

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

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS
DE TILÁPIA**

CÉLIO APARECIDO CARMELIN JÚNIOR

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

BOTUCATU – SP
Dezembro – 2014

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

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS
DE TILÁPIA**

CÉLIO APARECIDO CARMELIN JÚNIOR
Zootecnista

Orientador: PROF. Dr. CLÁUDIO ANGELO AGOSTINHO

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

BOTUCATU – SP
Dezembro - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Carmelin Júnior, Célio Aparecido, 1987-
C287s Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia / Célio Aparecido Carmelin Júnior. - Botucatu : [s.n.], 2014
vii, 36 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014
Orientador: Cláudio Angelo Agostinho
Inclui bibliografia

1. Tilápia do Nilo - Alimentação e rações. 2. Temperatura - Efeito fisiológico. 3. Peixes - Alimentação - Controle automático. I. Agostinho, Cláudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

*Aos meus pais e familiares, dedico esta
dissertação*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização da pós graduação.

Aos meus pais, Célio Aparecido Carmelin e Celina Munhoz Lopes Carmelin, e irmã Ariane Maria Carmelin, por toda a educação que me foi dada, responsabilidade, amor, carinho, apoio emocional, moral, financeiro, tudo que me fez crescer tanto profissional como pessoalmente.

À minha namorada Melissa, por sempre me entender na ausência durante o experimento, me aguentar durante todo o namoro e por ser uma namorada ótima.

À FAPESP, processo 2011/50737-4, por financiar o projeto;

Ao Professor Claudio Angelo Agostinho, pelo exemplo como pessoa e como profissional, e pelas inúmeras vezes em que ajudou com experimentos e dissertação;

À Dona Sueli pela amizade, preocupação conosco e dedicação com as finanças dos projetos;

Ao professor Meirelles, pela disposição em liberar o Laboratório de Bromatologia para a análise dos nutrientes da ração;

Ao seu Eliseu, David, Robinho, Marcela e Dona Inês da Piscicultura Portal Dos Peixes pela ajuda em Arandu-SP, pois sem eles seria muito mais difícil;

Ao Luciano Oliveira, por se disponibilizar a conseguir os peixes e leva-los até Arandu para que o experimento pudesse ser realizado;

Aos amigos do Setor de Aquicultura da UNESP: Anderson, Daniel, Gabriel, João, Junior, Obedias, Rapha e estagiários pela amizade, companheirismo e paciência;

Aos meninos da República Litraço de 4, pelos momentos de descontração, festas, churrascos, futebol e também responsabilidades;

A todos que de alguma forma colaboraram para realização desse trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	Página
Considerações iniciais.....	2
Aquicultura	2
Tanques-rede.....	3
Manejo alimentar em tanques-rede.....	4
Alimentação automática.....	7
Efeito da temperatura no consumo de ração	9
Referências bibliográficas	13
 CAPÍTULO II	
Sistema automatizado de alimentação de peixes: Ajuste instantâneo da oferta de acordo com a temperatura para juvenis de tilápias.....	18
Resumo	19
Abstract... ..	20
Introdução	21
Material e Métodos	23
Condições experimentais.....	23
Resultados.....	26
Ajuste da oferta de ração com base na temperatura da água.....	26
Fase 1.....	26
Fase 2.....	27
Fase 3.....	27
Fase 4.....	27
Ajuste da oferta de ração de acordo com a temperatura.....	27
Discussão	29
Conclusão	33

Implicações.....	34
Referências bibliográficas	35

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I	Página
Tabela 1. Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura e peso médio de tilápias.	11
 CAPÍTULO II	 Página
Sistema automatizado de alimentação de peixes: Ajuste instantâneo da oferta de acordo com a temperatura para juvenis de tilápia.....	18
 Tabela 2. Cálculo da oferta diária de ração de acordo com a conversão alimentar esperada para a taxa de 3% do peso vivo.....	24
 Tabela 3. Porcentagem de redução da oferta de ração de acordo com a temperatura da água (°C).....	26
 Tabela 4. Desempenho de juvenis de tilápias criados em hapas durante o outono e inverno, com amostragens quinzenais a partir dos 21 dias. Peso médio (PM), Ganho médio (GM) e Conversão alimentar aparente (Conv).....	28
 Tabela 5. Dados de Peso total (Pt), conversão alimentar total (Convt) e ganho de peso total (Gpt) de juvenis de tilápia criados em hapas durante o outono e inverno.....	28

CAPITULO I
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Aquicultura

Dentre as atividades agropecuárias, a piscicultura vem se destacando no Brasil como uma área de potencial, sendo uma opção ao crescente mercado consumidor de pescado. O Brasil se destaca por suas características potenciais, como a grande área alagada disponível para o cultivo de peixe em tanques-rede, potencial de produção de grãos utilizados na alimentação destes animais e condições climáticas favoráveis. Além de ser uma fonte de proteína de origem animal de alto valor biológico, o cultivo de peixes é considerado ainda uma excelente fonte de renda.

O desenvolvimento econômico, associado às mudanças no hábito alimentar, tem sido os responsáveis pela crescente demanda por peixes no Brasil e no mundo. A aquicultura continua alcançando um maior crescimento em relação às outras áreas da produção animal, devido ao aumento do consumo de peixes pela população. Este fato, somado à disponibilidade de recursos hídricos, clima favorável, facilidade de contratação de trabalhadores faz com que o Brasil apresente grande potencial para o desenvolvimento da atividade. Muitas pesquisas estão sendo realizadas nas áreas de nutrição, genética e reprodução para melhorar a exploração e desenvolver novas tecnologias para o setor aquícola. (CREPALDI et al., 2006)

A produção de peixes em cativeiro vem crescendo a cada ano, devido ao aumento da demanda da população por carne de qualidade e redução nas capturas. A produção mundial na aquicultura aumentou de 48 milhões de toneladas em 2007 para 66 milhões de toneladas em 2012. (FAO, 2012).

Cerca de 600 espécies aquáticas são cultivadas em todo o mundo, utilizando técnicas de produção bem como tecnologias de instalação de equipamentos bastante variadas nas mais diversas modalidades de produção (FAO, 2012). Dentre as espécies dulcícolas, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), espécie nativa da África que foi introduzida no Brasil no estado do Ceará em 1971, pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) (NEUMANN, 2004), é a segunda espécie mais cultivada no mundo, perdendo apenas para as carpas (SUGANUMA, 2004). De 2003 a 2011, a produção de tilápia no Brasil subiu de 64.857,5 toneladas para 253.824,1 toneladas, um aumento de 29,1% ao ano. Em 2011, a produção de tilápia representou

46,6% da produção de piscicultura continental brasileira (MPA, 2012). Este grande interesse pela produção de tilápias deve-se à suas características organolépticas, precocidade sexual, ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (FURUYA et al., 2001), alta produtividade e prolificidade em diferentes sistemas de produção e rusticidade (SOUZA et al., 2004).

De acordo com Castillo e Campo (1995), as tilápias são os peixes exóticos de maior êxito na piscicultura mundial, sendo que nos últimos anos, houve um grande avanço na tilapicultura brasileira decorrente de cultivos intensivos iniciados no Sul do país, e mais recentemente, no Nordeste, na região sub-média do Rio São Francisco localizado no Estado da Bahia.

1.2. Tanques-Rede

A criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas é classificada como um sistema intensivo de produção, necessitando de alta e contínua renovação de água para manutenção da qualidade dentro dos tanques-rede (COLT e MONTGOMERY, 1991), bem como para a remoção dos metabólitos e excretas eliminados pelos peixes.

A produção em tanques-rede tem sua origem não muito definida. Provavelmente, os primeiros tanques-rede foram utilizados por pescadores, como estruturas de manutenção até que os peixes pudessem ser comercializados. Os primeiros tanques-rede foram desenvolvidos no sudoeste asiático, no final do século passado, a partir de armadilhas de madeira ou bambu, onde os peixes eram alimentados com restos de peixes ou comida (BEVERIDGE, 1987).

Os sistemas de produção da aquicultura são classificados de acordo com a produção por metro cúbico (m^3) e o uso de implementos e insumos. No sistema extensivo, os animais são mantidos em uma baixa densidade, existindo pouca intervenção tecnológica. No sistema intensivo, a produção de peixes por unidade de volume é alta, para isto é necessário utilizar rações de qualidade, maior controle de enfermidades e reprodução eficiente (LEKANG, 2007).

Em pisciculturas de água doce os tanques-rede são considerados de pequeno volume e alta densidade, com o volume até $6m^3$, sendo possível produzir entre 150 e $250kg/m^3$ a cada ciclo, enquanto os tanques-rede com volume superior a $18m^3$, são

considerados de grande volume e baixa densidade, variando a biomassa econômica densidades de criação de tilápias em tanques-rede de 6m³, encontrou melhores resultados na densidade de 52,4kg/m³, com peso médio inicial de 43g e peso final de 262,14g.

O método de cultivo em gaiolas permite o uso de áreas alagadas inexploradas pelos demais sistemas de cultivo, sendo principalmente praticada em reservatórios de médio e grande porte de usinas hidroelétricas. A criação de peixes em tanques-rede impulsiona a prática da piscicultura à pequenos produtores ou pescadores profissionais, devido ao baixo investimento inicial desta modalidade de criação se comparadas às demais, como *raceways* (canais com alta vazão de água) e viveiros escavados (HALWART et al., 2007; ZANIBONI et al., 2005). Zimmermann e Fitzsimmons (2004) afirmam que a produção de peixes em tanques-rede foi o maior fator de impulso para o crescimento da aquicultura mundial na década de 80.

O Brasil conta com extensas áreas de estuários, assim como as áreas de água represada e de lagos artificiais, onde a pesca artesanal deixou de ser atividade rentável para as populações locais pela redução dos estoques pesqueiros. Implantar a aquicultura, principalmente com o uso de tanques-rede nestas áreas, possibilita a redução da pesca tradicional e pode aumentar a renda familiar, contribuindo com o desenvolvimento sócio-econômico do país (ESQUIVEL, 2005).

De acordo com dados do Sistema de Informações de Autorizações de Uso das Águas de Domínio da União para fins de Aquicultura (SINAU) do MPA, em 2009, estavam instalados cerca de 1.700 tanques-rede no rio Paranapanema, com produção anual estimada acima de 10 mil toneladas de pescado (BRASIL, 2009).

1.3. Manejo alimentar em tanques-rede

O fornecimento de dieta balanceada é de fundamental importância na criação de peixes em tanques-rede, uma vez em que ocorre restrição na busca pelo alimento natural, promovendo a alimentação como o fator de maior importância na administração das criações (TAKAHASHI, 2005).

Furlaneto (2006) avaliou os custos e rentabilidade para a produção de tilápias em tanques-rede no médio Paranapanema encontrou que os custos com a ração atingem

70% do custo operacional total da produção. Assim, a elaboração da dieta adequada a ser fornecida deve visar o desempenho adequado, e os nutrientes e energia devem atender a exigência nutricional dos animais sem excessos, pois pode acarretar custos desnecessários, prejuízos aos animais e danos ao meio ambiente. O manejo alimentar adequado pode reduzir o desperdício, melhorar a assimilação dos nutrientes pelos peixes, melhorar a conversão alimentar e diminuir os impactos negativos das sobras na qualidade da água (FURUYA, 2001; LARA, 2006).

Uma característica importante do sistema de criação de peixes em tanque-rede é a total dependência do sistema de arrazoamento para a garantia do sucesso da produção, devendo-se adotar assim, além de dietas balanceadas e adequadas à espécie e fase de cultivo, técnicas de alimentação ajustadas às condições de cultivo (SCHIMITTOU, 1997).

Segundo Oliveira (2007), a frequência alimentar e a taxa de alimentação, bem como o horário do fornecimento da dieta, são determinantes no desempenho produtivo.

A frequência alimentar pode exercer influência no custo referente à alimentação (JOMORI et al., 2005), podendo influenciar em resultados de desempenho produtivo, com melhor conversão alimentar, incremento no ganho de biomassa e melhor uniformidade de lotes em função da correta frequência alimentar (CARNEIRO e MIKOS, 2005).

No caso de espécies onívoras, que apresentam estômago reduzido quando comparadas a espécies carnívoras, há necessidade de que a alimentação seja realizada com maior frequência (PEZZATO et al. 2004).

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 aumentava a frequência alimentar, os peixes apresentavam maior crescimento, sendo que a frequência alimentar de 24 refeições resultou em melhor conversão alimentar.

Contrastando estes resultados, Liu et al (2014) sugerem que frequências de 3 a 5 refeições por dia podem aumentar o crescimento de juvenis de *blunt snout bream* (*Megalobrama amblycephala*), e que altas e baixas frequências (mais de 5 vezes e menos de 3 vezes, respectivamente) levaram os peixes a crescer menos, mostrando aumento do estresse oxidativo, imunossupressão e diminuição da resistência a doenças. Definiu assim que altas frequências podem também trazer problemas aos peixes.

Ressalta-se que a taxa de alimentação foi alta, 8% do peso vivo, e que a espécie é herbívora sem estômago, com digestão microbiana no intestino. Portanto, o hábito alimentar natural pode ser um indicativo do melhor manejo alimentar.

A taxa de alimentação, ou seja, a porcentagem de ração a ser ofertada diariamente com base no peso total dos peixes, também é um fator importante a ser levado em consideração.

Oliveira (2010) sugere altas taxas de arraçoamento nas fases iniciais de tilápias confinadas em hapas para melhorar o crescimento e conversão alimentar. O autor também observou que o processo de reversão sexual nestas condições ocorreu em apenas 15 dias quando as larvas foram alimentadas em alta frequência.

Oliveira (2007) avaliou taxas de alimentação de 2%, 3% e 4% da biomassa em alta frequência (48 refeições/dia) para tilápias de 200 g até o abate, constatando maior uniformidade, maior ganho de peso e menor tempo de cultivo para os peixes que receberam a maior taxa de alimentação (4% do peso vivo). O uso de alimentadores automáticos viabiliza o aumento da taxa de alimentação sem desperdício, desde que a porção diária seja dividida em várias refeições. Sousa (2010) testou várias frequências alimentares nas fases de reversão e pós reversão sexual, obtendo como melhor resultado de reversão sexual os peixes que receberam 24 refeições/dia. Segundo o autor, o fracionamento disponibiliza a ração com hormônio durante todo o tempo e acelera a reversão.

O período de oferta da ração também deve ser levado em consideração de acordo com o hábito alimentar da espécie cultivada. Estudos demonstram que trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), quando alimentadas por meio de alimentadores de demanda, apresentaram picos de alimentação ao amanhecer e ao anoitecer (BOUJARD e LEATHERLAND, 1992; SHIMA et al. 2003).

Os salmões dependem da visualização para encontrar o alimento, alimentando-se geralmente de dia. Na estação mais fria, propícia para o crescimento do salmão, as noites são mais longas e a suplementação de luz para aumentar o fotoperíodo melhora o desempenho produtivo (BOEUF, 1998).

Algumas espécies possuem hábito noturno, como por exemplo o bagre africano (*Clarias gariepinus*). Segundo Hossain et al. (2001), quando esta espécie é alimentada a

noite, apresenta melhor conversão alimentar comparado aqueles alimentados somente de dia.

De acordo com Toguyeni et al. (1997), a tilápia possui atividade alimentar preferencial ao amanhecer e ao entardecer. Sousa et al. (2012) criaram tilápias em tanques-rede em três regimes alimentares: 12 horas somente ao dia, 12 horas somente à noite e 12 horas dia e noite, com peso médio inicial de 16g. Os peixes alcançaram 264g, 245g e 285g em média, respectivamente, em 126 dias, uma evidência clara de que a alimentação noturna pode melhorar o desempenho produtivo de tilápias, já que os animais alimentados dia e noite obtiveram o maior ganho de peso.

Apesar do significativo desenvolvimento da aquicultura nos últimos anos, uma das suas maiores limitações é o fornecimento de ração, que na maioria das pisciculturas é feito manualmente, sujeito aos erros do tratador, que se tornam mais graves nas pisciculturas maiores. Este fator se encontra intimamente relacionado aos custos e à produção em si, uma vez que a quantidade ingerida de alimento varia com a temperatura da água e a percepção desta variação do comportamento alimentar só podem ser realizadas com eficiência por funcionários experientes

1.4. Alimentação automática

O desenvolvimento tecnológico da aquicultura deve seguir caminhos semelhantes aos da avicultura de corte, em que a automatização do fornecimento da ração teve grande importância na produção de aves. A diferença básica da alimentação automática entre estas duas áreas é que no caso da avicultura a ração permanece disponível no comedouro e a ave controla sua ingestão diária, entretanto para a alimentação de peixes a ração oferecida tem que ser consumida imediatamente, pois é fornecida na água, lixiviando nutrientes para o ambiente. A maioria das tecnologias desenvolvidas para a alimentação automática de peixes depende de algum mecanismo de detecção das sobras para controlar a oferta.

Juell et al. (1993) usaram sensores hidroacústicos para detectar péletes de ração a 2,5m de profundidade em gaiolas marinhas para criação de salmão. Os péletes detectados indicam que houve sobra de ração e enviam sinal para desligar o alimentador

automático. Outra técnica é monitorar as sobras por meio de filmagens com a contagem dos péletes, analisando *frame* por *frame* (FOSTER et al. 1995).

A filmagem das sobras e do comportamento alimentar do salmão vem sendo um método eficiente de controlar a sobra. O alimentador é acionado quando há procura por alimento e não existem péletes sobrando. Os animais monitorados pelas câmeras obtiveram melhores índices de conversão alimentar, sobrevivência e crescimento quando comparados aos que não foram monitorados (ANG, 1997).

Petrell (2003) descreveu um sistema no qual detecta os péletes sobrando na superfície da água, envia um sinal para o computador, que envia de volta um sinal de controle. Segundo o autor, esta técnica possibilita o desenvolvimento de um sistema de controle de alimentadores automáticos que podem fornecer ração de acordo com a demanda dos peixes, ligar um alarme sonoro ou acender uma lâmpada para saber quais gaiolas estão com sobras de ração.

Outra maneira de controlar a oferta de ração foi proposta por Cubitt et al. (2008), que consiste em detectar se os peixes estão com fome. O trabalho foi desenvolvido com trutas (*Oncorhynchus mykiss*) e consistiu em manter, cinco peixes equipados com etiquetas intramusculares em um grupo com 50 trutas. Um transmissor detecta eletropotenciais dentro do tecido muscular vermelho axial. A amplitude e a frequência dos pulsos elétricos são diretamente correlacionados ao nível de atividade muscular e a fome.

Por meio de um sistema de detecção da atividade alimentar de enguias, Chang et al. (2005) desenvolveram um sistema com infravermelho para detectar a atividade das enguias sob o alimentador automático. Este aparelho analisa o tempo para iniciar a atividade alimentar, só fornecendo o alimento na próxima refeição se as enguias procurarem pelo alimento rapidamente (5 minutos em um tanque de 2x2m).

Sanches-Vazquez et al (1994) acoplaram um pêndulo de metal a um dispensador automático que liberava ração todas as vezes que o pêndulo era acionado pelos peixes. Estes peixes precisavam ser condicionados a este comportamento, para que sempre que estivessem com fome, empurrassem o pêndulo.

Um sistema de alimentação automática foi desenvolvido para larvicultura de *Sea bream*. Foi baseado em um controlador lógico programável (CLP), que controla uma bomba peristáltica, e transfere os organismos planctônicos dos seus silos de estocagem

para os tanques de larvicultura. O fluxo é controlado por válvulas solenóides, uniformizando a distribuição do alimento e melhorando o crescimento das larvas (PAPANDROULAKIS, 2002).

Um sistema automatizado para a larvicultura de carpa comum (*Cyprinus carpio*) foi desenvolvido por Charlon e Bergot (1984), consistindo em um alimentador automático dispensando em pequenas quantidades pequenas partículas de alimento através de uma válvula solenoide.

A opção brasileira para a alimentação automática é fornecer a ração de acordo com o peso médio e idade dos peixes seguindo valores tabelados de anos anteriores. Neste sentido dois alimentadores automáticos foram desenvolvidos (AGOSTINHO et al., 2004 - PI nº 0403612-3; AGOSTINHO et al., 2010 - PI nº1005536-3) possibilitando o fornecimento de ração em quantidade e horários pré estabelecidos. Através destas opções, a alimentação automática para tilápias e outros peixes de água doce pode se tornar uma realidade nas pisciculturas, já que o aparelho conta com a precisão do fornecimento da ração, além de aumentar ou diminuir o fornecimento de acordo com a variação da temperatura, e corrigir a oferta diária da ração de acordo com a conversão alimentar e o ganho de peso diário estimados.

1.5. Efeito da temperatura no desempenho e consumo de ração.

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam na taxa de crescimento dos peixes, por interferir no metabolismo, no consumo de oxigênio e na atividade alimentar (CANPANA et al., 1996). A temperatura da água influencia no metabolismo dos peixes, por serem ectotérmicos, afeta diretamente o seu desempenho, consumo de ração, crescimento e ganho de peso (Loures, 2001; Piana et al., 2003).

A maior disponibilidade de juvenis de tilápia ocorre no verão. Com a queda da temperatura, os estoques de alevinos do mercado diminuem, e a reprodução inicia novamente somente na próxima primavera, quando a temperatura da água é maior do que 25°C (PHILIPART E RUWET, 1982; POPMA E LOVSHIN, 1996).

A faixa ideal de temperatura para criação da tilápia está entre 26 e 30°C (AZAZA, 2008). A partir destas informações, o produtor deve ter a dimensão exata da sua demanda por alevinos e, quando chegar próximo do final da estação reprodutiva,

deve adquirir alevinos em quantidades suficientes para produzir os juvenis de tilápia que serão utilizados na estocagem dos tanques na saída do inverno.

O crescimento, eficiência alimentar e sobrevivência de juvenis de tilápias de 4g criadas em aquários a 24, 28, 30, 32 e 34°C foram avaliados por Workagegn (2012). O autor concluiu que a temperatura de 28 a 32°C é uma faixa térmica ótima para o desenvolvimento desta espécie em aquários. A faixa de 28 a 32°C também foi considerada a melhor por Maciel Junior (2006), para o desenvolvimento de juvenis de tilápias de 0,8g em aquários. Juvenis de tilápia com peso médio de 0,25g criados em aquários apresentaram melhor desempenho quando criados em 26 e 30°C (AZAZA, 2008). A avaliação da influência da temperatura sobre o desempenho de tilápias geralmente esta limitada a experimentos de laboratório, em que estes parâmetros podem ser controlados. Portanto, as conclusões de laboratórios somente podem ser consideradas como uma informação inicial, que deverão ser confirmadas por ensaios realizados nas represas onde são realizadas as criações comerciais.

Marengoni (2006) avaliou o desempenho de tilápias em represas de fevereiro a julho, com a temperatura variando de 19 a 28,6°C. Os peixes que apresentaram o melhor desempenho foram criados na densidade de 400 peixes/m³ e ganharam 400g em média. Os peixes apresentaram melhor desenvolvimento quando a temperatura estava mais alta.

Charo-Karisa (2004) criou experimentalmente juvenis de tilápia em condições de verão e em condições de outono. No final do período de crescimento, os peixes foram expostos a temperaturas cada vez mais baixas, para verificar a temperatura de tolerância. Em ambos os ensaios, os peixes menores foram mais vulneráveis ao estresse pelo frio. Os peixes criados experimentalmente em condições semelhantes ao verão morreram quando submetidos a temperaturas entre 8,6 e 13,6°C, enquanto os peixes criados experimentalmente em condições semelhantes ao outono morreram entre 7,5 e 11,7°C, sugerindo que peixes aclimatados a temperaturas mais baixas antes do estresse pelo frio podem apresentar maior tolerância ao frio.

As tilápias, por serem ectotérmicas, variam a temperatura do corpo de acordo com a temperatura da água, diminuindo o metabolismo e o consumo de ração a medida que diminui a temperatura. Além disso, cada classe de tamanho possui uma taxa de

alimentação diferente e consequentemente uma relação diferente de consumo de ração de acordo com o peso médio e a temperatura.

Em pisciculturas comerciais de tilápias em tanques-rede a redução da oferta de ração é feita quinzenalmente com base em tabelas comerciais para fazer a redução da oferta de acordo com a temperatura, baseadas em anos anteriores. Crivelenti et al (2006) utilizaram, na fase de terminação, a correção quinzenal para tilápias alimentadas com 2% da biomassa e frequência de 4 vezes diárias, através da pesagem amostral dos peixes.

Ostrensky e Boerger (1998) preconizaram a redução da oferta da ração de acordo com a temperatura e peso médio da tilápia conforme a Tabela 1. Segundo o autor a correção da oferta de ração em porcentagem do peso vivo para tilápia varia de acordo com a temperatura da água, aumentando na região de conforto térmico dos animais e diminuindo nas regiões de maior e menor temperatura. A correção é feita de acordo com o aumento ou diminuição da porcentagem da oferta da ração diária.

Tabela 1. Correção da oferta de ração de acordo com a temperatura e peso médio dos peixes, em gramas, de tilápias com diferentes faixas de peso.

Peso médio (g)	Correção da taxa de alimentação de acordo com a temperatura						
	< 15°C	15 a 17°C	18 a 20°C	21 a 23°C	24 a 26°C	27 a 29°C	>30°C
1 a 5	0	3,0	6,0	9,0	12	15,0	6,0
5 a 10	0	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	3,2
10 a 20	0	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	2,8
20 a 50	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	2,0
50 a 70	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	1,6
70 a 100	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	1,6
100 a 150	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	1,2
150 a 200	0	0,5	1,1	1,6	2,1	2,7	1,0
200 a 300	0	0,4	0,9	1,4	1,9	2,4	0,9
300 a 400	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	0,8
400 a 500	0	0,3	0,7	1,1	1,5	1,9	0,7

Agostinho et al. (2014) desenvolveram um sistema de automação para organismos aquáticos com controlador lógico programável (CLP) e um software (Aqui-o-matic) que regula a quantidade de ração diária de acordo com o ganho de peso estimado pela conversão esperada e ajusta a oferta de acordo com a temperatura da água e ou oxigênio dissolvido. O sistema proposto por esses autores possibilitou o fornecimento de ração em tanques-rede com maior precisão diminuindo a interferência

do tratador no fornecimento de ração. Entretanto, o sistema ainda depende de informações referentes ao consumo de ração em função da temperatura e oxigênio dissolvido. Atualmente os ajustes são feitos pelo CLP com base nas tabelas existentes na literatura e as tabelas dos fabricantes de ração para peixes.

Castro et al. (2014) utilizaram o sistema proposto por Agostinho et al. (2014) para corrigir a oferta de ração diariamente para rãs-touro de acordo com o ganho de peso diário estimado pela conversão esperada, obtendo resultados semelhantes entre a curva de crescimento obtida e a esperada, com peso final aos 4 meses estimado de 350g e peso final obtido aos 4 meses de 330g.

Diante do exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de melhorar o manejo alimentar de juvenis de tilápia durante o período do outono e inverno, ajustando a oferta de ração de acordo com a temperatura da água por meio de um sistema de automação por CLP, e determinar melhor taxa de alimentação quando a oferta do alimento é corrigida diariamente de acordo com a conversão alimentar e ganho de peso estimados. Com base neste estudo será apresentado no capítulo II o artigo intitulado “Automação do fornecimento de ração para juvenis de tilápia com ajuste na oferta de acordo com a temperatura da água”

O trabalho foi escrito de acordo com as normas da revista *Aquacultural Engineering* (Elsevier).

2. 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. **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. 2014.

ANG, K.P.; PETRELL, R.J. (1997) Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and feed conversion, **Aquacultural Engineering**, v.16, p.45-62, 1996.

AYROSA, L. M. S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilapia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.231-239, 2011.

AZAZA, M.S.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v.33, p.98-105, 2008.

BEVERIDGE, M. **Cage Aquaculture**. Blackwell Scientific Publication Ltd. 1987. 351p.

BOEUF, G.; LE BAIL, P.Y.; Does light have any influence on growth? **Aquaculture**, v.177, p.129–152, 1999.

BOUJARD, T.; LEATHERLAND, J.F. Demand-feeding behaviour and diel pattern of feeding activity in *Oncorhynchus mykiss* held under different photoperiod regimes. **Journal Fish Biology**, v.40, p.535-544, 1992.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. **Sistema de Informações das Autorizações de Uso das Águas de Domínio da União para fins de Aquicultura - SINAU**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/sinau> . Acesso em: 12 jul. 2014.

CANPANA, S.E. et al. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.53, p.2909-2911, 1996.

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

CASTILLO-CAMPO, L. F. **História genética e hibridação da tilapia roja**. San

Tander: Ideal, 1995. 236p.

CASTRO, C. S. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v.61, p.43-48, 2014.

CHARLON, N.; BERGOT, P. Rearing system for feeding fish larvae on dry diets. Trial with carp (*Cyprinus carpio* L) larvae. **Aquaculture**, v.41, p.1-9, 1984.

CHANG, C.M.; FANG, W.; JAO, R.C.; SHYU, C.Z.; LIAO, I.C. Development of an intelligent feeding controller for indoor intensive culturing of eel. **Aquacultural Engineering**. V. 32, p.343–353, 2005.

CHARO-KARISA, H. et al. Effects of Rearing Conditions on Low-Temperature Tolerance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Juveniles. In: **Proceedings of the 6th international symposium on tilapia in aquaculture**, Manila, Philippines, 12-16, p.30–41, 2004.

COLT, J.; MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. *Journal of Animal Science*, v.69, p.4183-4192, 1991.

CREPALDI, D. V. et al.. A situação da Aquacultura e da pesca no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, p.81-85, 2006.

CRIVELENTI, L.Z. et al. Desempenho economico da criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. **Veterinária Notícias**, v.12, p.117-122, 2006.

CUBITT, F. K. et al. Development of an intelligent reasoning system to distinguish hunger states in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Computers and electronics in agriculture**, v.62, p.29-34, 2008.

ESQUIVEL, B.M. **Produção do jundiá (*Rhamdia quelen*) em áreas de estorno do parque estadual da serra do tabuleiro em Paulo Lopes-SC**. 2005. 102f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis..

FAO. **Global Aquaculture Production**. 2012. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-0a.pdf>. Acesso em: 10 Nov. 2014.

FOSTER, M. et al. Detection and counting of uneaten food pellets in a sea cage using image analysis. **Aquacultural Engineering**, v.14, p.251-269, 1995.

FURLANETO, F.B.P; AYROZA, D.M.M.R; AYROZA, L.M.S. 2006 Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no Médio Parapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*, São Paulo, 36(3): 64-69.

FURUYA, W.M. et al. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.924-929, 2001.

HALWART, M.; SOTO, D.; ARTHUR, J.R. (eds.). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview. FAO Fisheries Technical Paper, n°. 498. Rome, FAO. 2007. 241p.

HOSSAIN, M.A.R.; HAYLOR, G.S.; BEVERIDGE, M.C.M. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v.32, p.999-1004. 2001.

JOMORI, R.K. et al. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, v.243, p.175-183, 2005.

JUELL, J. E., WESTERBERG, H.,. An ultrasonic telemetric system for automatic positioning of individual fish used to track Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in sea cage. **Aquacultural Engineering**, v.12, p.1-18, 1993.

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.

LEKANG, O.I. **Aquaculture Engineering**, Blackwell. 330p, 2007.

LIU, W.B. et al. Feeding frequency affects stress, innate immunity and disease resistance of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. **Fish & shellfish immunology**, v.38, p.80-87, 2014.

LOURES, R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associados às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. *Acta Scientiarum*, v.23, p.877-883, 2001.

MACIEL JUNIOR, A. Efeito da temperatura no desempenho e na morfometria de Tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 51p, Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MARENGONI, N.G. Produção de tilapia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada) cultivada em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.127-138. 2006.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil 2010**. Brasília: MPA 2012. Disponível em <http://www.mpa.gov.br/index.php/topicos/300-boletim-estatistico-da-pesca-e-aquicultura-2010>. Acesso em: 5 nov. 2014.

NEUMANN, E. **Características do desenvolvimento inicial de duas linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* e uma híbrida *Oreochromis* sp.** 2004. 63f.

Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2004.

OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápias 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 arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

OSTRENSKY, O.; BOERGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba :Agropecuária, 1998, 129p.

PAPANDROULAKIS, N., PAPAIOANNOU, D., DIVANACH, P. Na automated feeding system for intensive hatcheries. **Aquacultural Engineering**, p.14-26, 2002.

PETRELL, R.J.; PARSONAGE, K.D., Accuracy of a machine-vision pellet detection system. **Aquacultural engineering** v.29, p.109-123, 2003.

PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSS, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart. p.75-169, 2004.

PHILIPPART, J.C. and J.C. RUWET. Ecology and distribution of tilapias. p. 15-60. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.) **The biology and culture of tilapia**. ICLARM Conf. Proc. 7, 1982.

PIANA, P. A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Influência da temperature sobre o desenvolvimento de juvenis de piapara (*Leporinus cf.obtusidens*). **Acta Scientiarum. Biological Sciencies**, v.25, p.87-94, 2003.

POPMA, T.J., LOVSHIN, L.L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Research and development series** no. 41, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, 1996.

SÁNCHEZ-VAZQUEZ, F. J. et al. Design and performance of an accurate demand feeder for the study of feeding behavior in Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L. **Physiology & Behavior**, V.56, p.789–794, 1994.

SCHIMITTOU, H. R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas: Mogiana Alimentos, 1995. 78 p.

SCHIMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. ASA- Associação Americana de Soja. Ed. Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 1997, 78p.

SHIMA, T. et al. Effect of the response interval of self-feeders on the self-regulation of feed demand by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. **Aquaculture**, v.224, p.181-191, 2003.

SOUSA, R.M.R. **Frequência alimentar para tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases de reversão e pós-reversão sexual**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

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

SOUZA, et al. Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.27-36, 2004.

SUGANUMA, C.H. **Caracterização de estoques de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) através do uso de microsatélites**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 2004.

TAKAHASHI, N.S. **Nutrição de Peixes**. Instituto de Pesca, 2005. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br> Acesso em: 12 jul. 2014.

TOGUYENI, A. et al. Feeding behavior and food utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. **Physiology and Behavior**, v.62, p.273-279, 1997.

WORKAGEGN, K.B. Evaluation of growth performance, feed utilization efficiency and survival rate of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared at different water temperature. **International Journal of aquaculture**, v.2, p.59-64, 2012.

ZANIBONI FILHO, E. et al. Cultivo de peixes em tanques-rede e impactos ambientais. In: **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2005. 104p.

ZHOU Z.; CUI Y.; XIE S. 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, p.244-249, 2003.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tec Art, 2004. p.249-254

CAPITULO II

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO DE PEIXES: AJUSTE
INSTANTÂNEO DA OFERTA DE ACORDO COM A TEMPERATURA PARA
JUVENIS DE TILÁPIA**

Sistema automatizado de alimentação para peixes: Ajuste instantâneo da oferta de acordo com a temperatura para juvenis de tilápia

RESUMO: Este estudo foi realizado no período de outono e inverno com o objetivo de determinar a taxa de alimentação ideal para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) criados em tanques-rede, com correção diária da oferta baseada na conversão alimentar e ganho de peso estimados. A quantidade de ração oferecida em cada refeição foi ajustada de acordo com a temperatura diária. O experimento teve duração de 2 meses. Foram distribuídos 450 peixes em cada hapa com peso médio inicial de $6,12 \pm 2,05$ g, totalizando 4 tratamentos e 7 repetições em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliadas as taxas de 3, 4, 5 e 6% do peso vivo. A oferta de ração foi feita por alimentadores automáticos controlados por Controlador Lógico Programável (CLP) ligado a um sensor de temperatura da água. A ração foi oferecida em 24 refeições, durante o dia e a noite, a cada hora. A oferta de ração foi ajustada a cada grau abaixo de 25 graus, analisando-se a conversão alimentar aparente, sendo de 15% após a primeira biometria, 10% após a segunda biometria e 13% após a terceira biometria, assim se mantendo até o final. As biometrias foram realizadas a cada 15 dias, calculando-se a conversão alimentar e o peso médio dos peixes. O peso médio, ganho de peso, peso final e as conversão média aparente foram submetidos a uma análise de variância. As médias de peso final foram 12,95, 16,94, 20,02 e 19,92g, respectivamente para os tratamentos 3, 4, 5 e 6%. Para o ganho de peso as médias foram 6,83, 10,71, 13,88 e 13,80g para 3, 4, 5 e 6% respectivamente. As taxas de 5 e 6% de peso vivo com ajuste da oferta de acordo com a temperatura resultaram em melhor crescimento durante os meses frios.

Palavras chave: alimentação automática, *Oreochromis niloticus*, manejo alimentar

Automated feeding system for fish: Instant Adjusting the offer according to the temperature for tilapia juveniles

ABSTRACT: This study was conducted in the fall and winter period in order to determine the optimum feeding rate of tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) reared in cages, with a daily fix of supply based on estimated feed conversion weight gain. The experiment lasted two months. Twenty eight hapas with 0,29m³ were used inside 1m³ cages. 450 fish were distributed in each hapa with initial average weight of 6,12±2,05g, totalizing 4 treatments and 7 replications in a completely randomized design. Rates of 3, 4, 5 and 6% of body weight were evaluated. The provision of feed was made by PLC controlled automatic feeders connected to a water temperature sensor. The feed was offered in 24 meals during the day and night. The supply of feed was adjusted to each degree below 25 degrees, analyzing the apparent feeding conversion, being 15% after first biometry, 10% after the second biometry and 13% after the third biometry, keeping itself until the end. Sampling was done every 15 days, calculating feed conversion and average fish weight. The average weight gain, average final weight and the conversion ratio were subjected to analysis of variance. The average final weight was 12,95, 16,94, 20,02 e 19,92g, respectively, for the treatments 3, 4, 5 and 6%. To weight gain averages were 6,83, 10,71, 13,88 e 13,80g for 3, 4 5 and 6% respectively. Feeding rates of 5 and 6% of body weight with adjustment of supply according to the temperature resulted in better growth during the cold months.

Keywords: automatic feeding, *Oreochromis niloticus*, feeding management,

1. INTRODUÇÃO

O manejo alimentar, dentre as tarefas diárias de uma piscicultura em tanques-rede, desempenha um papel de destaque, sendo crucial para o desenvolvimento e uniformidade dos peixes. A alimentação dos peixes na maioria das pisciculturas é manual, e quanto maior o número de tanques, mais complexo e oneroso o manejo alimentar se torna, devido ao maior número de pessoas qualificadas necessárias para a atividade. (SOUSA et al., 2012)

Uma característica importante do sistema de criação de peixes em tanques-rede é a total dependência do sistema de alimentação para a garantia do sucesso da produção, devendo-se adotar assim, além de dietas balanceadas e adequadas à espécie e fase de cultivo, técnicas de alimentação ajustadas às condições de cultivo (SCHIMITTOU, 1997).

Um exemplo a ser seguido pela tilapicultura é o desenvolvimento tecnológico que a salmonicultura alcançou. Os tanques-redes marinhos para a produção de várias toneladas de peixes possibilitaram maiores investimentos na automação do fornecimento de ração. O controle da oferta é feito com base em câmeras submersas que filham as sobras de ração e o comportamento dos peixes, acionando o alimentador automático quando há procura por alimento e não existem péletes sobrando (ANG et al., 1997).

Nas criações de salmão na Noruega são utilizados tanques de grande volume (20.000 a 60.000m³), com produção de 65kg/m³ (BERGHEIM, 2012). Neste caso, o controle do consumo por sistemas de câmera apresenta uma melhor relação custo benefício do que as pisciculturas de água doce, onde são usados tanques de 18m³ com produção aproximada de 100kg/m³, pois no sistema de água doce a quantidade de tanques é maior, sendo oneroso instalar câmeras em todos, portanto para viabilizar a produção de peixes são necessários de 100 a 500 tanques e esta alternativa de automação torna-se onerosa e alternativas de baixo custo para a automação precisam ser encontradas.

Em pisciculturas convencionais de água doce, o manejo usual de correção da oferta da ração é feito de 15 em 15 dias, utilizando-se altas taxas e baixas frequências, havendo desperdício de ração caso o tratador não possua a devida experiência para analisar a atividade alimentar dos peixes e diminuir ou aumentar a oferta quando for o

caso. Por depender de um tratador que fornece a ração manualmente, a correção diária da oferta da ração torna-se inviável.

Agostinho et al. (2014) desenvolveram um sistema de automação para organismos aquáticos com controlador lógico programável (CLP) e um software (Aqui-o-matic) que regula a quantidade de ração diária de acordo com o ganho de peso estimado pela conversão esperada e ajusta a oferta de acordo com a temperatura da água e ou oxigênio dissolvido. O sistema proposto por Agostinho et al. (2014) possibilitou o fornecimento de ração em tanques-rede com maior precisão diminuindo a interferência do tratador no fornecimento de ração.

Castro et al. (2014) utilizaram o sistema proposto por Agostinho et al. (2014) para corrigir a oferta de ração diariamente para rãs-touro de acordo com o ganho de peso diário estimado pela conversão esperada, obtendo resultados semelhantes entre a curva de crescimento obtida e a esperada, com peso final aos 4 meses estimado de 350 g e peso final obtido aos 4 meses de 330g. Entretanto, o sistema ainda depende de informações referentes ao consumo de ração em função da temperatura e oxigênio dissolvido. Atualmente os ajustes são feitos pelo CLP com base nas tabelas existentes na literatura e as tabelas dos fabricantes de ração para peixes, podendo não corresponder com a realidade quando usada a alimentação automática.

Diante do exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de melhorar o manejo alimentar de juvenis de tilápia durante o período do outono e inverno, ajustando a oferta de ração de acordo com a temperatura da água por meio de um sistema de automação por CLP, e determinar melhor taxa de alimentação quando a oferta do alimento é corrigida diariamente de acordo com a conversão alimentar e ganho de peso estimados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições experimentais

O trabalho foi realizado no período de 7 de maio de 2014 ao dia 6 de julho de 2014 na represa de Jurumirim, localizada no município de Arandu- SP, por um período de 2 meses.

Tilápias da linhagem GIFT, com peso médio de $6,12 \pm 2,05$ g adquiridas em uma piscicultura comercial foram estocadas na densidade de 1.551 peixes/m³ em hapas de 0,7m de comprimento, por 0,7m de largura por 0,6m de altura, totalizando 0,29m³ de volume, com malha 3mm. As hapas foram alojadas em tanques-rede de 1m³ adaptados com alimentadores automáticos.

A temperatura da água da represa foi registrada por um *datalogger*, marca Fullgauge a cada 15 minutos. Um sensor PT100 acoplado ao *datalogger* foi colocado na represa a 1m de profundidade próximo aos tanques.

O fornecimento de ração foi feito por um sistema automático de controle da oferta da ração. O sistema é composto por um controlador lógico programável (CLP) e uma expansão, que acionaram alimentadores automáticos instalados sobre os tanques-rede. A quantidade de animais por tanque, a quantidade de ração por segundo, o horário de alimentação, o número de refeições e a correção da oferta da ração de acordo com a temperatura foram programadas no CLP por meio de um teclado virtual em uma interface homem-máquina. A cada 15 dias, após cada biometria, a média de peso dos peixes de cada tratamento foi corrigida. Os alimentadores automáticos foram confeccionados em polipropileno, consistindo de um cano de 15cm de diâmetro, fundido a uma caixa de 25cm de altura por 25cm de largura por 25cm de altura. Dentro da caixa, um motor foi acoplado a um disco que liberava a ração assim que o motor era acionado. A regulagem dos alimentadores foi feita consistindo da pesagem da ração dispensada pelo alimentador por segundo. Caso a quantidade de ração não fosse suficiente, uma rosca era girada no sentido horário ou anti-horário, sendo que o horário fecha o espaço entre o disco e o cano reservatório, diminuindo a quantidade a ser dispensada, e o anti-horário aumentava este espaço, aumentando a quantidade de ração a ser dispensada. A precisão foi aferida por uma balança com 0,1g de precisão.

Nos primeiros 21 dias os juvenis foram alimentados com uma ração comercial Guabi Pirá Mirim de 1mm de diâmetro, contendo 45% Proteína Bruta (PB), 10% de umidade, 8% de extrato etéreo, 17% de matéria mineral, 2,8% de matéria fibrosa, 3,8% de cálcio, 1,5% de fósforo total. Após este período, foram alimentados com ração comercial Guabi Pirá Alevino de 1,7mm contendo 40% PB, 10% de umidade, 6,5% de extrato etéreo, 16% de matéria mineral, 6% de matéria fibrosa, 5% de cálcio, 1,5% de fósforo. Estes dados estão de acordo com Furuya et al. (2010).

O controlador foi programado para fornecer a ração de acordo com o peso médio dos animais de cada tratamento, na proporção de 3, 4, 5 e 6% do peso vivo. A correção diária da oferta de alimento foi programada no CLP, com base no ganho de peso diário estimado pela conversão alimentar esperada de cada tratamento, sendo 0,77, 1,05, 1,34 e 1,6 respectivamente. Para o cálculo da oferta diária de ração foi utilizada uma tabela (Tabela 2), contendo os dados de peso (g), taxa de alimentação, conversão alimentar, ganho de peso diário (g) e ração por hapa (g). Na Tabela 2 observa-se um exemplo de como é feito o cálculo da quantidade de ração diária para a taxa de 3% do peso vivo. A quantidade de ração por hapa foi calculada multiplicando-se o peso total dos peixes de cada tanque em gramas pela taxa de alimentação. O ganho de peso diário foi estimado de acordo com a mesma multiplicação do peso total pela taxa, dividido pela conversão esperada. Foram utilizadas quatro tabelas, uma para cada tratamento.

Tabela 2. Cálculo da oferta diária de ração de acordo com a conversão alimentar esperada (conv), para a taxa de 3% do peso vivo. Peso vivo total (g) do tanque, Taxa de alimentação (Taxa), Conversão alimentar esperada (Conv), Ganho diário total estimado (Ganho/dia) e quantidade de ração por hapa (Ração/hapa).

Data	Peso total(g)	Taxa	Conv	Ganho/dia(g)	Ração/hapa(g)
17/05/2014	2943,00	0,03	0,77	114,70	88
18/05/2014	3057,66	0,03	0,77	119,10	92
19/05/2014	3176,79	0,03	0,77	123,80	95
20/05/2014	3300,56	0,03	0,77	128,60	99
21/05/2014	3429,16	0,03	0,77	133,60	103
22/05/2014	3562,76	0,03	0,77	138,80	107
23/05/2014	3701,57	0,03	0,77	144,20	111
24/05/2014	3845,79	0,03	0,77	149,80	115
25/05/2014	3995,62	0,03	0,77	155,70	120

O delineamento experimental deste trabalho foi inteiramente casualizado com quatro taxas de alimentação: 3, 4, 5 e 6% e sete repetições por tratamento, totalizando

28 hapas. Em cada unidade experimental foram colocados 450 peixes que pesavam em média $6,12 \pm 2,05$ g. Foram oferecidas 24 refeições dia e noite de hora em hora. A cada 15 dias uma amostragem de 50 indivíduos de cada hapa foi retirada de cada tanque, os peixes foram anestesiados em eugenol 50 mg L⁻¹ e sal (Vidal et al., 2008). Os animais foram pesados individualmente, utilizando-se uma balança 0,1g de precisão.

As sobras de ração de cada alimentador foram coletadas, em seguida pesadas para calcular a conversão alimentar aparente, tendo em vista que não é possível calcular as perdas da ração para o ambiente. O cálculo da conversão alimentar aparente foi feito com base no consumo de ração dividido pelo ganho de peso dos peixes.

A análise estatística foi feita com auxílio do programa SAEG, utilizando-se o teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. Ajuste da oferta de ração com base na temperatura da água

Após cada biometria e cálculo da conversão alimentar, bem como observações diárias de eventuais sobras de ração nos tanques, novos ajustes foram propostos para evitar sobras. Desta maneira o ajuste da temperatura em cada grau abaixo de 25°C foi de 15%, 10%, 13%, e 13% para os primeiros 21 dias, 21° até 36° dias, 36° até 51° dias, 51° até 66° dias respectivamente (Tabela 3).

Os índices zootécnicos são apresentados nas Tabelas 4 e 5. O consumo de ração observado no experimento não configura o consumo real, pois não é possível coletar as sobras quando a ração é lançada na água, portanto foi calculada a conversão alimentar aparente.

Tabela 3. Porcentagem de ajuste da taxa de alimentação de acordo com a temperatura da água (°C) nos períodos de 0 a 21 dias, 21° até 36° dia, 36° até 51° dia e 51° até 66° dia.

T°C	Porcentagem de ajuste nas taxas de 3, 4, 5 e 6%			
	Até 21 dias	21° até 36° dia	36° até 51° dia	51° até 66° dia
25°C	0	0	0	0
24°C	15	10	13	13
23°C	30	20	26	26
22°C	45	30	39	39
21°C	60	40	52	52
20°C	75	50	65	65
19°C	90	60	78	78
18°C	100	70	91	91
17°C	100	80	100	100
16°C	100	90	100	100
15°C	100	100	100	100

3.2.Fase 1: Primeiros 21 dias de criação dos juvenis de tilápia

A temperatura média nos primeiros 21 dias de cultivo foi 21,8°C e as diferentes taxas de alimentação influenciaram o peso médio dos animais. O melhor crescimento nesta fase foi observado nos juvenis alimentados com 5% e 6% do peso vivo ($p < 0,05$),

não diferindo estatisticamente do tratamento onde os juvenis foram alimentados com 6% ($P<0,05$). A quantidade real de ração oferecida em média nesta primeira fase com a correção de 15% para os tratamentos 6%, 5%, 4% e 3%, foi 2,4%, 2%, 1,6% e 1,2% do peso vivo respectivamente. Com relação à conversão alimentar não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P<0,05$) e a conversão alimentar média foi de 1,21:1 (Tabelas 4 e 5).

3.3.Fase 2: Criação dos juvenis de tilápia do 21° até 36° dia

Os juvenis que foram alimentados com 5% e 6% do peso vivo, apresentaram desempenhos semelhantes para peso médio e ganho de peso médio, sendo melhores que os demais tratamentos ($P<0,05$). As conversões alimentares não diferiram entre si e a quantidade real de ração oferecida em média nesta primeira fase com a correção de 10% para os tratamentos 6%, 5%, 4% e 3%, foi 2,4%, 2,0%, 1,6% e 1,2% do peso vivo respectivamente e a conversão média foi de 1,1:1 (Tabelas 3 e 4).

3.4.Fase 3: Criação dos juvenis de tilápia do 36° ao 51° dia

Os animais com taxa de 6% tiveram melhor peso médio ($P<0,05$) e o ganho de peso foi semelhante quando forneceu-se 6% e 5%. As conversões não diferiram entre si ($P<0,05$), e a quantidade real de ração oferecida em média nesta primeira fase com a correção de 13% a cada grau abaixo de 25°C, para os tratamentos 6%, 5%, 4% e 3%, foram oferecidos 1,32%, 1,1%, 0,88% e 0,66% do peso vivo respectivamente e a conversão média foi 1,4:1 (Tabelas 4 e 5).

3.5.Fase 4: Criação dos juvenis de tilápia do 51° ao 66° dia

Os melhores resultados para peso ganho de peso são encontrados no tratamento de 5% do peso vivo, enquanto que para peso médio os melhores tratamentos foram os de 5 e 6%, sendo ambos melhores que os demais. ($P<0,05$). As conversões não diferiram entre si ($P<0,05$), e a quantidade real de ração oferecida em média nesta primeira fase com a correção de 13% a cada grau abaixo de 25°C, para os tratamentos 6%, 5%, 4% e 3%, foram oferecidos 1,32%, 1,1%, 0,88% e 0,66% do peso vivo respectivamente e a conversão média foi 2,1:1 (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Desempenho de juvenis de tilápias criados em hapas durante o outono e o inverno, com amostragens quinzenais a partir dos 21 dias, com as faixas de temperatura nos períodos. Peso médio (Pm), Ganho médio de peso (Gm) e Conversão alimentar aparente (Conv).

Taxa(%)	21 dias de cultivo (20 a 24°C)			36 dias de cultivo (19 a 21°C)			51 dias de cultivo (19 a 21°C)			66 dias de cultivo (18 a 21°C)		
	Pm1 (g)	Gm1 (g)	Conv	Pm2 (g)	Gm2 (g)	Conv	Pm3 (g)	Gm3 (g)	Conv	Pm4 (g)	Gm4 (g)	Conv
6	9,97ab	3,72a	1,20	13,04a	3,33a	1,39	17,99a	4,86a	1,57	19,92a	2,05b	3,52
5	10,55a	4,23a	1,05	12,96a	2,96a	1,32	16,07b	2,88ab	1,17	20,02a	4,07a	2,23
4	9,52b	2,78b	1,22	11,95b	2,40a	0,86	14,88c	1,88b	1,66	16,94b	1,83bc	1,50
3	8,47c	2,13b	1,38	10,03c	1,42b	0,76	12,02d	2,00b	1,32	12,95c	1,46c	1,00
CV (%)	37,306	19,717	23,897	36,698	33,862	76,966	38,813	59,455	47,868	42,674	125,580	67,155

Medias seguidas por mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$)

CV, coeficiente de variação

3.6. Ajuste da oferta de ração de acordo com a temperatura

Os juvenis de tilápia (Tabela 4) que receberam ração em 24 refeições e taxa de alimentação de 5 e 6% do peso vivo com ajuste instantâneo na oferta de acordo com a temperatura apresentaram o melhor peso médio. O melhor valor para ganho de peso médio foi observado no tratamento de 5% do peso vivo.

Com relação à conversão alimentar aparente total, o tratamento de 6% do peso vivo, diferindo estatisticamente do tratamento de 3% e sendo semelhante aos valores de 4 e 5% do peso vivo. Apesar de não ocorrer diferenças estatísticas entre os valores de 5 e 6%, em termos práticos evidencia-se que a conversão alimentar de 5% seria interessante, pois numericamente é menor, e os peixes obtendo melhor ganho de peso e semelhante peso médio com uma quantidade menor de ração.

Tabela 5. Dados de Peso total (Pt), conversão alimentar total (Conv_t) e ganho de peso total (G_{pt}) de juvenis de tilápia criados em hapas durante o outono e inverno

Taxa (%)	Pt (kg)	G _{pt} (kg)	Conv _t	Sobr (%)
6	8,94	6,19	1,49a	94,37
5	9,00	6,24	1,29ab	95,78
4	7,62	4,85	1,29ab	93,67
3	5,82	3,06	1,24b	94,15
CV			9,988	

Medias seguidas por mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

CV, coeficiente de variação

4. DISCUSSÃO

No presente estudo foi definida a melhor taxa para a alimentação de juvenis de tilápia durante o período do outono e inverno, utilizando o ajuste instantâneo da oferta de ração de acordo com a temperatura da água para se evitar desperdícios de ração, comprometimento da qualidade da água e gastos desnecessários com ração e possibilitando a produção de juvenis saudáveis durante o período de baixas temperaturas. As temperaturas máximas e mínimas de cada período de criação foram de, 20 a 24°C no primeiro período, 19 a 21°C no segundo período, 19 a 21°C no terceiro período e 18 a 21°C no quarto período, estando abaixo da faixa de conforto térmico para tilápias. Apesar do crescimento lento no outono e inverno, durante os dois meses de ensaio houve um ganho médio de 14 g, e os juvenis alcançaram o peso médio de 20 g em dois meses, peso suficiente para iniciar a recria no final do inverno.

Os peixes alimentados com 5 e 6% do peso vivo apresentaram o melhor ganho de peso. Entretanto, os juvenis alimentados com 3 e 4% do peso vivo cresceram menos com relação aos demais durante todo o experimento, pois a quantidade de ração foi insuficiente. Os baixos valores de conversão alimentar confirmam este fato. A conversão alimentar indica a quantidade de alimento consumida pelas tilápias para ganhar peso, e melhorias nesses valores representa redução nos custos de produção (Ayrosa et al., 2011), entretanto a redução não deve comprometer o crescimento. As conversões entre 4, 5 e 6% não diferiram entre si, sendo diferentes estatisticamente do tratamento 3%. Apesar dos valores não diferirem entre si, economicamente o valor de conversão alimentar aparente do tratamento de 5% é mais viável que o de 6%, devido a diferença numérica entre eles, e se trabalhando com uma grande quantidade de ração, a diferença entre os valores se dará economicamente, ao final do ciclo.

A temperatura é um fator importante no desenvolvimento dos animais, e que quando está fora do conforto térmico da espécie compromete o ganho de peso. Moura et al. (2007), testaram o desempenho de tilápias em temperaturas de 20, 24, 28 e 32°C, segundo os autores o crescimento dos peixes criados a 20°C foi inferior em comparação com os demais, além de observarem altos valores de conversão alimentar. Justi et al., (2005) também verificaram ganhos em média de 6, 8, 11,2, 14 e 14,4g respectivamente em alevinos de tilápia, crescendo mais em temperaturas de 23, 26, 29 e 32°C. Workagegn (2012) conclui que temperaturas entre 30 e 32°C são as que apresentam

melhores resultados para ganho de peso e eficiência alimentar em tilápias criadas em aquários, sendo alimentadas com 10% do peso vivo três vezes ao dia. Corroboram com estes resultados Azaza (2008), o qual constatou crescimento satisfatório para tilápias criadas em aquários nas temperaturas entre 26 e 30°C, alimentados até a saciedade a cada duas horas. Também analisando o crescimento de tilápias em aquário em diferentes temperaturas, Newman e Popma (1995), aumentaram gradativamente as taxas de alimentação, nas temperaturas de 22, 26 e 30°C. Os melhores desempenhos foram encontrados nos peixes criados em 26 e 30°C. A avaliação das influências da temperatura sobre o desempenho de tilápias geralmente esta limitada a experimentos de laboratório, onde estes parâmetros podem ser controlados e geralmente em densidades baixas e com alimentação até a saciedade aparente, manejo inviável em grandes pisciculturas.

Marques et al. (2003) avaliaram diferentes taxas para juvenis de tilápia criados em aquário com peso inicial de 0,8g e 5g de peso final. A taxa de 12% do peso vivo com temperatura de 23°C em média foi considerada adequada.

Meurer et al. (2007) criaram juvenis de tilápia entre 21 e 23°C, com peso inicial de 9,9g e com diferentes níveis de proteína digestível, a uma taxa de 3,5% do peso vivo diariamente, com 3 refeições, durante dois meses, e obtiveram conversões alimentares entre 1,8 e 2,4. No presente estudo, as taxas iniciais propostas foram de 3, 4, 5 e 6% para cada tratamento com temperatura ideal, mas de acordo com a temperatura média, que foi de 20°C, as taxas reais para cada tratamento foram de 0,93, 1,24, 1,55 e 1,86%, respectivamente, para cada tratamento durante todo o período experimental. Como era esperado para os peixes criados no outono e inverno, cresceram menos, entretanto a conversão alimentar foi menor se comparada ao experimento de Meurer e colaboradores, demonstrando que mesmo em temperaturas baixas é possível obter bons valores de conversão se a oferta for ajustada instantaneamente de acordo com a temperatura.

Furuya et al. (2006), criaram tilápias com peso inicial de 5,58g até 35g durante 42 dias e Signor et al. (2010) criaram juvenis de 4,57g de peso inicial até aproximadamente 55g, por 62 dias. A criação foi feita em aquários com temperatura e outros parâmetros da água controlados, mantendo os peixes na zona de conforto térmico, alimentados até a saciedade aparente. Em ambos os trabalhos os peixes

encontravam condições ideais para o melhor desenvolvimento em menor tempo, já a criação de peixes em represas no período de baixas temperaturas apresenta resultados de desempenho diferentes, geralmente com crescimento lento, como neste experimento realizado na represa de Jurumirin durante os meses frios nos quais os peixes de 6,12 g alcançaram 20g em 70 dias.

O sistema de automação utilizado no controle da oferta de ração, com base no ganho de peso diário estimado e na conversão esperada, e do ajuste da taxa de alimentação de acordo com a temperatura instantânea, foi importante para viabilizar a determinação da taxa de alimentação adequada, 5% do peso vivo, para juvenis com este tamanho, nesta estação do ano, com base no maior ganho de peso. A conversão alimentar é um importante meio para se observar que o equipamento foi eficiente, pois houve uma diminuição do desperdício de ração comparando com outros estudos onde não se utilizou o equipamento.

Uma dificuldade recorrente nas pisciculturas em tanques-rede é o manejo alimentar, pois há necessidade de ajustar a oferta de ração conforme os peixes crescem e de acordo com a variação da temperatura. Isto se torna mais complexo com a oscilação da temperatura, necessitando de um tratador experiente para avaliar o comportamento dos animais e assim reduzir ou aumentar o fornecimento de ração.

O sistema de automação usado neste trabalho é um importante avanço no desenvolvimento industrial da aquicultura, pois o oferecimento de ração é controlado pelo CLP, diminuindo as interferências e erros de manejo que geralmente ocorrem em pisciculturas comerciais, onde o tratamento é feito manualmente. O equipamento faz a correção diária da taxa de alimentação e o ajuste instantâneo de acordo com a temperatura da água, que será eficiente se a programação proposta for baseada em dados da literatura e em anos anteriores. Portanto, a cada ano novas informações serão obtidas em cada região para tornar mais precisa a programação do CLP, diminuindo o desperdício de ração e garantindo um ambiente saudável para a criação dos peixes. No presente estudo evidenciou-se uma economia de ração, pois segundo Ayrosa (2006), tilápias criadas em tanques de pequeno volume (6m³) têm uma conversão média de 1,5:1, e em tanques grandes (18m³), 1,8:1. A conversão total do melhor tratamento (5%) foi de 1,29:1, demonstrando que o equipamento melhora a conversão dos animais

devido ao melhor aproveitamento da ração e menor desperdício devido a correção instantânea da oferta de ração de acordo com a temperatura da água.

Castro et al. (2014), trabalhando com rãs-touro, utilizou o mesmo sistema de automação desenvolvido por Agostinho et al. (2014), fazendo correções diárias para o fornecimento da ração de acordo com o ganho de peso dos animais, obtendo resultados satisfatórios e próximos do simulado quanto ao ganho de peso dos animais.

A proposta de controle da oferta de ração para tilápias por CLP tem como base tabelas de consumo de alimento de acordo com a temperatura e idade dos peixes, procurando oferecer a quantidade exata que os peixes precisam para crescer quando criados em diferentes faixas de temperatura. Existem outros sistemas de controle da alimentação, entretanto baseiam-se nas sobras usando sensores hidroacústicos, infravermelho ou câmeras para detectar estas sobras e verificar a atividade alimentar desligando a alimentação automática quando for o caso (Ang, 1997; Petrell, 2003). O controle da sobra de ração em criações de salmão na Noruega geralmente são baseados em um sofisticado sistema de câmeras, cujos custos não são significativos pois os tanques-rede para a criação comercial de salmão em geral possuem volume submerso de 20.000 a 60.000m³ (Bergheim 2010). O sistema proposto neste trabalho tem um custo inferior relativo, pois um CLP pode controlar a oferta de alimento em toda a piscicultura sem nenhuma interferência do tratador, além de possuir uma interface simples e de fácil compreensão.

5. CONCLUSÃO

O sistema de automação usado para fazer a regulação da oferta diária da ração com base no ganho de peso diário estimado, e com correção da oferta de acordo com a temperatura da água foi eficiente, demonstrando que é possível criar juvenis de tilápia no inverno.

Conclui-se que a taxa ideal para criar tilápias em tanques-rede, no período do outono e inverno, é de 5% do peso vivo, desde que utilizando uma frequência alimentar de 24 vezes dia e noite e correção da oferta da ração de acordo com a temperatura e com o ganho médio diário.

6. IMPLICAÇÕES

O presente trabalho sugeriu as seguintes implicações:

A) O manejo alimentar automatizado mostra-se uma ferramenta valiosa ao desenvolvimento da piscicultura, principalmente quando alia a frequência alimentar com a taxa de alimentação e a temperatura da água. O uso do sistema automatizado possibilitou corrigir a oferta de ração diária de acordo com o ganho de peso diário e a variação de temperatura, bem como oferecer o alimento em alta frequência alimentar.

B) Possibilitar o uso dos dados de taxa de alimentação e conversões alimentares para estudos futuros para a mesma fase de criação de tilápias, em estações quentes.

C) Dados valiosos para a criação de juvenis de tilápias no período do outono e inverno, no qual é escassa a disponibilidade desta fase de criação.

7. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, 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. 2014.

ANG, K.P.; PETRELL, R.J. (1997) Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and feed conversion, **Aquacultural Engineering**, v.16, p.45-62, 1996.

AYROSA, L.M.S.; AYROSA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/2005. **Pesquisa e Tecnologia**, v.3, 2006.

AYROSA, L. M. S et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilapia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 40, p.231-239, 2011.

AZAZA, M.S.; DHRAÏEF, M.N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v.33, p.98-105, 2008.

BERGHEIM, A. Recent growth trends and challenges in the norwegian aquaculture industry. **Latin American Journal of Aquatic Research**., v.40, p.800-807, 2012.

CASTRO, C. S. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v. 61, p.43-48, 2014.

FURUYA, W.M. et al. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilapia-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.35, p.937-942, 2006

FURUYA, W.M. et al. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. **GFM**, 2010, 100p.

JUSTI, K.C. et al. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.24, p.529-534, 2005.

MARQUES, N.R.; HAYASHI, C.M.S.; SOARES, T. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) cultivados em baixas temperaturas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v.24, p.97-104, 2003.

MEURER, F. et al. Exigência de proteína digestível para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em baixa temperatura. *Revista científica de produção animal*, v.9, p.53-64, 2007.

MOURA, G.S. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-Nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1609-1615, 2007.

NEWMAN, J. R.; POPMA, T.J. Maximum Voluntary Feed Intake and Growth of Nile Tilapia Fry as a Function of Water Temperature. **Aquaculture Collaborative Research Support Program, Fourteenth Annual Administrative Report** - 1 Sept. 1995 to 31 Aug. 1996, p. 101-102.

PETRELL, R.J.; PARSONAGE, K.D., Accuracy of a machine-vision pellet detection system. **Aquacultural engineering** v.29, p. 109-123, 2003.

SCHIMITTOU, H.R. 1997. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. ASA- Associação Americana de Soja. Ed. Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 78p.

SIGNOR, A.A. et al. Desempenho de juvenis de tilapia do nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.977-983, 2010.

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

VIDAL, L.V.O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1069-1074, 2008.

WORKAGEGN, K.B. Evaluation of Growth Performance, Feed Utilization Efficiency and Survival Rate of Juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Reared at Different Water Temperature. **International Journal of Aquaculture**, v.2, p. 59-64, 2012.