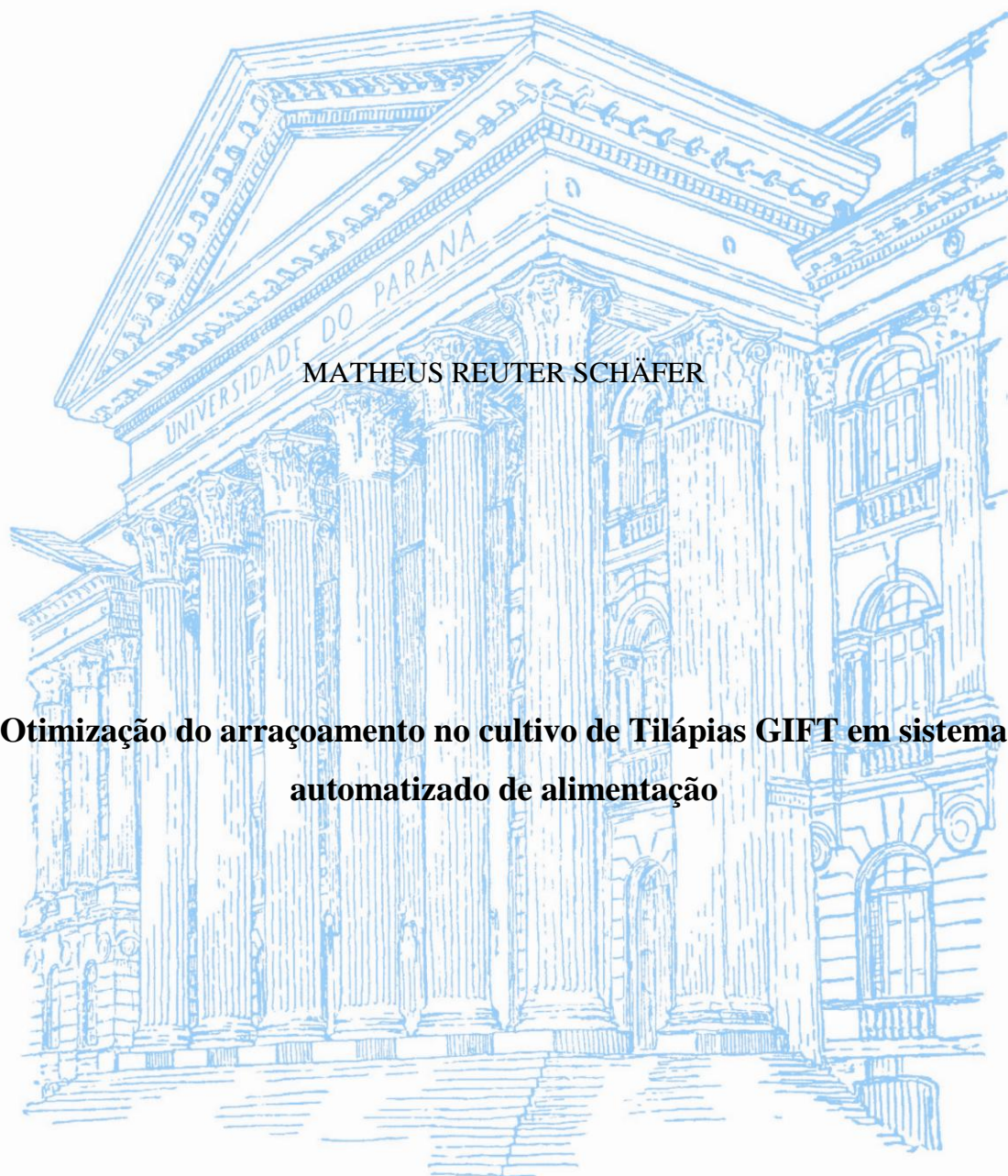


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA
SETOR PALOTINA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



MATHEUS REUTER SCHÄFER

Otimização do arraçamento no cultivo de Tilápias GIFT em sistema automatizado de alimentação

Palotina – PR

2015

MATHEUS REUTER SCHÄFER

Otimização do arraçamento no cultivo de Tilápias GIFT em sistema automatizado de alimentação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável do Setor Palotina, Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Área de concentração: Produção de organismos aquáticos e impactos ambientais da atividade de Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Caetano de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Zacarkim.

Palotina – PR

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S296

Schäfer, Matheus Reuter

Otimização do arraçoamento no cultivo de
tilápias GITF em sistema automatizado de alimentação
/ Matheus Reuter Schäfer. - Palotina, 2015
41p.

Orientador: Luciano Caetano de Oliveira.
Coorientador: Carlos Eduardo Zacarkim.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal
do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-
Aqüicultura e Desenvolvimento Sustentável.

1. Sistema automatizado. 2. Frequência alimentar.
3. Tilápia. I. Oliveira, Luciano Caetano de. II.
Zacarkim, Carlos Eduardo. III. Universidade Federal
do Paraná.

CDU 636.98



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor PALOTINA
Programa de Pós Graduação em AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
Código CAPES: 40001016078P2

PARECER DA BANCA EXAMINADORA

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 **MATHEUS REUTER SCHÄFER**, intitulada: "**OTIMIZAÇÃO DO ARRAÇAMENTO NO CULTIVO DE TILÁPIAS GIFT EM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua *apreciação*....., completando-se assim todos os requisitos previstos nas normas desta Instituição para a obtenção do Grau de **Mestre em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**.

Palotina, 24 de Agosto de 2015.

Prof LUCIANO CAETANO DE OLIVEIRA
(Presidente da Banca Examinadora)

Prof ALEXANDRE LESEUR DOS SANTOS

Prof LEANDRO PORTZ

Dedico este trabalho a todos que contribuíram
para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a cima de tudo, a Deus, por me conceder sabedoria em minhas escolhas e por me amparar nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Caetano de Oliveira, pela confiança em me orientar, pela paciência, apoio e oportunidade de trabalhar ao seu lado e pelos valiosos ensinamentos. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Dr. Carlos. Eduardo. Zacarkim pela coorientação e contribuição para elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

À turma da Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável/2013, pelo companheirismo e amizade durante esta jornada.

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Ao senhor Ari, proprietário da piscicultura Sgarbi, por ter concedido um espaço para a realização deste trabalho.

A toda equipe da piscicultura Sgarbi pelo apoio.

A Cecília Silva de Castro por toda ajuda e compartilhamento de seu conhecimento.

Aos meus pais, irmão e todos os demais familiares que contribuíram com todo apoio nos momentos difíceis.

Aos membros da banca, pela avaliação do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

‘Sucesso é um resultado, não um objetivo’.

Gustave Flaubert

Otimização do arraçamento no cultivo de Tilápias GIFT em sistema automatizado de alimentação

RESUMO

O presente estudo ocorreu do dia 16/02/2014 à 28/03/2014 sendo desenvolvido na Piscicultura Sgarbi, localizada no Município de Palotina (24°17'02" S e 53°50'24" W), na região oeste do Estado do Paraná e teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares, na fase inicial de criação de pós larvas tilápia da linhagem GIFT. Foram utilizados 12 hapas com abertura de malhas de 1 mm e 3 mm, distribuídos em um viveiro de 3000 m², com profundidade média de 1,5 metros. As pós-larvas de tilápias, com peso médio $0,016 \pm 0,002$ g, foram alojadas nas hapas, contendo aproximadamente 36.000 indivíduos por hapa. Um sistema automatizado de alimentação foi instalado individualmente nas hapas, sendo as pós-larvas submetidas a três diferentes frequências alimentares, sendo elas, (12 refeições/dia – 1 em 1 hora), (24 refeições/dia – 30 em 30 minutos) e (48 refeições/dia – 15 em 15 minutos) com quatro repetições cada. Semanalmente foram realizadas biometrias de 50 indivíduos de cada unidade experimental, para a realização da correção de oferta de ração. Ao término do experimento o tratamento com 48 refeições/dia produziu melhores resultados para peso médio final, ganho de peso diário, porcentagem de ganho de peso, ganho de peso relativo e uniformidade do lote em comparação a frequência alimentar de 12 refeições/dia.

Palavra chave: sistema automatizado, frequência alimentar, tilápia.

Optimization of feeding in growing tilapia GIFT automated feeding system

ABSTRACT

This study was the day 02.16.2014 to 03.28.2014 under development in fish farming Sgarbi, in the municipality of Palotina (24°17'02 " S and 53°50'24 " W), in the western region of the State Paraná and aimed to evaluate the effect of different feeding frequencies in the initial phase of tilapia post larvae of the GIFT strain. They used 12 hapas with aperture of 1 mm and 3 mm, divided into a hotbed of 3000 m², with an average depth of 1.5 meters. The post-larvae of tilapia, weighing 0.016 ± 0.002 g, were housed in hapas, containing approximately 36,000 individuals by hapa. An automated feeding system was installed individually on the hapas, postlarvae being submitted to three different feeding frequencies, these being (12 meals / day - 1 at 1 hour), (24 meals / day - 30 for 30 minutes) and (48 meals / day - 15 to 15 minutes) with four replications each. Weekly were held biometrics 50 individuals of each experimental unit, to hold the feed supply of correction. At the end of the experiment treatment with 48 meals / day produced better results for average final weight, daily weight gain, percentage of weight gain, weight gain on and uniformity of the lot compared to food frequency of 12 meals/ day.

Keywords: automated system, food frequency, tilapia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. AQUICULTURA NO BRASIL	13
2.2. TILÁPIA	14
2.3. MANEJO ALIMENTAR	15
3. OBJETIVO GERAL	19
3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1. INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	20
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
4.3. COLETAS E ANÁLISES	23
4.3.1. Desempenho produtivo e avaliações morfométricas	24
4.3.2. Gasto de ração	25
4.4. MONITORAMENTO DA ÁGUA	26
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
5. RESULTADOS	27
5.1. DESEMPENHO PRODUTIVO	27
5.2. GASTO DE RAÇÃO	29
5.3. UNIFORMIDADE	31
5.4. REVERSÃO SEXUAL	31
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1. Introdução

O Brasil apresenta grande potencial para a produção aquícola, pois apresenta disponibilidade hídrica e clima favorável para produção de pescado. A espécie que mais se destaca na produção aquícola nacional é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pelo seu elevado desempenho produtivo em sistemas intensivos de produção, sendo hoje a espécie mais cultivada no país, responsável por uma produção de 253.824,1 toneladas no ano de 2011 (MPA, 2011). No Brasil, a região Nordeste tem se destacado no cultivo da tilápia em tanques-rede, e os Estados da Bahia e Ceará estão entre os maiores produtores (KUBITZA, 2007).

Práticas adequadas no manejo alimentar como o controle das variáveis físico-químicas, a densidade de estocagem e a qualidade da ração utilizada são determinantes para o sucesso da aquicultura, pois contribuem para melhorar o desempenho produtivo dos peixes, diminuir os desperdícios de alimento e conseqüentemente aumentar a produtividade e diminuir os custos da produção (RABE e BROWN, 2000; FURUYA, 2001; DIAS-KOBERSTEIN et al. 2004; LUIZ e PORTELLA, 2005 e LARA, 2006). A tecnologia pode ser utilizada para fortalecer a cadeia produtiva na aquicultura, assim como já aconteceu nas cadeias produtivas de frango e suíno, utilizadas como espelho para a solidificação da cadeia aquícola (OLIVEIRA, 2010).

A alimentação automática na aquicultura é uma prática do manejo alimentar ainda recente no Brasil, no entanto alguns pesquisadores utilizaram alimentadores automáticos no manejo alimentar de tilápia e verificaram o bom desempenho do emprego da tecnologia à favor da produção (OLIVEIRA 2010; SOUSA et al. 2012; MENEZES 2014 e CARMELIN JÚNIOR 2014). Pesquisas utilizando alta frequência alimentar com diversas espécies de peixes em diferentes fases de crescimento demonstraram que é possível aumentar o consumo e o crescimento (TÜRKER e YILDIRIM, 2011; NDOMÉ et al., 2011), melhorar a conversão alimentar (ZHOU et al., 2003; SOUSA et al., 2012), a sobrevivência (FERREIRA et al., 2007; XIE et al., 2011), e aumentar a homogeneidade do lote (WANG et al., 1998; TUCKER et al., 2006).

A automação do manejo alimentar possibilita a utilização de altas frequências de alimentação, contribuindo, para melhorar o aproveitamento do alimento pelos peixes, aumentar a uniformidade do lote por diminuir a competição pelo alimento, e melhorando a viabilidade econômica, sendo que estudos apontaram uma economia de até 360Kg de ração para cada tonelada de peixe produzido (SOUSA, 2007; OLIVEIRA, 2010 e SOUSA et al., 2012). As rações são o principal item de custo na piscicultura intensiva, correspondendo por

cerca de 40 à 70% da produção. Adequar a nutrição e o manejo alimentar possibilitam o melhor aproveitamento pelos peixes, acelerando assim o seu crescimento, minimizando os custos, reduzindo os efluentes e conseqüentemente melhorando a produtividade, possibilitando otimizar a produção e maximizar os lucros da piscicultura (FURLANETO et al., 2006)

Diante do aumento da produção brasileira de pescado proveniente da aquicultura e a importância econômica da criação de tilápias (AGOSTINHO et al., 2011) os investimentos em pesquisa e inovação tecnológica são fatores fundamentais que contribuem para o desenvolvimento da aquicultura brasileira e o aperfeiçoamento do manejo alimentar, onde a determinação da frequência ideal de alimentação é fundamental para melhorar as técnicas de cultivo na produção intensiva de tilápia, sendo, que o melhor fornecimento da ração em pequenas porções, reduz o desperdício e a competição pelo alimento (SOUSA et al., 2012)

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Aquicultura no Brasil

O Brasil possui grande potencial para ser um dos maiores produtores mundiais de pescado. De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2012), o país possui grande quantidade de terras e a maior reserva de água doce do planeta, com mais de 8 mil Km², e litoral com cerca de 7,4 mil km de extensão. Além da vasta extensão territorial e disponibilidade hídrica, o Brasil ainda possui clima favorável, diversidade de espécies cultiváveis e grande disponibilidade de insumos para fabricação de ração (SOUSA, 2010), fatores que favorecem a produção de pescado. Os dados mais recentes do Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (2011), demonstram que o Brasil produziu em 2011 cerca de 1.431.974,4 toneladas de pescado. A meta do ministério da Pesca e Aquicultura é incentivar a produção nacional para que, em 2030, o Brasil se torne um dos maiores produtores mundiais, com 20 milhões de toneladas de pescado por ano (MPA, 2014).

O pescado é a carne com maior valor de mercado e a mais demandada mundialmente (SIDONIO et al., 2012). No Brasil, o consumo de pescado foi de 11,17 kg/habitante em 2011, representando aumento de 14,5% em relação ao ano anterior (FAO, 2012). A organização Mundial da Saúde recomenda o consumo mínimo de pescado de 12 kg por habitante/ano (FAO, 2012). Portanto, atualmente o Brasil já deve atender a recomendação mínima da FAO.

Devido às condições favoráveis para a criação de pescado e ao aumento no consumo pelos brasileiros, a produção aquícola nacional vem se destacando e crescendo a cada ano (MASSAGO, 2007). No ano de 2011 o Brasil produziu 628,7 mil toneladas de pescado por aquicultura, o que representa um crescimento de 31,1% em relação ao ano anterior, e deste total 39,6% é representado pela piscicultura continental (MPA, 2011). Apesar da grande diversidade de espécies nativas com potencial para aquicultura, como o jundiá (*Rhamdia* sp.), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pirarucu (*Arapaima gigas*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*) entre outras (BALDISSEROTTO e GOMES 2005), a espécie mais produzida no Brasil é a tilápia (*Oreochromis niloticus*) com 9.681,6 toneladas produzidas em 2011 (MPA, 2011).

2.2. Tilápia

As pesquisas para a criação de tilápia, espécie originária da África, tiveram início no Congo Belga (atual Zaire) no começo do século XIX, e a partir de 1924 sua criação foi intensificada no Quênia, com sua expansão para outras partes do mundo a partir da Malásia (CAMPO, 2008). A primeira espécie de tilápia introduzida no Brasil foi a *Tilapia rendali*, em 1952, não atingindo resultados satisfatórios (ZIMMERMANN, 1999; KUBITZA, 2000). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzido no Brasil nos anos 70 (BARBOSA et al., 2010), por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) nos açudes do Nordeste, difundindo-se para todo o país (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

A tilápia é a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo, perdendo apenas para as carpas (*Cyprinus carpio*) (POPMA e LOVSHIN, 1996; POPMA e MASSER, 1999; SUGANUMA, 2004). Já foram catalogados mais de 100 países produtores, sendo a *Oreochromis niloticus* responsável por 80% de toda produção mundial da espécie (MASSAGO, 2007). Possui grande destaque na produção mundial por apresentar bom desempenho produtivo em sistemas intensivos de produção (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994), adaptabilidade à diferentes condições ambientais, facilidade de reprodução e alta prolificidade, tolerância à baixa qualidade de água, resistência à doenças, boa aceitação de rações e altas taxas de crescimento (KUBITZA, 2000; MASSAGO, 2007; BARBOSA et al., 2010). Além das características zootécnicas favoráveis para o cultivo, a tilápia ainda apresenta carne de ótimo sabor, de cor branca e baixo teor de gordura o que tem sido responsável pela grande aceitação comercial (HILLESTAD e JOHNSEN, 1994; POPMA e MASSER, 1999; KUBITZA, 2000; WATANABE et al., 2002; BARBOSA et al., 2010).

A tilápia GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) foi criada a partir de um cruzamento de oito linhagens, sendo quatro linhagens africanas selvagens capturadas no Egito, Gana, Quênia e Senegal e quatro linhagens domesticadas da Ásia, sendo de Israel, Singapura, Tailândia e Taiwan (MASSAGO, 2007). É uma espécie em potencial para a aquicultura brasileira devido às suas características positivas, como bons índices de crescimento, reprodução e ganho de peso, além do rendimento de filé e rusticidade superiores aos das espécies conhecidas (ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2005).

No Brasil, a região Nordeste tem se destacado no cultivo da tilápia em tanques-rede, e os Estados da Bahia e Ceará estão entre os maiores produtores. O clima favorável e a disponibilidade de açudes públicos gerenciados pelo Estado vêm favorecendo a rápida

expansão dos cultivos em tanques-rede, impulsionado por um mercado regional receptivo aos produtos da tilápia (KUBITZA, 2007).

Na produção intensiva de tilápia o superpovoamento dos viveiros de criação, devido a maturação sexual precoce e alta prolificidade da espécie, interfere no desenvolvimento produtivo, (POPMA e GREEN 1990), estende o tempo de engorda, diminui a uniformidade do lote para comercialização (ARAI, 2001; BEARDMORE et al., 2001), promove maior gasto com alimentação e conseqüentemente aumenta o custo de produção (HERBS, 2002).

Para solucionar este problema são utilizados métodos para obtenção de apenas machos para engorda (KUBITZA., 2000; BEARDMORE et al, 2001), como a hibridação interespecífica (CYRINO et al. 1986) e a reversão sexual na fase inicial de cultivo, pela administração de ração contendo o andrógeno sintético 17 alfa-metiltestosterona, que é a técnica mais utilizada (MAINARDES-PINTO et al., 2000; TACHIBANA et al., 2004). Os machos de tilápia apresentam melhores índices de produção, pois não enfrentam problemas com gastos energéticos provindos da cópula e desova (MEURER et al 2005), apresentando crescimento e ganho de peso maiores que os das fêmeas (COCHE, 1982; CYRINO e CONTE, 2006).

Fatores como produção massiva de alevinos monossexo (machos), adoção do cultivo em tanques-rede, introdução de linhagens de melhor potencial genético, desenvolvimento de rações de alta qualidade, oferta de produtos (filé) de alta qualidade e aproveitamento de grandes reservatórios do país favorecem o crescimento do cultivo da tilápia (KUBITZA et al., 2012).

2.3. Manejo Alimentar

A adequação do manejo alimentar contribui para melhorar a conversão alimentar e a assimilação dos nutrientes pelos peixes, reduzindo os desperdícios de ração e diminuindo os impactos negativos das sobras de ração sobre a qualidade da água (RABE E BROWN 2000; FURUYA, 2001; DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004; LUIZ E PORTELLA 2005 e LARA, 2006). As condições de qualidade da água interferem na reprodução, sobrevivência, saúde e no crescimento, prejudicando a qualidade dos peixes, comprometendo assim o sucesso nos sistemas de cultivo (SCHIMITTOU, 1993; KUBITZA, 1998). Entre os parâmetros de qualidade da água associados à produção estão o aumento no nível de nutrientes, turbidez, oscilação da biomassa de organismos bentônicos e do pH e a redução da concentração de oxigênio dissolvido (CORNEL e WHORISKEY, 1993).

Segundo Oliveira (2007), no manejo alimentar, a frequência e a taxa de arraçoamento, bem como o horário do fornecimento da dieta, são determinantes no desempenho produtivo. A alimentação automática auxilia positivamente o manejo alimentar na produção de peixes. Alimentadores automáticos (AGOSTINHO et al., 2004; 2010) possibilitam o fornecimento da ração em frequências e quantidades pré-definidas, com oferta uniforme de alimento e maior controle da quantidade de ração ofertada, além de possibilitar a alimentação no período noturno. De acordo com Oliveira (2010), a automação do manejo alimentar tem por finalidade o aumento da produtividade em um contexto geral, como melhor eficiência alimentar, maior uniformidade do lote, diminuição de resíduos e melhor capacitação da mão de obra. Com o uso de alimentadores automáticos é possível fornecer a ração em altas frequências, ou seja, menores quantidades de alimento fornecidas mais vezes ao longo do dia e/ou da noite, proporcionando maior aproveitamento pelos peixes (SOUSA et al., 2012).

O conhecimento da melhor frequência de alimentação para uma determinada espécie de peixe é importante para promover maior crescimento e eficiência alimentar (BARBOSA et al. 2011). A frequência alimentar necessária para um bom desenvolvimento dos peixes varia principalmente conforme a espécie, idade, qualidade e temperatura da água (HAYASHI et al., 2004). De acordo com Folkvord e Otterra (1993), peixes jovens (pós-larvas e alevinos) apresentam maior atividade metabólica e necessitam de maior frequência no fornecimento do alimento em relação aos animais adultos.

Fracionar a quantidade diária de ração a ser fornecida possui implicações diretas na eficiência alimentar (RODEHUTSCORD et al. 2000). A frequência alimentar estimula os peixes a procurarem pelo alimento em períodos pré-determinados, contribuindo para a melhora na conversão alimentar e no crescimento (CARNEIRO e MIKOS 2005). Zhou et al. (2003), em estudo com juvenis de carpa (*Carassius auratus gibelio*), observaram melhores resultados de crescimento e eficiência alimentar com o aumento da frequência de 2 para 24 refeições/dia, sendo a ração fornecida até a saciedade e seu intervalo de alimentação ocorrendo as 8:00 e as 15:00 horas para o tratamento com 2 refeições/dia e hora em hora para 24 refeições/dia. Resultado semelhante foi observado por Kunii (2010) ao avaliar as frequências de alimentação de 6, 12 e 24 refeições/dia no manejo alimentar de kinguio (*Carassius auratus*). O autor observou que as maiores frequências (12 e 24 refeições/dia) proporcionaram melhores resultados de desempenho produtivo, destacando que é possível tornar a atividade de produção de kinguio mais lucrativa apenas com o maior parcelamento da ração, pois com este manejo os peixes aproveitam melhor o alimento.

O aumento da frequência alimentar também melhora a uniformidade do lote na produção de peixes (Wang et al. 1998; Carneiro e Mikos, 2005; Furuya, 2007 e Oliveira, 2010). De acordo com Wang et al. (1998), frequências de alimentação mais elevadas podem aumentar as oportunidades para os peixes subordinados 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, diminuindo também o canibalismo e conseqüentemente aumentando a sobrevivência (SÁNCHEZ, 2006)

Espécies com estômago pequeno e intestino longo, como os peixes onívoros, procuram alimento mais frequentemente por apresentarem limitações na capacidade de armazenamento de alimento (CARNEIRO e MIKOS, 2005). A tilápia é uma espécie onívora e em condições naturais pode alimentar-se exclusivamente de fitoplâncton, consumindo pequenas porções em alta frequência, além disso, não possui grande capacidade de distensão do estômago, comparada ao pacu, tambaqui e aos carnívoros, sugerindo que a alimentação em alta frequência para essa espécie pode melhorar seu desempenho produtivo (AGOSTINHO et al. 2011).

De acordo com Sousa (2010), o aumento da frequência alimentar reduz a competição por alimento, contribui para melhorar a uniformidade do lote e proporcionar maior ganho de peso e melhor conversão alimentar na produção de tilápia. Esse autor avaliou as frequências de alimentação de 6 e 24 refeições/dia sendo os intervalos de cada alimentação de duas em duas horas e de meia em meia hora respectivamente no manejo alimentar de tilápia do Nilo nas fases iniciais de crescimento, e observou maior produtividade com a utilização da maior frequência alimentar. Oliveira (2010) também avaliou o efeito da frequência alimentar no manejo de tilápia nas fases iniciais de crescimento e observou que altas frequências de alimentação para esta espécie além de contribuir para melhorar o desempenho produtivo, também são eficientes no processo de reversão sexual em 14 dias. O autor testou as frequências de alimentação 24, 32, 48 e 96 refeições/dia e observou taxas de reversão sexual de 98, 99, 100 e 99%, respectivamente.

Sousa et al. (2012) avaliou as frequências de alimentação de 12 e 24 refeições/dia, com o fornecimento da ração durante o dia, durante a noite ou durante o dia e a noite, sobre o desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo, e observaram melhores resultados de conversão alimentar e peso final para os peixes alimentados com maior frequência alimentar. Nessa pesquisa pôde ser observado que as tilápias apresentaram bom aproveitamento de ração em todos os períodos avaliados, com melhor resultado para o fornecimento da ração em alta frequência durante o dia e a noite. O autor ainda destacou que o aumento da frequência

alimentar, além de ter melhorado o manejo alimentar, resultou em economia de 360Kg de ração por tonelada de peixes produzido, melhorando a sustentabilidade econômica da produção.

Além da frequência na alimentação, a quantidade correta de alimento ofertada diariamente deve ser considerada, pois esta interfere no custo de produção e no tempo de cultivo. Este parâmetro é muito importante para melhorar as operações de cultivo, tanto econômicas como ambientais (BUREAU et al., 2006). O excesso ou a falta de ração podem comprometer o desempenho produtivo dos peixes, piorando a conversão alimentar e, conseqüentemente reduzindo a qualidade da água (LEE et al. 2000), resultando em aumento do custo de produção (FURUYA, 2007)

De acordo com Oliveira (2007), é possível utilizar taxa de alimentação mais elevada, sem desperdício de ração, quando o manejo é realizado com alta frequência alimentar. O autor testou níveis de arraçoamento de 2, 3 e 4% do peso vivo (PV) com frequência alimentar de 48 refeições/dia para tilápia do Nilo na fase de engorda e observou que a taxa de 4% do peso vivo, acima do recomendado pela literatura para essa fase de crescimento, os peixes atingiram peso comercial em menor tempo, fator que pode ter sido proporcionado pelo maior fracionamento da ração, evitando desperdício e possibilitando um melhor aproveitamento pelos peixes.

Carmelin Junior (2014) avaliou taxas de alimentação de 3, 4, 5 e 6% PV no manejo alimentar de juvenis de tilápia, nos períodos de outono e inverno. Nesse experimento a ração foi fornecida de acordo com a variação da temperatura da água e em alta frequência alimentar (24 vezes ao dia), e o autor observou melhores resultados de ganho de peso e crescimento das tilápias com utilização das maiores taxas alimentares (5 e 6 % PV), sem desperdício de ração e demonstrando que é possível criar juvenis de tilápia no inverno, quando o manejo alimentar é conduzido de maneira adequada. O fato das tilápias serem onívoras tendo um intestino longo e um estômago pequeno não permite que elas estoquem alimento em seu estômago, com isso o maior fracionamento da alimentação pode auxiliar no melhor aproveitamento do alimento, diminuir o desperdício e o impacto ao ambiente.

3. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares (12, 24 e 48 refeições/dia) em sistema de alimentação automatizado.

3.1. Objetivo específico

Buscando avaliar o desempenho produtivo e o consumo de ração para tilápias da linhagem GIFT nas fases iniciais de crescimento

4. Materiais e Métodos

4.1. Instalações e condições experimentais

O trabalho foi desenvolvido na Piscicultura Sgarbi, localizada no Município de Palotina (24°17'02" S e 53°50'24" W), na região oeste do Estado do Paraná.

Pós-larvas de tilápia da linhagem GIFT da terceira geração, de matrizes melhoradas, foram adquiridas na própria piscicultura. As pós-larvas de tilápia, com peso médio de $0,016 \pm 0,002$ g, foram distribuídas em 12 hapas com densidade inicial de 4 pós-larvas/L, totalizando 36.000 pós-larvas/hapa. As hapas apresentavam as seguintes dimensões: 3m de comprimento, 3m de largura e 1m profundidade; abertura de malha de 1 mm e capacidade de 9.000 L. As hapas foram distribuídas em um viveiro escavado de 3000 m², com 10% de renovação de água e profundidade média de 1,5m. Durante os primeiros 28 dias do experimento, as pós-larvas permaneceram nas hapas de abertura de malha de 1mm, e posteriormente foram transferidas para hapas de 3 mm de abertura.

Sobre cada hapa foi instalado um alimentador automático (Agostinho, 2010), com capacidade para aproximadamente 4 kg de ração, confeccionado em polietileno de alta densidade (PEAD) com proteção UV. O alimentador automático possui um motor elétrico de 24 volts DC de 35 rpm, e quando acionado libera a ração em quantidade pré-determinada. A regulagem da abertura de saída da ração foi ajustada para as diferentes granulometrias de ração utilizadas durante o experimento que foi realizado durante os dias 16/02/2015 à 28/03/2015.

Um sistema de automação foi dimensionado e instalado, e consistiu em dois controladores lógico programáveis (CLP) da marca Dexter (mDX201), uma expansão de saídas da marca Dexter, uma interface homem máquina (IHM) da marca Dexter, um controlador de carga de 40 amperes da marca Phocos, dois painéis fotovoltaicos de 140 watts de potência da marca Kyocera, duas baterias estacionárias de 12 volts com capacidade de 105ah, e um transmissor de temperatura e oxigênio dissolvido da marca Mettler Toledo® modelo M200 (Figura 01).

O CLP foi programado em linguagem gráfica usando o software (Aqui-O-Matic®) desenvolvido por Agostinho et al. (2015), que gerencia o fornecimento de ração, acumula dados de temperatura e oxigênio dissolvido, registra os acionamentos do alimentador, entre outras funções programáveis. Para tornar possível o gerenciamento, o operador insere através

da IHM dados de quantidade de animais por hapas, quantidade de ração por segundo (calibrada no alimentador conforme a granulometria da ração), horário de alimentação, número de refeições (frequência alimentar) e se necessário também é possível inserir a correção da oferta da ração de acordo com a temperatura e oxigênio dissolvido da água.

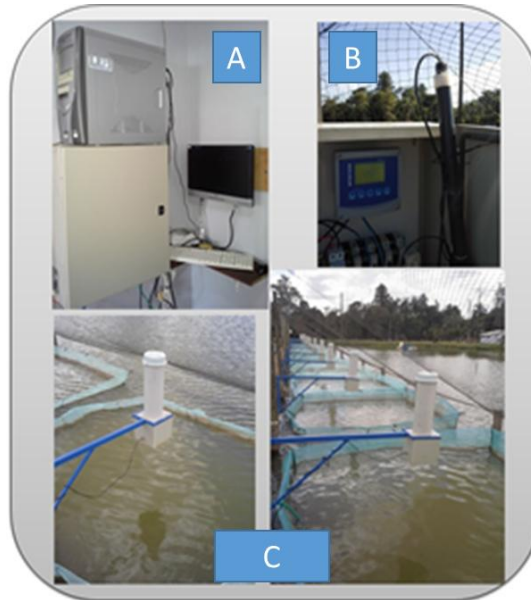


Figura 01: Sistema de automação: painel controle, transmissor e alimentadores automáticos, sendo representados pelas letras (A, B e C) respectivamente.

O software (Aqui-O-Matic®) permite a correção diária do arraçoamento a partir do peso médio estimado dos peixes e conseqüentemente a partir da biomassa de cada hapa; da taxa de alimentação e conversão alimentar esperada. O software utiliza a seguinte equação para calcular a quantidade de ração diária:

$$\text{Ração diária (g/dia)} = \left[BT_i + \left(\frac{BT_i \times TxA}{CAE} \right) \right] \times TxA$$

Onde: BT_i : biomassa do dia anterior (gramas), TxA : taxa de alimentação, CAE : conversão alimentar esperada.

Os cálculos da ração a ser oferecida diariamente foram feitos para cada tratamento experimental, de acordo com a programação para taxa de alimentação, conversão alimentar

esperada e principalmente frequência de alimentação. Após cada biometria, realizada semanalmente, a biomassa de cada tratamento experimental era calculada com base no peso médio dos peixes, e esses valores eram informados ao CLP, via IHM, para utilização nos cálculos da correção diária do arraçamento.

Para verificar a eficiência do sistema de alimentação utilizada no experimento, foi feita uma simulação utilizando as seguintes informações fornecidas ao CLP: peso médio inicial (de acordo com a biometria ao início do experimento), peso médio esperado ao final dos 28 dias de experimento (Sanches, 2001), taxas de alimentação de 80, 40, 20, 20, 18 e 14% PV do início ao final do experimento (adaptado de Sousa, 2010) e conversão alimentar aparente de 5,0; 1,5; 1,5; 1,0; 1,0 e 0,8 da primeira a sexta semana do experimento respectivamente (adaptado de Oliveira, 2010). Os pesos médios das tilápias, obtidos por meio da simulação, foram comparados com os pesos médios reais das tilápias, obtidos por meio das biometrias semanais.

4.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. Foram testadas as seguintes frequências de alimentação: 12 refeições/dia (fornecimento da ração a cada 60 minutos), 24 refeições/dia (fornecimento da ração a cada 30 minutos) e 48 refeições/dia (fornecimento da ração a cada 15 minutos). A ração foi fornecida diariamente no período das 6:00 horas as 18:00 horas.

Durante o experimento foram utilizadas duas dietas. A dieta 1 (ração comercial farelada com 44,75% de proteína bruta) foi fornecida durante os primeiros 21 dias do experimento, e recebeu a incorporação do hormônio 17- α -metiltestosterona na dose de 60 mg.kg⁻¹, por meio da diluição em álcool etílico (92,8°) na proporção de 200 mL por quilo de ração (adaptado de Popma & Green, 1990). A dieta 2 (ração comercial farelada com 26,25% de proteína bruta) foi fornecida do 22° ao 42° dia do experimento. A composição centesimal analisada de cada dieta está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição centesimal analisada das dietas fornecidas durante o experimento.

Nutrientes (%)	Dieta 1 (%)	Dieta 2 (%)
Umidade	9,30	8,21
Proteína Bruta	44,75	26,25
Extrato Etéreo	10,90	8,15
Resíduo Mineral	9,76	13,27
Fibra Bruta	2,43	4,73
Extrato Não Nitrogenado	22,85	39,39

*Dieta 1: ração comercial farelada fornecida durante os primeiros 21 dias do experimento; Dieta 2: ração comercial farelada fornecida do 22° ao 42° dia do experimento.

A taxa de alimentação utilizada neste estudo variou de 80% do peso vivo (PV) na primeira semana do experimento, decrescendo para 40% PV na segunda semana, 20% PV na terceira e quarta semana, 18% PV na quinta semana e finalizando com 14% PV na sexta semana (adaptado de Sousa 2010). Para as estimativas de conversão alimentar, valor fornecido ao CLP para cálculo da correção diária de ração fornecida, foram utilizados os valores 5,0; 1,5; 1,5; 1,0; 1,0 e 0,8 da primeira a sexta semana do experimento, respectivamente (adaptado de Oliveira, 2010).

A quantidade de ração para abastecer cada alimentador era pesada separadamente, e suficiente para dois dias de arraçãoamento. Antes de cada abastecimento dos alimentadores automáticos, a cada dois dias, a ração que sobrava no alimentador era devidamente pesada, para verificar se a quantidade dispensada pelo sistema de automação estava de acordo com a calculada.

4.3. Coletas e Análises

Biometrias semanais foram realizadas, de uma amostra de 50 peixes de cada unidade experimental. Os peixes amostrados foram anestesiados e eutanasiados em óleo de cravo (900 mg/mL), de acordo com Vidal et al., (2008), e colocados em frascos contendo formol 10%

para fixação. Após 48 horas, foram transferidos para recipientes contendo álcool 70°, conservando os peixes para posteriores análises biométricas.

4.3.1. Desempenho produtivo e avaliações morfométricas

As biometrias foram executadas no Laboratório de Ecologia, Pesca e Ictiologia - LEPI da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina. As pesagens das tilápias foram realizadas em balança semi-analítica Gehaka AG200 com precisão de 0,001g, antes da fixação em formol. As medidas foram realizadas com auxílio de paquímetro digital, com capacidade de medir 150 mm e precisão 0,01mm. Foram realizadas as seguintes medidas métricas:

- Comprimento padrão (mm), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal);
- Altura do Corpo (mm), medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal;
- Largura do Corpo (mm), medida à frente do 1º raio na porção lateral.

O desempenho produtivo, ao final do experimento, foi avaliado por meio do peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), porcentagem de ganho de peso (%GP), ganho de peso relativo (GPR), sobrevivência (S) e uniformidade (U). Foram utilizadas as seguintes equações:

Ganho de peso diário:

$$\text{GPD(g)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Dias de cultivo}}$$

Ganho de peso relativo:

$$\text{GPR} = \frac{\log \text{Peso final} - \log \text{Peso inicial}}{\text{Dias de cultivo}} \times 100$$

Conversão alimentar aparente:

$$\text{CAA} = \frac{\text{Alimento fornecido}}{\text{Ganho de peso}}$$

Sobrevivência:

$$S (\%) = \frac{\text{Quantidade final de peixes}}{\text{Quantidade inicial de peixes}} \times 100$$

A uniformidade do lote em função da altura, largura e peso do corpo dos peixes foi calculada utilizando a seguinte equação:

Altura do Corpo:

$$U_{ac} (\%) = \frac{\bar{\mu}_{ac} - 1,65 \text{ D.P}}{\bar{\mu}_{ac}} \times 100$$

Largura do Corpo:

$$U_{lc} (\%) = \frac{\bar{\mu}_{lc} - 1,65 \text{ D.P}}{\bar{\mu}_{lc}} \times 100$$

Peso:

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

Onde: U (%) = média da covariável menos 1,65 unidades de Desvio Padrão, dividido pela média, vezes 100. Onde, 1,65 unidades de Desvio Padrão concentra aproximadamente 91% dos animais do lote avaliado, considerando uma distribuição normal para o parâmetro

4.3.2. Gasto de ração

Para determinar os gastos de ração ao final dos 21 e 42 dias do experimento, a quantidade de ração fornecida, em cada unidade experimental, foi registrada a cada abastecimento com ração dos alimentadores automáticos. Para estimar os resíduos de ração aparente em cada tratamento experimental, que representa a quantidade de ração não aproveitada pelo peixe, foi utilizada a seguinte equação:

Resíduo de ração aparente:

$$RRA = \frac{\text{Gasto de ração total}}{\text{Total de indivíduos}} - \text{Peso final}$$

4.4. Monitoramento da água

Durante o experimento foram monitorados diariamente a temperatura da água e oxigênio dissolvido, com transmissor M200®, mensurados e armazenados a cada cinco minutos no CLP. O sensor do transmissor foi instalado a uma profundidade de 30 cm da água do viveiro, em um ponto fixo pré-determinado.

Os valores médios de temperatura e oxigênio dissolvido da água monitorados durante o experimento estão representados na Figura 2 e 3, respectivamente. A temperatura média da água foi na primeira fase (16/02 à 08/03) do experimento de 25,6°C, e na segunda fase (09/03 à 28/03) de 25,4°C. Os valores de oxigênio dissolvido da água variaram de 0,45mg/L à 8,1 mg/L durante todo o período experimental.

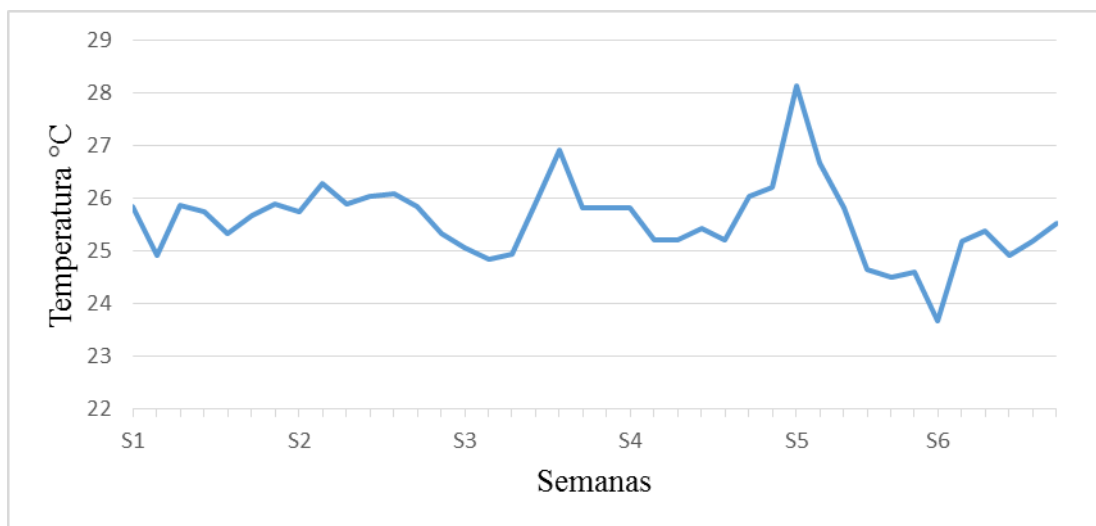


Figura 2: Valores médios de temperatura da água monitorados durante o período experimental

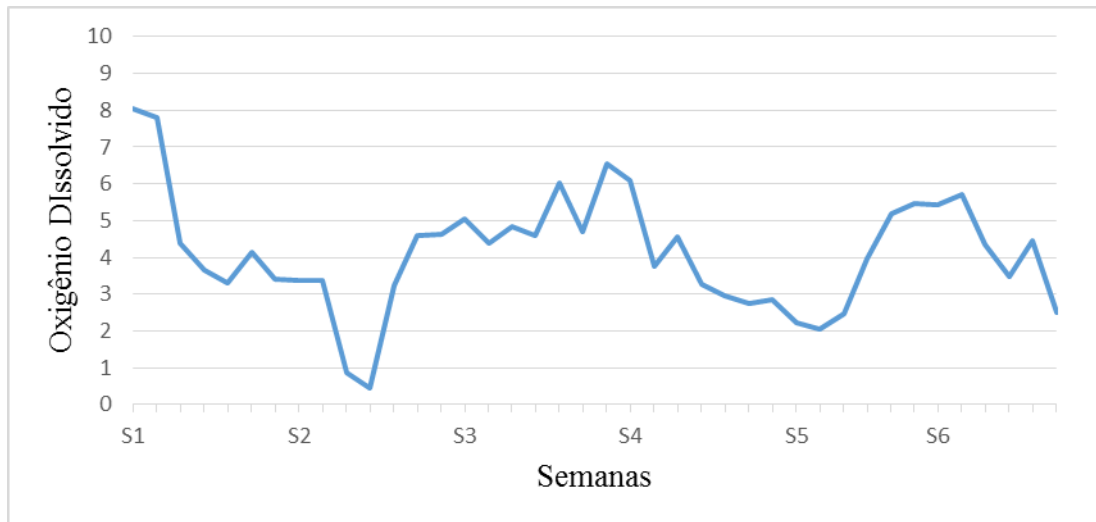


Figura 3: Valores diários de oxigênio dissolvido monitorados durante o período experimental.

4.5. Análise estatística

Os resultados de desempenho produtivo e gasto de ração foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa STATISTICA 6.0. Para comparação das médias foi utilizado o teste (Tukey) a um nível de significância de 5%

5. Resultados

5.1. 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 frequência de 48 refeições/dia apresentaram melhores resultados ($P < 0,05$) de peso final, ganho de peso diário, porcentagem de ganho de peso e ganho de peso relativo, comparado aos peixes alimentados com 12 refeições/dia. Para esses mesmos parâmetros avaliados, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as frequências de 24 e 48 refeições/dia e entre as frequências de 12 e 24 refeições/dia.

O manejo alimentar das tilápias com fornecimento da ração em maiores frequências (24 e 48 refeições/dia) proporcionou melhor resultado ($P < 0,05$) de conversão alimentar

aparente, comparado ao manejo com 12 refeições/dia. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as diferentes frequências alimentares para os resultados de sobrevivência.

Tabela 2: Valores médios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), porcentagem de ganho de peso (%GP), ganho de peso relativo (GPR) e sobrevivência (S) de tilápias GIFT alimentadas em diferentes frequências por 42 dias.

Frequência Alimentar (refeições/dia)	PI (g)	PF (g)	GPD (g)	CAA	%GP	GPR (%)	S (%)
12	0,016± (0,002)	0,366 ^b ±(0,026)	8,35 ^b ±(0,624)	4,952 ^b ±(0,280)	2340,000 ^b ±(174,865)	7,602 ^b ±(0,172)	54,121 ^a ±(2,014)
24	0,016± (0,002)	0,450 ^{ab} ±(0,033)	10,37 ^{ab} ±(0,805)	4,124 ^a ±(0,108)	2904,444 ^{ab} ±(225,618)	8,097 ^{ab} ±(0,176)	51,777 ^a ±(2,234)
48	0,016± (0,002)	0,515 ^a ±(0,067)	11,91 ^a ±(1,605)	3,706 ^a ±(0,428)	3335,556 ^a ±(449,460)	8,406 ^a ±(0,322)	55,673 ^a ±(1,244)
CV (%)		17,15	17,75	14,27	17,75	5,05	4,36

Letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de tukey ($p<0,05$).

O crescimento das tilápias ao longo do experimento, de acordo com as diferentes frequências alimentares, e o crescimento obtido por meio da simulação feita pelo CLP (Controlador Lógico Programável) estão representados na Figura 4.

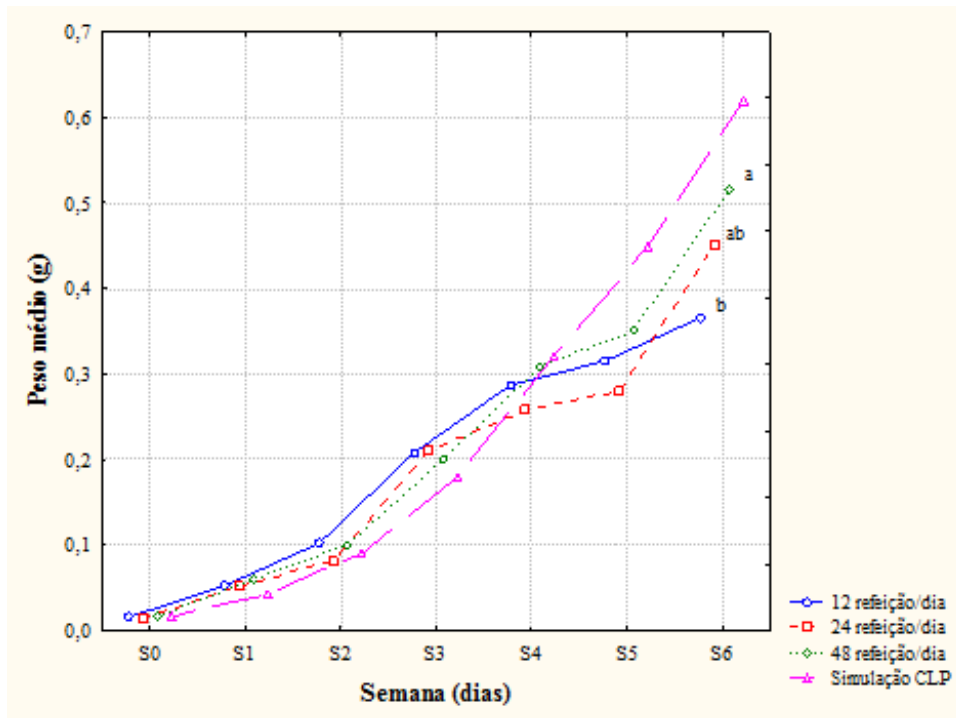


Figura 4: Crescimento das tilápias durante as seis semanas de experimento, de acordo com as diferentes frequências alimentares, e a simulação de crescimento feita pelo CLP (Controlador Lógico Programável).

Da primeira até a terceira semana do experimento, o crescimento das tilápias em todas as frequências alimentares avaliadas foi maior que o esperado pela simulação feita pelo CLP, no entanto, neste período não houve diferença ($P > 0,05$) entre as diferentes frequências alimentares. Ao final da sexta semana do experimento, o crescimento médio das tilápias foi maior ($P < 0,05$) com a utilização da maior frequência alimentar (48 refeições/dia), entretanto esse crescimento foi menor que o esperado pela simulação feita pelo CLP. De acordo com a simulação, as tilápias estariam com peso de aproximadamente 0,62g ao final do experimento.

5.2. Gasto de Ração

Os resultados de gasto de ração, de acordo com as frequências alimentares avaliadas, estão apresentados na Tabela 3. Ao final dos 21 dias de experimento foi observado maior

gasto de ração ($p<0,05$) com a utilização da frequência alimentar de 48 refeições/dia, e o manejo alimentar com 24 refeições/dia foi o que apresentou menor gasto de ração ($p<0,05$).

Tabela 3: Valores médios de gasto de ração (GR) do 1° ao 21° dia do experimento, gasto de ração (GR) do 22° ao 42° dia do experimento, gasto de ração total (GRT), biomassa total (BT), gasto de ração/indivíduo (GR/I) e resíduo de ração aparente (RRA) da criação de tilápia GIFT com diferentes frequências alimentares.

Frequência de alimentação (refeições/dia)	GR (g)	GR (g)	GRT (g)	BT (g)	GR/I (g/ind)	RRA (g/ind)
	1° – 21° dia	22° – 42° dia				
12	23308,33 ^b	11895,00 ^a	35882,25 ^b	7123,33 ^b	1,808 ^a	1,442 ^a
	±(97,766)	±(126,787)	±(45,092)	±(416,453)	±(0,069)	±(0,058)
24	23090,00 ^a	11462,67 ^a	34552,67 ^a	8382,67 ^b	1,856 ^a	1,405 ^a
	±(96,436)	±(336,060)	±(336,69)	±(281,860)	±(0,090)	±(0,056)
48	23976,15 ^c	13915,03 ^b	37890,76 ^c	10312,50 ^a	1,891 ^a	1,375 ^a
	±(22,662)	±(218,138)	±(239,41)	±(1180,08)	±(0,053)	±(0,034)
CV (%)	1,73	9,27	4,31	17,79	3,91	3,74

Letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de tukey ($p<0,05$).

Do 22° ao 42° dia do experimento, o manejo alimentar com 48 refeições/dia apresentou maior gasto de ração ($P<0,05$), e neste período não houve diferença ($P>0,05$) entre as frequências de 12 e 24 refeições/dia.

Ao final do experimento, somando-se os gastos de rações durante todo período experimental, houve diferença entre todas as frequências alimentares avaliadas, sendo a frequência de 48 refeições/dia a que apresentou maior gasto de ração ($P<0,05$) e a frequência de 24 refeições/dia a que apresentou menor gasto de ração ($P<0,05$).

A biomassa total das tilápias ao final do experimento foi maior ($P<0,05$) com a utilização da frequência alimentar de 48 refeições/dia, comparado as demais frequências avaliadas. A ração fornecida por indivíduo não diferiu ($P>0,05$) entre as diferentes

frequências alimentares. Não houve diferença ($P>0,05$) para os resíduos de ração entre todos os tratamentos experimentais.

5.3. Uniformidade

Os resultados de uniformidade das tilápias ao final do experimento estão representados na (Tabela 4). As tilápias alimentadas com maior frequência alimentar (48 refeições/dia) apresentam melhores resultados ($P<0,05$) de uniformidade de peso, uniformidade da altura do corpo e uniformidade da largura do corpo em comparação a menor frequência alimentar (12 refeições/dia), entretanto, não houve diferença ($P>0,05$) entre as frequências alimentares de 24 e 48 refeições/dia e entre as frequências alimentares de 12 e 24 refeições/dia.

Tabela 4: Valores médios de uniformidade de peso (UP), uniformidade da altura do corpo (UAC) e uniformidade da largura do corpo (ULC) de tilápias GIFT alimentadas em diferentes frequências por 42 dias.

Frequência de alimentação (refeições/dia)	UP (%)	UAC (%)	ULC (%)
12	36,1643± (7,001) ^a	73,1667± (4,681) ^a	64,6293± (2,886) ^a
24	31,6897± (20,044) ^a	74,9399± (7,199) ^a	68,1960± (5,337) ^a
48	36,5098± (4,168) ^a	74,2318± (2,417) ^a	69,3177± (2,561) ^a
CV (%)	31,81	6,10	5,69

Letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de tukey ($p<0,05$).

5.4. Reversão sexual

Os resultados de reversão sexual das tilápias foram feitos pelo laboratório de análises da COPACOL, sendo apresentados na Tabela 5, podendo ser observado que para todas as frequências alimentares avaliadas a taxa de reversão sexual foi acima de 99%.

Tabela 5: Porcentagem de machos e fêmeas de tilápia GIFT alimentadas em diferentes frequências, com ração comercial contendo hormônio (17 alfa-metiltestosterona), por 21 dias.

Frequência de alimentação (refeições/dia)	N° de indivíduos analisados*	Machos (%)	Fêmeas (%)
12	125	99,2	0,80
24	237	99,6	0,42
48	196	100	0

*Os peixes foram analisados ao final dos 42 dias de experimento.

6. Discussão

As variações de temperatura e oxigênio dissolvido da água podem ter afetado o desempenho produtivo das tilápias. Os valores médios de temperatura observados durante o experimento ficaram abaixo do recomendado, já as médias de oxigênio dissolvido ficaram abaixo do ideal, mas acima do nível mínimo recomendado para produção de tilápia. Segundo Kubitzka (2000), a tilápia é uma espécie que apresenta conforto térmico entre 27 a 32°C e Barbosa (2007) registra que para o desenvolvimento das tilápias são requeridos níveis mínimos de 2 mg/L de oxigênio dissolvido, sendo o ideal acima de 5mg/L.

Nos primeiros 21 dias do experimento houve maior crescimento das tilápias em todas as frequências alimentares, comparado com a simulação feita pelo CLP. A simulação não considerou a qualidade da ração e a frequência de aração durante o experimento, apenas o peso inicial dos animais, a taxa de alimentação fornecida e a conversão alimentar esperada para os cálculos da oferta de ração, e por este motivo o crescimento das tilápias nas diferentes frequências alimentares, neste período de criação, foi diferente ao esperado pela simulação, pois houve efeito das altas frequências alimentares sobre o crescimento dos peixes.

As altas taxas de alimentação utilizadas neste período, 80, 40 e 20% do PV (Adaptado de SOUSA e OLIVEIRA, 2010) na primeira, segunda e terceira semana do experimento, respectivamente, foram taxas mais elevadas do que a recomendada pela literatura para esta fase de crescimento, que é de 10 à 30 % do PV do animal até atingir 1g (LOVELL, 1998). Altas taxas de alimentação aliadas a altas frequências alimentares proporcionaram melhor aproveitamento do alimento pelos peixes, devido ao maior parcelamento da ração, permitindo que todos os peixes tivessem oportunidade de se alimentar, melhorando assim o seu crescimento (OLIVEIRA, 2007; ALEXANDRE 2010).

Lee et al. 2000 e Furuya, 2007 relatam que a ração se fornecida em excesso, pode influenciar negativamente o desempenho produtivo e o custo de produção. É importante destacar que a alta taxa de alimentação utilizada no experimento não impactou negativamente o desempenho produtivo, devido ao maior parcelamento da ração proporcionado pelas altas frequências alimentares, podendo ser observado melhores resultados de desempenho produtivo com a utilização da maior frequência de alimentação (48 refeições/dia).

Ao final do experimento, todas as frequências alimentares avaliadas proporcionaram crescimento das tilápias inferior ao esperado pela simulação, devido provavelmente aos baixos índices de oxigênio dissolvido na água, diminuição da temperatura, mudança da dieta

experimental e redução da taxa de alimentar, que neste período foi de 20, 18 e 14% do PV na quarta, quinta e sexta semana do experimento, respectivamente. No presente estudo, a simulação feita pelo CLP não considerou as variações de temperatura ao longo do experimento, fazendo com que o crescimento das tilápias nas diferentes frequências alimentares ficassem abaixo do esperado pela simulação ao final do experimento. Segundo Xie et al. (2011), a temperatura da água é um dos fatores ambientais que mais afetam as respostas fisiológicas dos peixes quanto ao crescimento e à alimentação. Entre a quarta e a sexta semana do experimento, a temperatura se manteve entre 25,8 e 25,5°C, abaixo da faixa de conforto térmico para criação de tilápias (KUBITZA, 2000), o que pode ter influenciado no consumo de ração pelos peixes e consequentemente no crescimento. Segundo Ferraz et al. (2011), a diminuição do consumo de alimento pelos peixes está diretamente ligada a diminuição da temperatura e variação de oxigênio. Entretanto, a frequência de 48 refeições/dia foi a que mais se aproximou da simulação, demonstrando que o controle feito pelo CLP é eficiente no manejo alimentar de tilápias, desde que este seja efetuado com utilização de alta frequência alimentar.

A frequência de 48 refeições/dia proporcionou maior crescimento das tilápias ao longo do experimento, confirmado pelos valores de peso final, ganho de peso diário e ganho de peso relativo, que foram maiores nesta frequência alimentar. Oliveira (2010), trabalhando com pós-larvas de tilápia alimentadas em altas frequências (24, 32, 48 e 96 refeições/dia), observou melhores resultados de peso médio final, ganho de peso e taxa de crescimento específico com utilização da frequência de 48 refeições/dia.

Do início ao final do experimento, o maior consumo de ração foi observado com a utilização da maior frequência de alimentação (48 refeições/dia), o que refletiu em maior valor de biomassa total ao final do experimento, e está relacionado ao maior crescimento dos peixes comparado às frequências de 12 e 24 refeições/dia. Com utilização da frequência de 48 refeições/dia houve menor quantidade de resíduos de ração, demonstrando melhor aproveitamento pelos peixes. De acordo com Sousa et al. (2012), com o maior fracionamento da ração, as tilápias aproveitaram melhor o alimento, melhorando seu desempenho produtivo.

Ao final do experimento pôde ser observado que não houve diferença ($P>0,05$) entre a uniformidade das tilápias nas diferentes frequências alimentares. Resultados diferentes foram observados por pesquisadores, em estudo com tilápia. Oliveira (2010) trabalhando com frequências de 24, 32, 48 e 96 refeições/dia no manejo alimentar de pós-larvas de tilápia, obteve melhores resultados de crescimento e uniformidade com a frequência de 32 refeições/dia. Sousa (2010) analisando duas frequências alimentares (6 e 24 refeições/dia) no

manejo de pós-larvas de tilápias, registrou melhores resultados de peso final e uniformidade do lote com o aumento da frequência alimentar. De acordo com Wang et al. (1998), frequências de alimentação mais elevadas podem aumentar as oportunidades aos peixes subordinados 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. Com essa prática de manejo é possível diminuir a classificação dos peixes em um sistema produtivo (SOUSA, 2007).

Ao final do experimento observou-se melhores taxas de CAA para as frequências de 24 e 48 refeições/dia. Sousa et al. (2012) trabalhando com frequências de (6, 12 e 24 refeições/dia) também obtiveram melhor resultado de conversão alimentar para juvenis de tilápia com o aumento da frequência alimentar, o que demonstra melhor aproveitamento do alimento pelos peixes com o maior parcelamento da ração.

A porcentagem de sobrevivência ficou abaixo do esperado, que para esta fase seria de 70 à 80% segundo (POPMA e LOVSHIN, 1996). Alguns fatores como o atraso em uma semana na troca de hapas de 1mm para as de 3mm, as oscilações de temperatura e oxigênio dissolvido e a alta densidade de estocagem utilizada contribuíram para a alta porcentagem de mortalidade registrada.

Tendo em vista que o processo de reversão sexual convencional leva em torno de 28 dias, com frequências alimentares de quatro à seis refeições/dia (Kubitza, 2000), a reversão sexual observada no presente estudo, apresentou excelentes resultados em todas as frequências alimentares, com índice acima de 99% de peixes revertidos em machos em todas as frequências avaliadas, sendo que o processo de reversão levou apenas 21 dias. Resultado encontrado por Oliveira (2010) e Santos (2015) comprovam que é possível realizar a reversão sexual em um período de 14 e 7 dias, respectivamente, sendo que para isso deve-se fazer uso da alta taxa de alimentação aliadas a alta frequência alimentar.

Ao final do experimento, o sistema de alimentação automatizado, com altas frequências alimentares, se mostrou eficiente no manejo alimentar de tilápias GIFT nas fases iniciais de crescimento, demonstrando melhores resultados de desempenho produtivo com a utilização da maior frequência de alimentação.

7. Conclusão

A automação do manejo alimentar se mostrou eficiente na criação de tilápias GIFT, demonstrando que é possível melhorar o desempenho produtivo, melhorar o aproveitamento da ração e diminuir o período de reversão sexual com utilização de alta frequência alimentar. Recomenda-se para o manejo alimentar de tilápias GIFT nas fases iniciais de crescimento, o fornecimento da ração com frequência de 48 refeições/dia.

Referências

- AGOSTINHO, C.A. et al. **Dispensador automático de ração**. PI 242, 2004, p.283- 296.
- AGOSTINHO, C. A.; CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; RIBEIRO, R. R. **Inovações no manejo alimentar de tilápias**. XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal de Alagoas – Maceió. 23 a 27 de maio de 2011.
- AGOSTINHO, C. A. et al. **Aqui o Matic: Programa para a automação do fornecimento de ração para peixes e rãs com base nas variações da temperatura da água, no oxigênio dissolvido e no ganho diário de peso estimado com base na conversão esperada**. Registro de programa INPI. 2015.
- ALEXANDRE. J. S. **Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanques rede: Desempenho produtivo e digestibilidade de proteína**. Botucatu, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2010.
- ARAI K. **Genetic improvement of aquaculture finfish species by chromosome manipulation techniques in Japan**. *Aquaculture*. v.197, p.205-228. 2001
- ASIAN DEVELOPMENT BANK. **An impact evaluation of the development of genetically improved farmed tilapia: and their dissemination in selected countries**. Mandaluyong: Asian Development Bank, 2005.
- AYROZA, L. M. S. **Criação de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na Usina Hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR**. Jaboticabal, 2009. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2009. Jaboticabal, 2009.
- 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.
- BALARIN, J.D.; HALLER, R.D. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. Pages: 267-355 in J.F. Muir and R.J. Roberts, editors. **Recent Advances in Aquaculture**. Croom Helm, London. 1982.
- BALDISSEROTTO. B. GOMES. L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Editora UFSM, Santa Maria, 2005.
- BARBOSA, A.C.A., 2007. **A Criação de Tilápias em Gaiolas**. EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova – RN.
- BARBOSA, A. C. A. et al. **Cultivo de tilapia em gaiolas**. Natal, RN: EMPARN, v. 17. 2010. 33p.
- BARBOSA, M. C., Taxa alimentar no desempenho de Juvenis de robalo-peva em tanques-rede. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.4 p.369-372, 2011.
- BEARDMORE, J. A, MAIR, G. C, Lewis RI. *Aquaculture*. **Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems and prospects**. v.197, p.283-301. 2001.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos.** 2013. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2226-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-237-em-dois-anos>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

BUREAU, D.P.; HUA, K.; CHO, C.Y. **Efect of feeding level on growth and nutriente deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g.** Aquaculture Research, v.37, n.11. p.1090-1098, 2006.

CAMPO, L.F.C. **LA TILAPIA ROJA:** una evolucion de 26 anos, de la incertidumbre al exito. México, 2008. 147p.

CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Freqüência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 187-191, 2005.

CASTAGNOLLI, N. 1992. Criação de Peixes de Água Doce. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária FUNEP, 189pp.

CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000.** Brasília: CNPq, 1996. 95p.

COCHE, A.G. Cage culture of tilapias. In: Pullin, R.S.V. and Lowe-Mc Connel, R.H. (Eds.). **The Biology and culture of tilapias.** Philippines, Manila: International Center of Living Aquatic Resources Management (ICLARM), cap. 3, p. 205-246, 1982.

CORNEL, G. E.; WHORISKEY, F.G. The effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage, **Aquaculture**, n109, p.101-107, 1993.

CRIAÇÃO DA GAROUPA: Um peixe indicado para a região nordeste. **Panorama da Aquicultura.** Julho/Agosto, 2012. Vol. 22, n° 132.

CYRINO, J.E.; CONTE, L.; Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). **AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura.** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 2006.

CYRINO, J. E. P. N. et al. 1986. **Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus*).** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA 6 (1986) 49-62.

CYRINO, J. E. P. et al. A Piscicultura e o Ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, supl. Especial, 2010.

CARMELIN JÚNIOR. C. P. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia.** Botucatu, 2014 36 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2014

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. **Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo.** *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.26, n.3, p.339-344, 2004.

EL-SAYED, A.- F.M. Intensive Culture. In: Abdel-Fattah M. El-Sayed (Ed.) **Tilapia Culture**, London, Cap.5, p.70-94, 2006.

FAO. Global Aquaculture Production. 2012. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-0a.pdf>. Acesso em: 02 Fev. 2015

FERNANDEZ, F. et al. 1998 **Digestion and digestibility in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): the effect of diet composition and ration size.** *Aquaculture*, v.166, p.67-84, 1998.

FERRAZ, E. M. et al. 2011. **Influência da Temperatura de Cultivo Sobre Crescimento e Diferenciação Sexual de Robalo-Peva, *Centropomus parallelus* POEY, 1860.** *Rev. Bras. Eng. Pesca* 6:1-16.

FERRAZ, E. M e CERQUEIRA, V. R. 2010. **Influência da Temperatura na Maturação Gonadal de Machos do Robalo-Flecha, *Centropomus undecimalis*.** *Bol. Inst. Pesca, São Paulo* 36:73-83.

FERREIRA, R. A., et al. **Desempenho produtivo de alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) submetidos a diferentes frequências de alimentação.** *Ensaio e ci.*, v.11, n.2, p.33-38, 2007.

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, p.243-260, 1993

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food outlook: biannual report on global food markets.** Rome: FAO, 2013. 134p.

FURLANETO, F. P. B. et al. **Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, Safra 2004/051.**

FURUYA, W. M; SOUZA, S. R; FURUYA, V. R. B. 1998 **Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação.** *Cienc Rural* 28(3):483-487. 1998.

FURUYA, W. M. et al. **Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade.** *Revista Brasileira de Zootecnia*. V.30, n.3, p.924-924, 2001.

FURUYA, W. M. **Redução do impacto ambiental por meio da ração.** Belo Horizonte, MG. In: *Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – Acesso Regiões. III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca.* Anais. p. 121-139. 2007.

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

HENGSAWAT, K.; WARD, F.J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. **Aquaculture**, The Netherlands, v.152, p.67-76, 1997.

HERBST E. C. **Induction of tetraploidy in zebrafish danio rerio and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. 2002. 127f.

HILLESTAD, M. e JOHNSEN, F. T. (1994) High-energy/lowprotein diets for Atlantic salmon: Effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. **Aquaculture** 124, 109±116.

HUGUENIN, J.E.; ROTHWELL, G.N. The problems, economics potentials and system design of large future tropical marine fish cage systems. **Proceedings of The World Mariculture Society** 10: 162-181. 1979.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 74 p.

KUBITZA, F. Qualidade da água na reprodução de peixes – Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v.8, n.46, p.35-41, 1998.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285 p.

KUBITZA, F. **Tilápia na bola de cristal. Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 99, p. 14 -21, jan/fev. 2007.

KUBITZA, F. et al. Panorama da Piscicultura no Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, vol. 22, p 15-25, 2012.

KUNII, E. M. F. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para Kinguio criado em hapa: Desempenho produtivo e avaliação econômica**. Botucatu, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

KUNII, E.M.F. et al. Influência da Frequência Alimentar e Taxa de Alimentação no desempenho produtivo de Kinguio criado em tanque-rede. In: **AQUACIÊNCIA**, 3, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008.

LAHAV, M.; LAHAV, E. The development of all-male tilapia hybrids in Nir David. **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.42, p.58-61, 1990.

LARA, L.B. Segurança alimentar na produção de organismos aquáticos. In: **Feed & Food**, Segurança alimentar para a saúde e bem-estar do homem, v. 4, p. 19 – 20, 2006.

LEE, S. M.; HWANG, U. G.; CHO, S. H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes shlegeli*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 187, n. 3, p. 3099- 4009, 2000

LIM, C. Practical feeding: Tilapias. In: LOVELL, T. (Ed.) **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. p.163-182.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming. A growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.137-164, 1997.

LOVELL. T. 1998. **Nutrition and Feeding of Fish**. Kluwer Academic Publishers. Feeding Tilapias p. 224.

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

MAINARDES-PINTO, C.S.R. et al. Masculinização da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17- α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.655-659, 2000.

MASSAGO. H. **Desempenho de alevinos de quatro linhagens da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e análise da variabilidade genética pelos marcadores RAPD**. Jaboticabal, 2007. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2011**. Brasília: MPA, 2011. 128p.

MPA, **Ministério da Pesca e Aquicultura**. 2012. Disponível em: <www.mpa.gov.br>. Acesso em: 23 jan. 2015.

MPA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – 2011. Publicado sexta, 13 Setembro 2013. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=12963> Acesso em: 17/03/2015.

MPA. **1º Anuário da Pesca e Aquicultura – 2014**.

MENEZES, C. S. M. **Automação do manejo alimentar na engorda de tilápias criadas em tanque – rede**. Botucatu, 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2014.

MEURER, F. et al. Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 1-6, 2005.

NDOME, C. B., et al. Effect of Feeding Frequency on Feed Consumption, Growth and Feed Conversion of *Clarias gariepinus* % X *Heterobranchus longifilis* & Hybrids. **American-Eurasian Journal of Scientific Research** 6 (1): 06-12, 2011.

OLIVEIRA, F.A. et al. Desempenho de tilápias cultivadas em tanques-rede arraçadas em diferentes intervalos e taxas alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade brasileira de Zootecnia, 2007.

OLIVEIRA, F. A. **Taxa e intervalo de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2007. 80f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

OLIVEIRA, L. C. **Altas frequências de arraçamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas**. Botucatu, 2010. 73f.. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010. Botucatu, 2010.

POPMA, T. J.; GREEN B. W. Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual. Auburn, AL: **Auburn University**, 1990. 15p.

POPMA, T. J., LOVSHIN, L. L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia**. Alabama: International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996. 23 p. (Research and Development, 41).

POPMA, T. J.; MASSER, M. **Tilapia life story and biology**. SRAC Publication, Mississippi State University, n. 283, 1999.

PROENÇA, E. C. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

RABE, J.; BROWN, J.A. **A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experimente with yellowtail flounder**. Aquaculture, Amsterdam v.191, p.289-302, 2000.

RODEHUTSCORD, M., BORCHERT, F., GREGUS, Z. **Availability and utilization of free lysine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. Aquaculture, Amsterdam, v. 187, p. 177-1883, 2000.

SANTOS, A. A. **Reversão sexual de tilápias GIFT criadas em hapas e submetidas a diferentes taxas de alimentação em alta frequência**. Botucatu. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2015.

SÁNCHEZ, G. L. B. **A influência do desenvolvimento da visão e do tamanho do alimento na larvicultura do dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae)**. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

SCHIMITTOU, H.R. **High density fish culture in low volume cages**. Singapore: Akiyama, D.M., American Soybean Association, 1993. 78p.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Criação de tilápias em tanques-redes**. 2007. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

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

SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v.264, p.135-139, 2007.

SOUSA, P. N. R. **Parâmetros bioquímicos e enzimáticos para Jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados em alta e baixam frequência com diferentes níveis de proteína**. Botucatu.

Universidade Estadual Paulista, 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Paulista, 2012

SOUSA, R.M.R. et al. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da aquíicultura**. v.16, p.49 - 51, 2006.

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**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SOUSA, R.M.R. **Frequência alimentar para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases de reversão e pós-reversão sexual**. Botucatu, 2010. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SOUSA, R. M. R., et al. 2012. **Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 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, Belo Horizonte, v. 34, n.272, p. 1 – 13, jan/fev. 2013.

SOUZA, T. J. **Produção de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada em tanques-rede na fazenda BR FISH, no açude sítio novos em Caucaia – CE**. 2008. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Pesca) Universidade Federal do Ceará, 2008.

SUGANUMA, C. H. **Caracterização de estoques de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) através do uso de microssatélites**. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) – Centro de Aquicultura. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 46 p., 2004.

TACHIBANA et al. 2004. **Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 26, n. 3, p. 305-311.

THOMASSEN, J. M.; FIGAERA, S. O. Studies of feeding frequency for Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 15, n. 2, p. 149-157, 1996.

TUCKER, B. J., et al. **Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper (*Pagrus auratus*)**. Aquaculture 258 (2006) 514–520.

TÜRKER, A. YILDIRIM. O. The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(46), pp. 9479-9484, 22 August, 2011.

VASQUEZ, A. L.V. **Níveis de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

VIDAL, L. V. O. et al. 2008. **Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo**. Pesq. Agropec. Bras., 43, 1069-1074.

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**, Amsterdam, v. 165, n. 3, p. 261-267, 1998.

WATANABE, W.O. et al. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science** 10, p. 465–498. 2002.

XIE, S., et al. Effect of water temperature on energy budget of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.683-690, 2011.

XIE, F.; et al. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. **Aquaculture**. 2011; 311:162–167.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de Tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n.54, p. 15-21, 1999.

ZHOUn, Z. et al. 2003. **Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*)**. J. Appl. Ichthyol. 19, 244–249.