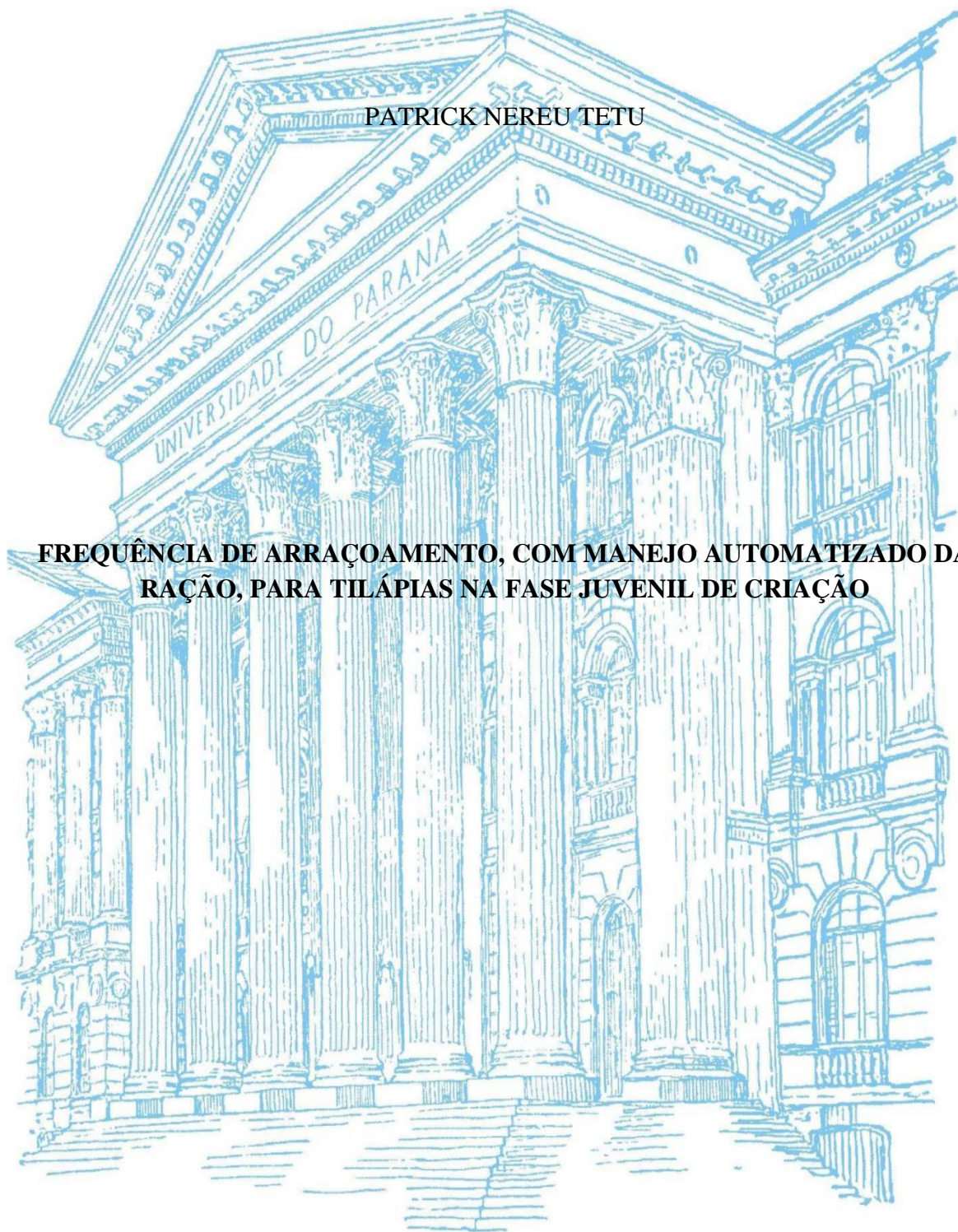


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRICK NEREU TETU

**FREQUÊNCIA DE ARRAÇAMENTO, COM MANEJO AUTOMATIZADO DA
RAÇÃO, PARA TILÁPIAS NA FASE JUVENIL DE CRIAÇÃO**



PALOTINA

2016

PATRICK NEREU TETU

**FREQUÊNCIA DE ARRAÇOAMENTO, COM MANEJO AUTOMATIZADO DA
RAÇÃO, PARA TILÁPIAS NA FASE JUVENIL DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, no Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Setor de Palotina, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Caetano de Oliveira

Coorientadora: Dr.^a Cecília Silva de Castro

PALOTINA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T347 Tetu, Patrick Nereu
Frequência de arrazoamento, com manejo automatizado da
ração, para tilápias na fase juvenil de criação / Patrick Nereu
Tetu . – Palotina, 2016
37f.

Orientador: Luciano Caetano de Oliveira.

Coorientadora: Cecília Silva de Castro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e
Desenvolvimento Sustentável.

1. Alimentação automática. 2. Manejo alimentar. 3. GIFT.
4. Arduino. I. Oliveira, Luciano Caetano de. II. Castro, Cecília
Silva de. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 639.3.043



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor PALOTINA
Programa de Pós-Graduação AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **PATRICK NEREU TETU** intitulada: **FREQUÊNCIA DE ARRAÇOAMENTO, COM MANEJO AUTOMATIZADO DA RAÇÃO, PARA TILÁPIAS NA FASE JUVENIL DE CRIAÇÃO**, após terem inquirido o aluno e realizado e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação.

Palotina, 19 de Dezembro de 2016.

LUCIANO CAETANO DE OLIVEIRA
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALEXANDRE LESEUR DOS SANTOS
Avaliador Externo (UFPR)

CARLOS EDUARDO ZACARKIM
Avaliador Interno (UFPR)

DEDICO

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma contribuíram para a realização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e sabedoria que me deste.

Agradeço a meus pais João Elias Nereu Tetu e Clarice Panini e minhas irmãs Caroline Nereu Tetu e Jacqueline Nereu Tetu por todo o apoio e incentivo que me deram ao longo do caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Caetano Oliveira, pela confiança em me orientar, pela amizade e todos os conselhos concedidos.

A Dr.^a Cecília Silva de Castro, pela amizade e co-orientação, que foi de fundamental importância para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. MSC. Pedro Gusmão, pelo auxílio na formulação e confecção das rações e todos os esclarecimentos de dúvidas.

A todos do laboratório pela amizade, pela ajuda e pelos momentos de descontração Jefferson Firmino Ferreira, Anderson José de Sousa, Rafael Silva, Vinícius S. Silva e demais integrantes.

A todos os amigos que fiz em Palotina ao longo desses anos em especial Guilherme Cumino Kichijanowski, Rogério Luiz Zilli, Michel Grubert que foram companheiros de moradia.

A todos os meus amigos de Nova Aurora especialmente Deijuney Roecker amigo desde a infância.

A todos da república Toca do Lagarto e Vaca Véia moradores e frequentadores, pela amizade e momentos de descontração.

A Universidade Federal do Paraná e o Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, pelos conhecimentos adquiridos.

Aos membros da banca pela avaliação e colaboração com o trabalho.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

EPÍGRAFE

E mesmo que meus passos sejam falsos, mesmo que os meus caminhos sejam errados, mesmo que o meu jeito de levar a vida incomode, eu sei quem sou, e sei pelo que devo lutar. Se você acha que o meu orgulho é grande, é porque nunca viu o tamanho da minha fé!

(Tião Carreiro)

RESUMO

A aquicultura brasileira vem crescendo exponencialmente, exigindo cada vez mais o emprego de novas tecnologias que visem melhorar a produção e facilitar o manejo alimentar. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares, com fornecimento automatizado da ração, sobre o desempenho produtivo de tilápias GIFT na fase inicial de criação. Alevinos de tilápias GIFT, com peso médio inicial de $0,7 \pm 0,2$ g, foram distribuídos em 16 tanques experimentais (100L) de um sistema recirculado, com densidade de 1,2 alevinos/L. Diferentes frequências de alimentação foram avaliadas (6, 12, 24 e 48 refeições/dia) com quatro repetições por tratamento. As tilápias foram alimentadas diariamente com ração formulada de acordo com as exigências nutricionais da espécie. A ração foi fornecida por meio de alimentadores automatizados, controlados por Arduíno UNO R3, com ajuste diário da quantidade de ração de acordo com o ganho de peso dos peixes. O experimento teve duração de 28 dias. Ao final do experimento, os tratamentos com 12 e 24 refeições/dia proporcionaram melhor resultado para peso médio final, ganho de peso, ganho de peso diário e taxa de crescimento específico. A frequência de 48 refeições/dia apresentou melhor resultado para uniformidade do lote, entretanto com menor crescimento comparado as frequências de 12 e 24 refeições/dia. Não houve diferença entre as frequências alimentares avaliadas para os resultados de conversão alimentar aparente e sobrevivência. Pode-se concluir através da regressão que o ideal para esta fase de criação e dentro das condições experimentais obtidas durante o experimento que o ideal seria utilizar uma frequência de 27 refeições/dia para se obter um melhor crescimento de juvenis de tilápia GIFT.

Palavras-chave: alimentação automática, manejo alimentar, GIFT, Arduíno

ABSTRACT

Brazilian aquaculture has been growing exponentially, increasingly requiring the use of new technologies aimed at improving production and facilitating feed management. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of different feeding frequencies, with automated feed management, on the productive performance of GIFT tilapia in the initial phase of rearing. GIFT tilapia fingerlings, with initial mean weight of 0.7 ± 0.2 g, were distributed in 16 experimental tanks (100L) of a recirculated system, with stocking density of 1.2 fingerlings/L. Different feeding frequencies were evaluated (6, 12, 24 and 48 meals/day) with four replicates per treatment. The tilapia were fed daily with diet formulated according to the requirements of the species. The diet was supplied by automatic feeders controlled by Arduino UNO R3®, with daily adjustment of the amount of feed according to the weight gain of fishes. The experiment lasted 28 days. At the end of the experiment, treatments with 12 and 24 meals / day provided better results for final mean weight, weight gain, daily weight gain and specific growth rate. The frequency of 48 meals / day presented better results for batch uniformity, however with lower growth compared to frequencies of 12 and 24 meals / day. There was no difference between the feed frequencies evaluated for apparent feed conversion and survival. It can be concluded through the regression that the ideal for this stage of creation and within the experimental conditions obtained during the experiment that the ideal would be to use a frequency of 27 meals / day to obtain a better growth of GIFT tilapia juveniles.

Key-words: automatic feeding, feed management, GIFT, Arduino

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: TANQUES EXPERIMENTAIS, EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO, PARA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS 19
- FIGURA 2: PESO MÉDIO DAS TILÁPIAS AO LONGO DE 28 DIAS DE ACORDO COM AS DIFERENTES FREQUÊNCIAS, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE SUPERFÍCIE RESPOSTA EM 3D (A) E DE CURVAS DE NÍVEL EM 2D (B) 24
- FIGURA 3: GANHO DE PESO DIÁRIO DAS TILÁPIAS AO LONGO DE 28 DIAS DE ACORDO COM AS DIFERENTES FREQUÊNCIAS, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE SUPERFÍCIE RESPOSTA EM 3D (A) E DE CURVAS DE NÍVEL EM 2D (B)..... 25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: FORMULAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA RAÇÃO EXPERIMENTAL	21
TABELA 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE ALEVINOS DE TILÁPIA SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE ALIMENTAÇÃO POR 28 DIAS.	23

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da ABNT, disponível em: <<http://www.campuspalotina.ufpr.br/sites/default/files/RefABNT.pdf>>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	CENÁRIO AQUÍCOLA NO BRASIL	14
2.2	TILÁPIA DO NILO	15
2.3	AUTOMAÇÃO E MANEJO ALIMENTAR	15
3	OBJETIVO	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1	INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	18
4.2	SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA	19
4.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO ALIMENTAR	20
4.4	RAÇÃO EXPERIMENTAL	20
4.5	DESEMPENHO PRODUTIVO E ANÁLISES MORFOMÉTRICAS	21
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
5	RESULTADO	23
5.1	QUALIDADE DE ÁGUA	23
5.2	DESEMPENHO PRODUTIVO	23
6	DISCUSSÃO	25
7	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios do mundo será alimentar mais de nove bilhões de pessoas em 2050. Em um contexto de mudanças climáticas, incertezas econômicas e financeiras os países membros das Nações Unidas adotaram em setembro de 2015 a agenda 2030 de desenvolvimento sustentável. Nesta agenda também foi estabelecida a contribuição da pesca e aquicultura para nutrição e segurança alimentar a partir da utilização de recursos naturais, de tal forma que garanta um desenvolvimento sustentável em termos econômicos, sociais e ambientais (FAO, 2016).

Estima-se que o pescado represente 16,7% de toda a proteína animal consumida por humanos no mundo, valor superior ao das carnes de suíno, frango, bovino, ovino e caprino, as mais consumidas na sequência (FAO, 2014a, 2014b). Em 2011 foram produzidas cerca de 155 milhões de toneladas de pescado no mundo, sendo 130,8 milhões de toneladas destinadas para o consumo humano (FAO, 2016).

Dada a estagnação da produção de pescado pela captura desde o final dos anos 1980, a aquicultura tem sido o gatilho para o crescimento da oferta de pescado para consumo humano (FAO, 2016). Em 2014, a produção mundial de peixes provindos da aquicultura gerou uma receita de 160,2 bilhões de USD, com produção de 49,8 milhões de toneladas apenas de peixes de escama. A Ásia se destaca entre todos os continentes, sendo responsável pela produção de 43,71 milhões de toneladas do total de peixes de escama produzidos (FAO, 2016).

O Brasil acompanha o crescimento mundial e destaca-se como terceiro maior produtor aquícola das Américas (FAO, 2014b). O crescimento do setor aquícola no país apresentou um incremento de aproximadamente 50% na produção durante os anos de 2009 a 2011 e tornou a produção de pescado a que mais cresceu no mercado nacional de carnes, dando destaque principalmente à piscicultura continental, com cerca de 86% da produção total nacional (MPA, 2011). A criação de tilápias representa 39% da produção da piscicultura continental brasileira, tendo o Estado do Nordeste como maior produtor com cerca de 37,88%, e em segundo lugar a região Sul com cerca de 26,47% (MPA, 2011).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais produzidas devido ao seu desempenho zootécnico, pois possui alta taxa de crescimento, adaptabilidade às mudanças no ambiente, facilidade de obtenção de larvas; podem ser criadas em ambientes abertos ou fechados, com água doce, salobra ou marinha e com diferentes níveis tecnológicos; apresenta hábito alimentar onívoro e possui ampla capacidade de utilizar energia e nutrientes dos ingredientes de origem vegetal e animal, possibilitando a formulação de dietas práticas de

baixo custo ao produtor e de elevado valor nutritivo ao peixe (PEZZATO et al., 2004; EL-SAYED, 2006; FURUYA et al., 2010)

O crescimento vertiginoso da aquicultura traz consigo a necessidade de maior estudo sobre as espécies, sistemas de produção e a necessidade de investimento em tecnologia. Um exemplo real é o que aconteceu com a avicultura; antes da automação, um tratador cuidava de 5.000 aves de corte e atualmente uma única pessoa cuida de 60.000 aves (AGOSTINHO et al., 2011). A suinocultura também tem automatizado os seus sistemas de alimentação e a tendência é que a aquicultura siga o mesmo caminho. Em Taiwan, por exemplo, a produção de bijupirá obteve um salto de 750 toneladas em 1997 para 3710 toneladas em 2001, devido às novas técnicas adotadas pelos produtores locais, dentre as quais estão: à utilização de gaiolas submersas, o cultivo em duas fases, melhoria na qualidade da ração, e principalmente o emprego de equipamentos de alimentação automática (CHANG, 2003).

O uso de alimentadores automáticos na piscicultura possibilita o fornecimento de alimento em alta frequência, nos períodos diurno e noturno, fatores determinantes no aproveitamento do alimento e no desempenho produtivo de várias espécies. Contudo, essa tecnologia depende de informações básicas referentes ao consumo de alimento em função da fase de criação, do hábito alimentar da espécie, da temperatura e do oxigênio dissolvido na água (ARGENTIM, 2016).

O número de refeições diárias em condições naturais varia de acordo com o hábito alimentar e plasticidade trófica da espécie, não podendo ser utilizado um parâmetro único no manejo alimentar para todas as espécies, sendo assim, o efeito da frequência alimentar para cada espécie em confinamento é importante na definição do melhor manejo alimentar (ARGENTIM, 2016). O uso de adequada frequência alimentar pode proporcionar maior crescimento aos peixes (CANTON et al., 2007), distribuir melhor o alimento ao longo do dia, melhorando o aproveitamento da ração (SOUSA et al., 2012), conferir maior uniformidade aos lotes (SOUSA et al., 2010), diminuir o consumo diário de oxigênio (YAGER e SUMMERFEL, 1994), reduzir o canibalismo, no caso de peixes pelágicos (BENETTI et al., 2001), dentre outros fatores positivos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CENÁRIO AQUÍCOLA NO BRASIL

Dentre os países que possuem grande potencial para a aquicultura, o Brasil se destaca principalmente por sua disponibilidade hídrica, clima favorável e espécies nativas de interesse zootécnico e mercadológico (BALDISSEROTTO e GOMES 2013). Mesmo com grande potencial, a aquicultura nacional apresenta números muito inferiores aos dos maiores produtores mundiais, como a China, Índia, Vietnã e Indonésia (FAO, 2014b). Ainda assim, a aquicultura brasileira vem se destacando a cada dia, crescendo juntamente com outras cadeias do agronegócio (SIDONIO et al., 2012). Em 2011 a produção brasileira de pescado atingiu 1,432 milhões de toneladas, representando um incremento de aproximadamente 13,2% em relação a 2010, com destaque para a aquicultura continental que representa 38% deste total (MPA, 2011).

A produção brasileira de aquicultura continental foi de 544,4 mil toneladas em 2011, sendo baseada principalmente na criação de peixes, pois as demais produções praticadas em água doce não apresentaram números significativos. A tilápia, o tambaqui *Colossoma macropomum*, o híbrido tambacu (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus mesopotamicus*), a carpa-comum e o pacucaranha *Piaractus mesopotamicus* são as principais espécies produzidas (MPA, 2011).

A região Nordeste do Brasil apresentou produção de 199,5 mil toneladas de pescado no ano de 2011, seguida da região Sul com 172,4 mil, Norte 94,7 mil, Sudeste 86,9 mil e Centro-oeste com 75,1 mil, sendo esta última provinda excepcionalmente da aquicultura continental. O censo aquícola do Brasil referente ao ano de 2008 contabilizou 18.075 empreendimentos comerciais de aquicultura em todo o país, e a piscicultura continental representou cerca de 90% dos empreendimentos (MPA, 2011). A estimativa é de que o Brasil deva registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025 (FAO, 2016).

Mesmo com grande diversidade de espécies nativas com potencial para aquicultura, o que mais se destaca no Brasil é a criação de tilápia, com produção em 2011 de 253,8 mil toneladas (MPA, 2011). No país 8.855 unidades produtivas desta espécie foram identificadas, distribuídas por todos os estados, com exceção do Amazonas, onde a legislação vigente não permite a sua criação. A maior concentração dos produtores dessa espécie ocorre nos Estados do Sul, com 41% do total (MPA, 2008).

2.2 TILÁPIA DO NILO

Existem aproximadamente 70 espécies de peixes taxonomicamente classificadas na família Cichlidae e que recebem denominação de tilápia, porém somente *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis aureus*, *Tilapia rendalli* e seus híbridos apresentam importância para aquicultura (STICKNEY, 1997). A tilápia é produzida em mais de 100 países e pode se tornar o mais importante grupo de peixes produzidos no século XXI (SHELTON, 2002). Possui bom desempenho zootécnico e aceita ração desde a fase larval (MEURER et al., 2000), e devido à suas características positivas como hábito alimentar onívoro, adaptabilidade aos diversos sistemas de produção, ótimo desempenho produtivo e rusticidade (MEURER; HAYASHI; BOSCOLO, 2003), teve produção global de 3,95 milhões de toneladas em 2011 (FAO, 2014c). No Brasil, *O. niloticus* foi introduzida em 1971, trazida da Costa do Marfim (CASTAGNOLLI, 1992), e representa mais de 90% das tilápias cultivadas no país (MPA, 2008). A criação desta espécie representa 39% da produção da piscicultura continental brasileira (MPA, 2011).

O grande passo para a criação de tilápias foi a seleção genética, e a variedade GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) se originou deste processo (PONZONI; HAMZAH; TAN; KAMARUZZAMAN, 2005). Esta variedade foi desenvolvida a partir do cruzamento de oito linhagens, sendo quatro africanas selvagens e quatro domesticadas da Ásia (GJEDREM, 2012), chegando a exemplares que apresentam rusticidade ao manejo reprodutivo e excelente desempenho produtivo, bem como elevado grau de resistência às doenças e infecções (KHAW; PONZONI e DNTING, 2008).

Pesquisas sobre nutrição de larvas estão sendo desenvolvidas, buscando limitar o emprego de alimento vivo aos primeiros dias de vida, substituindo-o por alimentos totalmente artificiais, e a tilápia é uma espécie que aceita bem este tipo de alimento desde as fases iniciais (MEURER; HAYASHI e BOSCOLO, 2003). Na produção de tilápias, a larvicultura é uma etapa de fundamental importância para a obtenção de peixes saudáveis, e a nutrição e manejo adequado nas fases iniciais torna-se um pré-requisito básico para o sucesso das outras etapas do cultivo (HAYASHI et al., 2002).

2.3 AUTOMAÇÃO E MANEJO ALIMENTAR

Na maioria das pisciculturas brasileiras o fornecimento de ração é manual e os funcionários se baseiam em uma tabela semanal de oferta de ração, que pode sub ou

superestimar a quantidade de ração ofertada. Na tentativa de melhorar a produtividade, as pisciculturas têm investido em mão de obra especializada e novas tecnologias (SANTOS, 2015). Sistemas automatizados de alimentação na produção de peixes facilitam o manejo alimentar, aumentam a produtividade e uniformidade dos lotes, reduzem o desperdício de alimento e melhoraram a eficiência alimentar (KUNNI, 2010; OLIVEIRA, 2010; SOUSA et al., 2012), e ainda podem reduzir em até 40% os custos com mão-de-obra (PAPANDROULAKIS; DIMITRIS e PASCAL, 2002). A automação na aquicultura viabiliza a piscicultura industrial, proporcionando caráter sustentável à atividade por diminuir os impactos ambientais comumente visíveis em grandes produções (KUNNI, 2010).

Agostinho et al. (2010) desenvolveram alimentadores automáticos próprios para tanques-rede. Esses alimentadores podem ser acoplados a tanques-rede de diversos tamanhos, com capacidade que pode variar de 50 a 500 kg de ração, funcionam a energia solar, podem ser instalados distantes da margem e em propriedades onde não há energia elétrica disponível, além de possibilitar o fornecimento do alimento em frequências e períodos pré-determinados, fatores que podem influenciar diretamente no aproveitamento do alimento e no desempenho produtivo (AGOSTINHO et al., 2011). De acordo com Menezes (2014), alimentadores automáticos possibilitam o fornecimento de ração com menores intervalos de tempo (alta frequência alimentar), além de possibilitar a alimentação tanto no período diurno quanto noturno.

Frequência, taxa e horário de alimentação, aliados ao sistema de produção, são fatores do manejo alimentar que determinam bons resultados na produção (SOUSA, 2007). A frequência alimentar ideal para um bom desenvolvimento dos peixes varia conforme a espécie, idade, qualidade e temperatura da água (AVENDAÑO, 2008). Peixes jovens como pós-larvas e alevinos apresentam maior atividade metabólica e necessitam se alimentar mais vezes ao dia para suprir suas exigências em relação aos animais adultos (MURAI e ANDREWS, 1976). A tilápia (*Oreochromis niloticus*) por ser uma espécie onívora apresenta estômago mais reduzido, comparado a espécies carnívoras, limitando sua capacidade de armazenamento de alimento, fazendo com que procure alimento mais frequentemente (CARNEIRO e MIKOS, 2005). Estas características sugerem que o manejo alimentar com fornecimento do alimento em alta frequência para essa espécie pode melhorar seu desempenho produtivo (AGOSTINHO et al., 2011).

Para espécies de peixes que filtram e se alimentam naturalmente em alta frequência, recomenda-se o fornecimento do alimento em pequenas proporções com maior frequência diária (MEER; HERWAARDEN e VERDEGEM, 1997). Na produção de tilápias, o aumento da frequência alimentar diminui a desuniformidade na fase de larvicultura, reduz a competição

pelo alimento, diminui a poluição com restos de ração e proporciona melhor desempenho produtivo (SOUSA et al., 2013). O correto manejo alimentar na produção de peixes, com adequada frequência e taxa de alimentação, reduz os custos de produção e traz benefícios em parâmetros de desempenho, tais como ganho de peso e menor tempo de cultivo devido a velocidade com que o peixe atinge o peso de mercado (OLIVEIRA et al., 2016).

Vários são os estudos realizados com frequência alimentar nas mais diversas espécies de peixes, como tilápia (*Oreochromis niloticus*) (SANTOS et al., 2014), jundiá (*Rhamdia quelen*) (ARNEIRO e MIKOS), lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*) (HAYASHI et al., 2004), trairão (*Hoplias lacerdae*) (LUZ e PORTELLA, 2005) entre outras, porém as frequências alimentares estudadas são relativamente baixas e variam entre uma vez ao dia a oito vezes ao dia, sendo raras as pesquisas com frequências maiores que doze vezes por dia (ARGENTIM, 2016). Argentim (2016) testou o efeito de altas frequências alimentares para juvenis de beijupirá e observou maior peso final, ganho de peso médio e taxa de crescimento específico para os peixes alimentados 24 vezes/dia em relação aos alimentados com frequência de 4 e 12 vezes/dia. Em estudo com juvenis de tilápia do Nilo, Sousa et al. (2012) observaram melhor taxa de conversão alimentar com o fornecimento da ração em alta frequência (24 vezes/dia), resultando em economia de até 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzido, aumentando a sustentabilidade econômica da produção.

Oliveira (2010) avaliou o efeito de altas frequências alimentares (24, 32, 48 e 96 vezes ao dia) sobre a reversão sexual de tilápias e observou para a frequência de 48 refeições/dia população de 100% machos ao final de 14 dias de cultivo. Em pisciculturas onde se adota o manejo alimentar convencional, a ração contendo hormônio para reversão sexual de tilápias é fornecida manualmente de 10 a 12 vezes por dia e por um período de 28 dias para se conseguir lotes 100% macho (KUBITZA, 2000; GREEN; VEVERICA e FITZPATRICK, 1997). Santos (2015), afirma que é possível reduzir o tempo de reversão de tilápias para sete dias com o fornecimento em alta frequência (30 em 30 minutos) da ração contendo hormônio masculinizante, destacando que esta é uma técnica de obtenção de população monossexo eficiente e que pode ser uma possível substituta da técnica convencional praticada em pisciculturas comerciais.

Uma prática comum em criações de tilápias é a triagem periódica para melhorar a homogeneidade dos lotes, porém essa prática causa stress aos animais o que acaba acarretando em perda de desempenho e mortes após o manejo. Souza (2010) obteve melhor uniformidade em larvas de tilápia alimentadas 24 vezes/dia quando comparado com as que receberam alimento apenas 12 vezes/dia relatando que pode haver dominância quando estas são

alimentadas poucas vezes ao dia. Schäfer (2015) também obteve melhor uniformidade em pós-larvas de tilápias com alimentação em alta frequência (48 vezes/dia). A hierarquia na alimentação entre os peixes, onde se há indivíduos dominantes acarreta em desuniformidade do lote (VERA CRUZ e MAIR, 1994). Koskela; Jobling e Pirhonen (1997) observaram lotes mais uniformes de *Coregonus lavaretus* alimentados 24 vezes/dia do que para os alimentados 12 vezes/dia e atribuíram essa melhor homogeneidade do tamanho á menor competição pelo alimento. Wang; Hayward e Noltie (1998) acreditam que a alta frequência alimentar aumenta a oportunidade de acesso ao alimento para os peixes subordinados, pois os dominantes ficarão saciados e menos agressivos, o que resulta na melhor uniformidade. A partir deste manejo de alimentação mais fracionada é possível diminuir a prática de triagem de peixes em tanques-rede (SOUSA et al., 2008).

Portando, baseado nos estudos sobre frequência alimentar em diferentes espécies de peixes, é possível obter melhor desempenho zootécnico na fase juvenil de criação de tilápia com o aumento da frequência alimentar.

3 OBJETIVO

O trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares no arraçoamento, com fornecimento automatizado da ração, sobre o desempenho produtivo de tilápias GIFT na fase de alevino.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido em uma propriedade situada na zona rural do município de Nova Aurora, no Estado do Paraná, 24°32'01.45"S 53°18'46.04"O, onde as tilápias foram cultivadas em sistema de recirculação de água por 28 dias. O experimento foi aprovado pelo CEUA/Palotina sob o protocolo nº 45/2015.

Dois sistemas de recirculação independentes foram instalados em um ambiente fechado com 30 m². Cada sistema era composto por oito tanques circulares de 100 L (unidades experimentais), um tanque de 250 L preenchido com 100 L de argila expandida para filtragem

biológica, uma bomba para circulação da água e um soprador de ar (Figura 1). A vazão de entrada de água em cada unidade experimental era de 9 L/min.

Cada unidade experimental possuía aeração independente para oxigenação da água e um alimentador automático. Os tanques foram sifonados diariamente (5% do volume de água de cada tanque), após a última alimentação fornecida aos peixes, e a água era repostada no sistema.

Temperatura e oxigênio dissolvido da água foram monitorados diariamente pela manhã (9:00 h) e a tarde (15:00 h) por meio de oxímetro (HANNA, HI 9146). O pH e a amônia da entrada de água foram monitorados diariamente com kit comercial LabconTest (Alconpet).

FIGURA 1: TANQUES EXPERIMENTAIS, EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO, PARA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS



FONTE: O autor (2016)

4.2 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA

O sistema de alimentação era composto por 16 alimentadores automatizados, fabricados em polietileno tereftalato, com capacidade para 300g de ração, e micromotor de pêndulo DC (12 v) para dispensar a ração. Os alimentadores eram acionados através de um Arduíno UNO

R3 que emitia o sinal para um módulo de relé (12 v) alimentado por uma fonte chaveada (12v) com intensidade de corrente elétrica (5A).

A correção diária na oferta de ração foi feita por meio de programação em linguagem (C/C++) do Arduíno, baseada no ganho de peso diário dos peixes, estimado por meio de uma conversão alimentar esperada de 1,5, com redução para 0,9 (OLIVEIRA, 2010). O cálculo da quantidade de alimento a ser fornecida foi feito para cada tratamento experimental, de acordo com o crescimento dos peixes. A correção diária na oferta de ração foi calculada utilizando a equação proposta por Castro et al. (2014):

$$RD = \left\{ PTy + \left(\frac{PTy * Tx}{CAE} \right) \right\} * Tx$$

Onde: RD = ração diária; Tx = taxa de alimentação; PTy = peso total do dia anterior; CAE = conversão alimentar esperada.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO ALIMENTAR

Juvenis de tilápias da linhagem GIFT, com peso médio inicial de $0,7 \pm 0,2$ g, foram distribuídos nas 16 unidades experimentais com densidade de estocagem de 1,2 peixes/L, totalizando 120 peixes por tanque. O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada sistema de recirculação constituía um bloco experimental. Diferentes frequências de alimentação foram avaliadas (6, 12, 24 e 48 refeições/dia).

A quantidade diária de ração, fornecida por meio de alimentadores automáticos, era fracionada em porções iguais de acordo com cada tratamento experimental. A ração foi fornecida no período das 7:00 as 19:00 horas, com taxa alimentar inicial de 13% do peso vivo (PV), com redução para 9% PV no decorrer do experimento (OLIVEIRA, 2010). Nos primeiros 10 dias do experimento as tilápias foram alimentadas com ração extrusada triturada, e após este período com ração extrusada.

4.4 RAÇÃO EXPERIMENTAL

A ração experimental foi formulada de acordo com as exigências nutricionais da espécie (NRC, 2011) e sua composição apresentada na Tabela 1. Para elaboração da ração experimental, os alimentos foram moídos individualmente em um triturador tipo martelo com peneira de

0,7mm. Após a moagem os ingredientes foram pesados e misturados, incorporando o suplemento vitamínico e mineral. A mistura foi homogeneizada e em seguida umedecida com água à 55 °C para então ser processada em micro extrusora para laboratório (exteec) com matriz de 1,5mm. Após a extrusão a ração foi transferida para secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 24 h. O óleo foi incorporado na ração, após o processo de secagem, pelo método de aspersão com pulverizador manual e em seguida a ração foi transferida para estufa de ventilação forçada a 55°C por 3 h. Após esta última etapa, a ração foi embalada, e armazenada.

TABELA 1: FORMULAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA RAÇÃO EXPERIMENTAL

<i>Ingredientes (%)</i>	Quantidade
Farelo de Soja	47,00
Farinha de peixe	26,00
Milho	18,00
Óleo soja/peixe 1:1	6,50
Fosfato bicálcico	1,48
Sal	0,50
Suplemento vitamínico e mineral ^a	0,50
BHT	0,02
<i>Composição Analisada (% Matéria seca)</i>	
Proteína Bruta	38,64
Extrato Etéreo	7,56
Energia Bruta (kcal/kg)	4591,81
Fibra bruta	6,97
Matéria mineral	11,8

^aNíveis de garantia do suplemento vitamínico e mineral: Vitamina A 16,875UI/K; D3 3,375UI/Kg; E 200UI/Kg; K3 6,7mg/Kg; B1 20mg/Kg; B2 36mg/Kg; B6 25,5mg/Kg; B12 45mg/Kg; C 1.200mg/Kg; Ácido Fólico 11,2mg/Kg; Ácido Pantotênico 67,5mg/Kg; Ácido Nicotínico 170,00mg/Kg; Biotina 1,68mg/Kg; Inositol 265mg/Kg; Ferro 65mg/Kg; Cobre 13,8mg/Kg; Zinco 150mg/Kg; Manganês 85mg/Kg; Cobalto 0,35 mg/Kg; Iodo 1,3mg/Kg e Selênio 0,4mg/Kg

FONTE: O autor (2016)

4.5 DESEMPENHO PRODUTIVO E ANÁLISES MORFOMÉTRICAS

No início e final do experimento, os peixes de cada unidade experimental foram pesados (peso total do lote) para avaliação do desempenho produtivo. As tilápias foram mantidas em

jejum por 24 horas e então imersas em solução anestésica de água com óleo de cravo (VIDAL et al., 2008) para em seguida serem pesadas. As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica Gehaka AG200 com precisão de 0,001 g. Os seguintes índices de produção foram avaliados: peso médio final PMF = (Peso do lote/quantidade de indivíduos); ganho de peso diário GPD = (Peso final – Peso inicial) /dias de cultivo; taxa de crescimento específico TCE (% dia) = (ln Peso final – ln Peso inicial/ dias de cultivo) x 100; conversão alimentar aparente CAA = (Alimento fornecido/ganho de peso) e sobrevivência S (%) = (quantidade final de peixes/quantidade inicial de peixes) x 100. A uniformidade do lote foi realizada em função do peso do corpo dos peixes e calculada utilizando a equação proposta por Schäfer (2015).

$$Up (\%) = \frac{\bar{\mu}_p - 1,65 D.P}{\bar{\mu}_p} \times 100$$

Onde: Up (%) = média da covariável menos 1,65 unidades de Desvio Padrão, dividido pela média, vezes 100. Onde, 1,65 unidade de Desvio Padrão concentra aproximadamente 91% dos animais do lote avaliado.

Biometrias semanais, com amostragem de cinco peixes de cada unidade experimental, foram realizadas para acompanhar o crescimento dos peixes e ajustar a quantidade de ração fornecida. Os peixes amostrados foram anestesiados em óleo de cravo (VIDAL et al., 2008) e individualmente pesados em balança semi-analítica Gehaka AG200 com precisão de 0,001 g.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de desempenho produtivo obtidos ao final do experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa ESTATISTICA 7. As médias foram comparadas pelo Teste de Fisher (LSD), considerando o nível de 5% de significância. Os dados coletados semanalmente foram avaliados pelo método de quadrados mínimos generalizados e submetido a análise de regressão por meio do software SAS 9.1.

5 RESULTADO

5.1 QUALIDADE DE ÁGUA

Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e concentração de amônia, monitorados por 28 dias nos tanques de cultivo de tilápias, não apresentaram diferença estatística entre os blocos experimentais. O oxigênio dissolvido da água apresentou média de $4,88 \pm 1,4 \text{ mg L}^{-1}$, temperatura $23,37 \pm 2,3^\circ\text{C}$, NH_3 $0,006 \pm 0,003\text{ppm}$ e pH $6,5 \pm 0,2$.

5.2 DESEMPENHO PRODUTIVO

Os resultados de desempenho produtivo das tilápias ao final do experimento, de acordo com as diferentes frequências alimentares, estão apresentados na Tabela 2. As tilápias alimentadas com frequências de 12 e 24 refeições/dia apresentaram os melhores resultados ($P < 0,05$) para peso médio final, ganho de peso, ganho de peso diário e taxa de crescimento específico comparado com aquelas alimentadas com 6 e 48 refeições/dia. Não foi observado diferença entre os tratamentos experimentais ($P > 0,05$) para os resultados de conversão alimentar aparente e sobrevivência.

TABELA 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE ALEVINOS DE TILÁPIA SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE ALIMENTAÇÃO POR 28 DIAS.

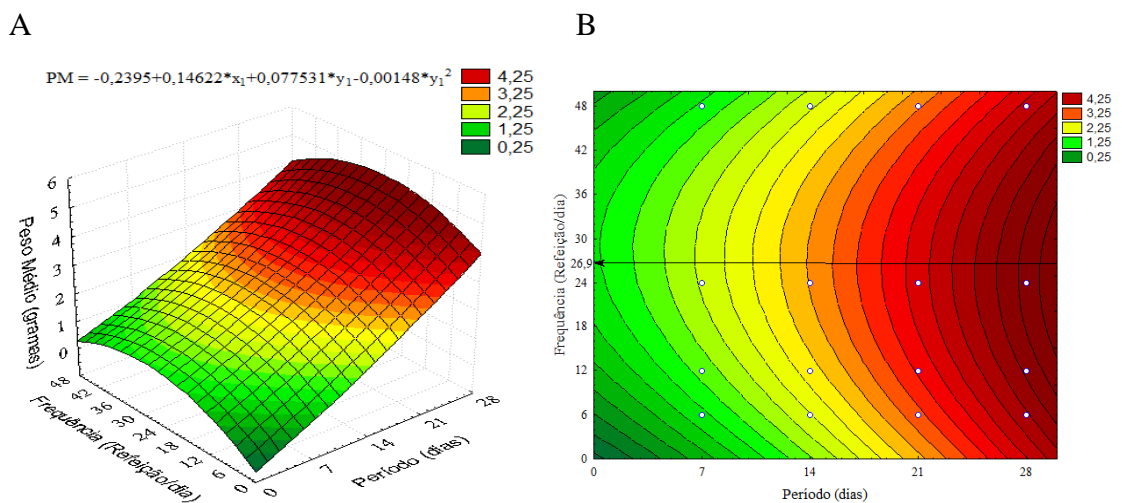
Parâmetro	Refeições/dia			
	6	12	24	48
PMI (g)	$0,7 \pm 0,22^a$	$0,7 \pm 0,22^a$	$0,7 \pm 0,22^a$	$0,7 \pm 0,22^a$
PMF (g)	$3,75 \pm 0,52^b$	$5,26 \pm 0,97^a$	$5,47 \pm 0,99^a$	$3,80 \pm 0,14^b$
GP (g)	$3,05 \pm 0,52^b$	$4,56 \pm 0,97^a$	$4,77 \pm 0,10^a$	$3,10 \pm 0,14^b$
GPD (g/dia)	$0,10 \pm 0,01^b$	$0,16 \pm 0,03^a$	$0,17 \pm 0,03^a$	$0,11 \pm 0,005^b$
TCE (%/dia)	$5,97 \pm 0,52^b$	$7,16 \pm 0,65^a$	$7,30 \pm 0,69^a$	$6,04 \pm 0,14^b$
CAA	$1,49 \pm 0,25^a$	$1,31 \pm 0,25^a$	$1,23 \pm 0,26^a$	$1,49 \pm 0,03^a$
S %	$96,66 \pm 2,08^a$	$91,66 \pm 3,05^a$	$95,33 \pm 2,51^a$	$90,66 \pm 9,23^a$

*Médias seguidas por diferentes letras nas linhas diferem entre si pelo teste de Fisher ($P < 0,05$). Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), taxa de crescimento específico (TCE); biomassa final (BF), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S)

FONTE: O autor (2016)

Os pesos médios das tilápias ao longo do experimento, de acordo com as diferentes frequências alimentares, estão representados na figura 2. O peso médio das tilápias aumentou ao longo do período e apresentou efeito quadrático, concentrando o seu ponto de máxima para a frequência 26,9 refeições/dia. Enquanto as tilápias alimentadas a uma frequência de 26,9 refeições/dia chegariam a um peso de aproximadamente 3 gramas as mesmas levariam em torno de 19 dias para chegar a este peso sendo alimentadas a uma frequência de 6 ou 48 vezes ao dia.

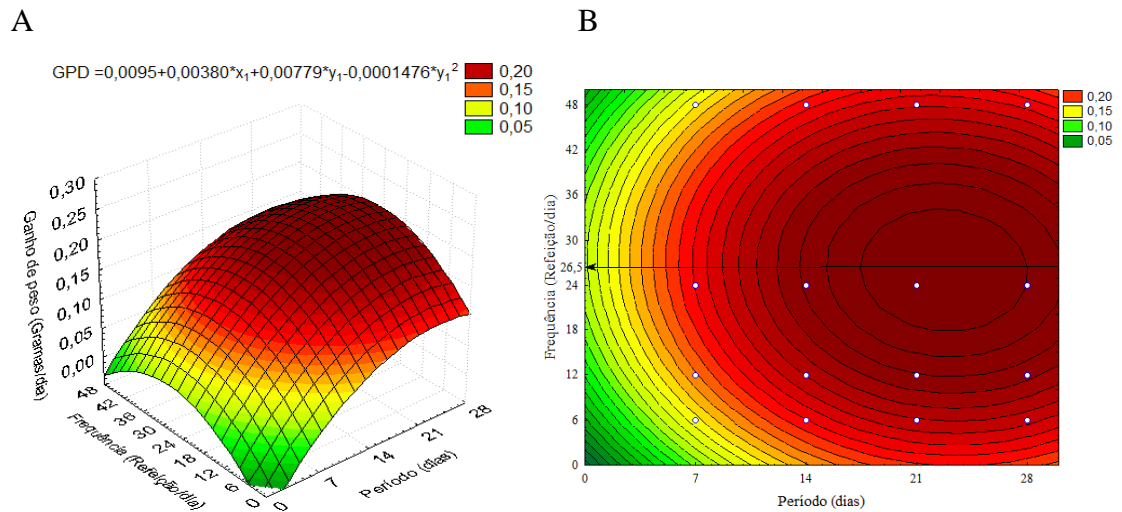
FIGURA 2: PESO MÉDIO DAS TILÁPIAS AO LONGO DE 28 DIAS DE ACORDO COM AS DIFERENTES FREQUÊNCIAS, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE SUPERFÍCIE RESPOSTA EM 3D (A) E DE CURVAS DE NÍVEL EM 2D (B)



FONTE: O autor (2016)

Na figura 3 está apresentado o ganho de peso diário das tilápias ao longo do experimento, de acordo com as diferentes frequências alimentares. O mesmo também obteve um efeito quadrático e fixou a frequência de 26,5 refeições/dia como ponto de máxima e o maior ganho de peso diário entre os dias 18 e 28 devido ao maior tamanho dos animais. De acordo com o gráfico, em 7 dias os peixes alimentados a uma frequência de 26,5 já chegavam a um ganho de 0,20 ao dia enquanto os peixes alimentados as frequências extremas 6 e 48 no mesmo período tinham um ganho de 0,15 gramas ao dia.

FIGURA 3: GANHO DE PESO DIÁRIO DAS TILÁPIAS AO LONGO DE 28 DIAS DE ACORDO COM AS DIFERENTES FREQUÊNCIAS, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE SUPERFÍCIE RESPOSTA EM 3D (A) E DE CURVAS DE NÍVEL EM 2D (B)



FONTE: O autor (2016)

A uniformidade dos peixes no início do experimento era de 47,40%, para todos os tratamentos experimentais. Ao final do experimento, com 28 dias, a uniformidade foi de 76,80%, 70,00%, 70,00% e 93,60% para as frequências alimentares de 6, 12, 24 e 48 vezes/dia, respectivamente.

6 DISCUSSÃO

A temperatura da água é um parâmetro importante no cultivo de organismos aquáticos. Este parâmetro influencia diretamente na temperatura corporal e no aumento ou diminuição do metabolismo dos peixes, pois são animais ectotérmicos (MARQUES et al., 2004). A temperatura média da água registrada durante o experimento foi de 23,37°C, temperatura considerada aceitável para produção de tilápia, porém abaixo do ideal para o melhor desenvolvimento dos peixes. Temperaturas entre 27 e 32°C proporcionam maior crescimento na produção de tilápias (KUBITZA, 2000). De acordo com Moura et al. (2007), a temperatura da água influencia o desempenho produtivo no cultivo de alevinos de tilápias, com maior consumo de ração e conseqüentemente maior ganho de peso com o aumento da temperatura.

O oxigênio dissolvido é considerado uma variável crítica no cultivo de organismos aquáticos, pois afeta diretamente a resistência e sobrevivência. O nível médio obtido para oxigênio dissolvido foi de 4,8 mg L⁻¹. Segundo Saraiva et al. (2009), concentrações de oxigênio dissolvido acima de 4,0 mg L⁻¹ são ideais para um melhor desenvolvimento dos peixes; valores

inferiores a este podem levar a redução no consumo alimentar e, conseqüentemente, à queda no ritmo de crescimento dos peixes.

De acordo com Ramos (2007), o pH é uma das variáveis ambientais mais complexas de se explicar, devido a sua grande dinâmica e os diversos fatores que podem influenciar, como por exemplo a temperatura, processos de decomposição da matéria orgânica, a respiração dos peixes, a produção de oxigênio pelo plâncton, dentre outros. No presente estudo, o pH da água apresentou valores médios entre 6,4 e 6,7, valores estes que estão dentro da faixa considerada ótima (6,0 a 8,5) para a criação de tilápias (LEONARDO et al., 2009).

A concentração de amônia na água deve ser mantida entre 0,02 a 0,10 mg L⁻¹ no cultivo de tilápia, de acordo com Kubitzka (1999). Valores de amônia não ionizada acima de 0,20 mg L⁻¹ já são suficientes para induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doenças. No presente estudo os valores médios encontrados foram de 0,006 mg L⁻¹ ficando dentro da faixa considerada adequada. Concentração alta de amônia na água traz consigo uma série de conseqüências negativas, como o bloqueio do metabolismo, lesões em brânquias e órgãos internos, alteração no balanço de sais, imunossupressão e vulnerabilidade a doenças e redução na taxa de crescimento e sobrevivência (BOYD e TUCKER, 1998).

De acordo com Biswas et al. (2010), peixes submetidos a baixa frequência de alimentação podem não satisfazer seus requisitos nutricionais e energéticos para manter um crescimento e desenvolvimento somático / intestinal ideal, uma vez que, conseqüentemente, podem levar ao baixo crescimento e mal utilização dos alimentos. Porém, no presente estudo a alimentação mais frequente (48 vezes ao dia) não apresentou o melhor desempenho. Aumentar a frequência de alimentação para 48 vezes ao dia diminuiu significativamente o crescimento da tilápia na fase de juvenil. Este estudo mostrou que o desempenho aumentou com o aumento da frequência de alimentação até um determinado limite. Isto já foi evidenciado para outras espécies como bar do mar (*Dicentrarchus labrax*) (TSEVIS et al., 1992), limoeira (*Limanda ferruginea*) (DWYER et al., 2002), corvina amarela grande (XIE et al., 2011). As frequências intermediárias (12 e 24 refeições/dia) proporcionaram melhor crescimento das tilápias na fase juvenil, com melhores resultados para peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico. Durante todo o experimento a melhor frequência se manteve entre 12 e 24 refeições/dia como observado na figura 2 A, e o ponto de máxima apresentado através da análise de regressão para peso médio fixou em 26,98 refeições/dia a frequência ideal (figura 2 B). O

ganho de peso diário também apresentou resultado semelhante ao longo dos 28 dias (figura 3 A), com ponto de máxima em 26,50 refeições/dia (figura 3 B).

A melhor eficiência no desempenho produtivo observada nas frequências intermediárias está relacionada a diversos fatores. Peixes jovens (pós-larvas e alevinos) possuem metabolismo mais acelerado e necessitam se alimentar mais frequentemente em relação aos animais adultos (MURAI e ANDREWS 1976; FOLKVORD e OTTERA 1993). Pullin e Lowe- McConnell (1982) observaram melhores resultados de desempenho produtivo ao alimentar 12 vezes ao dia tilápias com peso médio de 20 g, e para tilápias com peso médio de 200 g o autor afirmou que a alimentação fornecida apenas duas vezes ao dia já era suficiente. A truta arco-íris também apresentou resposta semelhante, com peso médio de 0,3 g cresceram melhor quando alimentadas oito vezes por dia, porém com peso médio de 15 g o crescimento foi melhor com alimentação três vezes por dia (PIPER, 1982).

Com base no comportamento alimentar, fisiologia e morfologia gastrointestinal, Moriarty (1973); Jauncey e Ross (1982) relataram que a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) requer refeições frequentes. As tilápias apresentam hábito alimentar onívoro, comem pequenas partículas e possuem estômago pequeno, conforme descrito por Moriarty (1973). Rotta (2003) afirma que o tamanho do estômago pode estar relacionado com o intervalo entre as refeições. Na frequência mais baixa (6 refeições/dia) a quantidade de ração oferecida a cada refeição pode ter sido maior do que a capacidade da tilápia em capturar e armazenar o alimento, refletindo em menor desempenho produtivo. Além disso, nessa frequência alimentar a ração é fornecida em maior quantidade a cada refeição e permanece por um tempo maior na água, perdendo nutrientes por lixiviação, diminuindo assim a sua qualidade.

A energia necessária para quebrar, absorver, transportar e assimilar os nutrientes de uma refeição (ação dinâmica específica da refeição, ou SDA) requer até 25% dos gastos diários com energia em peixes (SECOR, 2011). Um aumento no tamanho da refeição do peixe resulta em SDA maior (SECOR, 2011). Portanto, com a alimentação mais fracionada ao longo do dia nos tratamentos com 12 e 24 refeições diárias, as porções ingeridas foram menores resultando provavelmente em menor SDA, o que gerou melhor aproveitamento da dieta pelos peixes, com melhor ganho de peso em relação a menor frequência (6 refeições/dia).

O menor desempenho em frequências de alimentação mais baixas pode estar ainda relacionado, em parte, ao fluxo de água de um sistema recirculado. Como os tanques eram de 100 L e a vazão era de 9 L por minuto a troca de água era de aproximadamente 100% a cada

11 minutos. Parte da ração pode ter sido perdida com a reciclagem da água no filtro. Nas frequências de alimentação mais elevadas 12, 24 e 48 refeições/ dia observou-se uma depleção rápida e total do alimento uma vez que a quantidade oferecida a cada refeição era menor, sugerindo que o consumo foi maximizado e a perda pela troca de água foi minimizado, enquanto que na frequência de 6 refeições/dia os animais se saciavam antes de ingerir todo o alimento o que pode ter acarretado em perdas para o sistema.

O intervalo adequado de alimentação é de fundamental importância para se obter melhor desempenho produtivo. No caso da frequência mais elevada (48 refeições/dia) o intervalo entre as refeições é muito curto, e intervalos mais curtos que o tempo necessário para o retorno do apetite dos peixes pode ocasionar sobrecarga gástrica, o que resulta em menor eficiência de absorção dos nutrientes (RICHE, 2004). De acordo com Liu e Liao (1999), se o intervalo de refeição é curto, os alimentos passaram pelo trato digestivo mais rapidamente, resultando em digestão menos eficaz. Tian et al. (2015) ao trabalhar com juvenis de blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) observou que as atividades de protease intestinal, lipase e α -amilase aumentaram à medida que a frequência de alimentação aumentou de 1 a 3 vezes ao dia, mas diminuiu com aumentos adicionais na frequência de alimentação de 4, 5 e 6 vezes ao dia, mostrando que uma frequência de alimentação ótima pode aumentar a função digestiva intestinal dos peixes melhorando a utilização de alimento, resultando em melhor desempenho. Isso se deve ao fato de a protease, lipase e α -amilase serem enzimas digestivas importantes, que estão envolvidas na digestão de proteínas, lípidos e hidratos de carbono, respectivamente (SUZER et al., 2008). Estes podem ser o motivo pelo qual as tilápias alimentadas 48 vezes ao dia tiveram menor desempenho.

Diferente do observado no presente estudo, Oliveira (2010) e Schäfer (2016), em estudo com tilápias, registraram melhor resultado para ganho de peso com alimentação dos animais 48 vezes ao dia, destacando que a fase de crescimento dos peixes utilizada pelos autores era menor, pós-larvas, o que pode exigir frequências mais elevadas para seu desenvolvimento. No presente estudo, é possível que os alevinos de tilápia sujeitos ao tratamento com 48 refeições/dia tenham recebido muitas refeições dentro de um curto período de tempo, diminuindo a atividade enzimática, aumentando a passagem do alimento pelo trato digestivo e conseqüentemente, diminuindo o ganho de peso, devido a sua capacidade digestiva.

A conversão alimentar aparente não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, mais ficaram de acordo com o esperado para a fase utilizada, juvenil. Os resultados diferem do observado por outros autores que encontraram diferença em seus trabalhos. Sousa

et al. (2012) no cultivo de juvenis de tilápia encontraram melhor resultado de conversão alimentar com o aumento da frequência alimentar de 6 para 24 vezes ao dia, demonstrando melhor aproveitamento do alimento pelos peixes quando este é mais parcelado. Zhou et al. (2003), trabalhando com carpa gibeo e testando frequências de 2, 3, 4, 12 e 24 refeições por dia, verificaram que à medida que se aumentou a frequência alimentar, os peixes apresentaram maior crescimento, e o parcelamento em 24 refeições resultou em melhor conversão alimentar. Schäfer (2015) também obteve resultados positivos para conversão alimentar com aumento da frequência alimentar para pós-larvas de tilápias, as maiores frequências (24 e 48 refeições/dia) proporcionaram os melhores índices de conversão alimentar aparente, comparado ao manejo com 12 refeições/dia.

A sobrevivência não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, com valores médios variando entre 90,66 e 96,66%, adequados para a fase de crescimento das tilápias utilizadas neste estudo. Souza (2010) também não observou diferença na taxa de sobrevivência ao testar as frequências de 6 e 24 refeições ao dia para juvenis de tilápia, com média de 90%. Oliveira (2010) não observou diferença na sobrevivência no cultivo de juvenis de tilápia em viveiro com alimentação em diferentes frequências, com médias entre 87 e 89%, um pouco abaixo do observado no presente estudo. É importante ressaltar que pesquisas realizadas em ambientes fechados tendem a apresentar menores variações do ambiente quando comparadas aos trabalhos realizados no campo.

Diversos fatores podem afetar a uniformidade em produção de peixes, sendo que a frequência alimentar é um deles. Algumas espécies têm clara relação hierárquica e tal fenômeno já foi observado por Volpato; Frioli e Carrieri (1989) para tilápia. Segundo Kunii (2010), o gasto de energia com brigas por alimento e território, além do estresse ocasionado por estas disputas, são fatores que causam desuniformidade dos lotes. O melhor resultado de uniformidade foi observado na maior frequência alimentar (48 vezes/dia) e pode ser atribuído ao maior parcelamento da ração. De acordo com Wang; Hayward e Noltie (1998), frequências de alimentação mais elevadas aumentam as oportunidades aos peixes subordinados de se alimentarem, pois com o maior parcelamento da ração os peixes dominantes tornam-se saciados e menos agressivos, resultando na redução da variação de tamanho entre os indivíduos. Diversos pesquisadores também observaram que o aumento de frequência alimentar também melhora a uniformidade do lote na produção de peixes (CARNEIRO e MIKOS, 2005; OLIVEIRA, 2010). Oliveira (2010), em estudo com pós-larvas de tilápia, observou maiores

variações nas razões morfométricas, com alimentação em baixa frequência (4 refeições/dia) e maior uniformidade nos tratamentos com alta frequência alimentar (24, 32, 48 e 96 vezes/dia).

7 CONCLUSÃO

As frequências de 12 e 24 obtiveram melhores resultados em relação a 6 e 48. Pode-se concluir através da regressão que o ideal para esta fase de criação e dentro das condições experimentais obtidas durante o experimento que o ideal seria utilizar uma frequência de 27 refeições/dia para se obter um melhor crescimento de juvenis de tilápia GIFT.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, C.A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- AGOSTINHO, C. A. et al. Inovações no manejo alimentar de tilápias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21. 2011., Maceió. **Anais...** Maceió: Zootec, 2011. p.1-8.
- ARGENTIM, D. **Automação do manejo alimentar de Bijupirá (*Rachycentron canadum*)**. Botucatu, 2016. 76 f., il. Tese (Doutorado em zootecnia). Faculdade de medicina veterinária e zootecnia, Universidade estadual paulista faculdade, Botucatu, 2016.
- AVENDAÑO, V.L. **Níveis de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*)**. Jaboticabal, 2008, 40f., il. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies Nativas para a Piscicultura no Brasil** Ed. UFSM. Santa Maria, **2ª ed.** 2013, 608 p.
- BENETTI, D. D. et. al. Marine fish culture prospects in Latin America and the Caribbean. **Global Aquaculture Alliance Technical Magazine**, v. 4, n. 1, p. 71- 74, 2001.
- BISWAS, G. et al. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. **Aquaculture**, v. 305, n. 1, p. 26-31, 2010.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998, 700 p.
- CANTON, R. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.749-753, 2007.
- CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 187-191, 2005.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992, 189 p.
- CASTRO, C. S. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v. 61, p.43-48, 2014.
- CHANG, D. O cultivo do bijupirá em Taiwan: Escolha de um peixe de carne branca para consumidores exigentes. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 79, p.43-49, 2003.
- DWYER, Karen S. et al. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). **Aquaculture**, v. 213, n. 1, p. 279-292, 2002.
- EL-SAYED, A. M. **Tilapia Culture**. London: Cabi. 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016.** Roma: FAO.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014a). **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges.** Roma: FAO.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014b). **Fishery and aquaculture statistics 2012.** Roma: FAO.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014c) **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014.** ROMA: FAO.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). **Aquaculture**, v.114, n. 3, p.243-260, 1993.

FURUYA, W. M. et al. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias.** Ajinomoto Animal Nutrition, São Paulo, 2010, 98 p.

GJEDREM, T. Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture: a personal opinion review. **Aquaculture**, v. 344, n.1, p. 12-22, 2012.

GREEN, B. W.; VEVERICA, K. L.; FITZPATRICK, M. S. Fry and fingerling production. **Dynamics of Pond Aquaculture.** CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, p. 215-243, 1997.

HAYASHI, C. et al. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 2, p.823-828, 2002.

HAYASHI, C. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 21-26, 2004.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. 1982. **A Guide to Tilapia Feeds and Feeding.** University of Stirling, Scotland, 111 p.

KHAW, H.L.; PONZONI, R.W.; DNTING, M.J.C. Estimation of genetic change in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by comparing contemporary progeny produced by males born in 1991 or in 2003. **Aquaculture**, v.275, n. 1, p. 64-69, 2008.

KOSKELA, J.; JOBLING, M.; PIRHONEN, J. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. **Aquaculture**, v. 156, n.1, p. 35-44, 1997.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** 3. ed. Jundiaí: Degaspari. 1999, 97 p.

KUBITZA, F. Qualidade de água na produção de peixes. **Cursos avançados em piscicultura**, 2000, p. 3-14. Apostila.

KUNNI, E. M. F. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para kinguio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica**. Botucatu, 2010, 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

LEONARDO, A.F.G. et al. Qualidade da água e desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-nylo em viveiros, utilizando-se três sistemas de alimentação. **Rev. Acad. Ciênc. Agrar. Ambiental**, v.7, n. 4, p. 383-393, 2009.

LIU, F.G.; LIAO, I.C. Effect of feeding regimen on the food consumption, growth and body composition in hybrid striped bass *Morone saxatilis* × *M. chrysops*. **Fish. Sci.**, V. 64, p. 513–519, 1999.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1442-1448, 2005.

MARQUES, N.R. et al. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n. 1, p. 51-56, 2004.

MEER, M.B.V.; HERWAARDEN, H.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquacult. Res.**, v.28, n. 6, p. 419-432, 1997.

MENEZES, C.S.M. **Automação do manejo alimentar na engorda de tilápias criadas em tanque-rede**. Botucatu, 2014, 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

MEURER, F. et al. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n. 2, p.479-484, 2000.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia-do-nylo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 2, p.262-267, 2003.

MORIARTY, D. J. W. The physiology of digestion of blue-green algae in the cichlid fish, *Tilapia nilotica*. **Journal of Zoology**, v. 171, n.1 p. 25-39, 1973.

MOURA, S. G. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nylo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. bras. Brasília**, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

MPA – Ministério da pesca e aquicultura. Censo aquícola 2008. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxyYW5pY3VsdHVyYXVmcHJ8Z3g6YmE2OGQ4ZGJmODAzZGQx>. Acesso em: 27/11/2016.

MPA – Ministério da pesca e aquicultura. Estatística da Pesca e Aquicultura 2011. Disponível em:

<<http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/191/Boletim%2520MPA%25202011FINAL3%5b1%5d.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 20/11/2016.

MURAI, T.; ANDREWS, J.W. Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletim of Japanese Society on Science of Fisheries**, v.42, n. 2, p.159-161, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE ON THE NUTRIENT REQUIREMENTS OF FISH AND SHRIMP. **Nutrient Requirements of fish and shrimp**. The national academies press, 2011, 892 p.

OLIVEIRA, L. C. **Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápias em hapas**. Botucatu, 2010. 73f. il.Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

OLIVEIRA, F. A. et al. Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages: productive performance at high feeding frequencies and different rates. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 702-708, 2016.

PAPANDROULAKIS, N.; DIMITRIS, P.; PASCAL, D. An automated feeding system for intensive hatcheries. **Aquacultural Engineering**, v. 26, n. 1, p. 13-26, 2002.

PEZZATO, L. E. et al. **Nutrição de Peixes**. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Tec Art, 2004. p.75-169.

PIPER, R.G. et al. **Fish hatchery management**. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington, DC, USA. 1982, 517 p.

PONZONI, R. W., HAMZAH, A., TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.247, n. 1, p.203-210, 2005.

PULLIN, R.S.V.; LOWE-MCCONNELL, R.H. **The biology and culture of tilapia**. In: The International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) Conference Proceedings 7, ICLARM, Manila, Philippines. 1982.

RAMOS, C.A.R. (2007). **Qualidade ambiental, distribuição e densidade do mesozooplâncton do estuário de Guajará-Miri**, Vigia de Nazaré, NE do estado do Pará. Belém, 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado Ciência Animal). Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

RICHE, M. et al. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.234, n. 1, p. 657-673, 2004.

ROTTA, M. A. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura. **Embrapa Pantanal**, v.53, n. 1, p. 48, 2003.

SANTOS, E. L. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 171-177, 2014.

SANTOS, A. A. D. **Reversão sexual de tilápias gift criadas em hapas e submetidas a diferentes taxas de alimentação em alta frequência.** Botucatu, SP. 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2015.

SARAIVA, K.A. et al. Densidades de estocagem de juvenis da tilápia *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada) cultivados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.963-969, 2009.

SCHÄFER, M. R. **Otimização do arraçamento no cultivo de tilápias GIFT em sistema automatizado de alimentação.** Palotina, 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e desenvolvimento sustentável). Departamento zootecnia. Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2015.

SECOR, S. M. Food acquisition and digestion: Cost of digestion and assimilation A.P. Farrell (Ed.), **Encyclopedia of Fish Physiol, Academic Press**, San Diego (2011), p. 1608–1616

SHELTON, W. L. Tilapia culture in the 21 century. In: Guerrero III, R.D. (Ed.) **Proceedings of the International Forum on Tilapia Farming in the 21 Century.** Los Baños, Philippines. 2002. p. 1-28.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial–Agroindústria**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SOUSA, R. M. R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático.** Botucatu, 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SOUSA, R.M.R. et al. **Efeito do manejo alimentar na uniformidade de tilápias criadas em tanques-rede.** In: Aquaciência 2008. **Anais...** Maringá: Aquaciência 2008, Aquicultura Geral [2008].

SOUSA, R.M.R. **Frequência alimentar para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases de reversão e pós-reversão sexual.** Botucatu, 2010. 55 f. Tese (doutorado em zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2010.

SOUSA, R. M. R. et al. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, n. 225, p. 31-38, 2010.

SOUSA, R. M. R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 192-197, 2012.

SOUSA, R. M. R. et al. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 272, p. 76-79, 2013.

STICKNEY, R.R. Tilapia update 1996. **World Aquaculture**, v.28, n.1, p.20-25, 1997.

SUZER C. et al. *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae: effects on growth performance and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, V. 280, n.1, p. 140–145, 2008.

TIAN, H.Y. et al. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. **Aquaculture**, v. 437, n.1, p. 60-66, 2015.

TSEVIS, N. et al. Food conversion budget in sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. **Aquaculture**, v. 101, n. 3-4, p. 293-304, 1992.

YAGER, T. K., SUMMERFEL, R. C. Effects of feeding frequency on metabolism of walleye. **Aquacultural Engineering**, v. 13, n.1, p. 257-282, 1994.

VERA CRUZ, E.M.; MAIR, G.C. Conditions for effective sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 122, n.1, p.237-248, 1994.

VIDAL, L.V.O., et al (2008) Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesq. agropec. bras.** v.43, n.8, p.1069-1074, 2008.

VOLPATO, G. L.; FRIOLI, P. M. A.; CARRIERI, M. P. Heterogeneous growth in fishes: some new data in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and a general view about the causal mechanisms. **Boletim de Fisiologia Animal**, v. 13, n. 1, p. 7-22, 1989.

WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v. 165, n. 3, p. 261-267, 1998.

XIE, F. et al. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. **Aquaculture**, v. 311, n. 1, p. 162-167, 2011.

ZHOU, Z. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, n. 4, p. 244-249, 2003.