

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DO ARRAÇOAMENTO DA TILÁPIA-DO-
NILO CULTIVADA EM TANQUES-REDE**

JUNIOR ANTONIO DECARLI

Tese apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia
como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia.

BOTUCATU – SP
Junho – 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

JUNIOR ANTONIO DECARLI
Zootecnista

Orientador: PROF. DR. CLAUDIO ANGELO AGOSTINHO

Tese apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia
como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia.

BOTUCATU – SP
Junho – 2017

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

Decarli, Junior Antonio, 1987-
D291a Automação do controle do arraçoamento da Tilápia-do-Nilo cultivada em tanques-rede / Junior Antonio Decarli. - Botucatu : [s.n.], 2017
 46 f.: tabs.

 Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2017
 Orientador: Claudio Angelo Agostinho
 Inclui bibliografia

 1. Tilápia-do-Nilo - Alimentação e rações. 2. Automação 3. Tanques - rede. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JUNIOR ANTONIO DECARLI- Filho de Arlindo Decarli e Hilda Sartori Decarli nasceu em Liberato Salzano, Estado do Rio Grande do Sul, em 24 de junho de 1987. Em 2006, ingressou na Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, câmpus de Palmeira das Missões, estado do Rio Grande do Sul, onde cursou Zootecnia. Em 2010 obteve o título de Zootecnista e em 2011 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE, câmpus de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, na área de conhecimento em Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, defendendo a dissertação em abril de 2013. Em março de 2014 ingressou no Doutorado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, campus de Botucatu, Estado de São Paulo, na área de concentração em Produção Animal.

Agradecimentos Especiais

Agradecer Prof. Dr. Claudio Angelo Agostinho e Sueli, por tudo que fizeram por mim até os dias de hoje, pois eles têm me ajudado antes mesmo de eu residir em Botucatu. Em especial ao professor Claudio por me dar a oportunidade e o privilégio de ser seu orientado, pois sempre mantivemos uma relação muito mais do que a de orientador e orientado, mas sim uma relação de amizade, sendo muito importante para minha formação profissional e pessoal.

Ao seu Eliseu, David, Robinho, Marcela e Dona Inês da Piscicultura Portal Dos Peixes por terem aberto as portas da piscicultura, recebendo-me em sua casa, muitas vezes fazendo me sentir parte de sua família, e também pela ajuda no experimento, pois sem eles seria muito mais difícil.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, e por ter me direcionado por bons caminhos por esta estrada da vida, sendo esses nem sempre fáceis, porém dando-me forças para superar os obstáculos encontrados.

À minha família que tanto me apoiou em todas as etapas da minha vida, em especial meu pai Arlindo De Carli, minha mãe Ilda Sartori De Carli (*in memoriam*), minha irmã Juliane De Carli, meu cunhado Luis Fernando Conceição, minha sobrinha Luisa De Carli Conceição, minha avó Dosolina Moreschi De Carli e meu avô Narciso De Carli (*in memoriam*). Os quais estão vivendo a realização deste sonho junto comigo.

À minha namorada Marla Silvia Diamante por vir me suportando durante nosso namoro e por ser uma ótima namorada.

Aos meus colegas de trabalho e acima de tudo grandes amigos do Setor de Aquicultura, Anderson, Célio, Gabriel, Daniel, Cecilia e Raphaela, pela ajuda prestada na realização de todas as fases do meu doutorado.

Aos funcionários e amigos, João e Obedias, do Setor de Aquicultura, pela ajuda na parte de montagem do experimento e pelos inúmeros momentos prazerosos e divertidos vividos juntos.

Aos amigos das Repúblicas DNA e APAE, em especial a Cassio (Xen), Renie (China), Leonardo (Sabrina), Filipe (Gueds), os quais me ajudaram em várias biometrias, que eram trabalhosas, porém divertidas, com exceção da insolação do Filipe adquirida em uma delas.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela oportunidade da realização do curso.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia via CNPq pelo apoio financeiro fornecido através da concessão da bolsa de estudos.

A FAPESP pelo auxílio financeiro (processo, nº 2011/50737-4).

Aos meus primeiros orientadores, da graduação Rafael Lazzari (UFMS), e mestrado Aldi Feiden e Wilson Rogério Boscolo (UNIOESTE), meu muito obrigado por terem sempre me apoiado e me darem lições de vida com valores inestimável.

Aos professores do Programa de Pós-graduação pelos conhecimentos passados, muito importantes para minha formação.

Às secretárias da Pós-Graduação, Seila Cristina Cassineli Vieira, Ellen Cassemiro e Claudia Cristina Moreci pelas inúmeras visitas na secretaria da pós para esclarecimento de dúvidas, acreditem, inúmeras mesmo.

À Gisele pela ajuda em minhas análises laboratoriais.

Ao Marcio José Franco pela indicação e ajuda para poder realizar a filetagem dos peixes no frigorífico do Senhor Nakata.

A Mauro Nakata por abrir as portas e disponibilizar o frigorífico para realização da filetagem dos peixes do experimento.

Enfim, a todos que de alguma forma me ajudaram, direta ou indiretamente.

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo II.....	14
Tabela 1. Peso total final (PTF), ganho médio em peso (GMP), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SO), ganho em peso diário (GPD) e uniformidade (U) de tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências de alimentação.....	23
Tabela 2. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice hepatossomático (IHS), índice de gordura visceral (IGV) e níveis de glicose sanguínea (GS) em tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências de alimentação.....	24
Tabela 3. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral de filés de tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências de alimentação.....	25
Capítulo III.....	31
Tabela 1. Receitas, rentabilidade, custos de produção e ponto de nivelamento de tilápias criadas em tanques-rede de 18 m ³ . (índices zootécnicos coletados até o quinto mês de cultivo).....	43

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II.....	14
Figura 1. Médias das temperaturas do período da manhã e da tarde durante o período experimental.....	22

LISTA DE QUADROS

	Página
Capítulo II.....	14
Quadro 1. Sequências de taxas de arraçoamento de tilápias de acordo com o tratamento.....	19
Quadro 2: Percentual de restrição da quantidade de ração em cada refeição de acordo com a temperatura da água.....	20
Capítulo III.....	31
Quadro 1. Percentual de restrição da quantidade de ração em cada refeição de acordo com a temperatura da água.....	35
Quadro 2: Sequências de taxas de arraçoamento de tilápias de acordo com o tratamento.....	36
Quadro 3: Investimento em Capital Fixo.....	37
Quadro 4: Consumo total de ração de tilápias com peso inicial de 100 g e peso final de 860 g na sequência de arraçoamento de 4%, 3% e 2% com 24 refeições e 2 safras.....	38
Quadro 5: Investimento em Capital circulante.....	39
Quadro 6: Investimento Total.....	39
Quadro 7: Custo Operacional Anual (Reais).....	40

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I.....	3
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	4
1. Aquicultura Mundial.....	4
2. Aquicultura Nacional.....	4
3. Produção de Tilápia.....	5
4. Tanque Rede.....	6
5. Manejo Alimentar.....	7
6. Automação na Aquicultura.....	8
7. Avaliação econômica.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO II.....	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	28
CAPÍTULO III.....	30
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33

MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS.....	36
DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
CAPITULO IV.....	45
IMPLICAÇÕES.....	46

AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DO ARRAÇOAMENTO DA TILÁPIA-DO-NILO CULTIVADA EM TANQUES-REDE

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar diferentes sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências alimentares, corrigidas de acordo com a temperatura da água. O experimento ocorreu em uma piscicultura comercial na represa de Jurumirim, localizada no município de Arandu-SP. Foram utilizados 3000 peixes com peso médio de 100g, distribuídos em 30 tanques-rede com 1m³ de volume útil. O delineamento foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 3x2 com cinco repetições, sendo três sequências de taxas de alimentação e dois regimes alimentares (4 e 24 refeições). Mensalmente foram realizadas biometrias dos animais e ao final do período experimental, foram avaliados os parâmetros zootécnicos, através dos índices de peso total final (PTF), ganho médio em peso (GMP), ganho em peso por dia (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SO), uniformidade (U), rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice de gordura visceral (IGV), índice hepatossomático (IHS), glicose sanguínea (GS) e análise da composição centesimal do filé. Realizou-se um estudo econômico para avaliar qual tratamento se apresentou com maior viabilidade econômica. Ao final do experimento, os dados obtidos foram analisados por meio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2007) e as médias comparadas pelo teste de Duncan ou Tukey, a 5% de significância. Conclui-se que para ambos os estudos a sequência 4%, 3% e 2% independente da frequência de refeições apresentou-se mais indicada, pois os peixes alcançaram o peso de abate com melhor conversão alimentar e menor custo unitário.

Palavras-chave: Automação, parâmetros zootécnicos e rentabilidade

NILE TILAPIA AUTOMATION FEEDING CONTROL IN CAGE

ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate different sequences of feed rates and two feed frequencies corrected according to water temperature. The experiment was carried out in a commercial fish farm at the Jurumirim dam, located in Arandu-SP. We used 3000 fishes with an average weight of 100g, distributed in 30 cages with 1m³ of useful volume. The design was completely randomized, in a 3x2 factorial scheme with five replicates, three sequences of feed level and two feeding regimens (4 and 24 meals). Biomechanical parameters were evaluated by means of total final weight (TFW), mean weight gain (MWG), day weight gain (DWG), apparent feed conversion (AFC), survival (S), uniformity (U), carcass yield (CY), fillet yield (FY), visceral fat index (VFI), hepatosomatic index (HSI), Blood glucose (BG) and analysis of the centesimal composition of fillet. And also carried out an economic study to evaluate which treatment was presented economically more viable. At the end of the experiment, the data obtained were analyzed by means of the System for Statistical and Genetic Analysis - SAEG (UFV, 2007), and the means compared by the Duncan test and Tukey, at 5% significance. It is concluded that for both studies the sequence 4%, 3% and 2% independent of the frequency of meals was indicated, due to the fish reach the slaughter weight with a lower feed conversion and lower unit cost.

Key-words: automation, zootechnical parameters and profitability

Capítulo I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Aquicultura Mundial

A produção mundial de pescado em 2014 foi de 167,2 milhões de toneladas, deste total 73 milhões de toneladas são provenientes da aquicultura. A China é o maior produtor mundial, neste ano produziu 58,7 milhões de toneladas. Ressalta-se que dentre os dez países maiores produtores aquícolas, se destacam sete países Asiáticos (China, Indonésia, Índia, Vietnã, Filipinas, Bangladesh, Coreia do Sul) (FAO, 2016).

Entre os países da América do Sul, o Chile é o maior produtor de pescado, em 2014 produziu ao redor de 1.227.421 toneladas. Em segundo lugar em produção está o Brasil (FAO, 2016). Atualmente, há registro de 580 espécies aquáticas sendo cultivadas no mundo, destacando-se o grupo representado pelas carpas, seguindo em ordem decrescente pelas ostras, mariscos, camarões, tilápias, salmonídeos e mexilhões (FAO, 2016).

2. Aquicultura Nacional

A produção do Brasil em 2014 foi ao redor de 0,56% da produção aquícola mundial (FAO, 2016), entretanto o Brasil possui um grande potencial de produção aquícola, devido a sua extensão territorial, onde se localiza 13% da água doce do mundo. Além de possuir uma vasta extensão costeira com mais de oito mil quilômetros, com potencial para produção de organismos aquáticos marinhos e clima preponderantemente tropical. O Brasil é autossuficiente na produção de milho e soja, principais matérias primas usadas na fabricação de ração para peixes. Outro ponto relevante são as águas da união, com grandes represas feitas com o objetivo de produzir energia hidroelétrica, das quais se pode aproveitar até 1% da sua área para produção aquícola (ROCHA et al., 2013).

Um dos maiores entraves para o aumento da produção da piscicultura é a falta de incentivos para o desenvolvimento de tecnologias nas áreas de enfermidades, nutrição, melhoramento genético e automação do fornecimento de ração.

O consumo de pescado no Brasil é de 9,6 kg por habitante, abaixo dos 12 kg por habitante recomendados pela Organização Mundial de Saúde (FAO, 2016). Existem

alguns fatores que influenciam no consumo de pescado no país como o hábito alimentar regional, a cultura da população, disponibilidade e preço de pescados de qualidade (RIBEIRO & CORÇÃO, 2013).

A piscicultura vem crescendo gradativamente no país, de acordo com a FAO (2016), o Brasil produziu aproximadamente 556 mil toneladas, sendo a tilápia (*Oreochromis niloticus*) responsável por mais de 60% deste total.

3. Produção de Tilápia

A criação da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) teve origem na Ásia, com registros de mais de quatro mil anos, e chegou no Brasil na década de 1950 (SOTO et al., 2014). No ano de 1953, ocorreu a primeira importação da tilápia (*Tilapia rendalli*) e no ano de 1971 o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) visando o povoamento dos reservatórios do Nordeste, introduziu tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), porém os baixos índices de crescimento da *Tilapia rendalli* aliado à alta prolificidade da tilápia-do-Nilo e a falta de conhecimento na época resultaram na disseminação da tilápia com baixa produtividade em reservatórios brasileiros. Na década de 1980 foram introduzidas as tilápias vermelhas, que apresentaram problemas de consanguinidade devido a falta de programas de melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2007).

As tilápias melhoradas foram introduzidas no Brasil no início do ano 2000, juntamente com as técnicas de reprodução controlada, manejo e nutrição, que viabilizaram a sua produção comercial, iniciando-se assim a fase industrial de cultivo da tilápia no Brasil (OLIVEIRA et al., 2007). Entre as linhagens de tilápias melhoradas podemos citar a linhagem GIFT (The Genetic Improvement of Farmed Tilapias), desenvolvida na Malásia no final da década de 80 pela Worldfish Center, que baseou-se na combinação de quatro linhagens comerciais puras de tilápias cultivadas na Ásia e outras quatro linhagens silvestres puras provenientes do continente africano, aumentando assim a variabilidade genética (GUPTA & ACOSTA, 2004).

No ano de 2005, a Estação Experimental em Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM - CODAPAR) em parceria com a Worldfish Center e com o apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP, trouxeram para o Brasil 30

famílias da linhagem GIFT, fazendo com que o Brasil fosse o primeiro país da América Latina a receber tilápias geneticamente melhoradas (LUPCHINSKI JÚNIOR et al., 2008).

Entre os anos de 2006 a 2010 o Brasil cresceu 118% na produção de tilápia, alcançando a marca de 155.450 toneladas no ano de 2010 e sendo responsável por 39,5% da produção de pescado originado da piscicultura continental.

Devido ao alto potencial desta espécie para a piscicultura, por apresentar rusticidade, facilidade de reprodução, boa aceitação de rações desde a sua fase larval, adaptação ao confinamento, ausência de espinhos em “Y” em seu filé (BOSCOLO & FEIDEN, 2007), boa aceitação de sua carne pelo mercado consumidor, a tilápia é a segunda espécie mais produzida no mundo, sua produção mundial é inferior somente à produção das carpas, e quando consideramos a produção nacional a tilápia é a espécie mais produzida (SOTO et al., 2014).

4. Tanque Rede

A produção de peixes em tanques-rede teve início no meio do século passado no delta do rio Mekong, na Ásia. Mais tarde na década de 60, iniciou-se no Japão, com peixes marinhos e, em seguida, com o cultivo da carpa comum nos lagos de Suwa e Kazumigaura (CASTAGNOLLI, 2000).

A criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas no Brasil é uma atividade relativamente recente, tendo iniciado na década de 80 (BRACCINI et al., 2008). Os tanques-rede para o cultivo de peixes são constituídos por uma estrutura flutuante com redes ou telas que permitem a passagem livre da água (BEVERIDGE, 1996, BALDISSEROTTO & RADUNZ NETO, 2004), atualmente inúmeras tecnologias vêm sendo desenvolvidas para facilitar e maximizar a produção de peixes em tanques-rede.

A produção de peixes em tanques-rede apresenta algumas vantagens sobre a piscicultura em viveiros escavados, pois possibilita o aproveitamento de ambientes já existentes, como oceanos, lagos, rios, grandes represas. Em contrapartida, também apresenta algumas desvantagens, como o restrito acesso dos peixes a alimentação natural, necessidade de rações nutricionalmente mais completas, maior estresse por

estarem submetidos ao confinamento, facilidade de roubos e fuga dos peixes em caso de rompimento da malha (BEVERIDGE, 1996).

O Brasil possui cerca de seis milhões de hectares de águas represadas em grandes reservatórios construídos a fim de gerar energia hidroelétrica. Apesar de possuir um excelente potencial para a piscicultura, este tipo de criação está apenas no início em nosso país, porém apresenta grande potencial para se tornar um dos maiores produtores mundiais (MARENGONI, 2006).

5. Manejo Alimentar

Diversos são os fatores que determinam o sucesso de um empreendimento aquícola, dentre esses a alimentação dos peixes deve ser destacada, pois o custo com a ração pode chegar a 70% do custo total de produção (FURLANETO et al., 2006), portanto, o manejo alimentar adequado pode determinar o sucesso da atividade.

O manejo alimentar eficiente depende da qualidade da ração, da quantidade de ração oferecida, do horário de alimentação e do número de refeições diárias. O manejo alimentar correto é fundamental para o melhor desempenho produtivo, eficiência alimentar e menor desperdício da ração (SCHNAITTACHER et al., 2005).

A taxa de alimentação refere-se à quantidade de ração fornecida diariamente em função da biomassa dos peixes, com base na idade, peso, oxigênio dissolvido e temperatura da água na criação de tilápias em tanque rede começa com valores altos, ao redor de 15% do peso vivo para alevinos recém-revertidos e diminui proporcionalmente à medida que se aproxima a terminação, para valores ao redor de 1% do peso dos peixes.

Oliveira (2016), ao avaliar diferentes taxas de arraçoamento (2%, 3% e 4% do peso) para criação de tilápias com peso inicial de 200 g até atingir 700 g, fornecendo ração em alta frequência (48 vezes/dia), observou maior ganho de peso e maior uniformidade para os peixes que foram alimentados na taxa de 4% do seu peso.

Na maioria das pisciculturas brasileiras o fornecimento de ração é feito manualmente e o fracionamento da porção diária em mais de 10 refeições é inviável devido ao custo de mão de obra. A alimentação automática pode viabilizar o

fornecimento de ração em alta frequência sem afetar os custos, além de minimizar os erros na distribuição de ração aos peixes.

6. Automação na Aquicultura

A automação do fornecimento de ração, entre outras vantagens, possibilita ajustes da frequência alimentar e da taxa de arraçoamento, que podem ser pré-determinadas de acordo com a exigência de cada espécie, pois a quantidade e o número de vezes que o alimento é fornecido podem resultar em menores perdas de ração, maior crescimento e melhor conversão alimentar (SCHINAITTACHER et al.; 2005; SOUSA et al. 2012).

A tecnologia de automação pode ser usada tanto em viveiros escavados como em tanques-rede. Assim como ocorreu com outros setores de produção animal como, por exemplo, a avicultura, esta tecnologia pode revolucionar a aquicultura, principalmente pelo fato da ração ser fornecida na água, pois a automação viabiliza o oferecimento de ração em quantidades pré-determinadas minimizando o desperdício devido aos erros de manejo. A automação possibilita fornecer ração com precisão, proporcionando o consumo homogêneo, minimizando o comprometimento da qualidade da água com as sobras e promovendo uma maior uniformidade do lote (KUNII, 2010) devido a melhor distribuição de ração durante o dia, proporcionada pelo maior número de refeições diárias.

Dentre os inúmeros fatores que influenciam no crescimento dos peixes, a temperatura é um dos principais, pois interfere no metabolismo, no consumo de oxigênio e na atividade alimentar (CAMPANA et al., 1996).

No caso da implementação da alimentação automática em uma piscicultura, não bastaria apenas fornecer a ração em alta frequência, pois a quantidade ingerida pelos peixes sofre influência da temperatura e do oxigênio dissolvido na água.

A automação pode tornar viável este ajuste, assim Agostinho et al. (2010) propuseram um sistema de automação composto por controladores lógico programáveis (CLP) que acionam os alimentadores automáticos instalados sobre tanques-rede de criação de peixes. Os autores também desenvolveram um *software* para o controle da oferta de ração de acordo com a biomassa e idade dos animais em cada tanque. Neste

software a quantidade de ração é corrigida diariamente com base na curva de crescimento e pode ser ajustada instantaneamente de acordo com a temperatura e teor de oxigênio dissolvido na água.

7. Avaliação econômica

A produção de peixes em tanques-rede vem se tornando uma atividade muito promissora no agronegócio brasileiro, principalmente para pequenos e médios produtores, por não necessitar de uma grande área de terra para o empreendimento, além de ser uma atividade com boa rentabilidade e taxa de retorno (SCORVO FILHO, 1999).

Em seu estudo Furlaneto et al. (2006), destacam que este sistema apresenta algumas vantagens em relação ao sistema de tanques escavados, como uma menor variação dos parâmetros físico-químicos da água, maior facilidade na despesca, facilidade de observação dos peixes, diminuição dos custos com tratamentos de doenças e menor investimento inicial (60 a 70% menor).

A região do médio Paranapanema a produtividade apresenta uma grande variação entre os produtores (60 a 150 kg/m³/ciclo) e 70% da sua produção é destinada a frigoríficos para a produção de filé e o restante distribuído em pesqueiros, feiras livres e peixarias, sendo a tilápia a única espécie criada (FURLANETO et al., 2008).

Um dos fatores mais relevantes na aquicultura é o real conhecimento do custo de produção, pois determina a viabilidade de um projeto aquícola. A aquicultura é um moderno segmento do agronegócio e a avaliação econômica dos seus projetos a médio e longo prazo disponibiliza dados para a implementação de ações gerenciais que contribuem de forma decisiva para a sustentabilidade do empreendimento aquícola (SABBAG et al., 2007).

Furlaneto et al. (2006) estudaram o custo e a rentabilidade econômica da produção de tilápia em tanques-rede no médio Paranapanema safra 2004/2005 e constataram que a atividade é rentável, porém, alguns aspectos devem ser levados em consideração, pois apresenta riscos, sendo imprescindível mão-de-obra capacitada, domínio tecnológico e assistência técnica especializada, também é necessário um bom planejamento e gestão para o sucesso da atividade.

Com base nestas informações, este estudo está apresentado no capítulo II intitulado: “Automação do arrazoamento de tilápias-do-Nilo criadas em tanques-rede com diferentes taxas e frequências de arrazoamento ajustadas de acordo com a temperatura da água”, e no capítulo III intitulado “Taxas e frequências de arrazoamento com automação do manejo alimentar de tilápias cultivadas em tanques-rede: viabilidade econômica”. As redações destes capítulos foram elaboradas de acordo com as normas de publicação da revista *Aquaculture Research*.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, C. A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, BR n. PI 1005536-3 A2, 03 Dez., 2010.
- BALDISSEROTO, B. & RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, p.232, 2004.
- BEVERIDGE, M. C. M. **Cage Aquaculture**. Cambridge, Inglaterra: Fishing News Books, p.351, 1996.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007.
- BRACCINI, G. L. et al. Ectoparasitos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em tanques-rede nos rios do Corvo e Guairacá, Paraná. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, p. 24-29, 2008.
- CAMPANA, 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**, Nova Escócia, v. 53, p. 2909-2911, 1996.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura Intensiva e Sustentável. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J. A. et. al. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p.399, 2000.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**, Roma, 2016.
- FURLANETO, F. B. P. et al. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque rede no Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 64-69, 2006.
- FURLANETO, F. P. B. et al. Análise quantitativa das pisciculturas da região paulista do médio Paranapanema. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 10, p. 35-44, 2008.
- GUPTA, M. V. & ACOSTA, B. O. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT project. **NAGA - Worldfish Center Quarterly**. Quezon v. 27, p. 4-14, 2004.
- KUNII, E.M.F. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para Kingio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

LUPCHINSKI JÚNIOR, E. et al. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 30, p. 233-240, 2008.

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

MASSER, M. P. Cage Culture. The Alabama cooperative extension service bulletin. **SRAC Publications**. Auburn, p.160-166, 1989.

MÉLARD, C.; KESTEMONT, P.; GRIGNARD, J.C. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fl uviatilis*): effects of major biotic and abiotic factors on growth. **Journal of Applied Ichthyology**, London, v.12, p.175–180, 1996.

OLIVEIRA, E. G. et al. Produção de Tilápia: Mercado, Espécie, Biologia e Recria. **EMBRAPA-CNPSO**, Teresina p.12, 2007.

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

RIBEIRO, C. S. G.; CORÇÃO, M. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 425-438, 2013.

ROCHA. C. M. C. et al. Avanços na pesquisa e desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, p. 4-5, 2013.

SABBAG, O.J.; ROZALES, R.R.; TARSITANO, M.A. A.; NINHAUS-SILVEIRA, A.. Análise Econômica da Produção de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um Modelo de Propriedade Associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio Online**, v.3, p.86-100, 2007.

SCHNAITTACHER, G. et al. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture International**, Amsterdam v.36, p.370-377, 2005.

SCORVO FILHO J.D. **Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de 3 regiões do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Aquicultura). Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal, 1999.

SOTO, E. et al. Effect of size and temperature at vaccination on immunization and protection conferred by a live attenuated Francisella noatunensis immersion vaccine in red hybrid tilapia. **Fish & Shellfish Immunology**, London, v.41, p.593-599. 2014.

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

Capítulo II

Automação do arraçamento de tilápias-do-Nilo criadas em tanques-rede com diferentes taxas e frequências de arraçamento ajustadas de acordo com a temperatura da água

Resumo: No presente estudo objetivou-se avaliar duas frequências de alimentação (4 ou 24 refeições ao dia) e três sequências de taxas de arraçamento considerando as faixas de peso das tilápias de 100 a 450g, de 451 a 650g e acima de 651g (3%, 2% 1%; 4%, 3%, 2% e 5%, 4%, 3%) respectivamente. O experimento teve duração de 158 dias, onde foram distribuídos 3000 juvenis com peso médio de 100 ± 30 g em 30 tanques-rede de 1m^3 , com seis tratamentos e cinco repetições em um delineamento inteiramente casualizado. A oferta de ração era realizada por meio de alimentadores automáticos controlados por um Controlador Lógico Programável (CLP) ligado a um sensor de temperatura da água. A cada mês eram realizadas biometrias para aferir o peso médio dos peixes e para calcular a conversão alimentar. Ao final do experimento foram avaliados os seguintes parâmetros zootécnicos através peso total final do lote, ganho médio em peso, ganho em peso ao dia, conversão alimentar aparente, sobrevivência e uniformidade. Também foram coletados três peixes de cada tanque rede ao final do experimento, para avaliação dos parâmetros como rendimento de carcaça, rendimento de filé, índices hepatossomático, gordura visceral e nível de glicose sanguínea. Amostras de filé foram avaliadas quanto a composição centesimal. Não houve interação regime de alimentação e taxa de arraçamento para nenhuma das variáveis. O índice hepatossomático foi maior para a sequência-4% 3% 2% e não houve diferença para níveis de glicose sanguínea. Com exceção da conversão alimentar, os parâmetros zootécnicos apresentaram melhores resultados na sequência 4%, 3%, 2% e 5%, 4%, 3%. Conclui-se que a sequência mais indicada para o cultivo da tilápia (100 g ao abate), é a 4% 3% 2%, pois possibilitou um melhor desempenho.

Palavras-Chaves: Alimentação automática, desenvolvimento tecnológico, manejo alimentar, *Oreochromis niloticus*

Automation of Nile tilapia feeding in cage with different rates and feeding frequencies adjusted according to water temperature

Abstract: The objective of this study was to evaluate different feeding frequencies (four or 24 times per day) and three levels of feeding rates according to the live weight (3%, 2% and 1%; 4%, 3% and 2%; 5%, 4% and 3% of the live weight from 100 to 450g, 451g to 650g and heavier than 651g, respectively) of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cages. The experiment lasted for 158 days with 3000 juveniles (average weight of 100 g \pm 30g) distributed in 30 cages of 1m³, with six treatments and five replications in a completely randomized design. The supply of feed was performed by automatic feeders controlled by a Programmable Logic Controller (CLP) connected to a water temperature sensor. Biometrics was used to measure the average fish weight and feed conversion ratio. At the end of the experimental trial, parameters such as total final batch weight, average weight gain, weight gain per day, apparent feed conversion ratio, survival rate, uniformity and specific growth rate were evaluated. Three fishes were collected from each cage at the end of the experiment to evaluate parameters such as carcass yield, fillet yield, hepatosomatic index, visceral fat and blood glucose level. Fillet samples were sent to the laboratory for evaluation of the centesimal composition. There was no interaction between the different frequencies and levels of feeding rates on parameters evaluated. The hepatosomatic index was higher for feeding rates of 4%, 3% and 2% in relation to live weight and there was no difference for blood glucose levels. Except for feed conversion ratio, zootechnical parameters were better in the sequence of feeding rate 4%, 3% and 2% or 5%, 4% and 3%. In conclusion, the most suitable sequence of feeding rate for the cultivation of tilapia (100 g to slaughter), is the 4%, 3% and 2% of live weight, which results in improved growth performance.

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

INTRODUÇÃO

A escolha da espécie a ser cultivada é um ponto importante para o sucesso da aquicultura. A tilápia se apresenta como uma espécie com potencial para produção comercial, pois é precoce, rústica e suporta manejos intensivos (PEZZATO et al., 1986), sendo uma ótima alternativa para cultivo em tanques-rede.

Um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento econômico da piscicultura de água doce em tanque rede é o custo da alimentação que pode chegar a 70% do custo total de produção (AYROZA et al., 2005), portanto, a precisão da oferta de ração é fundamental para evitar desperdícios, pois após ter sido lançada na água, se não for consumida pelo peixe é lixiviada e se perde. O fornecimento de ração nas pisciculturas é feito manualmente, com base no peso e na idade dos peixes, cabendo ao tratador o controle da oferta na quantidade adequada com base na sua experiência e observação dos peixes.

A utilização de alimentadores automáticos controlados por um *software* (AGOSTINHO et al., 2010; AGOSTINHO et al., 2014) foi um grande avanço tecnológico para a piscicultura de água doce em tanque rede, pois permite a oferta de ração com precisão, e o fracionamento da porção diária em pequenas porções, distribuídas em várias refeições, durante o dia ou a noite, diminuindo o desperdício, minimizando a poluição e a competição por alimento (SOUSA et al., 2013).

Na maioria das regiões propícias para a criação de tilápias ocorrem oscilações de temperatura, que podem estar acima da faixa de conforto térmico durante o verão e abaixo da faixa de conforto térmico no outono inverno e na primavera devido às frentes frias. A temperatura é o fator mais importante de controle da ingestão dos peixes, governando a taxa metabólica pela sua influência na ativação molecular de componentes da cadeia metabólica (FRY, 1971). Assim, a temperatura influencia vários processos que estão direta ou indiretamente relacionados com a demanda de alimento e atividade de alimentação dos peixes (BRETT 1979; JOBLING 1981).

A oscilação na temperatura é o fator limitante para o fornecimento de ração por meio de alimentadores automáticos, pois a diminuição de dois a três graus na temperatura da água afeta o consumo, podendo levar a desperdício de grande quantidade de ração, mas quando o acionamento dos alimentadores é feito por

controladores lógico programáveis (CLP) conectados a sensores de temperatura é possível ajustar a oferta de ração de acordo com a temperatura da água, tornando o fornecimento de ração mais preciso. Ainda não existem informações suficientes relacionando temperatura e consumo para programar o CLP com os dados para ajuste da taxa de fornecimento de acordo com a temperatura, portanto, ainda serão necessários vários ensaios com o intuito de definir esta correção, o ponto de partida para os ensaios de produção são as tabelas de alimentação usadas em pisciculturas comerciais.

Diante disso, objetivou-se avaliar diferentes sequências de arraçoamento corrigidas de acordo com a temperatura da água, em alta e baixa frequência alimentar para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de verão e outono, durante 158 dias, entre dezembro de 2014 a maio de 2015 em uma piscicultura comercial localizada na represa de Jurumirim, no município de Arandu-SP. Foram avaliados diferentes taxas de arraçoamento com duas frequências de alimentação. Para a realização do experimento, foram utilizados 3000 juvenis de tilápia da linhagem GIFT com peso médio de 100 ± 30 g alojados em 30 tanques-rede de 1m^3 (100 peixes por tanque). Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32,7% de proteína bruta; 4.342 kcal/g de energia bruta; 9,8% de extrato etéreo; 8,5% de matéria mineral e 4,7% de fibra bruta.

Antes de iniciar o experimento os peixes foram insensibilizados em eugenol (50mg L^{-1} , de acordo com VIDAL et al., (2008), vacinados contra *Streptococcus agalactiae* e pesados individualmente.

Semanalmente a transparência da água foi medida por disco de Sechi e oxigênio dissolvido utilizando-se oxímetro YSI 85. Os níveis de amônia, nitrito e o valor de pH foram monitorados mensalmente utilizando-se *kits* comerciais (Alfakit).

Todos os tanques foram adaptados com um alimentador automático com capacidade de 3 kg de ração, controlados por um CLP, que calculava a taxa de alimentação diária, de acordo com os tratamentos pré-estabelecidos, ajustado conforme a temperatura instantânea da água e corrigida diariamente com base no ganho em peso

diário dos peixes estimado pela conversão alimentar. Um comedouro de tela com malha de 1 mm foi colocado em cada tanque rede para evitar perdas de ração.

A energia do sistema de automação e dos alimentadores automáticos foi fornecida por duas placas solares de 80 W que carregavam duas baterias de 105 amper hora ligadas em série para fornecer 24 volts.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3x2 (três sequências de taxas de arraçoamento, considerando as faixas de peso das tilápias de 100 a 450 g, de 451 a 650g e acima de 651g: 3%, 2%, 1%; 4%, 3%, 2% e 5%, 4%, 3%, respectivamente e duas frequências de alimentação, quatro e 24 refeições ao dia) com cinco repetições (Quadro 1).

Quadro 1: Sequências de taxas de arraçoamento de tilápias de acordo com o tratamento.

	Sequência 3% 2% 1%	Sequência 4% 3% 2%	Sequência 5% 4% 3%
Faixa de peso (g)	Taxa (% PV)	Taxa (% PV)	Taxa (% PV)
100 – 450	3%	4%	5%
451 – 650	2%	3%	4%
A partir de 651	1%	2%	3%

PV= Peso vivo

A ração foi fornecida somente durante o dia (das 06:00 h as 18:00 h) e a quantidade ajustada diariamente pelo CLP, de acordo com o ganho diário de peso dos peixes e, em cada refeição, em função da temperatura da água. (Quadro 2).

Quadro 2: Percentual de restrição da quantidade de ração em cada refeição de acordo com a temperatura da água.

Temperatura (°C)	Restrição (%)
17	100
18	70
19	60
20	50
21	40
22	30
23	20
24	15
25	10
26	5
27	0
28	0
29	0
30	0
31	50
32	100

Mensalmente 25% dos peixes eram amostrados e pesados para o cálculo do peso médio e no final do período experimental todos os peixes de cada tanque rede foram pesados e os seguintes parâmetros zootécnicos calculados: peso total final de cada lote (PTF), ganho médio em peso (GMP), ganho em peso ao dia (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SO) e uniformidade (U).

Para calcular os índices zootécnicos as seguintes fórmulas foram usadas:

- Ganho em peso ao dia: $GPD = GP / t$; sendo GP= ganho em peso e t = número de dias;
- Conversão alimentar aparente: $CAA = \text{ração fornecida} / GP$;
- Sobrevivência: $SO = (\text{total de animais final} / \text{total de animais inicial}) \times 100$;

- Uniformidade: $U (\%) = (N \pm 20\% / Nt) \times 100$; sendo $N \pm 20\%$ = número de animais amostrados com peso $\pm 20\%$ em torno da média da unidade experimental e Nt = número total de animais.

Três peixes de cada unidade experimental foram insensibilizados em eugenol e o sangue foi coletado da artéria caudal para a determinação dos níveis de glicose, usando um Kit Accu Check Performa[®] (Roche); posteriormente os peixes foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g e abatidos por incisão na coluna cervical; o estômago, fígado e gordura visceral foram pesados para o cálculo dos índices hepatossomático (IHS), gordura visceral (IGV) e rendimento de carcaça (RC). Após a evisceração os peixes foram colocados no gelo e encaminhados a um frigorífico comercial para a filetagem e cálculo de rendimento de filé. Além disso, três amostras de filé de cada unidade experimental foram coletadas e encaminhadas ao laboratório para análise da composição centesimal.

Para o cálculo desses índices as seguintes fórmulas foram usadas:

- Índice hepatossomático: $IHS = (PF / PV) \times 100$; sendo PF = peso do fígado (g), PV = peso vivo (g);

- Índice gordura visceral: $IGV = (PG / PV) \times 100$; sendo PG = peso da gordura visceral (g), PV = peso vivo (g);

- Rendimento de carcaça: $RC = (PC / PV) \times 100$; sendo PC = peso da carcaça (g), PV = peso vivo (g);

- Rendimento de filé: $RF = (PF / PV) \times 100$; sendo PF = peso do filé (g), PV = peso vivo (g);

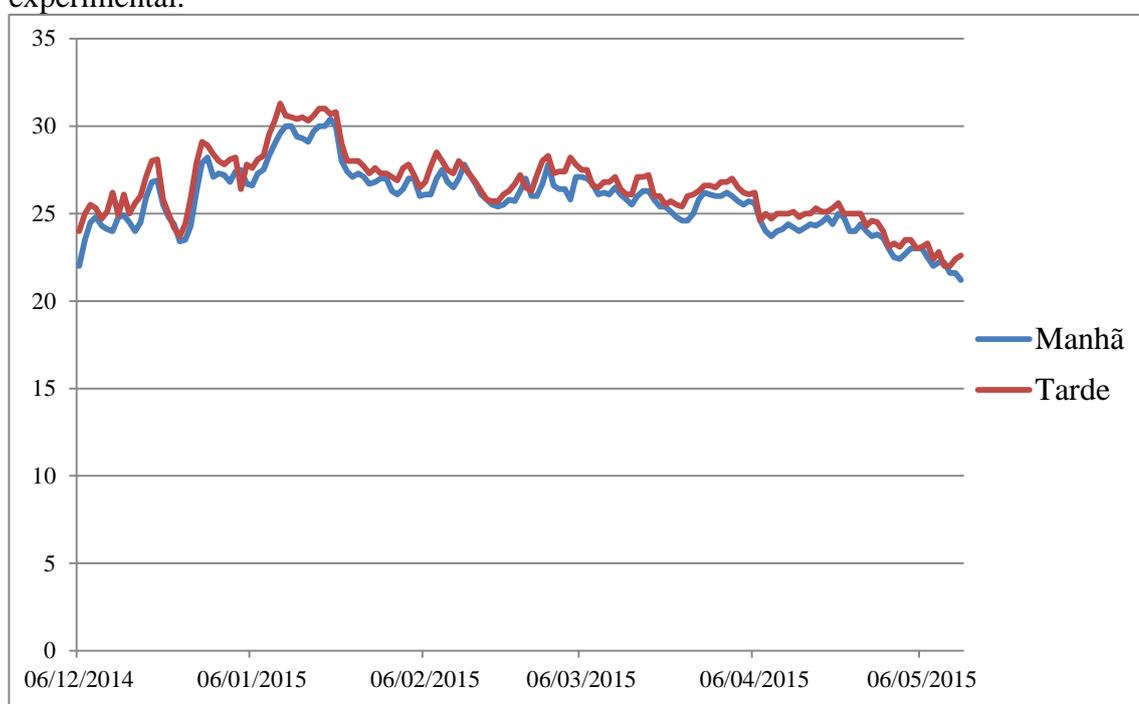
As rações utilizadas foram analisadas para aferir os níveis de matéria seca (MS%), proteína bruta (PB%), extrato etéreo (EE%), fibra bruta (FB%) e matéria mineral (MM%).

As análises estatísticas foram feitas utilizando o *software* SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) e quando significativo ($P < 0,05$) aplicado o teste de Tukey para médias com coeficiente de variação menor que 20, e teste de Duncan para medias com coeficiente de variação maior que 20.

RESULTADOS

A temperatura da água da represa variou durante todo período experimental e a variação média de temperatura entre os períodos da manhã e tarde foi de 1,96 °C. A variação da temperatura da água no período experimental foi de 21,6 a 32,2 °C, aumentando de dezembro a março, com queda a partir do mês de abril até o início de maio quando o experimento foi concluído (Figura 1).

Figura 1. Médias das temperaturas do período da manhã e da tarde durante o período experimental.



Os valores médios de pH e amônia foram de 7,2 (\pm 1,2) e 0,25 ppm. Não foram detectados níveis tóxicos de nitrito.

O oxigênio e a transparência apresentaram valores médios de 6,74 (\pm 1,43) mg/L, e de 1,5 a 3,1m.

Devido à falta de chuvas o nível da represa diminuiu 3 m do início para o final do experimento.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as frequências alimentares testadas (quatro e 24 vezes) e as sequências de taxas. Os resultados zootécnicos estão apresentados na

Tabela 1, peso total final, ganho médio de peso, conversão alimentar aparente, sobrevivência, ganho em peso diário e uniformidade.

Tabela 1. Peso total final (PTF), ganho médio em peso (GMP), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SO), ganho em peso diário (GPD) e uniformidade (U) de tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçamento e duas frequências de alimentação.

Variáveis	Refeições/ dia	Sequências de taxas			CV
		3%, 2%, 1%	4%, 3%, 2%	5%, 4%, 3%	
PTF (kg)	4	69,1 ^b	81,1 ^a	82,1 ^a	4,14
	24	70,5 ^b	84,5 ^a	84,5 ^a	
GMP (g)	4	622,47 ^b	730,06 ^a	738,14 ^a	4,14
	24	635,25 ^b	760,51 ^a	761,25 ^a	
CAA	4	1,5 ^c	1,9 ^b	2,3 ^a	4,97
	24	1,5 ^c	1,8 ^b	2,3 ^a	
SO (%)	4	99,6	99,4	99,8	0,64
	24	99,8	99,6	99,2	
GPD (g)	4	3,93 ^b	4,62 ^a	4,67 ^a	4,14
	24	4,02 ^b	4,81 ^a	4,81 ^a	
U (%)	4	61,40 ^b	55,40 ^a	58,00 ^a	6,93
	24	61,20 ^b	58,00 ^a	53,20 ^a	

^{a,b} Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
CV= Coeficiente de Variação.

O peso total final, ganho médio em peso e ganho de peso diário apresentaram melhores resultados para a sequência de taxa de alimentação 4%, 3%, 2% e a sequência 5%, 4%, 3% ($P < 0,05$), contudo, quanto mais alta a sequência de taxas de alimentação, pior foi à conversão alimentar aparente ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($P > 0,05$) para sobrevivência em função dos diferentes tratamentos testados com valor médio de sobrevivência superior a 99%, entretanto, a melhor taxa de uniformidade dos lotes ocorre na sequência 3%, 2%, 1%, ($P < 0,05$) e não houve diferença entre as demais sequências de taxas de alimentação.

O rendimento de carcaça foi maior para a sequência 3%, 2%, 1%, seguido da sequência 5%, 4%, 3% e sequência 4%, 3%, 2% ($P < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de filé (RF), índice hepatossomático (IHS), índice de gordura visceral (IGV) e níveis de glicose sanguínea (GS) em tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências de alimentação.

Variáveis	Refeições/dia	Sequências de taxas			CV
		3%, 2%, 1%	4%, 3%, 2%	5%, 4%, 3%	
RC (%)	4	87,66 ^a	83,71 ^c	86,20 ^b	2,41
	24	86,79 ^a	85,07 ^c	85,25 ^b	
RF (%)	4	29,51	27,95	29,33	11,55
	24	28,42	28,24	28,40	
IHS	4	2,59 ^b	3,61 ^a	2,80 ^b	21,65
	24	2,48 ^b	3,13 ^a	2,84 ^b	
IGV	4	3,89 ^b	5,53 ^a	5,12 ^a	28,25
	24	3,99 ^b	5,15 ^a	5,51 ^a	
GS (mg/dL)	4	34,40	32,80	33,53	22,23
	24	32,40	33,60	35,60	

^{a, b} Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ou Duncan de acordo com o coeficiente de variação ($p < 0,05$).

CV= Coeficiente de Variação.

O rendimento de filé não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos testados, variando de 27,95 a 29,51%, o índice hepatossomático foi superior ($P < 0,05$) para os peixes que foram submetidos à sequência 4%, 3%, 2%, os demais tratamentos não diferiram entre si, e na sequência 3%, 2%, 1%, na qual os peixes receberam menos ração, apresentaram menores índices de gordura visceral.

O teor de glicose sanguínea não apresentou diferença entre os diferentes tratamentos testados.

Não houve interação nem efeito de fatores isoladamente na composição centesimal do filé ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3: Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral de filés de tilápias criadas em tanques-rede com três sequências de taxas de arraçoamento e duas frequências de alimentação.

Variáveis	Refeições/dia	Sequências de taxas			CV
		3%, 2%, 1%	4%, 3%, 2%	5%, 4%, 3%	
MS (%)	4	24,57	25,70	25,95	13,50
	24	24,58	25,00	23,89	
PB (%)	4	84,10	80,97	83,27	4,81
	24	85,02	83,80	82,36	
EE (%)	4	12,13	13,47	10,77	37,29
	24	13,03	11,26	12,16	
MM (%)	4	5,18	5,14	5,07	11,22
	24	5,26	5,04	4,95	

^{a, b} Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ou Duncan de acordo com o coeficiente de variação ($p < 0,05$).
CV= Coeficiente de Variação.

DISCUSSÃO

Na sequência 4%, 3%, 2% e 5%, 4%, 3% o PTF, GMP e a GPD apresentaram melhores resultados, porém sequência 4%, 3%, 2% foi a que determinou melhor CAA quando comparada a sequência 5%, 4%, 3%, portanto a sequência 4%, 3%, 2% é mais adequada, pois os peixes cresceram adequadamente com uma menor quantidade de ração independente da frequência alimentar utilizada.

A conversão alimentar é um índice muito importante na piscicultura, pois reflete diretamente no lucro do produtor, considerando-se que 70% dos custos de produção podem ser atribuídos a ração (FURLANETO et al., 2006), podendo desta maneira determinar a viabilidade econômica de uma piscicultura em tanque rede.

Se considerarmos apenas a CAA o melhor resultado foi obtido na sequência 3%, 2%, 1% com CAA de 1,5, porém os peixes não crescerem como nas demais sequências, indicando que esta taxa de arraçoamento foi insuficiente.

A sobrevivência foi superior a 99% independentemente do tratamento testado, o que pode ser explicado pela boa qualidade da água da represa, pelos níveis de oxigênio dissolvido, pH e transparência, que apresentaram valores próximos ao ideal para a

criação de peixes (BOYD, 1990). Além disso, o manejo de criação empregado, incluindo a vacinação para *Streptococcus agalactiae* realizada no início do experimento também foram determinantes para a maior sobrevivência.

A uniformidade de peso do lote foi melhor para a sequência 3%, 2%, 1%, entretanto os peixes não atingiram ganho de peso suficiente para o abate na região. Nesta sequência o rendimento de carcaça também foi superior, provavelmente por terem recebido menos ração que os animais das demais sequências de arraçoamento, depositando menos gordura visceral.

Mesmo com a filetagem feita por funcionários treinados do frigorífico o rendimento de filé foi baixo em todos os tratamentos, provavelmente por terem sido feitos em peixes eviscerados e resfriados, que dificulta a retirada do filé. Pinheiro et. al., (2006) encontraram rendimento médio de filetagem de 31%, variando de 28,9% a 33,6% para tilápias com classe de peso de 300 a 1000 g.

Ao avaliar dietas com 32% de proteína bruta OLIVEIRA (2006) encontrou entre 1,77 a 2,96 para índice hepatossomático para alevinos de tilápia do Nilo estocados em tanques *raceways*, valores inferiores quando comparadas com a sequência de taxas de arraçoamento de 4%, 3%, 2%, porém semelhantes quando comparadas com as demais sequências de taxas.

A glicose é a principal fonte energética para as células dos peixes, o fígado é responsável por produzir, armazenar e utilizar a glicose do organismo em forma de glicogênio, regulando assim os níveis de glicose no sangue (MOON & FOSTER, 1995). Usada como parâmetro para se analisar o nível de estresse, geralmente o cortisol apresenta uma resposta primária e a glicose uma resposta secundária (ROBERTSON et al., 1987), considerando que a glicemia tende a aumentar na presença de fatores estressantes, para suprir a necessidade energética ocasionada pelo estresse (MORGAN & IWAMA, 1997). Os níveis de glicose semelhantes e dentro dos limites considerados normais para a tilápia encontrados nos peixes submetidos aos diferentes tratamentos, aliados com a alta sobrevivência, sugere que o ambiente de criação e o uso de óleo de cravo para insensibilizar os peixes foram adequados para não estressar demasiadamente.

A avaliação da composição centesimal do filé é importante, pois o filé é o produto de maior valor comercial da tilápia. Como os diferentes tratamentos não interferiram nos valores da composição centesimal entende-se que a melhor sequência é

a sequência 4%, 3%, 2%, pois os peixes ganharam mais peso que os animais dos demais tratamentos e não apresentaram diferença na deposição de gordura no filé.

Não foram encontradas diferenças entre os dois manejos alimentares com quatro ou com 24 refeições. Esperavam-se diferenças, pois logo que o alimento é oferecido há aumento no consumo de oxigênio pelos peixes devido ao aumento da demanda energética nos processos de ingestão, digestão, absorção dos nutrientes (FU *et al.* 2005), de modo que o consumo de oxigênio pode ser até 1,5 vezes maior em peixes alimentados quando comparados a peixes em jejum (JOBLING, 1994), portanto, sugere-se que o fracionamento maior da dieta é mais indicado, principalmente para cultivos em tanques-rede onde o oxigênio pode atingir níveis críticos em determinados horários, possibilitando assim uma maior segurança durante o cultivo, já que o fracionamento da porção diária possibilita a distribuição da demanda de oxigênio de acordo com o número de refeições, entretanto, nos tanques-rede utilizados serem de pequeno volume neste experimento, facilitaram a renovação (aproximadamente 30 trocas de todo o volume do tanque a cada hora), contribuindo para a manutenção da qualidade da água. Durante todo o período experimental a temperatura da água foi amena e os níveis de oxigênio não apresentaram valores limitantes para o crescimento dos peixes mesmo os peixes alimentados em baixa frequência.

CONCLUSÃO

A utilização da automação do fornecimento de ração e aplicação do ajuste da oferta de ração de acordo com a temperatura mostrou-se eficiente e o tratamento mais indicado para cultivo da tilápia nesta fase e condições é a sequência 4%, 3%, 2%, independente da frequência alimentar, que resulta em melhor desempenho e conversão alimentar aparente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, L. C.; AGOSTINHO, L. M.; SOUSA, R. M. R.; KUNII, E. K.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C. S.; AGOSTINHO, S. M. M. (2010) **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, BR n. PI 1005536-3 A2.

AGOSTINHO, C. A.; CONTESSOTI JUNIOR, J.; AGOSTINHO, S. M. M. (2014) **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.

AKANDE, G. R. (1989) Technical Note: Improved Utilization of Stunted Tilapia spp. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 24, p. 20-26.

AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; SUSSEL, F. R. (2005) Piscicultura do Médio Paranapanema: Situação e Perspectiva. **Revista Aquicultura e Pesca**, v. 2, p. 27-32.

AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM, M. M. (2008) 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.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, p. 462, 1990.

BRETT, J. R. Environmental factors and growth. (1979) **Fish Physiology**, v. 8, p. 599–675. Academic Press, New York.

CAREY, F. G.; TEAL, J. M.; KANWISHER, J. W.; LAWSON, K. D.; BECKETT, J. S. (1971) Warm-bodied fish. **American Zoologist**, v.11, p.137–145.

EUCLYDES, R. SAEG. (2005) Sistema para Análise Estatística e Genética. Versão 9. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<http://www.ufv.br/saeg/download.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

FRY, F. E. J. (1971) The effects of environmental factors on the physiology of fish. **Academic Press** v.6, p.1-98.

FU, S. J.; XIE, X. J.; CAO Z. D. Effect of feeding level and feeding frequency on specific dynamic action in *Silurus meridionalis*. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v.67, p.171-181, 2005.

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

Paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, p.64-69.

JOBLING, M. (1981) Temperature tolerance and the final preferendum – a rapid method for the assessment of optimum growth temperatures. **Journal of Fish Biology**, v.19, p.439–455.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. Londres, UK: Chapman & Hall, 1994. p. 309.

MOON, T. W.; FOSTER, G. D. (1995) Tissue carbohydrate metabolism, gluconeogenesis and hormonal and environmental influences. In: Hochachka, P. W., Mommsen, T.P. **Metabolic Biochemistry, and Molecular Biology of Fishes**, v.4. p.65-100.

MORGAN, J. D.; IWAMA, G. K. (1997) Measurements of stressed states in the field. In: IWANA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P. **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: University Press, p.247-270.

OLIVEIRA, R. P. (2006) **Desempenho e composição de carcaça de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes níveis de proteína e lisina, no sistema “raceway”**.. 59f. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.

PEZZATO, L. E.; PACKER, I. U.; FORESTI, F.; FURLAN, L. R. (1986) Ação de hormônios sexuais sobre larvas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual, mortalidade e frequência de reversão. **V-SIMBRAQ – Simpósio Brasileiro De Aquicultura**. p. 63 – 69,

PINHEIRO, L.M.S.; MARTINS, R.T.; PINHEIRO, L.A.S.; PINHEIRO, L.E.L. (2006) Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp.*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, 58(2): 257- 262.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C.R. (1987) Plasma cortisol and secondary stress responses of red drum to handling, transport, rearing density, and a disease outbreak. **Progressive Fish-Culturist**, v.49, p.1-12.

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, P. N. R.; BARBOSA, J. V. (2013) Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, p.1-13.

VIDAL, L. V. O.; Albinati, R. C. B.; Albinati, A. C. L.; Lira, A. D.; Almeida, T. R.; Santos G. B. (2008) Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074.

Capítulo III

Taxas e frequências de arraçoamento com automação do manejo alimentar de tilápias cultivadas em tanques-rede: viabilidade econômica

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da utilização de alimentadores automáticos acionados por controladores lógico programáveis (CLP), para o oferecimento de ração com ajuste da oferta conforme a variação da temperatura, em uma criação de tilápias em tanques-rede. Foram avaliadas as rentabilidades da criação com três diferentes sequências de taxas e acordo com o peso vivo dos peixes e com quatro e 24 alimentações diárias. O estudo econômico baseou-se nos parâmetros zootécnicos obtidos em um ensaio de produção de tilápias realizado na represa de Jurumirim, rio Paranapanema, localizado no município em Arandu-SP. O experimento foi realizado em tanques-rede de 1 m³ e teve duração de 158 dias, entre os meses de dezembro de 2014 a maio de 2015. A partir dos resultados de desempenho zootécnico simulou-se a viabilidade econômica para uma piscicultura comercial com 50 tanques-rede de 18 m³, equipados com alimentadores automáticos controlados por automação. Todos os tratamentos mostraram-se economicamente viáveis, sendo que 80% do custo de produção pode ser atribuído a ração. A sequência de taxas 3%, 2% e 1% mostraram-se mais eficiente economicamente, porém os peixes não alcançaram o peso de comercialização. O tratamento mais indicado é a sequência 4%, 3% e 2% com 24 refeições diárias, pois os peixes atingiram o peso de comercialização com um menor custo por quilograma de peixe. Ressalta-se que a automação do manejo alimentar contribuiu significativamente para viabilizar o investimento, especialmente na região de Arandu-SP onde ocorre uma grande oscilação de temperatura que influencia no consumo. O sistema de automação ajusta a oferta de acordo com a temperatura e evita sobras que poderiam comprometer os custos de produção.

Palavras-chave: automação, sustentabilidade econômica, sistema intensivo

Feeding rates and frequencies with automation of tilapia feed management cultivated in cages: economical viability

Abstract: The objective of this study was to evaluate the economic viability of automatic feeders driven by programmable logic controllers (PLC) for feed supply with adjustment of quantity of feed offering according to the temperature variation in a tilapia created in cages. Profitability indexes were evaluated in accordance to three levels of feeding rates according to the live weight and feeding frequencies (four or 24 times per day). The economic study was based on the zootechnical performance parameters obtained in a production test carried out at the Jurumirim Dam, Paranapanema River, located in Arandu, state of São Paulo. The experiment was carried out in 1 m³ cages and lasted for 158 days, from December 2014 to May 2015. From the results of zootechnical performance the economic viability was simulated for a commercial fish farm with 50 cages (18 m³), equipped with automatic feeders controlled by automation. All treatments were economically viable, with 80% of production cost being attributable to feed. The feeding rates of 3%, 2% and 1% of live weight were more economically efficient, although fishes did not reach commercialization weight. The most indicated treatment is feeding rates of 4%, 3% and 2% of live weight with feed offered 24 times per day, as these fishes reached the marketing weight with a lower cost per fish kilogram. In summary, automation of feed management contributes significantly to the investment feasibility, especially in the region of Arandu-SP where there is a great temperature variation that may influence feed consumption. The automation system adjust the feed supply according to the temperature avoiding leftovers which could impair production costs.

Keywords: automation, economic sustainability, intensive system

INTRODUÇÃO

A produção intensiva de peixes em tanques-rede vem crescendo no Brasil e tende a se tornar o mais importante sistema de criação, isto devido a suas vantagens sobre os sistemas convencionais de cultivo (ZANIBONI FILHO et al., 2005). Dentre estas vantagens podemos citar a menor variação dos parâmetros físico-químicos da água, maior facilidade para a despesca, possibilidade de realocação do empreendimento e menor investimento inicial (BEVERIDGE, 1996). Além disso, a produção de peixes em tanques-rede nas represas de grandes hidroelétricas possibilita a produção localizada nos parques aquícolas e evita o uso de áreas de agricultura e de desmatamento (KUBITZA, 2007).

Um fator determinante no sucesso de um empreendimento aquícola é a escolha da espécie a ser cultivada. A tilápia *Oreochromis niloticus*, apresenta algumas características desejáveis para o cultivo em tanques-rede, dentre elas podemos destacar a rusticidade, prolificidade, adaptação a cultivos intensivos e carne de ótima qualidade (ZIMMERMANN & LITTLE, 2003).

Outro fator determinante do sucesso é o emprego do manejo alimentar correto, visando fornecer aos peixes nutrientes que possam atender todas suas exigências nutricionais para proporcionar bom crescimento e baixa conversão alimentar (SILVA & SIQUEIRA, 1997). A automação do manejo alimentar pode tornar a alimentação mais eficiente, pois diminui a interferência do tratador, e minimiza os erros de manejo alimentar (AGOSTINHO et al., 2010).

Segundo Bornia (1995), um controle eficiente das atividades produtivas é imprescindível para qualquer empresa competir no mercado. A falta de uma avaliação eficiente do desempenho produtivo, para a intervenção rápida e correção das falhas para a melhoria do processo, deixa o empreendimento em desvantagem em relação a outras empresas que desenvolvem gerenciamento apropriado.

Sendo a aquicultura um ramo importante do agronegócio, ela esta suscetível às leis econômicas. Um estudo do custo de produção é muito importante para fornecer ao produtor um indicativo que direciona as escolhas relacionadas às formas de produção a serem adotadas, com o objetivo de atingir melhores resultados econômicos (REIS, 1999).

Não existem modelos corretos e incorretos, alguns são mais eficientes e outros menos, porém o mais importante em uma avaliação econômica é que ela de suporte ao produtor para tomada de decisões de gerenciamento e de operação baseado nas informações de custo de produção (NOGUEIRA, 2004).

Diante disso o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica da utilização de diferentes sequências de taxas de alimentação com duas frequências de alimentação utilizando-se de alimentadores automáticos acionados por controladores lógico programáveis e o oferecimento de ração com ajuste da oferta conforme a variação da temperatura da água em uma criação de tilápias em tanques-rede.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise econômica foi realizada com base nos parâmetros zootécnicos obtidos no experimento realizado na represa de Jurumirim em Arandu-SP, durante os meses de dezembro de 2014 a maio de 2015, com duração de cinco meses. Assim foram alojados 100 peixes em cada tanque rede com peso inicial médio de 100 ± 30 gramas, alimentados com ração comercial contendo 32% de proteína bruta.

O experimento foi realizado em 30 tanques-rede de 1 m³ providos com alimentadores automáticos com capacidade de 3 kg de ração, controlados por CLP, e o fornecimento de ração foi ajustado de acordo com a temperatura da água (Quadro 1).

Quadro 1: Percentual de restrição da quantidade de ração em cada refeição de acordo com a temperatura da água.

Temperatura (°C)	Restrição (%)
17	100
18	70
19	60
20	50
21	40
22	30
23	20
24	15
25	10
26	5
27	0
28	0
29	0
30	0
31	50
32	100

Os índices de ganho em peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e a taxa de mortalidade observados no experimento foram usados nas simulações de produção para 50 tanques-rede de 18 m³ com alimentadores automáticos com capacidade de 75 kg de ração. A simulação foi feita considerando três sequências de arraçamento e levando em conta as faixas de peso dos peixes (Quadro 2) e duas frequências de alimentação (quatro e 24 refeições).

Quadro 2. Sequências de taxas de arraçamento de tilápias de acordo com o tratamento.

	Sequência 3% 2% 1%	Sequência 4% 3% 2%	Sequência 5% 4% 3%
Faixa de peso (g)	Taxa (% PV)	Taxa (% PV)	Taxa (% PV)
100 - 450	3%	4%	5%
451 - 650	2%	3%	4%
A partir de 651	1%	2%	3%

PV= Peso vivo

A avaliação da viabilidade do empreendimento aquícola foi realizada através dos indicadores econômicos considerados por MARTIN et al. (1997): receita bruta anual, receita líquida anual, rentabilidade, custo fixo anual, custos variáveis anuais, custo unitário e ponto de nivelamento, portanto, previamente foram calculados as estimativas de receitas, as estimativas dos custos de investimento (capital fixo e capital circulante), caixa, estoque de animais, estoque de ração e material de consumo e estimativas dos custos operacionais (mão-de-obra, depreciação e consumo de ração).

Devido apresentar resultados mais satisfatórios quando comparados aos demais tratamentos a análise econômica completa é apresentada somente para o tratamento com tilápias alimentadas na sequência de taxas de arraçamento 4%, 3% e 2% e com 24 refeições, peso inicial de 100 g e final de 860 g.

Foi considerado o preço de venda da tilápia de R\$ 5,00 o quilograma para ser retirada na piscicultura. Cada tanque rede produziu em média 2000 tilápias por safra, com 1720 kg de tilápia por tanque totalizando 86.000 kg para 50 tanques-rede de 18 m³. Como a piscicultura em questão produz duas safras anuais, ou seja, 172.000 kg ao ano, sua receita anual será de R\$ 860.000,00.

RESULTADOS

A estimativa dos investimentos compreendem os gastos com o capital fixo e com o circulante. O capital fixo é aquele relativo às instalações, compreendendo basicamente os custos com tanques-rede, alimentador, sistema de automação, sistema fotovoltaica, barco, motor náutico, balsa de manejo e licença para o uso da área. Assim, os recursos requeridos para investimento fixo, totalizaram R\$ 550.000,00, conforme especificados no Quadro 3.

Quadro 3: Investimento em Capital Fixo.

Ítems	Área (m ²)	Valor (R\$)
1. Terreno da sede	1.000	240.000,00
Projeto e Licença		16.000,00
2. Instalações		
Balsa de manejo	1	20.000,00
Barco com motor náutico	1	14.000,00
Poitas e cordas		10.000,00
Tanques-rede (18m ³)	50	150.000,00
Sistema de automação (CLP, expansão, IHM), Sistema fotovoltaico e 50 alimentadores automáticos (75 kg)	-	100.000,00
TOTAL	-	550.000,00

O investimento em capital circulante corresponde àqueles recursos disponíveis em caixa para custear as operações rotineiras da atividade, e aqueles aplicados em estoques de animais, de ração e de materiais de consumo.

O caixa foi estimado em 5% do valor dos custos operacionais variáveis (calculados adiante), resultando em um montante de R\$ 21.997,44.

O estoque de animais começa com a compra de juvenis de 100 g, e segue até o tamanho de comercialização 5 meses depois com tilápias pesando 860 g. Os valores desses animais foram computados mensalmente a partir dos seus preços médios, ou seja, o preço inicial mais o preço final, dividido por dois. O preço inicial considerado é o preço final da fase anterior do processo produtivo. A cada mês, o preço final do animal foi calculado adicionando-se ao seu preço inicial os custos de mão de obra e da ração consumida, acrescidos de 5% correspondentes a outros itens de despesas diretas como trato dos animais. Os preços médios dos animais em cada fase da produção multiplicados pelo número de animais forneceram o valor dos respectivos estoques.

O custo da mão de obra direta foi calculado considerando-se um tratador recebendo um salário de R\$ 1.200,00 acrescido dos encargos sociais no montante de 43%, resultando em 1.716,00 mensais para cuidar de 50 tanques de 18 m³. Além disso,

foram consideradas mais seis diárias, de R\$ 100,00 por diária para serviços eventuais de despesca, lavagem de tanques-rede, repicagem e outras tarefas esporádicas. O custo total de mão de obra foi de R\$ 13.896,00 por safra para o trato de 100.000 animais, portanto o custo de mão-de-obra por milheiro durante a safra foi de R\$ 138,96.

Os animais ganharam em média 760 g e consumiram 1368 g de ração, portanto um milheiro de tilápias consumiu 1368 kg de ração, de modo que, o quilograma de ração custou R\$ 1,60, o custo da ração para cada milheiro de tilápias foi de R\$ 2.188,80, o consumo total de ração está apresentado no Quadro 4. Adicionados aos custos de mão-de-obra no montante de R\$ 138,96 e a R\$ 116,33 correspondentes aos outros custos diretos (5% dos custos anteriores como mão de obra e custo da ração por milheiro), totalizou R\$ 2.444,09 por milheiro de tilápias. Como o preço inicial do milheiro dessa fase foi de R\$ 500, o seu preço final será: $R\$ 500,00 + 2.444,09 = R\$ 2.944,09$ e o preço médio do milheiro será $(R\$ 2.944,09 + R\$ 500) / 2 = R\$ 1.722,04$. Desse modo, o valor do estoque de tilápias será de R\$ 172.204,50 ($R\$ 1.722,04 \times 100$).

Quadro 4: Consumo total de ração de tilápias com peso inicial de 100 g e peso final de 860 g na sequência de arraçamento de 4%, 3% e 2% com 24 refeições e 2 safras.

Fase	Quantidade (kg)	Valor (R\$)
5 meses de criação (2x)	273.600,00	437.760,00
Perdas	1.368,00	2.188,80
Total	274.968,00	439.948,00

O estoque médio de ração corresponde ao consumo de ração por dez dias. Admite-se que as compras de ração serão efetuadas quinzenalmente e que se manterá um estoque mínimo equivalente ao consumo por 2,5 dias.

O estoque médio de ração será em torno de 10.000 kg no valor de R\$ 16.000,00. O estoque de material de consumo (desinfetantes, vitaminas, etc) foi estimado em cerca de 0,5% do valor do total de ração consumida em um ano, ou seja, R\$ 2.188,80.

O montante dos investimentos em capital circulante é de R\$ 384.601,04 conforme especificado no Quadro 5.

Quadro 5: Investimento em Capital circulante.

Ítems	Quantidade	Preço Inicial (R\$)	Preço Final (R\$)	Preço Médio (R\$)	Valor (R\$)
1. Caixa	--	--	--	--	21.997,44
2. Estoque de Animais					
3. Tilápias de 100g a 860 g	200.000	500,00	2.941,49	1.722,04	344.414,80
4. Estoque de ração	10.000kg	--	--	1,60	16.000,0
5. Estoque de material de consumo	--	--	--	--	2.188,80
TOTAL					384.601,04

O Quadro 6 resume o total de investimentos requeridos para a implantação da piscicultura que se integralizam em um ano.

Quadro 6: Investimento Total.

Itens	Valor (R\$)
1. Capital Fixo	550.000,00
2. Capital Circulante	384.601,04
Total	934.601,04

Os custos operacionais são relativos àquelas despesas feitas com o funcionamento do empreendimento e compreendem os custos fixos que não variam com a produção e os custos variáveis que mantêm uma proporcionalidade com o nível de produção.

O custo da mão-de-obra direta calculados resultaram em valores de R\$ 2.316,00 mensais, R\$13.896,00 por safra e R\$ 27.792,00 por ano.

A depreciação totalizou R\$ 14.003,04 anuais, calculados à base de 4% sobre o valor das instalações e juros sobre o capital, no valor de R\$ 56.076,06 ao ano, calculados à taxa de 6% sobre o total dos investimentos.

Os itens que integram os custos variáveis são o gasto com ração e outras despesas variáveis. O gasto de ração resultou em R\$ 437.760,00 anuais, e as outras

despesas variáveis referem-se a gastos com material de consumo calculado a 0,5% dos gastos com a ração, que equivale a R\$ 2.188,80 anuais.

O Quadro 7 resume os custos operacionais anuais. Nele, observa-se que os custos fixos correspondem a 13% do custo total de produção. Nota-se, ainda, que o consumo de ração é o item de maior peso nos custos de produção alcançando 81,4 %.

Quadro 7: Custo Operacional Anual (Reais).

Itens	R\$	%
1. Custo fixo	70.079,10	13,0
1.1. Depreciação	14.003,04	2,6
1.2. Juros sobre capital	56.076,06	10,4
2. Custo variável	467.740,80	87,0
2.1. Consumo de ração	437.760,00	81,4
2.2. Outros custos variáveis	2.188,80	0,4
2.3 Mão-de-obra direta	27.792,00	5,2
TOTAIS	537.819,90	

Com base nesses resultados, pode-se calcular o custo unitário dividindo-se o custo pelo número de animais produzidos, anualmente. Assim sendo, com a produção de 172.000 kg/ano ao custo de R\$ 537.819,90 tem um custo de R\$ 3,12 por kg de tilápia.

O produtor venderá o quilograma da tilápia ao preço de R\$ 5,00 desse modo à margem unitária de lucro será 62%. Em termos globais, a piscicultura terá uma receita anual de R\$ 860.000,00 e um custo de R\$ 537.819,90 resultando em um lucro de R\$ 322.180,10 o que representa um rendimento líquido médio mensal de R\$ 26.848,34.

Resta, ainda, calcular o ponto de nivelamento que corresponde ao nível de produção no qual os custos se igualam à receita. Abaixo dele, a atividade ocorre em prejuízo e, acima, obtém lucros. Esse nível de produção é calculado pela seguinte fórmula:

$$Q = \frac{Cf}{P - Cvu}$$

Sendo:

Q = ponto de nivelamento do investimento

Cf = custo fixo

P = preço do quilo da tilápia

Cvu= custo variável unitário obtido através da divisão do custo variável pela produção

$$Q = (70.079,10)/5 - 3,12 = 37.276 \text{ kg}$$

Isto significa que a partir de uma produção anual de 37.276 kg de tilápias, essas instalações passam a obter lucro, o que equivale dizer que só terá prejuízo quando sua produção for inferior a 43,3% de sua capacidade.

DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível fazer uma comparação entre as diversas sequências de alimentação em alta e baixa frequência alimentar. Observamos que a sequência de taxas de arraçoamento 3% 2% e 1% apresentou-se mais rentável economicamente, tanto na frequência baixa quanto na alta (4 e 24x), isto devido a conversão alimentar ter sido baixa quando comparamos com os demais tratamentos, porém cabe salientar que por ter sido insuficiente o fornecimento de ração os animais não cresceram de forma satisfatória, para que todos atingissem o tamanho de comercialização, não sendo indicada o uso desta sequência de taxas de arraçoamento, pois seria necessário deixar mais alguns meses para que todos atingissem o peso para serem comercializados, o que implicaria em maiores gastos com mão-de-obra e ração e impossibilitaria a realização de dois ciclos anuais. Outra forma seria realizar uma repicagem dos animais, separando e comercializando apenas os peixes maiores, porém isto além de acarretar os problemas citados acima, também ocorreria o risco de mortalidade desses animais devido o manejo.

A melhor sequência de taxa de arraçoamento é a 4% 3% e 2% na frequência de 24 refeições, pois possibilitou maior crescimento com melhor conversão alimentar, proporcionando custo unitário no quilograma do peixe menor, conseqüentemente maior lucro.

Cabe salientar que os resultados obtidos durante a simulação baseada em uma condição experimental podem ser considerados ótimos, isto devido praticamente não apresentar mortalidade durante o experimento, o qual apresentou sobrevivência superior a 99%.

Nota-se o importante papel da ração no custo de produção e na rentabilidade. A utilização de novas tecnologias como a automação do manejo alimentar pode contribuir significativamente para diminuir o desperdício e reduzir o impacto ambiental da criação de peixes em tanques-rede.

Ressalta-se que a automação do manejo alimentar contribui significativamente para viabilizar o investimento, especialmente na região de Arandu-SP onde ocorre uma grande oscilação de temperatura, o que influencia no consumo, e o sistema de automação ajustando a oferta de acordo com a temperatura evitou sobras que poderiam comprometer os custos de produção.

CONCLUSÃO

O tratamento mais indicado é a sequência de taxas de 4%, 3%, e 2% em relação ao peso vivo, com 24 refeições diárias, pois dentro dos tratamentos os quais os peixes atingem o peso de comercialização mínimo exigido nesta região, foi o tratamento em que apresentou um menor custo unitário.

Tabela 1. Receitas, rentabilidade, custos de produção e ponto de nivelamento de tilápias criadas em tanques-rede de 18 m³. (índices zootécnicos coletados até o quinto mês de cultivo).

	Sequência 3% 2% 1%		Sequência 4% 3% 2%		Sequência 5% 4% 3%	
	4 refeições	24 refeições	4 refeições	24 refeições	4 refeições	24 refeições
Receita bruta anual (R\$)	722.000,00	735.000,00	830.000,00	860.000,00	838.000,00	861.000,00
Receita líquida anual (R\$)	327.623,32	334.094,00	283.630,35	322.180,10	187.625,93	193.146,10
Rentabilidade %	38,37	38,96	30,23	34,47	18,82	19,25
Custo fixo anual (R\$)	65.039,08	65.265,01	70.299,25	70.079,10	73.982,39	74.364,94
Custos variáveis anuais (R\$)	327.844,80	334.116,00	473.851,20	467.740,80	573.675,84	590.688,48
Custo operacional anual (R\$)	394.376,68	400.905,01	546.369,65	537.819,90	650.374,07	653.002,64
Custo unitário (R\$)	2,73	2,73	3,29	3,12	3,88	3,88
Ponto de nivelamento (kg)	28.665	28.716	41.143	37.412	66.086	66.300

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A.; AGOSTINHO, S. M. M.; OLIVEIRA, L. C.; CASTRO, C. S. 2010 **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: PI10055363, data de depósito: 03/12/2010.

BEVERIDGE, M. C. M. 1996. **Cage aquaculture**. Cambridge, Inglaterra: Fishing News Books, p. 351.

BORNIA, A. C. 2002. **Análise Gerencial de Custos**. São Paulo: Bookman.

KUBITZA, F. 2007. A produção de pescado no mundo e a aqüicultura. **Revista Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, mar/abr. p. 17.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. 1997. **Sistema “CUSTAGRI”: sistema integrado de custos agropecuários**. São Paulo: IEA/SAA, p.1-75.

NOGUEIRA, M. P. 2004. **Gestão de custos e avaliação de resultados: agricultura e pecuária**. Bebedouro: Scot Consultoria, p. 219.

REIS, R. P. 1999. **Introdução à teoria econômica**. Lavras: UFLA/FAEPE. p. 108.

SILVA, A. L. N.; SIQUEIRA, A. T. 1997. **Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos**. Recife: SUDENE:UFRPE- Imprensa Universitária, p.72.

ZANIBONI FILHO, E.; NUÑER, A. P. O.; GUERESCHI, R. M.; SILVA, S. H. 2005. **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, p. 104.

ZIMMERMAN, S.; LITTLE, D. C. 2003. **Regional and national impacts of the introduction of the Chitralada strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Brazil**. In: WAS: Realizing the potential: responsible aquaculture for a secure future, Salvador, 2003. Proceedings... Salvador: The World Aquaculture Society, p. 854.

Capítulo IV

IMPLICAÇÕES

Uma das áreas da produção animal que mais cresce atualmente é a aquicultura, e o manejo alimentar é o ponto de estrangulamento para o seu desenvolvimento. A automação do manejo alimentar viabiliza a aquicultura industrial, pois possibilita o fornecimento de ração com precisão, corrigindo a influência da temperatura sobre o consumo e diminuindo os erros do tratador no fornecimento de ração. Além disso, facilita o controle da oferta de alimento, fator determinante no sucesso de um empreendimento aquícola.