forma que a dinâmica da utilização endógena de energia pode ser estimada monitorando-se os índices hepato-somáticos e gordura víscero-somática, sendo que as alterações nesses índices refletem a utilização de lipídio, proteína e glicogênio da dieta (COLLINS & ANDERSON, 1995).

Em geral, estas alterações são relacionadas com a disponibilidade de alimento e demanda metabólica, sendo os lipídios estocados quando a alimentação é intensa, e, posteriormente, são mobilizados para crescimento, manutenção e reprodução (MEFFE & SENELSON JÚNIOR, 1993).

As tilápias parecem apresentar limitada capacidade de incorporação de gordura no filé. Portanto, o excesso de gordura ou energia das rações é convertido em gordura visceral. Como o peso das vísceras representa entre 8 a 10% do peso corporal das tilápias, o excesso de gordura corporal pode fazer o rendimento de carcaça cair em 2,5 a 4% após o processamento (KUBITZA, 2000).

1.5 Composição bromatológica

Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70% a 85% de umidade, 15% a 24% de proteína bruta (PB), 0,1% a 22% de extrato etéreo (EE), e 1% a 2% de minerais (OGAWA & KOIKE, 1987, citado por ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade, das condições de cultivo e da parte do corpo analisada (CASTAGNOLLI, 1979, MACHADO, 1984; VIEGAS & ROSSI, 2001). Com isso, o conhecimento da composição química da carne dos peixes é essencial para avaliá-lo em relação ao seu valor nutritivo (VIEGAS & ROSSI, 2001).

Há uma crescente tendência do consumidor em reduzir o consumo de gordura animal. Para seleção da dieta e do manejo alimentar dos peixes, deveria ser enfatizada a qualidade nutricional da carne, para o êxito no atendimento dos consumidores. Em experimento conduzido em sistema de alto fluxo de água, o aumento da frequência alimentar interferiu significativamente na deposição de gordura no filé (PADUA, 2001).

Em condições de confinamento, onde os movimentos dos peixes são restritos, pode haver aumento na deposição de gordura corporal (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Assim, avaliar o teor de gordura do peixe é importante, pois pode interferir no desempenho produtivo, consequentemente no mercado consumidor. Aumento no teor de extrato etéreo promove alterações nas características organolépticas, podendo influenciar na qualidade da carne (OLIVEIRA et al., 2007c).

1.6 Biometria

A biometria, manejo empregado em cultivos intensivos, é uma prática necessária para o acompanhamento do desenvolvimento dos peixes, manutenção da ótima densidade de estocagem, além de otimizar o uso das instalações (CARNEIRO & URBINATI, 1999), e para o cálculo da quantidade de alimento a ser fornecida, pelo método da porcentagem de biomassa.

Considerando que o ajuste da quantidade diária de alimento distribuído nos tanques deverá ocorrer dentro de pequenos intervalos de tempo, recomenda-se que a biometria ocorra a cada sete ou 14 dias, se possível, no intuito de evitar problemas de subalimentação. O processo de ajuste é realizado mediante a pesagem de uma amostra representativa, obtendo-se o peso médio individual dos peixes. Este valor é multiplicado pelo número de peixes, que se supõe existir, calculando-se o peso total da biomassa. Sobre este valor é aplicado o percentual de arraçoamento, que pode variar quanto à temperatura da água e a fase de criação, obtendo-se a quantidade diária de ração (GALLI & TORLONI, 1985).

Contudo, sabe-se que a biometria é um procedimento estressor, por manipular os peixes, podendo causar injúrias físicas, tornando-os susceptíveis a certas doenças. Assim, deve-se realizá-la de forma rápida e cautelosa, muitas vezes sendo necessário o uso de anestésicos e outros produtos, como o cloreto de sódio ou antibióticos, além de ser indispensável o treinamento do pessoal responsável pela tarefa (CARNEIRO & URBINATI, 1999).

1.7 Manejo Alimentar

Segundo FURUYA et al. (2001), para aumentar a produtividade necessita-se da utilização de rações completas, bem como de manejo alimentar racional, pois o alimento natural não é capaz de atender as exigências dos peixes, principalmente quando criados em *raceways*, onde a elevada biomassa por área e as deficiências ou desbalanços de nutrientes podem acarretar perdas de produtividade e, conseqüentemente, menor retorno econômico.

Estratégias ideais de alimentação, como horários, intervalos e taxas de arraçoamento, permitem gerar tecnologias para a intensificação da produção, sendo, portanto, o sucesso da aquicultura associada ao conhecimento das características morfofisiológicas e comportamentais das espécies em criação, tanto nas fases adultas quanto nas fases jovens de desenvolvimento (LOURES et al., 2001; ROTTA, 2003), permitindo melhorar o ganho de peso, as taxas de sobrevivência, e a conversão alimentar, como também minimizar desperdícios com rações, melhorar a qualidade da água e reduzir a variação de tamanho (DWYER et al., 2002). Contudo, verifica-se que são escassas as informações nutricionais e alimentares para peixes, quando comparados a outras espécies zootécnicas, que já atingiram um nível tecnológico mais avançado, auxiliando na formulação e manipulação de rações balanceadas (PEZZATO, 1997).

Múltiplas refeições podem resultar em utilização mais eficiente do alimento do que uma única alimentação, melhorando a conversão alimentar (CA), ou seja, quando a dieta é fornecida *ad libitum*, em múltiplas refeições, maior quantidade diária de alimento pode ser consumida pelo peixe, do que em uma única vez, o que reduz a exposição do alimento à água, reduzindo a lixiviação dos nutrientes e desintegração do grânulo (KUBITZA, 1999a; LOURES et al., 2001; NUNES, 2002). Melhora significativa no ganho de peso e desempenho (CA e taxa de sobrevivência) de alevinos de *Australian snapper* (*Pagrus auratus*) foi observada por TUCKER et al. (2006), com o aumento da frequência alimentar.

O aumento na frequência de arraçoamento está associado também a melhor uniformidade do lote (FURUYA, 2007) e, segundo CARNEIRO & MIKOS (2005), é um fator importante dentro do manejo alimentar, por estimular o peixe a procurar pelo alimento em momentos pré-determinados, podendo contribuir para incrementar o ganho de peso, além de possibilitar maior oportunidade de observação do estado de saúde dos peixes.

De acordo com LOVSHIN (1997) a alimentação diária para tilápias poderia ser dividida em duas a quatro refeições. CARNEIRO & CYRINO (1994) mostraram que há uma tendência de aumento no ganho de peso com o aumento da frequência alimentar para até quatro vezes ao dia. Segundo BISWAS et al. (2006), juvenis de carpa indiana (*Labeo rohita*) que receberam ração três vezes

ao dia apresentaram diferença significativa para as variáveis ganho em peso, e crescimento total, comparados com os peixes alimentados duas e uma vez ao dia.

MEER et al. (1997) avaliaram quantidade e frequências de dietas para tambaquis (*Colossoma macropomum*) e constataram que alta frequência alimentar resultou em altas taxas de consumo de ração por dia e baixas quantidades de ração por vez.

Quanto à forma de fornecimento, verifica-se que a maioria dos produtores fornece a ração à vontade, até a saciedade momentânea dos peixes. Ou seja, verifica-se o consumo dos peixes e a necessidade ou não de aumento da quantidade de alimento fornecido, lançando a ração no tanque e observando se os animais estão se alimentando. Quando começar a sobrar ração na superfície, significa que os peixes estão saciados e que aquela quantidade de ração foi suficiente. De acordo com FURUYA (2007) cerca de 90 % do alimento fornecido é consumido durante um período máximo de 15 minutos após fornecimento.

Outra forma seria baseada na porcentagem da biomassa, ou seja, o número estimado de peixes existentes no tanque multiplicado pelo seu peso médio, sendo para isso, necessárias biometrias periódicas dos peixes. A oferta diária de ração deve aumentar à medida que os peixes crescem. Sendo assim, a quantidade deve ser ajustada em intervalos menores, pelo menos de sete a 15 dias.

Segundo KUBITZA (1999a), se o nível de arraçoamento for muito baixo, é possível que os peixes consigam ter atendidas apenas as suas necessidades de manutenção, resultando em baixo ganho de peso. Assim, o aumento nos níveis de arraçoamento acima das exigências de manutenção possibilita uma melhora na CA. Já o excesso, mesmo não havendo desperdício de ração, poderá alterar a velocidade de passagem do alimento no trato digestório, reduzindo a digestão e absorção de nutrientes, o que leva a uma piora na CA.

De acordo com KUBITZA (2000), diversas características das carnes dos peixes cultivados podem ser influenciadas pela composição das rações e pelo manejo alimentar, como o teor de gordura. As estratégias de manejo alimentar utilizadas em piscicultura intensiva exercem grande influência na deposição de gordura corporal nos peixes. A alimentação mais frequente e o fornecimento de

ração à vontade promovem maior deposição de gordura na carne e na cavidade abdominal dos peixes, notadamente nas vísceras.

De maneira geral, tornam-se necessários mais estudos das práticas de manejo alimentar, pois os custos associados à alimentação em piscicultura podem chegar a 80% do custo total de produção em sistemas intensivos (TOYAMA et al., 2000). O controle rigoroso da quantidade diária de alimento fornecido deve merecer a máxima atenção do piscicultor ou técnico, pois disso depende a possibilidade de maximização da produção, ao mais baixo custo (GALLI & TORLONI, 1985).

1.8 Avaliação econômica

No Brasil, a riqueza em água corrente, a existência de espécies adaptáveis ao sistema e a disponibilidade de matéria-prima para confecção de rações a custos mais econômicos, possibilitam a realização de pesquisas para viabilizar técnica e economicamente a produção de peixes com alto fluxo de água - *raceway* (SILVA, 2001).

Entretanto, a escassez de informações sobre o sistema *raceway* no Brasil e o manejo alimentar para o cultivo de peixes comerciais, assim como instalações mais eficientes, são fatores que requerem maiores investigações em curto prazo, por serem indispensáveis para a obtenção de altas produtividades com sustentabilidades técnicas, ambientais e econômicas.

A viabilidade econômica da piscicultura intensiva está intimamente ligada a índices zootécnicos como o ganho de peso, sobrevivência e eficiência na conversão alimentar. BOZANO & CYRINO (1999) citam que poucos trabalhos são encontrados sobre análises de custos e lucratividade da piscicultura com definições de índices econômicos que possam servir de referências para novos estudos. Segundo SILVA et al. (2003), isto pode ser atribuído, no caso do Brasil, ao momento presente ainda de definições dos sistemas e tecnologias de produção de peixes, quando a análise de viabilidade técnica e econômica dos projetos deve levar em consideração as particularidades topográficas, climáticas e econômicas de cada região.

A necessidade de informações que auxiliem os piscicultores no processo de tomada de decisão no gerenciamento de sua atividade é, atualmente, um dos condicionantes à sua permanência no setor (OLIVEIRA et al. 2007a). SILVA et al. (2003) enfatizaram que o sistema *raceway* de produção de peixes não gasta recursos com insumos e mão-de-obra para operações de fertilização e calagem, e utiliza menores quantidades de produtos para desinfecção, prevenção e tratamento de enfermidades. Em experimento de SILVA et al. (2003) foram avaliados custos, lucratividade e desempenho produtivo de alevinos de tilápia nilótica em sistema *raceway*, submetidos a três densidades e duas trocas de água. Concluíram que o tratamento com 120 peixes/m³ e renovação total de água em 30 minutos apresentou menor incidência de custo e melhor receita líquida parcial, e que o manejo correto dos animais dentro do sistema de criação interferiu significativamente nos valores das variáveis econômicas.

KUBITZA (1999a) e OLIVEIRA et al. (2007a) citam que a alimentação ainda representa o maior percentual de custo na produção, com isso o produtor deve adequar o manejo alimentar a fim de reduzir custos e viabilizar a atividade. Alguns estudos têm demonstrado que a intensificação do sistema de criação de peixes mostra-se mais rentável e com maiores taxas internas de retorno (MARTIN et al., 1995; SCORVO FILHO et al., 1998).

Para minimizar os custos é necessário adequar o manejo alimentar aos diferentes tipos de cultivo e espécies de peixes, consequentemente maximizar a receita líquida por área de cultivo com o aumento da produtividade, e melhor eficiência alimentar (KUBITZA, 1999a).

O preço do peixe é determinado pelo suprimento da demanda do mercado, que inclui tamanho e produção, que por sua vez, dependem do crescimento e taxa de sobrevivência dos mesmos (HUANG & CHIU, 1997). Entretanto, a falta de indicadores econômicos gera grande incerteza e representa um empecilho para o desenvolvimento dessa atividade.

Segundo MARTIN et al. (1998), os custos da piscicultura podem ser agrupados nos seguintes componentes: custo operacional efetivo (COE) - ração, alevinos, mão-de-obra, fertilizantes e energia elétrica -; custo operacional total (COT) - somatório do primeiro custo com depreciação e manutenção de

equipamentos e instalações, assistência técnica, impostos e taxas-; e custo total da produção (CTP) - somatório do segundo custo com remuneração da terra e do capital fixo-.

A rentabilidade da piscicultura, de acordo com SCORVO FILHO et al. (1998), pode ser analisada considerando-se os indicadores: receita bruta (RB), receita líquida I ($RLI = RB - COE/kg \text{ biomassa}$); receita líquida II ($RLII = RB - COT/kg \text{ biomassa}$); receita líquida III ($RLIII = RC - CTP/kg \text{ biomassa}$), e o índice de lucratividade, determinado pela relação entre a RLII e a RB, em percentagem.

No entanto, CARNEIRO et al. (1999) consideram, em ordem decrescente de importância, os fatores como: preço de venda do peixe, custo da ração, conversão alimentar aparente, taxa de sobrevivência e preço dos alevinos, como indicadores de viabilidade econômica para produção de tilápias no sistema intensivo em tanques-rede.

Para chegar a mercados globais, os piscicultores devem melhorar a organização, escala de produção, qualidade dos produtos, fornecimento constante, e uma redução nos custos de produção. A produção de peixes em cativeiro pode contribuir de forma significativa e rápida para a redução da escassez de peixes de uma forma duradoura através da exploração dos enormes recursos hídricos nas Américas do Sul (ONO & KUBITZA, 2003).

No Brasil, os diagnósticos e as prospecções que emergem dos trabalhos sobre a aquicultura, particularmente da piscicultura, evidenciam que a atividade contribuirá para o desenvolvimento da competitividade e sustentabilidade do agronegócio brasileiro. Outro indicador de crescimento é a grande demanda por alevinos de qualidade, rações balanceadas para as diferentes fases da criação, e os projetos aprovados para construção de frigoríficos de peixes, proporcionando mais segurança para os produtores.

O clima favorável, associado à extensão territorial, possibilita o país apresentar o maior potencial do mundo para a produção de pescado através da aquicultura. Contudo, é exigida uma grande quantidade de informação para o planejamento de uma piscicultura, assim como para efetuar análises da produção de diferentes produtos.

Com base nesta intensificação, produção e exigência do mercado, objetivou-se com este estudo determinar através dos dados de desempenho

produtivo, rendimentos de carcaça, filé, índices biométricos, composição bromatológica, custos e rentabilidade parciais, a adequada frequência e forma de fornecimento de ração para produção de tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em sistema *raceway*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (DPA/EV/UFG), no período entre 27 de dezembro de 2006 a 04 de maio de 2007, com duração de 127 dias.

Foram utilizados 384 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem Supreme, provenientes da Empresa Aquabel, revertidos para machos, com peso médio inicial de $31,86 \pm 1,75\text{g}$, distribuídos aleatoriamente em caixas que, posteriormente, foram sorteadas para escolha dos tratamentos. Foi mantido um estoque para reposição, caso houvesse mortalidade no período de adaptação de sete dias.

Utilizou-se 32 caixas de polietileno com capacidade total de 130 L cada, as quais foram adequadas para o sistema de criação intensiva tipo *raceway*, com 100 L de água ($0,1 \text{ m}^3$), providas de fluxo individual para troca total da água em 30 minutos até o final do 3º mês, e em 20 minutos até o final do experimento, com auxílio de registros e tubulações que permitiram controlar a vazão de abastecimento.

O sistema de escoamento foi instalado no fundo de cada caixa, o que permitiu o sifonamento dos resíduos depositados. Este sistema foi constituído de tubos plásticos de 25 mm acoplados com curva de 90º externamente. Diariamente, os tubos foram dobrados até que saíssem resíduos acumulados.

Os tanques foram instalados a céu aberto, cobertos com tela para evitar predadores e conter os peixes. A água utilizada era proveniente de uma represa na área da UFG, conduzida por tubulação e estocada em uma caixa d'água e distribuída para as caixas após passagem pelo filtro de brita. A água efluente das caixas experimentais, antes de ser liberada para a natureza, passou por um viveiro de decantação (250 m^3), para ser retirada parte dos metabólitos da criação.

A densidade para cada tanque foi na proporção de 120 peixes/m³. Assim, cada unidade experimental (caixa) foi representada por 12 peixes. Os tratamentos estão demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1 - Tratamentos avaliados e respectivos horários de arraçoamento diário

<i>Trat.</i>	<i>Frequências alimentares</i>	<i>Formas de fornecimento</i>	<i>Horários de arraçoamentos</i>					
			8:30	10:30	11:30	12:30	14:30	17:30
2xA	2 refeições	À vontade	X					X
2xB	2 refeições	Biomassa	X					X
3xA	3 refeições	À vontade	X			X		X
3xB	3 refeições	Biomassa	X			X		X
4xA	4 refeições	À vontade	X		X		X	X
4xB	4 refeições	Biomassa	X		X		X	X
5xA	5 refeições	À vontade	X	X		X	X	X
5xB	5 refeições	Biomassa	X	X		X	X	X

Tratamentos: frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes/dia) e forma de fornecimento da ração (A= à vontade; B=% peso da biomassa).

2.2 Alimentação

Os peixes foram alimentados com ração extrusada comercial, sete dias na semana, nos horários e formas de fornecimentos estabelecidos para cada tratamento, demonstrados na Tabela 1. Para o fornecimento à vontade, os peixes foram alimentados até atingirem a saciedade aparente, num período máximo de 30 minutos. Para o fornecimento pela porcentagem do peso vivo da biomassa foram utilizadas as seguintes taxas para cada mês: 1º mês, 5% da biomassa; 2º mês, 4% da biomassa; 3º mês, 3,0% da biomassa; 4º mês, 2,0% da biomassa, segundo KUBITZA (2000).

No início do experimento, a ração fornecida apresentava de 2 a 4 mm de diâmetro com os seguintes níveis de garantia: 36% PB (mín.), 3% FB (máx.), 6%EE (mín.), 12%MM (máx.), 3% Ca (máx.) e 1% P total (mín.). E, quando os peixes alcançaram peso médio aproximado de 100g, a ração foi trocada para 4 a 6mm de diâmetro, e os seguintes níveis de garantia: 32% PB (mín.), 3% FB (máx.), 6%EE (mín.), 12%MM (máx.), 3% Ca (máx.) e 1% P total (mín.).

2.3 Análises da água e ração

As análises de água dos tanques experimentais foram realizadas no Setor de Piscicultura. O monitoramento foi realizado, a cada quinzena, para os seguintes parâmetros: pH, utilizando *kit* de análise química de água; e oxigênio dissolvido, utilizando oxímetro (ambos da Alfakit®). A temperatura foi aferida diariamente às 7h 30min e às 16h, com termômetro de bulbo de mercúrio.

Foram realizadas análises bromatológicas das rações comerciais, a cada troca de lote da mesma, no laboratório de Nutrição Animal do DPA/EV/UFG, de acordo com SILVA (1981), para conferir os níveis de garantia (PB, EE, FB, MM, MS). Os mesmos estavam dentro do mencionado anteriormente para níveis de garantia.

2.4 Biometria dos peixes

A fim de avaliar o crescimento e o peso dos peixes, bem como reajustar a quantidade de alimento em função da porcentagem da biomassa estimada, para as unidades experimentais distribuídas neste tratamento, foram realizadas biometrias quinzenais, de todos os peixes, independente do tratamento, durante todo o experimento. A pesagem foi feita por meio de balança eletrônica com precisão de 0,01 grama, e o comprimento padrão (extremidade cranial até o pedúnculo caudal) com régua (cm).

Os peixes que ocasionalmente morreram foram pesados, sendo o peso utilizado para a correção do consumo alimentar e do índice de conversão alimentar aparente.

2.4.1 Avaliação das variáveis

O ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso médio inicial dos peixes e o obtido pela pesagem no período. A biomassa final foi estimada

pela multiplicação do número total de sobreviventes do período, pelo peso médio final da amostra de cada unidade experimental.

O consumo de ração foi obtido pela diferença entre as quantidades da ração pesada durante o experimento e as sobras, corrigido pela mortalidade. Calculou-se também o índice de consumo alimentar (consumo médio diário x 100/PV médio no período). O índice de conversão alimentar aparente (CAA) foi obtido pela relação entre o consumo de ração total de cada unidade experimental e o ganho de biomassa final, corrigida pelo peso dos peixes mortos. Calculou-se também a taxa de eficiência alimentar, de acordo com ZHOU et al. (2003), pela razão entre ganho de peso da biomassa e o consumo de ração vezes 100. A taxa de sobrevivência foi determinada pela razão entre o número final e o número inicial de peixes, vezes 100.

Para avaliar a uniformidade em peso dos lotes de peixes em cada UE realizou-se a adaptação de uma equação proposta por FURUYA et al. (1998). Utilizando-se as medidas de peso total dos peixes com base nos dados de cada UE, calculou-se a média, sendo então quantificado o número de indivíduos que se apresentavam com o peso dentro do intervalo correspondente a 20%, acima e abaixo da média de cada unidade experimental.

A taxa de eficiência protéica foi determinada pela relação entre as médias de ganho de peso da biomassa e do consumo de proteína bruta da dieta (dado pela média da concentração protéica das duas rações utilizadas) multiplicado pelo consumo de ração diário dividido pelo número de peixes, para cada unidade experimental. A taxa de crescimento específico em peso (%/dia) foi determinada de acordo com HEPHER (1988).

2.5 Rendimentos de carcaça, filé e composição bromatológica

Ao final do período experimental, três peixes de cada unidade experimental, foram insensibilizados em gelo com água clorada, em seguida pesados e medidos, depois sacrificados por demedulação e realizado corte ventro-longitudinal. Foram avaliados os rendimentos de carcaça (sem cabeça, nadadeiras, vísceras e escamas) e filé. A filetagem foi realizada por um único

operador, com auxílio de um alicate para retirada da pele, e de uma faca para o corte do filé.

Para determinar a composição bromatológica utilizou-se apenas dois peixes de cada UE. Após serem pesados, os filés foram identificados e embalados com papel filme e congelados. Para preparo das amostras e melhor conservação, foi realizada primeiramente a secagem dos filés em fatias, em estufa de ventilação forçada a 60°C por aproximadamente 72h, e depois foram pesados e moídos, individualmente, em processador. Foram colocados em frascos identificados com o número da unidade experimental e do peixe, totalizando 64 amostras, conservadas em freezer. Realizou-se análise em duplicata no laboratório do Centro de Pesquisas em Alimentos da EV/UFG.

Os valores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas foram determinados segundo SILVA (1981) em 100% da matéria seca (MS). Para calcular a matéria seca total (MST) das amostras foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{MST (\%)} = \text{Matéria seca a } 60^{\circ}\text{C} \times \text{Matéria seca a } 105^{\circ}\text{C} / 100$$

Para determinar a composição de cada nutriente em MST utilizou-se a fórmula: (valor da amostra em 100% MS x %MST da amostra)/100.

2.6 Índices biométricos

Após a pesagem dos peixes vivos ao final do experimento, foram retirados três peixes de cada unidade experimental, que foram sacrificados pelo mesmo método anteriormente citado, sendo abertos ventralmente para retirada das vísceras e dissecação dos órgãos. O fígado e a gordura visceral foram removidos e pesados (g). Os dados referentes aos pesos dos órgãos foram utilizados para calcular o índice hepato-somático (IHS = peso do fígado X 100/ peso vivo), e o índice de gordura viscero-somático (IGVS = peso da gordura viscero-somática x 100/ peso vivo).

2.7 Avaliação econômica

Para a análise econômica foi seguida a metodologia de SILVA et al. (2003), em que se considera apenas o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração e alevinos/juvenis, e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos peixes vivos (*in natura*) no local da produção.

A ração foi cotada a R\$ 1,13/kg, sendo este valor referente à média das rações 36% e 32% PB, e os juvenis foram adquiridos por R\$ 0,25 a unidade, ambos incluindo o frete até o Setor de Piscicultura. O custo com os juvenis foi obtido através da multiplicação do preço unitário pela quantidade utilizada por caixa.

O preço de venda das tilápias foi o praticado no comércio atacadista na região de Goiânia – Go, R\$ 3,00/kg PV.

Foram calculados os seguintes parâmetros econômicos:

$$COP = (QR \times PR) + (NA \times PA)$$

Sendo:

COP = custo operacional parcial;

QR = quantidade média de ração/tratamento;

PR = preço do kg da ração;

NA = número inicial de alevinos por tratamento;

PA = preço unitário dos alevinos;

$$RB = BT \times PP$$

Sendo:

RB = receita bruta;

BT = biomassa total média produzida/tratamento;

PP = preço de venda do kg de peixe;

$$IC = COP/BT$$

Sendo:

IC = incidência de custo, de acordo com SOLIMAN et al. (2000);

$$RLP = RB - COP$$

Sendo:

RLP = receita líquida parcial.

2.8 Delineamento experimental

Foi utilizado para o experimento o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 X 2, representado por quatro frequências alimentares - 2 refeições/dia; 3 refeições/dia; 4 refeições/dia e 5 refeições/dia - e por duas formas de fornecimento da ração: à vontade, ou seja, até que os peixes atingissem a aparente saciedade; e o fornecimento de ração quanto à porcentagem da biomassa (%PVBIO) de cada caixa. Foram quatro repetições para cada tratamento, sendo cada tanque uma unidade experimental.

O modelo matemático utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + O_j + R_k + FD_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Sendo:

Y_{ijk} = valor da parcela com frequência alimentar i, forma de fornecimento j, e repetição k (i = 1,2,3,4; j = 1,2; k = 1,2,3,4);

μ = média populacional;

F_i = efeito da frequência alimentar i;

O_j = efeito da forma de fornecimento j;

R_k = repetições;

FD_{ij} = efeito da interação entre a Frequência alimentar i, e a forma de fornecimento j;

ε_{ijk} = erro experimental.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância e as médias ajustadas pelo procedimento LSMEANS do programa computacional SAS (2000) sendo as variáveis de desempenho comparadas pelo teste Duncan (5%) e rendimentos de carcaça e filé, índices biométricos e composição bromatológica pelo teste Tukey (5%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade da água

A temperatura média geral da água ao longo do experimento foi de $26,4 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$, sendo a média de $24,9^{\circ}\text{C}$ às 8h, e $27,9^{\circ}\text{C}$ às 16h. O nível médio de pH foi de $6,41 \pm 0,12$, e quanto ao teor de oxigênio dissolvido, observou-se queda gradativa com o aumento da biomassa, ao longo do experimento, com média de $4,21 \pm 0,90$ mg/L. Todos os parâmetros analisados mantiveram-se dentro da faixa limite para a criação de tilápias, conforme citado por SIPAÚBA-TAVARES (1995).

Em situações de cultivo semelhantes às deste estudo, OLIVEIRA et al. (2007b) e SILVA et al. (2007b) observaram queda do oxigênio dissolvido ao longo do experimento, com o aumento da biomassa. SILVA et al. (2002), que também observaram queda de OD, encontraram valores entre 1,4 a 5,2 mg/L, em criação de tilápia em sistema *raceway* submetidas a diferentes densidades de estocagem e trocas de água, sendo o menor valor na densidade de 150 peixes/m³ com troca de água em 30 minutos.

Segundo KUBITZA (1999b), a maior capacidade de suporte para tilápia ocorre na faixa de pH entre 6,0 e 7,0, visto que a concentração de amônia tóxica aumenta com a elevação deste parâmetro. Os dados obtidos indicam que não ocorreu mudança na qualidade da água mesmo para os tratamentos que receberam ração cinco vezes ao dia em ambas as formas de distribuição. A manutenção da boa qualidade da água pode ter sido decorrente da renovação do volume total das caixas, inicialmente em 30min, e no último mês em 20min, suficiente para arrastar os metabólitos totais. Para RAKOCY (1989) o fluxo de água de 23 a 46 L/min para 45kg de tilápia é suficiente para manter a boa qualidade da água. O presente estudo finalizou com uma troca de 5 L/min para aproximadamente 5,5 kg de biomassa por caixa.

Em sistemas de alto fluxo, a baixa residência da água nos tanques não permite que muitas das reações bioquímicas de mineralização dos produtos orgânicos causem alterações significativas na maioria dos parâmetros hidrológicos, ao mesmo tempo que mantém os níveis ideais de oxigênio e retira a amônia e fezes liberadas pelos peixes (LOVSHIN, 1997; KUBITZA, 2000; MUIR et

al., 2000). A qualidade da água, assim, irá depender da densidade de estocagem e das frequências das trocas totais de água.

3.2 Desempenho produtivo

Não foram observadas interações significativas ($P>0,05$) para os fatores frequência e forma de fornecimento de ração para as variáveis demonstradas na Tabela 2. As variáveis taxa de crescimento específico, uniformidade do lote e sobrevivência não sofreram efeito significativo para as frequências e formas testadas ($P>0,05$). Para forma de fornecimento da ração, nenhuma das variáveis sofreu efeito significativo ($P>0,05$).

TABELA 2 – Médias do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso final (GP), biomassa final (BF), consumo de ração (CR), taxa de crescimento específico (TCE), uniformidade do lote (U) e taxa de sobrevivência (S) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques *raceways*, submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração

Variáveis	Formas fornecimento	Frequências (vezes/dia)				Média
		2	3	4	5	
PI (g)	À vontade	33,07	31,32	31,50	33,04	32,23 A
	%PVBIO	31,86	31,04	32,04	31,07	31,50 A
	Média	32,46 a	31,18 a	31,76 a	32,05 a	CV = 5,61 %
PF (g)	À vontade	432,94	439,58	463,78	455,00	447,83 A
	%PVBIO	421,86	455,33	455,81	421,10	438,53 A
	Média	427,40 b	447,46 ab	459,80 a	438,05 ab	CV = 6,52 %
GP (g)	À vontade	399,87	408,26	432,28	421,97	415,59 A
	%PVBIO	390,00	424,30	423,78	390,03	407,03 A
	Média	394,93 b	416,28 ab	428,03 a	406,00 ab	CV = 7,01%
BF (g)	À vontade	5195,25	5275,00	5565,38	5460,00	5373,91 A
	%PVBIO	5062,32	5464,00	5469,75	5053,25	5262,33 A
	Média	5128,78 b	5369,50 ab	5517,56 a	5256,63 ab	CV = 6,52%
CR (kg)	À vontade	6,81	7,17	7,51	7,49	7,24 A
	%PVBIO	6,96	7,22	7,58	7,47	7,31A
	Média	6,88 b	7,19 ab	7,54 a	7,48 a	CV = 5,56%
TCEp (%)	À vontade	2,14	2,20	2,24	2,18	2,19 A
	%PVBIO	2,16	2,24	2,21	2,17	2,20 A
	Média	2,15 a	2,22 a	2,23 a	2,18 a	CV = 3,17%
U (%)	À vontade	64,59	68,75	68,00	60,42	65,43 A
	%PVBIO	67,43	75,00	66,67	77,08	71,54 A
	Média	66,00 a	71,87 a	67,33 a	68,75 a	CV = 23,15%

S (%)	À vontade	100	100	93,75	100	98,44 A
	%PVBIO	95,83	100	100	100	98,96 A
	Média	97,92 a	100,00 a	96,88 a	100,00 a	CV = 3,33%

CV = coeficiente de variação. %PVBIO: porcentagem do peso vivo da biomassa. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ($P>0,05$)

Observa-se na Tabela 2 que as médias para peso final, ganho de peso final e biomassa final foram maiores para os peixes alimentados três, quatro, e cinco vezes ao dia ($P>0,05$), sendo a frequência de quatro vezes melhor que duas vezes ao dia ($P<0,05$). Já para consumo de ração, as frequências de quatro e cinco vezes diferiram apenas de duas vezes ($P<0,05$), sendo semelhantes à três vezes ao dia ($P>0,05$).

ZHOU et al. (2003) observaram aumento do peso final com o aumento da frequência alimentar para juvenis de *Gibel carp* (*Carassius auratus gibelio*), criados em condições semelhantes ao presente estudo, avaliando duas, três, quatro, 12 e 24 refeições ao dia, à vontade. SCHNAITTACHER et al. (2005) não observaram diferença no peso médio final de juvenis de *Atlantic halibut* (*Hippoglossus hippoglossus* L.) com o aumento da frequência alimentar (uma, três e cinco vezes ao dia), criados em tanques circulares de 100 L.

Resultados superiores aos deste estudo, foram encontrados por SILVA et al. (2002) para ganho de peso médio final, chegando a 522 g, para tilápias alimentadas três vezes ao dia à vontade, no sistema *raceway*. VIEIRA et al. (2005) encontraram valores inferiores para tilápias, linhagem Supreme, criadas em viveiros de terra (344,73g) e tanques de concreto (252g), arraçadas duas vezes à vontade, em período de quatro meses. CANTON et al. (2007), trabalhando com jundiá (*Rhamdia quelen*) em viveiros de terra, concluíram que, com o aumento da frequência de alimentação, houve acréscimo no ganho de peso ao longo do tempo, sendo que, ao final de 120 dias, os peixes alimentados quatro vezes ao dia ganharam praticamente o dobro do peso daqueles que receberam somente uma alimentação diária. Contudo, CARNEIRO & MIKOS (2005), trabalhando com alevinos da mesma espécie (*R. quelen*), não observaram diferença significativa para ganho de peso entre as frequências de uma, três e quatro vezes ao dia à vontade, em tanques de concreto convencional na fase de crescimento.

Outros resultados de vários estudos com juvenis de outras espécies comprovaram que o aumento da frequência alimentar, até certo limite, proporciona aumento no ganho de peso (ANDREWS & PAGE, 1975; TSEVIS et al., 1992).

Quanto à biomassa final, observou-se uma diferença de 388 g entre a maior e menor média. Levando em consideração dois ciclos de produção ao ano, e utilizando 120 peixes/m³/ciclo, estes dados representariam uma produção, para a caixa de maior biomassa, o equivalente a 110,35 kg/m³/ano, enquanto para a menor biomassa a produção seria de 102,57 kg/m³/ano. Os maiores valores estão próximos aos preconizados por LOVSHIN (1997) e por KUBITZA (2000), entre 40 a 140 kg/m³/ciclo, para produção de tilápias no sistema *raceway*.

SILVA et al. (2002) encontraram valor médio de biomassa final de 32,31 kg/m³, para densidade de 120 peixes/m³ na troca total em 30min, equivalente a 129,24 kg/m³/ano, para tilápias, linhagem Chitralada, arraçadas três vezes ao dia à vontade em sistema *raceway*. Estes dados foram superiores ao do presente estudo devido, provavelmente, à estrutura das caixas, que eram circulares e o volume utilizado de 500 L, proporcionando menor competitividade pelo alimento, e ao período de engorda, novembro a março, estação mais quente.

A frequência alimentar também influenciou no desempenho de outras espécies de peixes, como foi observado por TUCKER et al. (2006), que testaram o efeito de diferentes frequências alimentares e o período de luz, 12 e 18 horas, sobre o desempenho de *Australian snapper* (*Pagrus auratus*) criado em tanques *raceways*, e observaram aumento do peso final e da biomassa com o aumento da frequência alimentar em ambos os períodos de luz, sendo a frequência de oito vezes melhor que quatro, e esta melhor que duas vezes ao dia.

De forma semelhante ao observado na presente pesquisa, para consumo de ração, THOMASSEN & FJAERA (1996) concluíram que o aumento no consumo de alimento estava associado ao aumento na frequência alimentar para salmão do Atlântico, *Salmo salar*. O mesmo foi observado por PADUA (2001) comparando uma (1445 g), duas (3048 g) e quatro (3713 g) refeições por dia.

Os valores médios da taxa de crescimento específico em peso ficaram entre 2,14% para o tratamento que recebeu ração duas vezes à vontade e 2,24%

para os tratamentos que receberam ração quatro vezes à vontade e três vezes por %PVBIO (Tabela 2). JARBOE & GRANT (1996) também não observaram efeito das frequências e taxas alimentares testadas (1 vez/dia fornecendo 3%PVBIO testando três horários diferentes: 8h, 12h e 17h; e 3 vezes fornecendo 1%PVBIO) para *catfish channel* (*Ictalurus punctatus*) criados em tanques *raceways*.

Resultados semelhantes aos deste estudo foram encontrados por SILVA et al. (2002), sendo a média de 2,25% para tilápia nilótica, linhagem Chitralada, criada em raceway na mesma densidade, vazão e frequência alimentar do presente estudo.

Juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados duas vezes/dia apresentaram menor taxa de crescimento específico em comparação a indivíduos alimentados quatro vezes, porém os dados, respectivamente 1,31 e 1,56%, foram inferiores aos da presente pesquisa (CANTON et al., 2007).

Neste estudo, as taxas de crescimento específico em peso também foram superiores às encontradas por PADUA (2001), em todas as frequências testadas para tilápia do Nilo, linhagem Chitralada, criada em tanques de alto fluxo de água.

Nota-se na Tabela 2 para a variável uniformidade do lote, que os peixes arraçoados três vezes/dia apresentaram maior tendência à uniforme em peso do que nas demais frequências. Os dados deste estudo foram inferiores ao encontrado por FURUYA et al. (1998), 90%, para peixes criados em tanques de alvenaria de 9m³, com vazão total de 5 L/min, alimentados com ração extrusada.

As taxas de sobrevivência foram bastante satisfatórias, mesmo sendo realizadas biometrias quinzenais, indicando resistência da linhagem estudada ao manejo e ao sistema de criação *raceway*. As causas da mortalidade durante o experimento foram unicamente por acidentes durante os manejos, não sendo decorrentes de doenças. De acordo com SONODA (2002), o principal risco de produção em confinamento seria a mortalidade dos peixes durante o ciclo. A combinação deste risco com o preço da ração e da venda dos peixes pode ser decisiva no sucesso ou fracasso do empreendimento.

3.2.1 Índices alimentares

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores frequência e forma de fornecimento da ração para índice de consumo alimentar, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência alimentar e taxa de eficiência protéica (Tabela 3).

TABELA 3 – Desdobramento da interação para índice de consumo alimentar (IA), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência alimentar (TEA) e taxa de eficiência protéica (TEP) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques *raceways*, submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração

Variável	Formas fornecimento	Frequências (vezes/dia)				CV%
		2	3	4	5	
IA (%)	À vontade	1,16 Aa	1,20 Aa	1,19 Aa	1,22 Ba	3,51%
	%PVBIO	1,21 Ab	1,17 Ab	1,23 Ab	1,31 Aa	
CAA	À vontade	1,42 Bb	1,46 Aab	1,55 Aa	1,48 Bab	3,75%
	%PVBIO	1,53 Aab	1,42 Ac	1,49 Abc	1,60 Aa	
TEA (%)	À vontade	70,47 Aa	68,35 Aab	64,63 Ab	67,47 Aab	3,64%
	%PVBIO	65,54 Bbc	70,54 Aa	67,08 Ab	62,65 Bc	
TEP	À vontade	2,20 Aa	2,13 Aab	2,02 Ab	2,11 Aab	3,64%
	%PVBIO	2,05 Bbc	2,20 Aa	2,10 Aab	1,96 Bc	

CV = coeficiente de variação. %PVBIO: porcentagem do peso vivo da biomassa. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas, e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ($P > 0,05$)

A frequência de cinco vezes com fornecimento de ração pela %PVBIO apresentou maior índice de consumo alimentar, diferindo dos tratamentos que receberam a mesma forma de fornecimento de ração (%PVBIO) nas demais frequências ($P < 0,05$), e dos tratamentos que receberam ração cinco vezes ao dia à vontade ($P < 0,05$), sendo o menor IA para os peixes arraçados duas vezes ao dia com fornecimento à vontade ($P > 0,05$). Esta variável indica o quanto foi consumido de ração em relação ao peso vivo do animal, com isso quanto menor este índice e maior o ganho de peso, melhor ganho econômico da criação.

Os valores de IA do presente estudo foram inferiores aos encontrados por PADUA (2001), em que os peixes arraçados quatro vezes ao dia apresentaram maior índice de consumo, 2,45%, comparados aos que receberam duas (2,16%) e uma refeição (1,18%).

A menor média para conversão alimentar aparente, com fornecimento de ração pela %PVBIO, foi detectada na frequência de três vezes ao dia, diferindo apenas ($P<0,05$) da frequência de duas e cinco vezes (Tabela 3). Já para o fornecimento de ração à vontade, a frequência de duas vezes ao dia foi menor, diferindo apenas da frequência de quatro vezes ao dia, e dos peixes arraçoados pela %PVBIO, também para a frequência de duas vezes ($P<0,05$). A pior conversão alimentar aparente foi observada para a frequência de cinco vezes por %PVBIO.

O menor valor para conversão alimentar aparente encontrado neste estudo (1,42) foi pior do que o encontrado por SILVA et al. (2002), valor médio final de 1,22, para a mesma densidade de estocagem utilizada neste trabalho em sistema *raceway*, com arraçoamento três vezes ao dia à vontade. Enquanto MAEDA et al. (2006) encontraram valores entre 1,30 a 1,52 para tilápia nilótica em sistema *raceway* na fase de crescimento. Entretanto, os resultados de conversão alimentar aparente, do presente estudo, estão dentro da expectativa citada por KUBITZA (2000), ou seja, de 1,4 a 1,8.

A tendência de aumento do índice de conversão alimentar aparente também foi observada por CARNEIRO & MIKOS (2005), em que a frequência alimentar de três vezes ao dia foi pior que uma e duas vezes para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). No entanto, BISWAS et al. (2006) concluíram que para juvenis de *Labeo rohita*, a frequência alimentar de três vezes ao dia, resultou em melhor aproveitamento do alimento reduzindo, assim, o valor da conversão alimentar aparente. CANTON et al. (2007) não observaram diferença entre as frequências avaliadas (1 a 4 vezes/dia) para este parâmetro, em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) aos 120 dias de estudo, porém os melhores resultados foram obtidos para os peixes arraçoados uma e três vezes ao dia.

Para a variável taxa de eficiência alimentar, os peixes arraçoados três vezes por %PVBIO apresentaram melhor média quando comparados aos de duas e cinco vezes ao dia ($P<0,05$), enquanto que para a forma à vontade os peixes tratados duas vezes apresentaram melhor média, quando comparados aos peixes arraçoados quatro vezes ao dia ($P<0,05$). Quanto à forma de fornecimento à vontade, nas frequências de duas e cinco vezes ao dia, observou-se melhor média ao comparar aos peixes tratados pela %PVBIO ($P<0,05$).

KIKUCHI et al. (2006) encontraram valores superiores aos deste estudo para TEA para *Tiger Puffer* (*Takifugu rubripes*) ao avaliarem frequência alimentar em diferentes fases de criação. As melhores taxas de eficiência alimentar, no final da engorda, foram observadas para os peixes arraçoados uma vez, seguidos de duas e três vezes/dia.

Os resultados para taxa de eficiência protéica indicaram que os peixes arraçoados cinco e duas vezes ao dia, com fornecimento de ração pela %PVBIO, ganharam menos peso por grama de proteína consumida, quando comparados aos peixes arraçoados três vezes ($P<0,05$). Por outro lado, os peixes arraçoados duas vezes à vontade apresentaram melhor média, comparados aos peixes arraçoados quatro vezes, nesta mesma forma de fornecimento de ração ($P<0,05$). Assim, a frequência de três vezes por %PVBIO e duas vezes à vontade proporcionaram maior eficiência na utilização da proteína. Estes valores foram menores do que o encontrado por SOUZA et al. (2000) e por SILVA et al. (2002), 2,80 e 2,50, respectivamente, para tilápia nilótica.

LEE et al. (2000) observaram aumento da TEP com o aumento da frequência alimentar, para juvenis de *Paralichthys olivaceus*, ao receberem ração uma vez a cada dois dias e uma, duas e três vezes ao dia criados em sistema de alto fluxo de água (5L/min).

Por mais que os dados para ganho de peso final, biomassa final, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência alimentar, taxa de eficiência protéica e uniformidade do lote sejam satisfatórios na presente pesquisa, são considerados inferiores para o final da engorda, quando comparados com os dados de várias pesquisas (FURUYA et al., 1998; SOUZA et al. 2000; SILVA et al. 2002; KIKUCHI et al., 2006). Isto pode ser explicado pela hierarquia observada entre os peixes durante o experimento, possivelmente em consequência do baixo número de peixes por unidade experimental (12 peixes/caixa de 100 L).

Não foram encontrados trabalhos relatando tal comportamento para a tilápia, entretanto, DIAS JÚNIOR & MOURGUÉS-SCHURTER (2001) concluíram, ao avaliarem horário de alimentação, tempo de disponibilidade da ração e comportamento alimentar de *Leporinus obtusidens*, criados em aquários de 100 L, que houve uma estruturação social, formando uma hierarquia, resultando na alimentação de alguns animais em primeiro lugar.

IMSLAND et al. (2007), também observaram esta hierarquia para juvenis de *Anarhichas minor* criados em sistema *raceway*, o que de acordo com os autores, pode comprometer a otimização da produção comercial em tanques por reprimir o desenvolvimento dos peixes.

3.3 Rendimentos de carcaça, filé e índices biométricos

No final do experimento, os peixes amostrados, para determinação de rendimentos de carcaça, filé e índices biométricos, apresentaram média geral para peso final de $475,80 \pm 96,66\text{g}$ e para comprimento final de $23,50 \pm 1,51\text{cm}$. Não foram observadas diferenças estatísticas para estas duas variáveis entre os tratamentos.

Os valores obtidos para coeficiente de Pearson demonstraram uma correlação alta do peso final com pesos de carcaça ($r=0,98$), filé ($r=0,96$) e fígado ($r=0,76$), ou seja, estas variáveis estão atreladas ao peso final dos peixes. Do mesmo modo, foi observada correlação alta do comprimento final com peso de carcaça ($r=0,80$) e peso do filé ($r=0,79$).

Não houve interação significativa para os fatores frequência e forma de fornecimento de ração para as variáveis demonstradas na Tabela 4. Observa-se que a frequência alimentar e forma de fornecimento de ração afetaram somente o rendimento de filé ($P<0,05$).

Os peixes arraçoados três, quatro e cinco vezes ao dia apresentaram maior média para rendimento de filé diferindo dos peixes arraçoados duas vezes ($p<0,01$).

TABELA 4 – Valores médios para peso final (Pf), rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice hepato-somático (IHS) e índice de gordura víscero-somática (IGVS) da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques *raceways*, submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração

Fatores de Variação	Variáveis analisadas				
	Pf (g)	RC (%)	RF (%)	IHS (%)	IGVS (%)
Frequências alimentares					
2 x/dia	445,04	53,38	32,49 b	2,31	3,26
3x/dia	455,17	53,12	34,47 a	2,11	3,36
4x/dia	494,58	53,09	34,68 a	2,15	3,13
5x/dia	508,42	52,19	34,52 a	2,20	3,57
Formas de fornecimento					
À vontade	482,08	53,37	34,42 a	2,12	3,27
% PVBIO	469,52	52,52	33,66 b	2,27	3,40
CV%	20,18	4,23	4,84	20,29	40,00

CV = coeficiente de variação. %PVBIO: porcentagem do peso vivo da biomassa. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$)

O rendimento de filé da tilápia depende de fatores diversos, entre eles: condição corporal e tamanho do peixe, método de filetagem e habilidade técnica do filetador (KUBITZA, 2000). O valor médio geral de rendimento de filé sem pele obtido na presente pesquisa ($34,04 \pm 1,09\%$) foi próximo àqueles encontrados por PADUA (2001), média de 32%, e SILVA et al. (2002), entre 31,30 a 35%, sendo o abate aos 124 g e 500 g, respectivamente, os quais trabalharam com tilápias do Nilo, linhagem Chitralada, em sistema *raceway*, e inferior ao obtido por SOUZA et al. (2000) com tilápia de 375 g (37,10%), SOUZA & MARANHÃO (2001) para tilápias entre 400 a 500g (36,84%) e WAGNER et al. (2004), 36,64%. Entretanto, VIEIRA et al. (2005) encontraram valores inferiores, ao do presente estudo, para tilápia Supreme criada em tanques de concreto, 29% com peso médio final de 344,73 g.

O rendimento de carcaça sofreu uma queda com o aumento da frequência alimentar ($P>0,05$), observa-se que a menor média foi para os peixes arraçoados cinco vezes ($P>0,05$) sendo observado também maior índice gordura víscero-somático para esta frequência ($P>0,05$), corroborando com KUBITZA (2000), o qual cita que o aumento do índice gordura víscero-somático resulta em menores rendimentos de carcaça. A média geral encontrada para rendimento de carcaça ($52,94 \pm 2,25\%$) foi próxima à faixa obtida por SILVA et al. (2002),

50,35% a 53,48%, porém inferiores aos encontrados por LIMA et al. (2000) e SOUZA et al. (2000), média de 58,2% e 55,7%, respectivamente.

Os valores médios gerais encontrados para índice hepato-somático ($2,19 \pm 0,44\%$) e gordura víscero-somático ($3,33 \pm 1,34\%$) foram superiores aos encontrados por PADUA (2001), 1,44% e 2,20%, respectivamente, ao testar quatro frequências alimentares para tilápia nilótica, fase crescimento, em sistema *raceway*.

OLIVEIRA (2006) encontrou entre 1,77% a 2,96% para índice hepato-somático ao avaliar dietas com 32% PB e quatro níveis de lisina para alevinos de tilápia do Nilo estocados em tanques *raceways*. SOUZA et al. (2002), obtiveram queda deste índice para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetido a restrição alimentar (0,80%) comparado aos peixes alimentados à vontade duas vezes ao dia (2,70%). De acordo com os mesmos autores, a restrição alimentar afeta as reservas energéticas do fígado para auxiliar na manutenção dos processos vitais frente à falta de alimento. Porém, foi observado, na presente pesquisa, que os peixes arraçados duas vezes ao dia apresentaram tendência a maior índice hepato somático do que os demais.

Os valores do índice gordura víscero-somático foram superiores aos encontrados por SOUZA et al. (2002), para o tratamento com alimentação à vontade duas vezes ao dia (2,40% a 3,00%) para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em tanques de alvenaria. Estes autores citam que quando o peixe passa por uma restrição alimentar, pode utilizar a gordura do depósito visceral.

3.4 Composição bromatológica

Os resultados médios obtidos nas análises de composição bromatológica dos filés amostrados estão demonstrados nas Tabelas 5 e 6. Foi observada correlação alta da variável peso do filé com o teor de extrato etéreo ($r=0,70$) ($P<0,0001$), ou seja, filés mais pesados podem apresentar teores mais elevados deste componente.

Observa-se que não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores frequência alimentar e forma de fornecimento de ração para peso do filé, extrato etéreo e cinzas (Tabela 5). Porém, o peso do filé e a composição de extrato etéreo sofreram efeito significativo ($p<0,0001$) das diferentes frequências testadas. O peso médio final do filé foi maior para os peixes arraçoados cinco vezes diferindo dos peixes que receberam ração três e duas vezes ao dia ($P<0,0001$). Para teor de extrato etéreo, os peixes arraçoados três vezes apresentaram maior média ($P<0,0001$). Quanto à forma de fornecimento de ração, notou-se efeito apenas sobre a composição de extrato etéreo do filé, sendo a maior média para os peixes que receberam ração à vontade ($P<0,05$).

TABELA 5 – Valores médios para peso de filé (PF), extrato etéreo (EE) e cinzas do filé da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques *raceways*, submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração

Fatores de Variação	Variáveis analisadas		
	PF (g)	EE (%)	Cinzas (%)
Frequências alimentares			
2x/dia	133,12 c	2,34 c	1,14
3x/dia	160,91 b	3,12 a	1,14
4x/dia	177,37 ab	2,79 b	1,11
5x/dia	181,50 a	2,66 b	1,13
Formas de fornecimento			
À vontade	168,31	2,84 a	1,13
%PVBIO	158,23	2,58 b	1,14
CV%	23,60	25,39	6,50

CV = coeficiente de variação. %PVBIO = porcentagem do peso vivo da biomassa. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$)

A interação entre os fatores frequência alimentar e forma de fornecimento de ração foi significativa ($P<0,05$) apenas para matéria seca total, umidade e proteína bruta (Tabela 6). A frequência de três vezes ao dia com fornecimento à vontade apresentou maior média para matéria seca total e, logo, menor umidade ($P<0,05$), do que a frequência de duas vezes. No entanto, para porcentagem de proteína bruta do filé, nota-se que a maior média foi encontrada para a forma de fornecimento pela %PVBIO na frequência de duas vezes ao dia, diferindo apenas da frequência de quatro vezes ($P<0,05$).

Estes dados estão próximos aos encontrados por PADUA (2001), que avaliou composição bromatológica do filé de tilápia, linhagem Chitralada, submetida a diferentes frequências alimentares em sistema *raceway*.

TABELA 6 – Desdobramento da interação entre os fatores frequência alimentar e forma de fornecimento de ração para matéria seca total (MST), umidade (UM), proteína bruta (PB) do filé da tilápia do Nilo, linhagem Supreme, criada em tanques *raceways*, submetida a diferentes frequências e formas de fornecimento de ração

Variáveis	Formas fornecimento	Frequências (vezes/dia)				CV
		2	3	4	5	
MST	À vontade	21,53 Ab	23,14 Aa	22,62 Aab	22,12 Aab	6,43%
	%PVBIO	22,59 Aa	22,48 Aa	21,50 Aa	22,77Aa	
UM	À vontade	78,47 Aa	76,86 Ab	77,38 Aab	77,88 Aab	1,85%
	%PVBIO	77,41 Aa	77,52 Aa	78,50 Aa	77,23 Aa	
PB	À vontade	16,56 Ba	17,20 Aa	16,37 Aa	16,20 Aa	7,94%
	%PVBIO	17,94 Aa	16,92 Aab	16,27 Ab	17,26 Aab	

CV = coeficiente de variação. %PVBIO: porcentagem do peso vivo da biomassa. Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, e maiúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$)

Em relação à composição química do filé da tilápia, linhagem Supreme, foi possível constatar que esta espécie é considerada um peixe semi-magro (Tabela 5), de acordo com JACQUOT (1961), o qual descreve intervalos de gordura com fins classificatórios, em que o peixe considerado semi-magro tem entre 2,5 a 10% de EE. Segundo SANTOS et al. (2001), a classificação do peixe pelo teor de gordura é muito importante, por influenciar diretamente na performance produtiva e na aceitação pelo mercado consumidor, devido a alteração que a mesma pode causar na palatabilidade da carne do peixe.

3.5 Avaliação econômica

Na Tabela 7, são observados os parâmetros econômicos aos 120 dias da criação. A receita líquida parcial (RLP) foi maior na frequência de três vezes ao dia com fornecimento de ração pela porcentagem do peso da biomassa (%PVBIO), enquanto a incidência de custo (IC) foi menor no mesmo tratamento. Projetando a produção em dois ciclos anuais e considerando as condições deste estudo, o tratamento de três vezes ao dia por %PVBIO apresentou RLP de R\$ 111,60/m³/ano, enquanto o tratamento de cinco vezes ao dia por %PVBIO obteve R\$ 80,80/m³/ano.

Os valores para IC foram próximos ao relatado por KUBITZA (2000) em *raceway* (R\$1,90/kg), e superiores ao custo encontrado por CARNEIRO et al. (1999) em tanques-rede (R\$ 1,84/kg), e por SILVA et al. (2003), que encontraram R\$ 0,90/kg de peixe produzido, para tilápias criadas em sistema *raceway* na densidade de 120 peixes/m³. Porém, os dados do presente trabalho foram obtidos considerando o custo da ração e dos alevinos superiores aos valores utilizados por esses autores.

TABELA 7 - Dados médios para quantidade e valor de ração e alevinos, biomassa final dos peixes (BF), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC), obtidos para os tratamentos com diferentes frequências e formas de distribuição da ração de tilápia nilótica, linhagem Supreme, no sistema *raceway*

TRAT.	RAÇÃO		ALEVINOS		BF (kg)	RB (R\$)	COP (a+b) (R\$)	RLP (R\$)	IC (R\$/kg)
	36%+ Quant (kg)	32%PB Valor (a)	Quant. (Un)	Valor (b)					
2XA	6,81	7,39	12	3,00	5,20	15,59	10,39	5,20	2,00
3XA	7,17	7,79	12	3,00	5,28	15,83	10,79	5,04	2,05
4XA	7,51	8,16	12	3,00	5,57	16,70	11,16	5,54	2,01
5XA	7,49	8,14	12	3,00	5,46	16,38	11,14	5,24	2,05
2XB	6,96	7,53	12	3,00	5,06	15,19	10,53	4,66	2,08
3XB	7,22	7,82	12	3,00	5,46	16,39	10,82	5,58	1,98
4XB	7,58	8,21	12	3,00	5,47	16,41	11,21	5,20	2,05
5XB	7,47	8,10	12	3,00	5,05	15,16	11,10	4,07	2,20

RB = BT x PP (preço de venda do kg de peixe); RLP = RB - COP; IC = COP/BT. TRAT.: frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes/dia) e forma de fornecimento da ração (A= à vontade; B= % do peso vivo da biomassa).

O custo elevado com ração extrusada, notadamente nos sistemas intensivos de produção de peixes, é o fator que deve merecer atenção especial por parte dos pesquisadores e produtores. Neste estudo, todos os tratamentos receberam o mesmo tipo de ração, ficando evidente que as diferenças de receita líquida parcial e incidência de custo se deveram ao manejo e, conseqüentemente, aos parâmetros de desempenho produtivo. NWANNA & BOLARINWA (2000), ao testarem dietas de custos diferentes para tilápia nilótica, obtiveram menor incidência de custo (US\$ 0,65/kg) para a dieta de menor custo que, no entanto, apresentou a pior conversão alimentar (2,41).

4 CONCLUSÃO

O aumento na frequência alimentar permite maior contato visual do tratador com os peixes, possibilitando melhor acompanhamento do estado de saúde dos mesmos. O que pode ser observado também quando a forma de fornecimento de ração é pela porcentagem de peso vivo da biomassa, para o qual devem ser realizadas biometrias periódicas. No entanto, devem ser levados em conta os riscos de perdas de peixes durante os manejos e os custos referentes à mão-de-obra para realizá-los.

Na presente pesquisa a frequência de três vezes ao dia para alimentação dos peixes, apresentou um dos melhores resultados para desempenho produtivo e receita líquida parcial. Em geral, para forma de fornecimento de ração à vontade foram observadas as maiores médias de desempenho produtivo, rendimentos de carcaça e filé e elevada receita líquida parcial. Assim, a recomendação mais pertinente seria a frequência de três vezes ao dia à vontade, até saciedade aparente, ensejando também, menor gasto com mão de obra.

5 REFERÊNCIAS

1. ANDREWS, J.W.; PAGE, J.W. The effects of frequency of feeding on culture of catfish. **Transactions of the American Fisheries Society**, United States, v.104, p.317-321, 1975.
2. APPELBAUM, S. e VOLVICH, L. Use of tilapia for improving water quality in intensive, integrated, circulatory fish culture system. In: V TILAPIA AQUACULTURE – INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000. Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, RJ, 2000. p. 299-302.
3. 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**, Viçosa, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
4. BALARIN, J. D.; HALLER, R. D. Commercial tank culture of tilapia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE. **Program & Abstract**, Nazareth, Israel, p.111, 1983.
5. BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; VERA, M. S. P.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. M.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERD, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 160, n. 1/2, p. 145-173, jan. 1998.
6. BERNARDES, M. V. S., PADUA, D. M. C., SILVA, P. C. Efeito da densidade de estocagem no desempenho produtivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), mantida em sistema de criação intensiva, tipo "raceway", durante o inverno. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**. Goiânia: CEGRAF, v.28, n.2, p.95 – 106, 1998.
7. BISWAS, G., JENA, J.K., SINGH, S.K., MUDULI, H.K. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in fingerlings of *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) in outdoor rearing systems. **Aquaculture Research**, England, v. 37, p. 510-514, 2006.
8. BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens Tailandesa e Comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.
9. BOZANO, G.L.N.; CYRINO, J.E.P. Produção intensiva de peixes em tanques-rede e gaiolas - Estudos de casos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E

- NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1999. p 53-60.
10. CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSS, D. M.; ZANIBONI FILHO, E. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.749-753, 2007.
 11. CARNEIRO, P.C.F.; CYRINO, J.E.P. Efeito do manejo alimentar no desempenho de carpas *Cyprinus carpio* L. e tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* L., em regime de criação intensiva. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, III ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOPATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 1994, Piracicaba, Sp. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p. 47.
 12. CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M. I. G.; CYRINO, J. R. P. Estudo de caso da criação comercial de tilápia vermelha em tanques-rede-avaliação econômica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 8, p. 52-61, ago. 1999.
 13. CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p. 187-191, jan./fev. 2005.
 14. CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J. D.; BENDHACK, F.; IGNÁCIO, S. A. Processamento do jundiá *Rhamdia quelen*: rendimento de carcaça. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.2, n.3, p. 11-17, 2004.
 15. CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. "Stress" e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In. III SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas:CBNA, 1999. p.25-40.
 16. CASTAGNOLLI, N. **Fundamentos de nutrição de peixes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 108p.
 17. COLLINS, A.L.; ANDERSON, T.A. The regulation of endogeneous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. **Journal of Fish Biology**, London, v.47, p.1004-1015, 1995.
 18. CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP. 1994, 409p.
 19. DIAS JÚNIOR, W.; MOURGUÉS-SCHURTER, L. R. Comportamento alimentar, determinação do horário de fornecimento e do tempo de disponibilidade da ração para *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Characiformes, Anostomidae) (piauí). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.5, p.1043-1050, set./out.,2001.
 20. DIEGUES, A. C. **Para uma aquicultura sustentável no Brasil**. São Paulo: NUPAUB-USP, 2006. 26 p.

21. DWYER, K.; BROWN, J.A.; PARRISH, C.; LALL, S.P. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.213, p.279–292, 2002.
22. FITZSIMMONS, K. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). **Tilapia Aquaculture in the Americas**. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture Society, 2000. p. 252-264.
23. FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, 7. SEMINÁRIO DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA AQUICULTURA, 3, 2007, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** [on line]. Belo Horizonte: AVESUI, 2007. p.121-139. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_j2x25q4u.pdf. Acesso em: 20 ago.2007.
24. FURUYA, W. M.; SOUZA, S. R.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R. P.. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p.483-487, 1998.
25. FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M.M.; MIRANDA, E.C. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1143-1149, jul./ago. 2001.
26. GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes**. 3 ed. São Paulo: Nobel, 1985. 118 p.
27. GASPARINO, E.; CAMPOS, A. T.; KLOSOVKI, E. S.; GUERREIRO, P. K.; FULBER, V. M.; LEAL, D. M.; SOUSA, I. de. Estudos de parâmetros corporais em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BRASIL, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq, 2002. p. 183.
28. HUANG, W-B; CHIU, T-S. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. **Aquaculture research**, England, n. 28, p.165-173, 1997.
29. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Estatística da Pesca 2000. Brasil – Grandes regiões e unidades de federação. Brasília, DF. 16P. 2000. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estati2000.pdf>. Acesso em: 20 maio 2008.
30. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos

pesqueiros. Estatística da Pesca 2002. Brasil – Grandes regiões e unidades de federação. Brasília, DF. 129P. 2002. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estati2002.pdf>. Acesso em: 20 maio 2008.

31. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Estatística da Pesca 2006. Brasil – Grandes regiões e unidades de federação. Brasília, DF. 167p. 2006. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/boletim_2006.zip. Acesso em: 20 maio 2008.
32. JACQUOT, R. **Organic constituents of fish and foods**. In: Fish and food. G. Borgsrom: ACADEMIC PRESS, New York, USA, v.1, p. 144-192, 1961.
33. KIKUCHI, K.; IWATA, N. Effect of feeding frequency, water temperature, and stocking density on the growth of Tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Lousiana, v.37, n.1, 2006.
34. KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3.ed. Jundiaí: F. KUBITZA, 1999a. 123p.
35. KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3.ed. Jundiaí: F. KUBITZA, 1999b. 97p.
36. KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. KUBITZA, 2000. 285p.
37. LEE, S-M; CHO, S. H.; KIM, D-J. Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck & Schlegel). **Aquaculture Research**, England, v.31, p.917-921. 2000.
38. LIMA, M. B. S.; PADUA, D. M. C.; SILVA, P. C.; SOUZA, V. L.; FRANÇA, A. F. S. Farelo de milheto (*Pennisetum americanum*) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: TILAPIA AQUACULTURE – INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, RJ, 2000. P.120-124.
39. LOURES, B. T. R. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MARQUES, H. L. M.; SUSSEL, F.R.; POVH, J.A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.877-883, 2001.

40. LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 137-164, 1997.
41. MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste – Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984. 277p.
42. MAEDA, H.; SILVA, P. C.; AGUIAR, M. S.; PADUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P. C.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R. H. Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema *raceway*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 3, p. 265-272, jul./set. 2006.
43. MARTIN, N. B.; SCORVO FILHO, J. D.; SANCHES, E. G.; NOVATO, P. F. C.; AYROSA, L. M. S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 9-47, 1995.
44. MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.1, p.7-28, jan.1998.
45. MEER, M. B. V. D.; HERWAARDEN, H. V.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, England, v.28, p. 419-432, 1997.
46. MEFFE, G. K.; SNELSON JUNIOR, F.F. Lipid dynamics during reproduction in two live bearing fishes, *Gambusia holbrooki* and *Poecilia latipinna*. **Canadian Journal Fishery Aquatic Science**, v.50, p.2185-2191, 1993.
47. MUIR, J.; RIJN, V.; HARGREAVES, J. Production in intensive and recycle systems. In: BEVERIDGE, M.C.M., McANDREW, B.J. (Eds.). **Tilapias: biology and exploitation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, cap. 7, p. 405-445.
48. NUNES, A. J. P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.12, n.71, p.27-39, maio/jun. 2002.
49. NWANNA, L.C.; BOLARINWA, T.O. Effects of different dietary oils on growth and economic performance of tilapia, *Oreochromis niloticus*. In: TILAPIA AQUACULTURE – INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro. 2000, v.1, p. 227-233.
50. OLIVEIRA, F. A.; TAKITANE, I. C.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, R. M. R.; ARGENTIM, D. Avaliação do desempenho produtivo e econômico da tilápia em diferentes níveis e períodos de arraçoamento. In: REUNIÃO ANUAL DA

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44 [cd-rom], 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007a.
51. OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; BRITO, P. P.; GOMES, J. P.; SILVA, R. F.; PADUA, D. M.C. Efeito da renovação da água sobre parâmetros hidrológicos na criação da tilápia do Nilo, em *raceway*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44 [cd-rom], 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007b.
 52. OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; STRINGHINI, J. H.; ROQUE, R. S.; PADUA, D. M. C.; RUFINO, L. M. Composição de carcaça em alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de proteína e lisina, no sistema *raceway*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44 [cd-rom], 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007c.
 53. OLIVEIRA, R. P. **Desempenho e composição de carcaça de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes níveis de proteína e lisina, no sistema “raceway”**. 2006. 59f. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.
 54. ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ª ed. rev. e ampl. Jundiaí: Eduardo Ono, 2003. 112 p.
 55. PADUA, D.M.C. **A frequência alimentar e a utilização dos nutrientes da dieta pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus***. Jaboticabal, 2001.103 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciência Agrária e Veterinária da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, São Paulo.
 56. PEZZATO, L.E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. São Paulo, 1997. **Anais...** Piracicaba: CBNA, 1997, p.45-62.
 57. 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**, Belo Horizonte, v.58, n.2, p.257-262, 2006.
 58. RAKOCY, J. E. Tank culture of tilapia. **Southern Regional Aquaculture Center - SRAC Publication** [on line], Texas, n. 282, 4p. 1989. Disponível em: <http://srac.tamu.edu/index.cfm?catid=11>. Acesso em: 10 ago. 2007.
 59. ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 49 p.il. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, 53) [on line]. Disponível em: www.cpap.embrapa.br. Acesso em: 18 ago. 2007.

60. SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, M. B.. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). Revista da FZVA, Uruguaiana, v.7/8, p. 140-150, 2000/2001.
61. SANTOS, V. B., FREITAS, R. T. F., LOGATO, P. V. R., FREATO, T. A., ORFÃO, L. H., MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 554-562, mar./abr. 2007.
62. SCHNAITTACHER, G.; KING, W. V.; BERLINSKY, D. L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture Research**, England, v.36, p.370-377, 2005.
63. SCORVO FILHO, J.D. MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 41-60, 1998.
64. SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFG, 1981. 165p.
65. SILVA, P. C. **Efeitos da densidade populacional e da renovação de água sobre o desempenho produtivo, parâmetros hidrológicos e lucratividade na produção da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema raceway**. 2001. 47 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
66. SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; SOUZA, V. L. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em *raceway*. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 935-941, 2002.
67. SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; TAVARES, L. H. S.; SOUSA JÚNIOR, R. P.; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema *raceway*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p.9-13, 2003.
68. SILVA, P. C.; OLIVEIRA, R. P. C.; MAEDA, H.; PADUA, D. M. C.; POMI, A. O. Densidade de estocagem na segunda alevinagem da tilápia nilótica, em sistema intensivo tradicional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44 [cd-rom], 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007a.
69. SILVA, P. C.; OLIVEIRA, R. P. C.; MAEDA, H.; PADUA, D. M. C.; POMI, A. O. Densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia do Nilo, no sistema *raceway*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44 [cd-rom], 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007b.

70. SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 72p.
71. SOLIMAN, A. K.; ATWA, A. M. F.; ABAZA, M. A. Partial replacement of fish meal protein with black seed meal protein, with and without lysine and methionine supplementation, in diets of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: TILAPIA AQUACULTURE - INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, RJ, 2000, v. 1, p. 187-196.
72. SONODA, D. Y. **Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques rede para diferentes mercados**. 2002. 92 f. Dissertação (mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
73. 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**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.
74. SOUZA, M. L. R.; CARACIOLO, M. S. B.; LÊMOS, J. B.; COSTA, F. J. C. B.; ALENCAR, M. A. R. de. Avaliação do rendimento da carne da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BRASIL, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq, 2002. p. 231.
75. SOUZA, V. L.; SILVA, P. C.; PADUA, D. M. C.; DALACORTE, P. C. Comparison of productive performance of sex reversed male Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Thai Strain), and tetra hybrid red Tilapia (Israeli Strain). In: TILAPIA AQUACULTURE – INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5, 2000. Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, 2000, v.1, p. 83-87.
76. THOMASSEN, J. M.; FJAERA, S. O. Studies of feeding frequency for Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquacultural Engineering**, England, v.15, p.149-157, 1996.
77. TOYAMA, G. N.; CORRENTE, J. E.; CYRINO, J. E. P. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.221-228, abr./jun. 2000.
78. TSEVIS, N.; KLAUDATOS, S.; CONIDES, A. Food conversion budget in sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. **Aquaculture**, Amsterdam, v.101, p.293-304, 1992.
79. TUCKER, B. J.; BOOTH, M. A.; ALLAN, G. L.; BOOTH, D.; FIELDER, D. S. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 258, p.514-520, 2006.

80. VIEGAS, E. M. M. Situação atual e perspectivas do beneficiamento e processamento do pescado produzido em criações comerciais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3. **Anais...** Campinas: CBNA, 1999. p15-24.
81. VIEGAS, E. M. M.; ROSSI, F. **Técnicas de processamento de peixes.** Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001. 88p.
82. VIEIRA, V. P.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; POVH, J. A.; VARGAS, L.; BARRERO, N. M. L. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em Maringá-PR. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.3, n.3, p. 19-26, jul./set. 2005.
83. WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; POVH, J. A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p.187-196, 2004.
84. ZHOU, B. Z.; CUI, Y.; XIE, S.; ZHU, X.; LEI, W.; XUE, M.; YANG, Y. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, Germany, v.19, p.244-249, 2003.
85. ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 69, mar./abr. 2003. p. 69.

6 ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS

6.1 ANEXOS



Figura 1 – Delineamento experimental: A) tanques distribuídos a céu aberto com caixas internas onde se realizou a engorda dos peixes; B) Detalhe da entrada e saída de água e proteção das caixas.