

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

**AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO  
PARA ORGANISMOS AQUÁTICOS**

**RAPHAELA REZENDE RIBEIRO**

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

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

**AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO  
PARA ORGANISMOS AQUÁTICOS**

**RAPHAELA REZENDE RIBEIRO**

**Zootecnista**

Orientador: Claudio Angelo Agostinho

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

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

R484a Ribeiro, Raphaela Rezende, 1983-  
Automação do fornecimento de ração para organismos aquáticos / Raphaela Rezende Ribeiro. - Botucatu : [s.n.], 2016  
vi, 68 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2016

Orientador: Claudio Angelo Agostinho  
Inclui bibliografia

1. Organismos aquáticos - Alimentação e rações - Automação. 2. Rã - Criação - Produtividade. 3. Peixe - Criação - Produtividade. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

# Dedicatória

Dedico aos meus pais,  
Solange Yara Rezende Ribeiro e  
Rubens da Silva Ribeiro Junior,  
pelo amor, paciência, incentivo e por sempre  
acreditarem em mim.

Dedico também aos meus irmãos,  
Rubens da Silva Ribeiro Neto e  
Roque Rezende Ribeiro,  
pelo companheirismo, amor  
e momentos de descontração.

E não se esquecendo das duas joias preciosas que  
Deus colocou em minha vida, meus sobrinhos, Alice e  
Murilo.

## Agradecimentos

*À Deus pela vida, saúde e oportunidades.*

*Aos meus pais, Solange e Rubens, pelo apoio e incentivo.*

*Aos meus irmãos, Rubinho e Rocão, pelo companheirismo, paciência e compreensão.*

*Ao meu namorado, Marcos Alexandre Pavan, que surgiu no meio dessa turbulência de acontecimentos, agradeço pelas palavras de carinho, dedicação, paciência e amor comigo.*

*Ao meu orientador Professor Dr. Claudio Angelo Agostinho, pela presença constante e por orientar meu crescimento pessoal e profissional.*

*Aos meus colegas de pós-graduação, Anderson, Camila, Cecília, Célio, Daniel, Gabriel, Juliana, Junior e Paula, pela amizade e participação na execução do projeto e pelos momentos de confraternização, família que se tornaram.*

*Aos funcionários do Setor de Aquicultura, João e Obédias, pela amizade, colaboração e experiências de vida.*

*À todos os estagiários do Setor de Aquicultura, pelo auxílio e colaboração na execução do experimento.*

*À minha família.*

*Aos amigos, Ana Cláudia de Moraes Bardella, Anne Caroline Leite, Cynthia Denadai, Ednelson Henrique Bianchi, Eliana de Moraes Bardella, Maria Beatriz Sartor, Raquel Pavan de Almeida, Taísa Schuartz Saragosa, Talita Vital, pelo companheirismo e compreensão nas minhas ausências.*

*À Suéli, Izaque e Lucas Agostinho, família e sustentáculo do professor Claudio e do Setor de Aquicultura.*

*À todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação.*

*À todos os professores e funcionários do Departamento de Produção Animal e do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, que possibilitaram a execução deste projeto.*

*Ao Programa de Pós graduação em Zootecnia, à Fapesp pela concessão do auxílio do projeto e à Capes pela concessão da bolsa de doutorado.*

*Às pessoas que não foram nominadas, mas que, de alguma forma participaram deste meu trabalho, também o meu sincero muito obrigada.*

***Que Deus os abençoe!***

## SUMARIO

### CAPÍTULO I

	Página
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	2
Panorama Mundial da Aquicultura.....	2
Panorama Brasileiro da Aquicultura.....	2
Tilápia - Linhagem GIFT.....	3
Rã-Touro - <i>Lithobates catesbeianus</i> .....	5
Manejo Alimentar na Aquicultura - Frequência e Automação.....	7
Temperatura.....	10
Glicose Sanguínea em Peixes.....	12
Comportamento de Peixes.....	14
Referências Bibliográficas.....	18

### CAPÍTULO II

	Página
<b>AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR DE GIRINOS DE RÃ-TOURO CRIADOS EM HAPAS: FREQUÊNCIA E PERÍODO DE ALIMENTAÇÃO.....</b>	31
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	35
Resultados.....	38
Discussão.....	42
Conclusão.....	45
Referências Bibliográficas.....	46

**CAPÍTULO III**

	Página
<b>DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIAS GIFT EM DIFERENTES TEMPERATURAS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES.....</b>	49
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material e Métodos.....	53
Resultados.....	55
Discussão.....	59
Conclusão.....	63
Referências Bibliográficas.....	63

**CAPÍTULO IV**

	Página
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	68

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO II

	Página
<b>AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR DE GIRINOS DE RÃ-TOURO CRIADOS EM HAPAS: FREQUÊNCIA E PERÍODO DE ALIMENTAÇÃO.....</b>	31
Tabela 1. Peso final (PF) e desvio padrão, ganho de peso diário (GPD) e desvio padrão, conversão alimentar aparente (CAA) e desvio padrão, porcentagem de uniformidade dos lotes (U) e porcentagem de sobrevivência (S) dos girinos de rã-touro aos 60 dias de experimento criados em hapa com diferentes períodos e frequências de alimentação.....	40
Tabela 2. Peso final (PF) e desvio padrão e porcentagem de girinos e imagos nos diferentes tratamentos 15 dias após o término do período experimental (75° dia do início do período experimental).....	41

### CAPÍTULO III

	Página
<b>DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIAS GIFT EM DIFERENTES TEMPERATURAS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES.....</b>	49
Tabela 1. Peso total final (PTF) e desvio padrão, ganho de peso total (GPT) e desvio padrão, peso médio final (PMF) e desvio padrão, ganho médio de peso (GMP) e desvio padrão, conversão alimentar aparente (CAA) e desvio padrão e taxa de sobrevivência (TS) de tilápias GIFT aos 63 dias de experimento.....	57
Tabela 2. Índice hepatossomático (IHS), índice lipossomático (ILS) e níveis de glicose sanguínea (NGS) de tilápias GIFT aos 63 dias de experimento.....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

	Página
<b>AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR DE GIRINOS DE RÃ-TOURO CRIADOS EM HAPAS: FREQUÊNCIA E PERÍODO DE ALIMENTAÇÃO.....</b>	31
Figura 1. Hapas dispostas em duas fileiras no interior do viveiro escavado, com alimentadores automáticos sobre elas.....	36

### CAPÍTULO III

	Página
<b>DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIAS GIFT EM DIFERENTES TEMPERATURAS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES.....</b>	49
Figura 1. A: Aquário de 300 litros com alimentador automático na parte superior; B: Alimentador automático com câmera instalada atrás do mesmo; C: câmera na parte superior e iluminação de led no interior do aquário.....	55
Figura 2. Índice de repleção gástrica de tilápias alimentadas em alta e baixa frequência em três diferentes horários (8h, 13h e 21h). Primeiro trato às 8:30 horas.....	58
Figura 3. Níveis de glicose sanguínea em tilápias alimentadas em alta e baixa frequência em três diferentes horários (8h, 13h e 21h). Primeiro trato às 8:30 horas.....	59

# Capítulo 1

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **1. Panorama Mundial da Aquicultura**

Devido ao crescimento da população mundial de forma acelerada, o aumento de doenças cardiovasculares e de vários tipos de cânceres associados com o consumo de dietas ricas em proteína animal e gordura saturada e da busca por alimentos mais saudáveis, o consumo de pescado vem aumentando consideravelmente, por ser uma fonte de proteína de melhor qualidade, além de apresentar ácidos graxos essenciais como o ômega 3. Em decorrência destes fatores, a aquicultura é um dos setores da produção animal que mais rapidamente se expandiu por todo o mundo, sendo de grande importância econômica em vários continentes (CONTE, 2004).

A produção mundial de pescado em 2014 atingiu aproximadamente 158 milhões de toneladas, pescado este oriundo tanto da pesca extrativista quanto da aquicultura (FAO, 2014). No ano de 2012, a China continuava liderando esta produção com aproximadamente 41 milhões de toneladas, seguida da Índia e Vietnã (4,2 milhões de toneladas e 3,0 milhões de toneladas, respectivamente). O Brasil ocupava no mesmo ano o 12º lugar com 707,4 mil toneladas (FAO, 2014).

Levando-se em conta apenas os países da América do Sul, o Brasil aparece em segundo lugar na produção de pescado, atrás apenas do Chile com 1,07 milhões de toneladas (FAO, 2014). Considerando-se apenas o cultivo de organismos aquáticos em 2010, o Brasil produziu 479,4 mil toneladas (FAO, 2010), demonstrando que o crescimento da aquicultura no Brasil tem sido mais acelerado em relação à pesca extrativista. Isto só foi possível devido aos grandes avanços tecnológicos que vêm sendo lançados no mercado, às melhorias nutricionais nas rações, o melhoramento genético de espécies de cultivo, além dos fatores ambientais como grande disponibilidade de recursos hídricos e clima favorável.

### **2. Panorama Brasileiro da Aquicultura**

A produção nacional de pescado nacional a cada ano alcança valores maiores que nos anos anteriores, porém o grande responsável por isso ainda é a pesca

extrativista marinha (38,7% do total de pescado), logo após vem a aquicultura continental (38,0%), a pesca extrativa continental (17,3%) e a aquicultura marinha (6%) (MPA, 2011). A região que produz a maior quantidade de pescado no país é a região Nordeste, com 31,7% da produção nacional, seguida das regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste (23,5%, 22,8%, 15,8% e 6,2%, respectivamente) (SIDONIO et al., 2012).

O Ministério da Pesca e Aquicultura estabeleceu como meta para 2014 elevar a produção nacional de pescado a 2 milhões de toneladas/ano (PEREIRA, 2012). Porém o aproveitamento dos recursos hídricos para a produção aquícola ainda está muito aquém de seu potencial, isso devido à atividade encontrar-se pouco estruturada no Brasil, pois existe dificuldade na obtenção de licenças, carência de assistência técnica, manejo inadequado, falta de padronização, insuficiência de pacotes tecnológicos e grande necessidade de capital de giro (SIDONIO et al., 2012).

É interessante destacar que a aquicultura brasileira está se desenvolvendo gradativamente e a população está aumentando seu consumo de carne de peixe. Segundo a FAO (2010), em 1998 foram produzidas aproximadamente 104 mil toneladas e em 2010 foram produzidas cerca de 479 mil toneladas, isso representa um crescimento de 361% em doze anos.

A produção brasileira de carne de rã (cerca de 400 ton./ano) é quase que absorvida na sua totalidade pelo mercado interno, porém o Brasil possui condições de conquistar o mercado externo, porém há necessidade de investimentos na área (CARVALHO FILHO, 2001).

### **3. Tilápia – Linhagem GIFT**

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), apesar de ser uma espécie exótica, é uma das principais espécies cultivadas em todo o território brasileiro, pois possui grande potencial para diversos sistemas de cultivo, desde o cultivo familiar em pequena escala até os sistemas superintensivos (BENTSEN et al., 1998). Além da carne saborosa e de ter grande aceitação no mercado consumidor, a tilápia apresenta grande capacidade adaptativa, rusticidade a doenças e elevado potencial para o ganho de peso (KAMAL e MAIR, 2005).

Na década de 80, um grupo de pesquisadores, liderado pelo órgão não governamental denominado WorldFish Center, iniciou um projeto de pesquisa pioneiro na história do melhoramento genético em peixes tropicais denominado GIFT (The Genetic Improvement of Farmed Tilapias) (EKNATH et al., 1993; BENTSEN et al., 1998; GUPTA e ACOSTA, 2004; LI et al., 2006). Esse projeto consistiu na combinação de quatro linhagens comerciais puras de tilápias cultivadas na Ásia e outras quatro linhagens silvestres puras de cultivo africano com a finalidade de aumentar a variabilidade genética (EKNATH et al., 1993; BENTSEN et al., 1998; GUPTA e ACOSTA, 2004).

O projeto GIFT demonstra como o avanço tecnológico pode afetar diretamente o sistema de produção na aquicultura, pois estima-se que as mudanças ou a introdução de novas tecnologias podem resultar em diminuição de 10 por cento no preço da tilápia no mercado (DEY, 2002). Dey e Paraguas (2001) acreditam que, com a introdução da linhagem GIFT em países asiáticos, tanto a rentabilidade da produção de tilápia quanto a competitividade de suas exportações terão melhorias.

O órgão não governamental WorldFish Center e seus parceiros reconheceram que inúmeras pesquisas precisam ser realizadas com esta linhagem de tilápia, que necessita ser testada em diferentes ambientes e condições de cultivo, antes de sua expansão global (GUPTA e ACOSTA, 2004). Como exemplo pode-se citar Sifa et al. (2002), que observaram que duas linhagens chinesas selvagens de tilápias do Nilo apresentaram melhor tolerância ao frio do que a linhagem GIFT. Os mesmos autores relacionaram este fato a recente introdução da GIFT na China, não possibilitando a seleção desta linhagem a baixas temperaturas, ou até mesmo a contaminação, durante a seleção da linhagem GIFT, por *Oreochromis mossambicus*, espécie que possui baixa tolerância ao frio.

No ano de 2005 a Estação Experimental em Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM - CODAPAR) importou 30 famílias da linhagem GIFT, a partir de um projeto elaborado em parceria com o WorldFish Center e com o apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP, tornando o Brasil o primeiro país na América Latina a receber tilápias geneticamente melhoradas (LUPCHINSKI JÚNIOR et al., 2008).

Oliveira et al. (2013) constataram que, diferentemente das outras linhagens de tilápia, a GIFT possui melhor rendimento de carcaça pois, com o aumento de seu peso total existe uma desaceleração do crescimento da cabeça e, conseqüentemente, maior ganho de peso corporal, significando melhor aproveitamento das partes comestíveis. Mesmo em linhagens melhoradas para ganho de peso como a Chitralada e a Supreme, o crescimento das partes componentes do corpo são proporcionais ao aumento do peso corporal e não alteraram positivamente o rendimento de carcaça (SANTOS et al., 2007).

É imprescindível que exista o melhoramento genético da Tilápia do Nilo, pois é fundamental para assegurar o futuro da tilapicultura (LI et al., 2006).

#### **4. Rã-touro – *Lithobates catesbeianus***

A rã-touro é uma espécie exótica, originária da América do Norte e introduzida no Brasil na década de 30 (RANÁRIO AURORA, 1938). Este animal possui características zootécnicas atraentes para o sucesso do cultivo como precocidade, prolificidade e rusticidade, além da grande adaptação às condições climáticas brasileiras, sendo possível produzir de 10 a 20 mil girinos por desova e reproduzir-se até seis vezes ao ano (AGOSTINHO et al., 2003).

O hábito alimentar da rã-touro adulta é carnívoro, sua alimentação na natureza é constituída de insetos, vermes e animais de pequeno porte como aves, anfíbios e até alguns mamíferos. Na fase inicial de sua vida, conhecida como girino, a rã-touro possui hábito alimentar planctófago raspando perifiton e filtrando partículas suspensas na água (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

A produção de rãs em cativeiro é uma atividade relativamente nova se comparada a outras criações. A cadeia produtiva da ranicultura compreende a criação de rãs (ranários), ao segmento de insumos, a indústria de abate e processamento e a comercialização dos produtos processados, primários e secundários. Em um caminho diferente dos outros países que praticam o cultivo extensivo ou a caça, o Brasil procurou desenvolver a tecnologia de criação em cativeiro, e esse desenvolvimento se deu a princípio com esforços isolados de criadores independentes e depois com a participação de instituições de ensino e de pesquisa na década de 80 (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

O tempo de abate de uma rã é, em média, de sete meses, e varia conforme a temperatura, o manejo, a alimentação e o potencial genético. Os três meses iniciais correspondem ao período de eclosão dos ovos até a metamorfose e os quatro meses restantes são relativos a engorda propriamente dita (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

O êxito da ranicultura depende da boa qualidade dos girinos, resultando em imagos grandes e saudáveis para recria. As principais dificuldades na criação dos girinos é a falta de conhecimento sobre os aspectos nutricionais, físicos estruturais e ambientais que promovem o melhor desenvolvimento (LIMA e AGOSTINHO, 1992). A criação de girinos é o ponto de estrangulamento da ranicultura e a sua deficiência tem como consequência a falta de continuidade da produção.

A criação de girinos é a principal etapa para o bom andamento de qualquer ranário comercial. Muitas vezes há desenvolvimento anormal ou mortalidade com sinais prováveis de deficiências nutricionais (ALBINATI, 1999). O estudo de rações para girinos deve envolver não apenas as características de processamento e estabilidade na água, mas também a palatabilidade que terá importância fundamental para determinar o tempo que a ração será consumida, fator determinante para o melhor aproveitamento da ração quando a oferecemos em pó (MEYERS et al., 1980).

A criação comercial de girinos pode ser feita em tanques de alvenaria com densidade de um girino para cada dois litros de água, ou em viveiros onde a densidade não deve passar de um girino para cada quarenta litros de água (LIMA e AGOSTINHO, 1992). Segundo os autores, a densidade de criação dos girinos depende da qualidade da água.

Hayashi et al. (2004) criaram girinos em tanque rede em cinco densidades de estocagem diferentes, alimentados duas vezes ao dia. Os autores observaram que, com densidade de um girino para cada dois litros de água, o peso médio final foi de 11 g em 75 dias enquanto que com 2,5 girinos por litro o peso médio final foi 9,8 g. Segundo os autores, houve um decréscimo na taxa de sobrevivência e na uniformidade nos tanques rede com densidades maiores.

## 5. Manejo Alimentar na Aquicultura: Frequência e Automação

Para se obter um manejo alimentar adequado existem pontos que devem ser considerados na criação de organismos aquáticos, tais como espécie e idade (SANTIAGO et al., 1987; UFODIKE e WADA, 1991; KUBITZA, 1997), fatores que influenciam a ingestão dos alimentos, como quantidade e qualidade do alimento (tamanho, textura, cor, propriedades organolépticas), temperatura da água, oxigênio dissolvido, concentração de amônia na água, horário de arraçoamento, frequência de alimentação, sistema de criação, teores de proteína e energia da ração (KUBITZA, 1997; FRASCA-SCORVO et al., 2007). Estes pontos devem ser avaliados com atenção porque mais de 50 por cento dos custos de produção são com rações (EL-SAYED, 1999). Por este motivo é fundamental conhecer e compreender a rotina alimentar diária das diferentes espécies de peixes (WANG et al., 1998).

A deficiência na produção de girinos e imagos para engorda é um problema semelhante ao encontrado na larvicultura de tilápias, onde a ração é fornecida na forma de pó. Das pesquisas já realizadas, tem-se que as técnicas desenvolvidas para larvicultura de tilápia são aproveitáveis para a criação dos girinos. A alimentação automática é uma ferramenta importante para melhorar o manejo alimentar na larvicultura de tilápias e na produção de girinos, pois é imprescindível que a ração em pó seja fornecida em alta frequência. O aumento da frequência diminui o desperdício, a poluição e a competição por alimento (SOUSA et al., 2012). Essa inovação é interessante, pois o custo da ração representa cerca de 40 a 70 por cento do custo de produção e o manejo adequado pode reduzir consideravelmente este custo (ANDRADE et al., 2005).

Pesquisas sobre a atividade de alimentação vêm sendo realizadas para ampliar os conhecimentos sobre o ritmo de alimentação dos peixes, para melhorar o aproveitamento da ração (ELLIOT, 1975; JOBLING, 1983) pois o excesso de alimento administrado aos peixes, além de provocar alterações metabólicas digestivas, causa a deterioração da qualidade da água, e a deficiência na alimentação resulta em baixo índice de crescimento, desnutrição e desuniformidade dos indivíduos (CASTAGNOLLI, 1979; LEE et al., 2000).



A restrição alimentar por um longo período pode causar danos irreversíveis aos peixes, principalmente em estágios iniciais de desenvolvimento, comprometendo a habilidade do organismo de recuperar-se, mesmo depois da alimentação restabelecida (METCALFE e MONAGHAN, 2001).

Porém, nas pisciculturas comerciais normalmente ocorre o contrário, a ração é fornecida em uma ou duas porções ao dia e em grande quantidade, causando excesso de alimento e o desperdício (OLIVEIRA, 2010; SOUSA et al. 2012). A ração não consumida é lixiviada e fermentada, alterando a qualidade da água e do alimento (SOUSA et al., 2013), além de ocasionar o aumento nas taxas de conversão alimentar (LOURES et al., 2001).

Quando a ração é fornecida em excesso a decomposição das sobras consome o oxigênio dissolvido na água, comprometendo a qualidade da água disponível para os organismos aquáticos. Além disso, as alterações do pH, o aumento na quantidade de nitrogênio e fósforo que ocorrem devido a decomposição da matéria orgânica, podem causar eutrofização (KUBITZA, 1997).

Segundo Paes (2006) o impacto ambiental causado pela aquicultura é muito difícil de ser mensurado, porém, a otimização da quantidade e qualidade do arraçoamento, bem como o fracionamento do alimento oferecido e a diminuição de restos no ambiente, resultam em melhor desempenho produtivo, com menor impacto ao ambiente aquático.

A automação da produção é um caminho para modernizar a aquicultura brasileira, a qual, tendo atingido elevados níveis de produção é parte importante da economia e produção de alimentos (PASPATIS et al., 1999; VALENTE et al., 2001; YAMAMOTO et al., 2002; SHIMA et al., 2003).

Neste intuito, Agostinho et al. (2014) desenvolveram um sistema de automação para organismos aquáticos com controlador lógico programável (CLP) e um software (Aqui-o-matic) que, além de ajustar o fornecimento de ração de acordo com a temperatura da água e/ou oxigênio dissolvido, oferece a quantia necessária de ração diária de acordo com o ganho de peso e conversão alimentar estimados inseridos no programa.

Esse sistema de automação, associado aos dispensadores automáticos de ração (AGOSTINHO et al., 2010), são um grande avanço tecnológico, pois é possível o

fornecimento de pequenas porções em altas frequências, em horários não convencionais de alimentação, diminuindo consideravelmente o desperdício, a poluição e a competição por alimento (SOUSA et al., 2013), além da precisão no fornecimento de ração em tanques-rede, com menor interferência do tratador nesta função (CASTRO et al., 2014).

A automação da alimentação permite melhorar o manejo alimentar dos organismos aquáticos, influenciando na digestibilidade e no consumo de ração e, conseqüentemente, na conversão alimentar e no custo de produção. Com a automatização é possível escolher os melhores horários, períodos e temperaturas para fornecer a ração (BOUJARD e LEATHERLAN, 1992; ALANARA e BRANNAS, 1996; PASPATIS e BOUJARDI, 1996; AZZAYDI et al., 1998; SANCHEZ e TABATA, 1998; ARANDA et al., 1999; BOEUF e LE BAIL, 1999; KOHBARA et al., 2003; PASPATIS et al., 2003). O horário de fornecimento, a frequência e a taxa de alimentação também são fatores determinantes para o ótimo desempenho produtivo. A taxa de alimentação depende diretamente da densidade, do oxigênio dissolvido, da qualidade e da temperatura da água, da fase de desenvolvimento e principalmente do manejo alimentar adotado (NG et al., 2000; MIHELAKAKIS et al., 2002; ZUANON et al., 2004; CHAGAS et al., 2005).

Como resultado do confinamento em tanques rede, os animais têm acesso restrito ao alimento natural disponível no ambiente, o que torna indispensável o ar्राçoamento, que pode ser manual ou automatizado, sendo certo que o manual, apesar do menor investimento de instalação do sistema, passa a ser, a médio e longo prazo, menos lucrativo para o produtor devido ao custo da mão de obra e ao desperdício da ração que é fornecida em menor número de refeições e em maior quantidade. Com a alimentação automática o alimento pode ser fornecido em quantidades adequadas para os animais confinados, havendo melhor aproveitamento da ração e do espaço diminuindo os custos e produzindo animais de alta qualidade com o uso eficiente dos alimentos.

O programa proposto por Agostinho et al. (2014), por ser recente precisa que informações (consumo de ração em função da temperatura e oxigênio dissolvido, ganho de peso diário do peixe) sejam inseridas no CLP para o funcionamento do sistema, informações estas embasadas em tabelas existentes na literatura e tabelas dos fabricantes de ração para peixes.

Castro et al. (2014) empregaram o programa proposto por Agostinho et al. (2014) na correção do fornecimento de ração diária para rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) e obteve resultados parecidos nas curvas de crescimento real e esperada. O peso final real dos animais após 4 meses de estudo foi de 330g e no programa constava o peso estimado de 350g, demonstrando cientificamente a eficácia do CLP no manejo alimentar de organismos aquáticos.

Diversos estudos foram realizados com o uso de alimentadores automáticos controlados por CLP no manejo alimentar de organismos aquáticos, comprovando sua eficiência e dos dispensadores automáticos de ração. Sousa et al. (2013) evidenciaram que se for considerado que a ração permanece com qualidade durante um período de 10 minutos na água, peixes alimentados seis vezes ao dia teriam alimento disponível por apenas 60 minutos por dia, enquanto que os alimentados 36 vezes teriam 360 minutos por dia para se alimentarem com ração de qualidade.

Os dispensadores automáticos de ração permitem ofertar altas frequências de alimentação, segundo Oliveira (2010) até 96 vezes ao dia, e obter resultados satisfatórios de ganho de peso, taxa de crescimento, uniformidade, diminuição do comportamento agressivo, melhor absorção de nutrientes, e, conseqüentemente, maior lucratividade.

O manejo alimentar adequado e em alta frequência é aquele que os peixes consomem baixas quantidades de alimento por vez em mais vezes por dia, suprimindo suas necessidades orgânicas (MEER et al., 1997). Sousa et al. (2012) utilizando alimentadores automáticos de ração, avaliou diferentes frequências e períodos de alimentação para juvenis de tilápias e constatou que houve maior peso final e melhor conversão alimentar para os peixes alimentados 24 vezes ao dia (24 horas) quando comparados aos alimentados 6 ou 12 vezes durante meio período (12 horas).

## **6. Temperatura**

A temperatura da água é um ponto crucial no cultivo dos peixes devido ao fato destes serem animais pecilotérmicos e seu habitat ser exclusivamente aquático. São constantes as variações de temperatura ocorridas na água, porém a fisiologia dos peixes é adaptada para este tipo de situação.

Cada vez mais há descobertas científicas sobre a influência que este fator ambiental causa nos peixes, desde sua fase embrionária até o final de seu ciclo de vida, como: as alterações ocorridas no desenvolvimento embrionário (DEVLIN e NAGAHAMA, 2002), influência da temperatura na reversão sexual (ABUCAY et al., 1999; BAROILLER et al., 1999; BARAS et al., 2001; BAROILLER e D’COTTA, 2001; KWON et al., 2002; BORGES et al., 2005; DRUMMOND et al., 2009), no metabolismo de enzimas digestivas (MOURA et al., 2007; MOURA et al., 2012), no consumo diário de ração, trânsito gastrintestinal e índices de repleção (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004; PIEDRAS et al., 2004), no crescimento e desenvolvimento muscular esquelético (JOHNSTON et al., 1995; KILLEEN et al., 1999; ROWLERSON e VEGGETTI, 2001; VIEIRA e JOHNSTON, 1992; JOHNSTON et al., 2009), dificuldades na reprodução e desaceleração do povoamento (MAINARDES PINTO et al., 1989; KUBITZA, 2000) e distúrbios comportamentais como o canibalismo (BORGES et al., 2005).

O consumo de ração diminui consideravelmente em temperaturas abaixo de 20°C e na faixa de 8 a 14°C podem ser letais, dependendo da espécie, linhagem, condição dos peixes e do ambiente (KUBITZA, 2000). Cada espécie de peixe possui uma faixa adequada de temperatura à sua espécie, onde expressa seu maior potencial de crescimento (PIEDRAS et al., 2004).

O outro extremo também deve ser foco de atenção, pois em altas temperaturas o oxigênio diminui sua solubilidade na água, assim como o decréscimo da pressão atmosférica e o aumento da salinidade da água também causam problemas em suas concentrações (CYRINO e KUBITZA, 1996).

Dentre as muitas espécies cultivadas, a tilápia é a mais resistente a variações como alta temperatura, baixa concentração de oxigênio dissolvido e alta concentração de amônia na água (POLPA e PHELPS, 1998) e seu conforto térmico está na faixa de 27 a 32°C, fora disso há redução do apetite e do crescimento (KUBITZA, 2000).

Com aumento considerável da temperatura, acima de 35°C há redução significativa do crescimento e da sobrevivência de tilápias, chegando a 100% de mortalidade do lote (POPMA e LOVSHIN, 1996; BARAS et al., 2001).

Popma e Lovshin (1996) constataram que a temperatura ideal para o melhor desenvolvimento da tilápia está entre 29 e 31°C. Baras et al. (2001) confirmaram estes

dados concluindo que a temperatura ideal para melhor desempenho e sobrevivência dos animais é de 29,7 °C.

Com temperatura da água abaixo de 18°C, o sistema imunológico dos peixes fica comprometido devido a infecções bacterianas e fúngicas (KUBITZA, 2000). Há também redução ou retardo do incremento de peso para as tilápias (CAETANO-FILHO e RIBEIRO, 1995; GRAEFF et al., 2001), pois o declínio da temperatura causa efeito direto no metabolismo, afetando mais drasticamente os peixes em fase inicial de desenvolvimento (MAINARDES PINTO et al., 1989).

Graeff e Pruner (2006) estudando taxa de desenvolvimento e crescimento de alevinos de tilápias com peso inicial de 41g obtiveram animais de 99g aos 152 dias de idade com temperaturas entre 32 e 7°C, recomendando este cultivo mesmo no inverno, em temperaturas próximas a este mínimo, pois os alevinos chegarão ao verão com algum ganho de tamanho e peso.

Melhores resultados foram descritos para a mesma fase de desenvolvimento dos animais (150 dias de idade), porém o intervalo de temperatura foi menor e menos agressivo (entre 17 e 21°C), fazendo com que houvesse maior crescimento e ganho de peso das tilápias, 220g ao final da fase experimental (FORTE-SILVA et al., 2010), confirmando a interferência da temperatura no desempenho desta espécie.

O grau de repleção do estômago é outro fator influenciável pela temperatura da água entre outros fatores (fotoperíodo, temperatura do ar, pH, biovolume do fitoplâncton). Estudo concluiu que os maiores valores foram encontrados nos horários mais quentes do dia, demonstrando que as tilápias consomem alimento, preferencialmente, em temperaturas mais elevadas (LOURES et al., 2001).

Além do mais, na fase inicial de vida, o controle mais cuidadoso da temperatura da água durante o período de incubação dos ovos também é eficiente na diminuição de deformidades de tecidos moles e esquelético (ASHLEY, 2007; BRANSON e TURNBULL, 2008).

## **7. Glicemia Sanguínea em Peixes**

A glicose é de extrema importância para o bom funcionamento do tecido muscular e também dos sistemas nervoso, imunológico e reprodutivo. Os peixes, assim

como a grande maioria dos animais, possuem capacidade de manter as concentrações de glicose sanguínea estáveis (PLISETSKAYA e KUZ'MINA, 1971; HERTZ et al., 1989).

Nos teleósteos podem ocorrer grandes variações nos valores sanguíneos de acordo com a espécie, idade, sexo, estágio de desenvolvimento gonadal, fatores genéticos, manejo (captura e manipulação), fatores ambientais e alterações nutricionais (WEDEMEYER, 1976; BARHAM et al., 1980; MORATA et al., 1982; HIGUERA e CARDENAS, 1985; HATTINGH, 1977; RANZANI-PAIVA, 1991; TAVARES-DIAS et al., 1998). Em um estudo com pacus (*Piaractus mesopotamicus*) foi constatado valores diferentes de glicose sanguínea em animais coletados em ambientes de cativeiro (156,6mg/100mL) e no ambiente natural (80,5mg/100mL) (ZUIM et al., 1988).

É de grande importância mensurar os níveis de glicemia nos peixes, pois desta forma pode-se revelar dados interessantes, como a eficácia das dietas oferecidas (HILTON et al., 1983; THEBAUDIN et al., 1997; HEPHER, 1988; BACCARIN et al., 2000), a saúde, o desenvolvimento e o bem estar dos peixes (MCDONALD e MILLIGAN, 1997; MORGAN e IWAMA, 1997; WELLS e PANKHURST, 1999), visando uma alta produção, minimizando prejuízos e respeitando a qualidade de vida dos animais.

O crescimento do animal é resultado da ingestão do alimento somada a uma série de processos comportamentais e fisiológicos (BRETT, 1979) e o apetite está relacionado com a quantidade de alimento no estômago (volume gástrico) e o débito metabólico (necessidade sistêmica) (COLGAN, 1973).

A presença de alimento no trato digestório resulta em estímulos hormonais que agem no pâncreas (LOVELL, 1998), assim um maior consumo de ração por tilápias, em temperaturas mais elevadas, estimula o pâncreas a produzir maior quantidade de amilase devido ao aumento do metabolismo e da concentração de amido no intestino (MOURA et al., 2007). Nesta condição, os mesmos autores concluíram que há melhor aproveitamento do amido como fonte energética, poupando a proteína para a função estrutural, ou seja, desenvolvimento dos tecidos, resultando em melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, pois as tilápias criadas a 32°C apresentaram ganho de peso médio de 45,45g a mais em relação as tilápias submetidas à menor temperatura (20°C) (MOURA et al., 2007).

## 8. Comportamento de Peixes

Uma definição simples seria dizer que comportamento é toda e qualquer ação realizada por um animal, perceptível ou não, ao universo sensorial humano (DECLARO, 2004). Porém, este comportamento é definido tanto pelos genes quanto pelo ambiente em que se encontra este animal (HINDE, 1974), é o seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao meio ambiente em que vive (BROOM e MOLENTO, 2004); e não apenas o ambiente físico, mas também o psicológico (CARVALHO, 1987).

É importante a preocupação com o comportamento dos peixes numa produção, pois um lote estressado, com indícios de brigas e doenças, crescimento desigual e alta mortalidade, estará diretamente relacionado ao bem estar desses peixes (VOLPATO, 2007), causando a queda da produtividade e, conseqüentemente, lucratividade menor para o produtor. Molento (2005) afirmou que a relação entre bem estar de peixes e produtividade não é linear, mas sim exponencial com ponto de máxima onde a pressão pelo aumento da produtividade promove diminuição do grau de bem-estar dos peixes.

Os estudos sobre comportamento de peixes ainda estão no início, tanto no Brasil como no restante do mundo. Os peixes ainda não são vistos como animais sencientes, ou seja, animais com capacidade de possuir consciência, em níveis mais rudimentares, serem perceptíveis ao calor, frio, dor (DAWKINS, 2006); mesmo sendo empregados em várias áreas da pesquisa científica, alimentação ou mesmo como ornamentação. As legislações ainda são falhas neste ponto, embora a preocupação com normas de boas práticas de produção, linhas de orientação e legislação acerca de como os animais devem ser tratados em cativeiro vem sendo desenvolvidas desde a década de 90 e em constante crescente até os dias atuais (VOLPATO, 2007).

Os peixes devem ser respeitados quanto às suas origens e comportamentos naturais. Existem espécies de peixes que tem instinto de nadar em cardume, agrupados em grande número, como os pacus (*Piaractus mesopotamicus*) e corvinas (*Plagioscion squamosissimus*), existem os que vivem sozinhos ou em pares como tucunarés (*Cichla ocellarias*), assim como existem os ritmos biológicos diferenciados de alimentação e exigências diferenciadas por fatores limnológicos do ambiente aquático (pH, oxigênio e

dióxido de carbono dissolvido, salinidade, temperatura, luminosidade, movimentação da água) (VOLPATO, 2007). Todos estes pontos devem ser levados em consideração para minimizar problemas futuros com brigas, estresse e mortalidade dos animais.

Sinais positivos de saúde são observados em indivíduos com bom aspecto físico, alimentação regular, taxas de crescimento e reprodução normais, boa longevidade e taxas de mortalidade reduzidas (DUNCAN e FRASER, 1997).

Um ponto que é crucial nas pisciculturas é a densidade. A redução da área de natação dos peixes é prejudicial a muitas espécies (SCHWEDLER e JOHNSON, 2000). O uso de densidades inadequadas pode causar agressividade, competições por hierarquia de dominância e por alimento além de poder ocasionar sérios problemas na qualidade da água.

Na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por exemplo, existe uma concentração ideal de indivíduos para reprodução em hapas, pois densidades baixas provocam agressividade entre os machos e densidades excessivas causam problemas como a baixa produção de ovos por desova e a falta de sincronia das desovas (BHUJEL, 2000). Espécies de comportamento territorialista podem ter reações diferenciadas na fase de engorda, como é o caso do *Salmo salar* e do *Ictalurus punctatus*, pois densidades altas parecem minimizar a agressividade do cardume (FSBI, 2002).

Alguns indícios visíveis dos efeitos da densidade populacional excessiva incluem o comprometimento da conversão, crescimento e fator de condição, além da erosão das nadadeiras dorsais (ELLIS et al., 2002).

Outro ponto a ser levado em consideração é a hierarquia de dominância. A posição social de dominante ou subordinado no grupo causa diferentes respostas fisiológicas nesses animais (FERNANDES e VOLPATO, 1993; VOLPATO e FERNANDES, 1994), podendo afetar o desempenho, estado nutricional, a preferência por determinados territórios e alimentação, podendo levar o indivíduo a óbito. Nos peixes *Pterophyllum scalare*, o grau hierárquico demonstrou que os submissos são os mais afetados (GOMEZ-LAPLAZA, 2005). Conte (2004) confirmou que o estresse dos peixes é um dos principais fatores relacionado à ocorrência de doenças e mortalidade na aquicultura.

São muitos os sinais que demonstram a disputa hierárquica, uma delas é a mudança de cor do peixe, indicando sua submissão a um oponente. O escurecimento da



coloração corporal causa a redução da agressividade do vencedor do confronto sobre o peixe derrotado, evitando o prolongamento da luta (O'CONNOR et al., 2000; PEDRAZZANI et al., 2007). Durante o confronto, o escurecimento corporal não é considerado um indicador geral de estresse (O'CONNOR et al., 1999).

As disputas e composições dos grupos sociais devem ser objeto de atenção nas pisciculturas, pois podem causar estresse e, com o tempo, subnutrição crônica nos subordinados (FSBI, 2002), além do crescimento heterogêneo do lote, como observado por Volpato et al. (1987) em um estudo realizado com tilápias, onde os dominantes cresceram mais que os submissos.

Várias pesquisas tem sido realizadas em peixes com a finalidade de verificar se há relação da posição social do indivíduo com o crescimento heterogêneo. Barbosa et al. (2006) sugeriram que as taxas de crescimento são diretamente proporcionais à posição hierárquica do animal no grupo. Hulata et al. (1976) afirmaram que os fatores genéticos (como o sexo do animal) determinam as taxas de crescimento individual, entretanto, Volpato et al. (1987) disseram que a variabilidade do crescimento em alevinos de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) não está correlacionado ao sexo dos animais. Barbosa (1997) resumiu três pontos que determinam crescimento desuniforme: competição alimentar, estresse social e substâncias químicas liberadas por coespecíficos dominantes, para inibir o crescimento dos submissos.

Na tentativa de minimizar os problemas do crescimento heterogêneo, posição social do indivíduo no grupo e competição alimentar, estudos vem sendo realizados com o aumento da taxa alimentar ofertada aos peixes. Em um grupo de carpas (*Cyprinus carpio*), o aumento na oferta de alimento reduziu a competição alimentar e, assim, a diferença no crescimento (WOHLFARTH, 1977), porém, em outro grupo da mesma espécie o resultado foi totalmente diferente, ocorrendo o aumento da desuniformidade do lote (KORNEYEVA, 1969). Esse resultado estaria relacionado a alguns peixes do lote ingerirem mais alimento do que outros e, por consequência, crescerem mais (VOLPATO et al., 1989).

Barbosa et al. (2006) sugeriram que o estresse social decorrente das interações agonísticas causa maior estresse nos peixes submissos e atua sobre o crescimento por vários meios, como redução da eficiência de conversão alimentar, supressão do apetite, alterações nos processos digestivos e desvio energético.

No entanto, Volpato et al. (1989) constataram que, na Tilápia-do-nylo, mesmo em competição alimentar, peixes dominantes e submissos ingeriram porções similares de alimento, porém a energia para o crescimento só foi disponibilizada após outros fatores metabólicos serem reparados, como reservas energéticas musculares. Muitos agentes estressores têm sido citados como supressores de crescimento, em espécies territorialistas, como as tilápias, que aumentam as interações agonísticas em condição de agrupamento, o que restringe o crescimento em decorrência das alterações metabólicas provocadas pelo estresse social (FERNANDES e VOLPATO, 1993).

Em relação à competição e privação alimentar dos peixes, embora possam não ter no início um impacto considerável no organismo, a motivação para se alimentarem é essencial na conservação do bem-estar (OLIVEIRA e GALHARDO, 2007). Porém, a privação alimentar prolongada pode causar danos ao indivíduo como a erosão da nadadeira dorsal devido ao canibalismo, a perda de peso e de fator de condição em várias espécies (FSBI, 2002; PEDRAZZANI et al., 2007).

O capítulo II, intitulado “**Automação do manejo alimentar de girinos de Rã-touro criados em hapas: frequência e período de alimentação**” e o capítulo III intitulado “**Desempenho produtivo de tilápias GIFT em diferentes temperaturas e frequências alimentares**” apresentam-se de acordo com as normas para publicação na Revista Aquaculture.

## 9. Referências Bibliográficas

- ABUCAY, J. S. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 173, n. 1/4, p. 219-234, Mar. 1999.
- AGOSTINHO, C. A. et al. Influência do fotoperíodo sobre a indução da ovulação em rã-touro (*Rana catesbeiana*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM. Aqüicultura.
- AGOSTINHO, C. A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos**. BR n. PI 10055363, 3 dez. 2010.
- 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.
- ALANARA, A.; BRANNAS, E. Dominance in demand-feeding behaviour in arctic and rainbow trout: the effect of stocking density. **Journal of Fish Biology**, v. 48, p. 242-254, 1996.
- ALBINATI, R. C. B. Avanços na nutrição de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 10., 1999, São Miguel do Iguaçu. **Alimentos e alimentação: anais...** São Miguel de Iguaçu: ABETRA, 1999. p. 13-31.
- ANDRADE, R. L. B. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um Modelo de Propriedade da Região Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005.
- ARANDA, A.; SÁNCHEZ-VAZQUEZ, F. J.; MADRID, J. A. Influence of water temperature on demand-feeding rhythms in sea bass. **Journal of Fish Biology**, v. 55, p. 1029-1039, 1999.
- ASHLEY, J. P. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 104, p. 199-235. 2007.
- AZZAYDI, M.; MADRID, J.A.; ZAMORA, S.; SÁNCHEZ-VAZQUEZ, F.J. *et al.* Effect of three feeding strategies (automatic, *ad libitum* demand-feeding and time-restricted demand-feeding) on feeding rhythms and growth in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v.163, p.285-296, 1998.
- BACCARIN, A. E.; PEZZATO, L. E.; URBINATI, E. C. Efeito da alimentação com levedura desidratada de álcool na glicemia e nos níveis de glicogênio e lipídeos totais hepáticos da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 26 (2): 163-167, 2000.

BARAS, E.; JACOBS, B.; MÉLARD, C. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 192, p. 187-199, 2001.

BARBOSA, J. M. **Varição intraespecífica no crescimento de peixes: modulação química e hábito social**. 1997. 39 f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1997.

BARBOSA, J. M.; MENDONÇA, I. T. L.; PONZI JÚNIOR, M. Comportamento social e crescimento em *Parachromis managuensis* (GÜNTHER, 1867) (PISCES, CICHLIDAE): uma espécie introduzida no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharias de Pesca**, v.1(1), ago., p.65-74, 2006.

BARHAM, W.T.; SMIT, G.L.; SCHOOBEE, H.L. The effect of bacterial infection on erythrocyte fragility and sedimentation rate of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Journal of Fish Biology**, 16:177-180, 1980.

BAROILLER, J. F.; GUIGEN, Y.; FOSTIER, A. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. **Cellular Molecular Life Sciences**, v.55, p.910-931, 1999.

BAROILLER, J. F.; D’COTTA, H. Environment and sex determination in farmed fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 130, n. 4, p. 399-409, Dec. 2001.

BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; PALADA DE VERA, M. S.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. L.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERDE, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, 160(1-2):145- 173, 1998.

BHUJEL, R.C. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. **Aquaculture**, v.181, p.37-59, 2000.

BOEUF, G.; LE BAIL, P. Does light have an influence on fish growth?. **Aquaculture**, v.177, p.129-152, 1999.

BORGES, A. M. et al. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 153-159, fev. 2005.

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

BRANSON, E.J.; TURNBULL, T. **Welfare and Deformities in Fish**. In: BRANSON, E. J. (Ed.). Fish Welfare. Oxford: Blackwell Publishing, 2008. 210 p.

- BRETT, J. R. **Fish physiology**. New York: Academic Press, v. 8, p. 599-675, 1979.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11. 2004.
- CAETANO FILHO, M.; RIBEIRO, S. C. Monocultivo de *Oreochromis niloticus* com alta densidade de estocagem. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 11., 1995. **Resumos...** Campinas, 1995.
- CARVALHO, A. M.A. **O lugar do biológico na Psicologia: o ponto de vista da Etologia**. Debates IPUSP. Fronteiras entre Conceitos (mimeo), 1987.
- CARVALHO FILHO, J. Ciclo de Palestras da Ranicultura traça Painel da Atividade. **Revista Panorama da Aquicultura**, 11 (67), set/out, 48-53, 2001.
- CASTAGNOLLI, N. **Tecnologia da alimentação de peixes: fundamentos de nutrição de peixes**. São Paulo: Livroceres, 1979. 105p.
- CASTRO, C. S. **Frequência alimentar e período de alimentação no cultivo de rã-touro em tanque-rede**. 2013. 72 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)–Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; COSTA, J. M.; MENEZES, C. S. M.; CONTIN NETO, A.; VIEIRA, J. C. S.; PADILHHA, P. M.; AGOSTINHO, C. A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, 433, p.1–5, 2014.
- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS, J. *et al.* Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.833-835, 2005.
- COLGAN, P. Motivational analysis of fish feeding. **Behaviour**, v.45, p.38-66, 1973.
- CONTE, F.S. Stress and the welfare of cultured fish. **Applied Animal Behaviour Science**, v.86, p.205-223, 2004.
- CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. **Piscicultura**. Cuiabá: Sebrae, 1996. 86 p.
- DAWKINS, M.S. Through animal eyes: what behaviour tell us. **Applied Animal Behaviour Science**, v.100, p.4-10, 2006.
- DEL-CLARO, K. **Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Editora Livraria Conceito, 132 p., 2004. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/18337e47-086c-4272-ad55-97099922e04f>. Acessado em: 09/04/2015.

DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, v.208, p.191-364, 2002.

DEY, M.M.; PARAGUAS, F.J. **Economics of tilapia farming** in Asia, p. 33-46. In S. Subasinghe and T. Singh (eds.) The role of international research organization in tilapia aquaculture. Tilapia 2001. Tilapia: Production, Marketing and Technological Development. Proceedings of the Tilapia, International Technical Trade Conference on Tilapia, 28-30 May 2001, Kuala Lumpur, Malaysia. 2001.

DEY, M.M. 2002. **Overview of socioeconomics and environmental issues**. In R.D. Guerrero III and M.R. Guerrero-del Castillo (eds.) Tilapia farming in the 21st century. Proceedings of the International Forum on Tilapia Farming in the 21st century (Tilapia Forum 2002), Philippine Fisheries Association Inc., Los Baños, Laguna, Philippines.

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

DRUMMOND, C. D.; MURGAS, L. D. S.; VICENTINI, B. Growth and survival of Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submitted to different temperatures during the process of sex reversal. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 895-902, maio/jun., 2009.

DUNCAN, I.J.H.; FRASER, D. **Understanding Animal Welfare**. In: Appleby, M. & Hughes, B.O. (eds) Animal Welfare. London: CABI Publishing, 1997. p.19-32.

EKNATH, A.E.; TAYAMEN, M.M.; PALADA DE VERA, M.S.; DANTING, J.C.; REYES, R.A.; DIONISIO, E.E.; GJEDREM, J.B.; PULLIN, R.S.V. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in eleven different environments. **Aquaculture**, 111:171-188. 1993.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, n.2, p.149-168, 1999.

ELLIOT, J. M. Number of meals in a day, maximum weight of food consumed in a day and maximum rate of feeding for brown trout, *Salvelinus fontinalis* L. **Freshwater biology**, Oxford, v.5, n.2, p.287-303, 1975.

ELLIS, T.; NORTH, B.; SCOTT, A.P.; BROMAGE, N.R.; PORTER, M.; GADD, D. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, v.61, n.3, p. 493-531, 2002.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2010.

FAO. **Aquicultura na América Latina e Caribe – Situação atual, tendências e perspectivas**. Felipe Matias, Secretário Executivo, Red de Acuicultura de Las Américas (RAA / FAO); Fenacam, Nov. 2014.

FERNANDES, M.O.; VOLPATO, G.L. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: social stress and carbohydrate metabolism. **Physiology & Behavior**, v.54, n.2, p.319-323, 1993.

FORTE-SILVA, R. et al. **Avaliação genética do crescimento de tilápia do Nilo em condições de baixa temperatura**. Zootecnia, v.28, n.3, Maracay, set. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692010000300010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000300010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 09 mar. 2015.

FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 621–628, 2007.

FSBI Fish Welfare (Briefing Paper 2). Fisheries Society of the British Isles. Cambridge: **Granta Information Systems**, 2002. Disponível em: <http://www.le.ac.uk/biology/fsbi/briefing.html>. Acessado em: 22/01/2015.

GRAEFF, A.; KREUZ, C. L.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. 2001 Viabilidade econômica de estocagem de alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) no inverno em alta densidade. **Rev. Bras. Zootec.**, 30(4):1150

GRAEFF A.; PRUNER, E. N. **Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina**. CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>). pp. 70-79, 2006.

GOMEZ-LAPLAZA, L.M. The influence of social status on shoaling preferences in the freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). **Behaviour**, v.142, p.827-844, 2005.

GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O. **From drawing board to dining table: the success story of the GIFT project**. Naga: The ICLARM Quarterly, Yaounde, v. 27, n. 2-3, p. 4-14, 2004.

HATTINGH, J. Blood sugar as an indication of stress in the freshwater fish, *Labeo capensis* (Smith). **J. Fish Biol.**, 10:191-195, 1977.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W.R. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.

HEPHER, B. **Energy pathways**. In: Nutrition of Pond Fish. Cambridge: Cambridge University Press (ed.), p. 64-101, 1988.

HERTZ, Y.; MADAR, Z.; HEPHER, B.; GERTLER, A. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): the effects of cobalt and chromium. **Aquaculture**, 76:255-267, 1989.

HIGUERA, M.; CARDENAS, P. Influence of dietary composition on gluconeogenesis from L- (U- <sup>14</sup>C) glutamate in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Comp. Biochem. Physiol. A**, 81:391-395, 1985.

HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L.; SLINGER, S.J. Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout *Salmo gairdneri*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.40, p.81-85, 1983.

HINDE, Robert A. **Biological bases of human social behaviour**. McGraw-Hill, 1974.

HULATA, G., MOAV, R. & WOHLFARTH, G. The effect of maternal age relative hatching time and density of stocking on growth rate of fry in the European and Chinese common carp. **J. Fish Biol.**, 9(6): 499-514, 1976.

JOBLING, M. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Artic Charr, *Salvelinus alpinus* L. **Journal Fish Biological**, 23. p. 177-185, 1983.

JOHNSTON, I. A.; VIEIRA, V.; ABERCROMBY, M. Temperature and myogenesis in embryos of the Atlantic herring *Clupea harengus*. **The Journal of experimental biology**, 198 (Pt 6), 1389-403, 1995.

JOHNSTON, I. A.; LEE, H.-T.; MACQUEEN, D. J. et al. Embryonic temperature affects muscle fibre recruitment in adult zebrafish: genome-wide changes in gene and microRNA expression associated with the transition from hyperplastic to hypertrophic growth phenotypes. **The Journal of experimental biology**, 212, 1781-93, 2009.

KAMAL, A.H.M.M.; MAIR, G.C. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 247, p. 189-201, 2005.

KILLEEN, J.; MCLAY, H. .; JOHNSTON, I. A. Development in *Salmo trutta* at different temperatures, with a quantitative scoring method for intraspecific comparisons. **Journal of Fish Biology**, 55, n. 2, p. 382-404, 1999.

KOHBARA, J.; HIDAKA, I.; MATSUOKA, F.; OSADA, T.; FURUKAWA, K. *et al.* Self-feeding behavior of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, in net cages: diel and seasonal patterns and influences of environmental factors. **Aquaculture**, v.220, p.581-594, 2003.

KORNEYEVA, L. Weight increase of carp in nurseries in relation to rearing conditions. **Probl. Ichthyol.**, 9(1): 101, 1969.



KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1997. p.63-116, 1997.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1º. ed. Jundiaí: F. Kubitza. p. 285, 2000.

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

KWON, J. Y.; McANDREW, B. J.; PENMAN, D. J. Treatment with an aromatase inhibitor suppresses high-temperature feminization of genetic male (YY) Nile tilapia. **Journal of Fish Biology**, v.60, p.625-636, 2002.

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

LEE, S.M.; HWANG, U.G.; CHO, S.H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean cockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v.187, p.399-409, 2000.

LI, S-F. et al. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F6-F8 generations of GIFT Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection. **Aquac. Res.**, Oxford, v. 37, n. 12, p. 1165-1171, 2006.

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. São Paulo: Globo, 1988. 187p.

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 168p.

LOURES, B. T. R. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M.; SUSSEL, F. R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum Maringá**, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. Boston: Kluwer Academic Publishing, 1998. 267p.

LUPCHINSKI JÚNIOR, E.; VARGAS, L.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P.; MANGOLIN, C. A.; BARRERO, N. M. L. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 30, n. 2, p. 233-240, 2008.

MAINARDES PINTO, C.S.R.; VERANI, J. R.; ANTONIUTTI, D. M.; STEMPNIEWSKI, H. L. 1989. Estudo comparativo do crescimento de machos de

*Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 16(1):19

MCDONALD, G.; MILIGAN, C.L. 1997. **Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress**. In Iwama, G.W.; Pickering, A.D.; Sumpter, J.P.; Schreck, C.B. (Eds.). *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge: University Press, p. 119-144.

MEER, M.B. *et al.* Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma Macropomum* (Cuvier). **Aquac. Res.**, Amsterdam, v. 28, p. 419-432, 1997.

METCALFE, N.B.; MONAGHAN, P. Compensation for bad start: grow now, pay later?. **Trends in Ecology & Evolution**, v.16, p.254- 260, 2001.

MEYERS, S. P. ; CULLEY JR. ,D. D. ; MARSCHALL, G. A. Evolution of binders in larval bullfrog diets. **The Journal of Aquaculture**, v.1, n.1, p.20-28, 1980.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of Feeding Rate for Hatchery-Produced Juvenile Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.33, n.2, p.169-175, 2002.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 1-11. 2005.

MORATA, P.; VARGAS, A.M.; PITA, M.L.; SANCHES-MEDINA, F. Hormonal effects on the liver glucose metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Comp. Biochem. Physiol.**, 72:543-545, 1982.

MOURA, G. S.; OLIVEIRA, M. G. A.; LANNA, E. T. A.; MACIEL JÚNIOR, A.; MACIEL, C. M. R. R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1609-1615, nov. 2007.

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K.; 1997. Measurements of stressed states in the field. In Iwama, G.W.; Pickering, A.D.; Sumpter, J.P.; Schreck, C.B. (Eds.). **Fish stress and health in aquaculture**, Cambridge: University Press, p. 247-270.

MOURA, G. S.; OLIVEIRA, M. G. A.; LANNA, E. T. A.; MACIEL JÚNIOR, A.; MACIEL, C. M. R. R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1609-1615, nov. 2007.

MOURA, G.S., OLIVEIRA, M.G.; LANNA, E.A.T. DESEMPENHO E ATIVIDADE DE LIPASE EM TILÁPIAS DO NILO. **Archivos de zootecnia**, vol. 61, núm. 235, p. 367-374, 2012.

MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. Disponível em: [http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim\\_MPA\\_2011\\_pub.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf). Acessado em: 18/05/2015.

NG,W.; LU, K.; HASHIM, R. Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. **Aquaculture Internacional**, v.8, p.19-29, 2000.

O'CONNOR, K.I., METCALFE, N.B., TAYLOR, A.C., 1999. Does darkening signal submission in territorial contests between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*?. **Animal Behaviour**, v. 58, p.1269–1276, 1999.

O'CONNOR, K.I., METCALFE, N.B., TAYLOR, A.C. Familiarity influences body darkening in territorial disputes between juvenile salmon. **Animal Behaviour**, v. 59, p. 1095–1101, 2000.

OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. 2007. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, suplemento especial, p. 77-86, 2007.

OLIVEIRA, L.C. **Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápias em hapas**. 2010. 73p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. **Curvas de crescimento de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem GIFT**. 2013. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana, 2013.

PAES, J.V.K.A. **Ictiofauna associada e as condições limnológicas num sistema de piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Nova Avanhandava, baixo rio Tietê (SP)**. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu-SP. 2006.

PASPATIS, M.; BOUJARD, T. A comparative study of automatic feeding and self-feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets of different energy levels. **Aquaculture**, v.145, p.245-257, 1996.

PASPATIS, M.; BATARIAS, C.; TIANGOS, T.; KENTOURI, M. Feeding and growth responses of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared by four feeding methods. **Aquaculture**, v.175, p.293-305, 1999.

PASPATIS, M.; BOUJARD, T.; MARAGOUDAKI, D.; BLANCHARD, G. *et al.* Do stocking density and feed reward level affect growth and feeding of self-fed juvenile European sea bass?. **Aquaculture**, v.216, p.103-113, 2003.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C. F. M.; CARNEIRO, P. C. F.; FERNANDES-DE-CASTILHO, M. Senciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Revista Panorama da Aquicultura**, julho/agosto, p.24-29, 2007.

PEREIRA, L. G. C. **Pesca e Aquicultura no Brasil**, 2012. Disponível em: [http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/tema2/2012\\_19860.pdf](http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/tema2/2012_19860.pdf) Acessado em: 03/03/2015.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.177-182, 2004.

PLISETSKAYA, E.M.; KUZ'MINA, V.V. Glycemia level in the organs of cyclostomes and fish. **J. Ichthyol.**, 11:948-958, 1971.

POPMA, J. T.; LOVSHIN, L. L. Worldwide prospects for commercial production of Tilapia. **Research and Development Series**, Aurburn, v. 41, p. 15-17, 1996.

POLPA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, p. 127, 1998.

RANÁRIO AURORA. **Cultura da rã-gigante touro, *Rana catesbeiana***. Rio de Janeiro: Ranário Aurora, 1938. 58p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. **Hematologia de peixes**. p. 65-70. In: H.S.L. SANTOS (Ed.) **Histologia de peixes**. São Paulo, FCAV-UNESP, 1991. 83p.

ROWLERSON, A.; VEGGETTI, A. 2001. **Cellular Mechanisms of Post-Embryonic Muscle Growth**. In I A Johnston (Ed.), **Muscle Development and Growth** (1st ed., pp. 101-130). San Diego - California.

SANCHEZ, V.F.J.; TABATA, M. Circadian rhythms of demand-feeding and locomotor activity in rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, v.52, p.255-267, 1998.

SANTIAGO, C. B.; ALDABA, M. B.; REYES, O. S. Influence of feeding rate and diet form on growth and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v.64, n.4, p.277-282, 1987.

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R.; FREATO, T. A.; ORFÃO, L. H.; MILIOTTI, C. L. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 554-562, mar./abr. 2007.

SCHWEDLER, T.E.; JOHNSON, S.K. Responsible care and health maintenance of fish in commercial aquaculture. **Animal Welfare Information Center Bulletin**, Winter 1999/2000, v.10, p.3-4.

SHIMA, T.; YAMAMOTO, T., FURUITA, H.; SUZUKI, N. 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.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, v.35, p.421-463, 2012.

SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; GAGALAC, F.; DUNHAM, R. Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. **Aquaculture**, vol. 213, Issues 1–4, p. 123–129, oct 2002.

SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. In: **Revista Panorama da Aqüicultura**, v.16, n.95, maio/junho, 2006.

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

SOUSA, R.M.R. **Frequência alimentar para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases de reversão e pós reversão sexual**. 2010. 55f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

SOUSA, R.M.R., AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, F.A., ARGENTIM, D., NOVELLI, P.K., AGOSTINHO, S.M.M.. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.192-197, Feb. 2012.

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, P. N. R.; BARBOSA, J. V. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.272, p. 1-13, jan./fev. 2013.

TAVARES-DIAS, M., SANDRIM, E.F.S., SADRIM, A. Características hematológicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier, 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. I. Série eritrocitária. **Revista Brasileira de Biologia**, v.58, n.2, p.197-202, 1998.

THEBAUDIN, J.Y.; LEFEBVRE, A.C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C.M. Dietary fibres: nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, p.41-48, 1997.

UFODIKE, E.B.C., VADA, R.K. Feeding habits of tilapia *Sarotherodon niloticus* (Perciformes: Cichlidae) fry in jos, Nigéria. **Rev. Biol. Trop.**, San Jose, v. 39, n. 2, p. 189-192, 1991.

VALENTE, L.M.P.; FAUCONNEAU, B.; GOMES, E.F.S.; BOUJARD, T. Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self-feeders. **Aquaculture**, v.195, p.121-131, 2001.

VIEIRA, V. I. A.; JOHNSTON, I. A. Influence of temperature on muscle-fibre development in larvae of the herring *Clupea harengus*. **Marine Biology**, 112, 333- 341, 1992.

VOLPATO, G. L., FRIOLI, P. M. A., CARRIERI, M. P., FERNANDES, M. O., SARTORI, D, R. S. & DELICIO, H. C., 1987, Comportamento de dominância e crescimento em peixes, pp.169-94. *In*: Encontro de Etologia, 5, **Anais...**, Jaboticabal, FUNEP.

VOLPATO, G. L., FRIOLI, P. M. A. & CARRIERI, M. P., 1989, Heterogeneous growth in fishes: some new data in the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and a general view about the causal mechanisms. **Bol. Fisiol. An.**, São Paulo, 13: 7-22.

VOLPATO, G.L.; FERNANDES, M.O. Social control of growth in fish. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.27, n.4, p.797-810, 1994.

VOLPATO, G.L. Considerações metodológicas sobre o teste de preferência na avaliação do bem estar em peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.53-61, 2007.

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

WEDEMEYER, G. Physiology response of juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. **J. Fish Res. Bd. Can.**, 33:2699-2702, 1976.

WELLS, R.M.G.; PANKHURST, N.W. 1999. Evaluation of simple instruments for the measurement of blood glucose and lactate, and plasma protein a stress indicator in fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, 30: 276-284.

WENDELAAR BONGA, S.E. 1997. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, 77: 591-625.

WOHLFARTH, G. W., 1977, Shoot carp. **Bamidgeh**, 29(2): 35-40.

YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.214, p.289-305, 2002.

ZUANON, J.A.S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de *Trichogaster* (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arraçoamento e densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1639-1645, (Supl.1) 2004.

ZUIM, S. M. F.; ROSA, A. A. M.; CASTAGNOLLI, N. Sex and sexual cycle influences over metabolic parameters in pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Bulletin Can Aquac Ass Proc**, 88: 55-56, 1988.

# Capítulo 2



## **Automação do manejo alimentar de girinos de Rã-touro criados em hapas: frequência e período de alimentação**

### **RESUMO**

O êxito da ranicultura depende da boa qualidade dos girinos, resultando em imagos grandes e saudáveis para recria. A criação de girinos é o ponto de estrangulamento da ranicultura e a sua deficiência tem como consequência a falta de continuidade da produção. Um dos fatores limitantes na criação dos girinos é a necessidade de oferecer ração em pó na água, pois possui baixa estabilidade e pouco tempo de flutuação, limitando a disponibilidade e a qualidade devido ao afundamento e lixiviação. Uma medida para melhorar a disponibilidade de alimento quando oferecemos ração em pó é o aumento da frequência alimentar. Este trabalho consistiu em avaliar o efeito da frequência e horário de alimentação sobre o desempenho de girinos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*). O experimento teve duração de 75 dias. Foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em modelo fatorial 3x2, com 3 frequências alimentares (12, 24 e 48 refeições/dia) em dois períodos de fornecimento de ração, diurno e noturno, com 5 repetições cada. Foram utilizados 30.000 girinos com peso inicial de  $0,10 \pm 0,06$  g, distribuídos em 30 hapas de  $0,294 \text{ m}^3$  em viveiro escavado. A ração em pó contendo 32% PB foi fornecida por meio de alimentadores automáticos pré-programados. Houve interação entre os tratamentos testados, os girinos que receberam 48 refeições diárias no período noturno ganharam mais peso (4,35g) em relação aos outros tratamentos. A produção de girinos em hapas com alta frequência de alimentação e no período noturno demonstrou ser o melhor tratamento nesta fase de criação da rã-touro. Este manejo utilizado diminuiu o tempo de metamorfose desses animais.

**Palavras-chave:** alimentação automática, desempenho, ranicultura, ração em pó, *Lithobates catesbeianus*.

## **Automation of feeding management of Bullfrog tadpoles raised in cages: feeding frequency and period**

### **ABSTRACT**

The success of frog culture depends on the quality of tadpoles, resulting in large and healthy juveniles for rearing. The tadpoles production is the bottleneck of frog culture and its deficit results in a lack of production stability. One of the limiting factors in the frog breeding is the need to provide powder food in the water, as it has low stability and little time fluctuation, reducing its availability and quality due to the sinking and leaching. One way to improve the availability of powder food is increase feeding frequency. This study was to evaluate the effect of feeding frequency and time on performance of bullfrog tadpoles (*Lithobates catesbeianus*). The experiment was conducted in a factorial completely randomized design, 3x2, with three feeding frequency (12, 24 and 48 times / day) in two periods of supply, day and night, with 5 repetitions each. 30,000 tadpoles were distributed in 30 cages of 0.294 m<sup>3</sup> in a pound. The powdered food containing 32% CP was provided through pre-programmed automatic feeders. There was interaction between the treatments; the tadpoles fed 48 meals a day at night gained more weight (4,35g) compared to other treatments. The production of tadpoles in cages with high frequency power and at night proved to be the best treatment at this stage of creation of the bullfrog . This management used decreased the time of metamorphosis of these animals.

**Keywords:** automatic feeding, performance, frog culture, powdered food, *Lithobates catesbeianus*.

## INTRODUÇÃO

O êxito da ranicultura depende da qualidade dos girinos, que devem resultar em imagos grandes e saudáveis para recria, o que torna a girinagem a principal etapa na criação de rãs, pois sua deficiência tem como consequência a falta de continuidade da produção. As principais dificuldades na criação dos girinos é a falta de conhecimentos sobre os aspectos nutricionais, físicos e ambientais que promovem o seu melhor desenvolvimento.

Uma das maiores dificuldades na alimentação de organismos aquáticos é o oferecimento de ração na água e os problemas são maiores quando se trata de animais que precisam receber ração em pó, como na criação de girinos. A maior limitação do oferecimento desta ração é a estabilidade e o tempo de flutuação, limitando a disponibilidade devido ao afundamento e a sua qualidade por causa da lixiviação.

Os girinos de rã-touro possuem hábito alimentar planctófago raspando perifiton e filtrando partículas suspensas na água, possuem trato digestório longo e se alimentam naturalmente em alta frequência. Entretanto, nos ranários comerciais a ração fornecida aos girinos possui grande quantidade de proteína (SEIXAS FILHO et al., 2010; SEIXAS FILHO et al., 2011) e é geralmente oferecida em poucas refeições (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

A criação de girinos é a principal etapa para o bom andamento de qualquer ranário comercial. Muitas vezes há desenvolvimento anormal ou mortalidade com sinais prováveis de deficiências nutricionais (ALBINATI, 1999). O estudo de rações para girinos deve envolver não apenas as características de processamento e estabilidade na água, mas também a palatabilidade que terá importância fundamental para determinar o tempo que a ração será consumida, fator determinante para o seu melhor aproveitamento quando a oferecemos em pó (MEYERS et al., 1980).

A criação de girinos pode ser feita em hapas ou tanques-rede. Esses sistemas de produção têm como principal característica a qualidade da água, apresentando renovação contínua. Os tanques-rede e hapas podem ser instalados em viveiros com mais de dois metros de profundidade, apresentando grande estabilidade térmica quando comparados aos tanques de alvenaria geralmente usados em ranários comerciais, cujo volume geralmente é menor que 5.000 litros. A renovação de água em tanques-rede

depende da velocidade da água dos viveiros, mas sempre será muito superior a renovação que é feita nos tanques de alvenaria convencionais usados na criação de girinos que, segundo Lima e Agostinho (1988), é de no máximo 10% ao dia.

Estudo realizado avaliando frequências (24, 48 e 96 refeições/dia) e períodos de alimentação (diurno, noturno e diurno/noturno) com rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) durante outono e inverno constatou a importância destes fatores no ganho de peso dos animais. No final do experimento, durante os períodos diurno e diurno/noturno não houve diferença nos pesos médios das rãs entre as frequências de alimentação avaliadas, porém, no período noturno, as rãs tiveram maior ganho de peso na frequência de 48 refeições/dia. Além disso, a maior frequência (96 refeições/dia) e o período noturno tiveram melhores resultados de conversão alimentar aparente, demonstrando que a espécie pode ser alimentada durante o dia, bem como no período noturno e que as frequências de alimentação mais elevadas melhoraram a CAA na produção desta espécie (CASTRO et al., 2014).

Diante do exposto o presente estudo foi realizado com o objetivo de definir a frequência e o período mais adequado para o melhor desempenho e melhor horário de fornecimento de ração para girinos de rã-touro em hapas com alimentação automática.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista – UNESP, no setor de Aquicultura do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, com duração de 75 dias (novembro a janeiro de 2012/13).

Foram utilizadas 30 hapas de  $0,294 \text{ m}^3$  (0,7 x 0,7 x 0,6 m), com volume útil de 245 litros e malha de 2,5 mm. A densidade de estocagem foi de 4,08 girinos/litro de água. As hapas estavam dispostas em duas fileiras no interior de um viveiro escavado com área de  $2.000 \text{ m}^2$ , profundidade média de 2 metros e renovação contínua de água de 5 litros/minuto (Figura 1).



Figura 1. Hapas dispostas em duas fileiras no interior do viveiro escavado, com alimentadores automáticos sobre elas.

Foram usados 30.000 girinos fêmeas recém-eclodidos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), com peso médio de  $0,10 \pm 0,06$  g e idade de 12 dias. Os girinos foram obtidos por meio do cruzamento de machos XX (fêmeas masculinizadas) com fêmeas XX, para obtenção de progênie constituída somente por fêmeas, de acordo com a metodologia proposta por Agostinho et al. (2004). Foram utilizadas somente fêmeas por questão ambiental, pois caso haja fuga desses animais os impactos ambientais serão minimizados, pois ocorrerá menor número de reproduções na natureza. A reprodução induzida foi realizada no próprio local do experimento e os girinos foram distribuídos ao acaso e em número igual em cada hapa.

Durante os primeiros 12 dias de vida, após absorção do saco vitelínico e interiorização dos apêndices respiratórios, os girinos foram alojados em hapas com malha de 1 mm no próprio local do experimento, havendo um período de adaptação dos animais ao *habitat*, sendo alimentados 4 vezes ao dia, 100% de PV e com a mesma ração experimental utilizada. Posteriormente foram transferidos para hapas com malha de 2,5 mm (início do experimento) e permaneceram até o final da fase experimental.

Após dois meses de experimento, os girinos foram transportados para tanques de alvenaria (pois alguns animais já apresentavam sinais avançados de metamorfose) e mantidos nestes locais por mais quinze dias. Durante este período os animais eram alimentados 4 vezes ao dia, 3% do PV e com a mesma ração experimental utilizada. Os imagos eram coletados diariamente, pesados e separados do grupo. Ao

final deste período foi realizada a avaliação de todos os animais dos tratamentos em relação ao estágio evolutivo da espécie.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em modelo fatorial 3x2, com três frequências alimentares (12, 24 e 48 refeições/dia) em dois períodos de fornecimento de ração (diurno e noturno). O tratamento diurno iniciava às 6 horas da manhã e encerrava às 18 horas e o tratamento noturno iniciava às 18 horas e encerrava no dia seguinte, às 6 horas da manhã. Cada tratamento teve cinco repetições totalizando 30 hapas. Os girinos foram alimentados diariamente, por meio de alimentadores automáticos (AGOSTINHO et al., 2010) controlados por CLPs (Controlador Lógico Programável). A quantidade de ração fornecida foi de 20% de peso vivo na fase inicial (primeiro mês de experimento) e 10% do peso vivo na fase final, estágio 42 (GOSNER, 1960) (segundo mês de experimento).

A ração administrada em todos os tratamentos foi em pó comercial, com níveis de garantia de 32% de proteína bruta (PB), 8% de umidade, 6,5% de extrato etéreo, 7% de fibra bruta, 10% de matéria mineral, 1,2% de cálcio e 0,6% de fósforo.

A biometria dos animais foi realizada no início, aos 30 e 60 dias de experimento. Uma amostra de 10% (100 girinos) de cada hapa foi utilizada para calcular o índice de uniformidade, sendo estes pesados individualmente em uma balança digital de precisão de 0,01g. Simultaneamente, foram realizados contagem e pesagem do total de girinos nas 30 unidades experimentais para avaliação do desempenho produtivo.

O desempenho dos girinos foi avaliado por meio dos índices zootécnicos:

- Peso final:  $PF = \text{peso final individual dos girinos (g)}$ ;
- Ganho de peso diário:  $GPD = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)} / t$ , sendo  $t = \text{tempo de experimento (dias)}$ ;
- Uniformidade em peso:  $U = (N \pm 20\% / Nt) \times 100$ , sendo  $N \pm 20 = \text{número de animais com } \pm 20\% \text{ de peso final em torno da média da unidade experimental}$ ,  $Nt = \text{número total de animais em cada unidade experimental}$ ;
- Sobrevivência:  $S = (\text{total de girinos final} / \text{total de girinos inicial}) \times 100$ ;
- Conversão alimentar aparente:  $CAA = \text{ração fornecida} / \text{ganho peso}$ .

O monitoramento da temperatura da água foi realizado utilizando um sensor de temperatura ligado a um CLP (Controlador Lógico Programável) da marca Dexter mDX201, sistema de automação desenvolvido por Agostinho et al. (2014) e os dados

armazenados a cada dez minutos. A temperatura da água no período diurno variou entre 20,2 e 25,7°C, com média de 24,4°C e no período noturno variou entre 21,5 e 27, 0°C, com média de 25,7 °C durante os dois meses de experimento.

A cada 7 dias foram realizadas coletas de água para a determinação do pH. A amostragem da água foi feita no início da manhã, coletando-se três amostras de 100 mL da água em três pontos distintos do viveiro (entrada e saída da água, e no ponto central das instalações das hapas), a 30 cm de profundidade e em garrafas plásticas envoltas por papel alumínio. Os dados de pH monitorados apresentaram média de 6,6, com valores entre 6,2 e 7,1.

O oxigênio dissolvido foi monitorado a cada 7 dias, sendo realizada medições em três pontos distintos do viveiro (entrada e saída da água, e no ponto central das instalações das hapas) e em dois períodos (início da manhã e final da tarde), enquanto a transparência foi monitorada semanalmente no período matinal com auxílio do Disco de Secchi.

Os valores de oxigênio dissolvido estiveram muito baixos no início do dia (9 horas), com valor máximo de 2,8 e mínimo de 1,1 mg/L (média de 2,0 mg/L) durante todo o experimento, havendo uma pequena melhora no decorrer do dia, obtendo valores entre 4,1 e 6,5 mg/L (média de 5,2 mg/L).

A transparência da água apresentou pouca alteração no decorrer do experimento, com coloração pouco esverdeada, indicando a presença de fitoplâncton. Os valores de transparência estiveram entre 24 e 36 cm, com média de 30 cm.

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (EUCLYDES, 2005) e as médias foram comparadas pelo teste F e de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS**

Em relação ao peso final dos girinos, no período de 60 dias de experimento, houve interação e o melhor resultado ( $p < 0,05$ ) foi verificado nos girinos alimentados com 48 refeições/dia durante a noite (Tabela 1).

Em relação ao ganho de peso diário houve interação entre os tratamentos testados, sendo o melhor o tratamento de maior frequência alimentar (48 refeições/dia) no período noturno ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Houve interação também nos parâmetros avaliados de conversão alimentar aparente, uniformidade e sobrevivência ( $p < 0,05$ ). O melhor tratamento encontrado para a conversão alimentar aparente foi verificado nos girinos alimentados com 48 refeições/dia durante a noite, e o pior valor no tratamento de menor frequência alimentar (12 refeições/dia) durante o dia (Tabela 1).

A uniformidade do lote é um fator importante, pois permite avaliar o desenvolvimento geral diante das práticas de manejo utilizadas na produção. Os tratamentos com melhores resultados foram o de 12 refeições/dia no período diurno e 24 refeições/dia no período noturno (Tabela 1).

Em relação aos dados encontrados de sobrevivência, os melhores tratamentos foram os de 12 e 24 refeições/dia no período diurno e nos de 24 e 48 refeições/dia no período noturno (Tabela 1).



Tabela 1. Peso final (PF) e desvio padrão, ganho de peso diário (GPD) e desvio padrão, conversão alimentar aparente (CAA) e desvio padrão, porcentagem de uniformidade dos lotes (U) e porcentagem de sobrevivência (S) dos girinos de rã-touro aos 60 dias de experimento criados em hapa com diferentes períodos e frequências de alimentação.

Frequência de alimentação (refeições/dia)	Período de alimentação	
	Diurno	Noturno
PF (g)		
12	3,66 ± 0,89 <sup>Bb</sup>	4,16 ± 0,89 <sup>Ba</sup>
24	3,89 ± 0,92 <sup>Ab</sup>	4,17 ± 0,95 <sup>Ba</sup>
48	3,75 ± 0,82 <sup>Bb</sup>	4,35 ± 1,01 <sup>Aa</sup>
GPD (g)		
12	0,06 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>Ba</sup>
24	0,07 ± 0,02 <sup>Ab</sup>	0,07 ± 0,02 <sup>Ba</sup>
48	0,07 ± 0,01 <sup>Ab</sup>	0,08 ± 0,02 <sup>Aa</sup>
CAA		
12	0,93 ± 0,09 <sup>Aa</sup>	0,87 ± 0,16 <sup>Ab</sup>
24	0,78 ± 0,13 <sup>Ca</sup>	0,77 ± 0,14 <sup>Ba</sup>
48	0,83 ± 0,10 <sup>Ba</sup>	0,75 ± 0,15 <sup>Bb</sup>
U (%)		
12	71,0 <sup>Aa</sup>	66,2 <sup>Bb</sup>
24	64,0 <sup>Bb</sup>	70,8 <sup>Aa</sup>
48	63,0 <sup>Ba</sup>	62,0 <sup>Ca</sup>
S (%)		
12	98,7 <sup>Aa</sup>	94,4 <sup>Bb</sup>
24	99,9 <sup>Aa</sup>	99,8 <sup>Aa</sup>
48	94,9 <sup>Bb</sup>	100,0 <sup>Aa</sup>

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).  
Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de F (p<0,05).

A tabela 2 mostra que houve interação no peso final dos girinos (15 dias após o término do período experimental) nos tratamentos de 48 refeições/dia no período noturno e no 24 refeições/dia no período diurno (p<0,05).

Os maiores valores de porcentagem de girinos foram encontrados nos tratamentos de 12 e 48 refeições/dia no período diurno (p<0,05) (Tabela 2).

Não houve diferença estatística no peso final dos imagos ( $p < 0,05$ ) e a porcentagem dos mesmos (ou pós-metamorfose dos girinos) após 15 dias do término do período experimental foi melhor nos tratamentos noturnos, independente das frequências de alimentação (12, 24 e 48 refeições/dia), demonstrando que os animais encontravam-se em melhores condições corporais e nutricionais para iniciarem essa transformação, considerando que os animais eram homogêneos no início do período experimental (Tabela 2).

Tabela 2. Peso final (PF) e desvio padrão e porcentagem de girinos e imagos nos diferentes tratamentos 15 dias após o término do período experimental (75º dia do início do período experimental).

Frequência de alimentação (refeições/dia)	Período de alimentação	
	Diurno	Noturno
<b>GIRINO</b>		
PF (g)		
12	7,03 ± 1,24 <sup>Ba</sup>	6,48 ± 2,45 <sup>Cb</sup>
24	7,71 ± 1,53 <sup>Aa</sup>	7,58 ± 1,97 <sup>Ba</sup>
48	7,51 ± 2,04 <sup>Ab</sup>	8,06 ± 2,37 <sup>Aa</sup>
% de girinos		
12	72,0 <sup>Aa</sup>	54,1 <sup>Ab</sup>
24	65,8 <sup>Ba</sup>	53,6 <sup>Ab</sup>
48	74,5 <sup>Aa</sup>	59,0 <sup>Ab</sup>
<b>IMAGO</b>		
PF (g)		
12	5,64 ± 1,39	5,17 ± 2,01
24	5,73 ± 2,65	5,70 ± 1,74
48	5,82 ± 2,09	5,88 ± 2,83
% de imagos		
12	28,0 <sup>Bb</sup>	45,9 <sup>Aa</sup>
24	34,2 <sup>Ab</sup>	46,4 <sup>Aa</sup>
48	25,5 <sup>Bb</sup>	41,0 <sup>Aa</sup>

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Considerando que o experimento foi conduzido em viveiro, sem que houvesse controle da temperatura, não houve grande oscilação térmica da água devido a grande extensão do viveiro escavado utilizado. As condições limnológicas encontravam-se adequadas para a criação de girinos (FONTANELLO et al., 1982; SIPAÚBA-TAVARES, 1994; SEIXAS-FILHO et al., 1998a; SEIXAS-FILHO et al., 1998b).

Com alimentação noturna os girinos apresentaram melhor ganho de peso em comparação com alimentação diurna. Além da maior temperatura da água no período noturno, há que se observar que, durante o período diurno, os girinos eram estressados pela presença de predadores, principalmente aves, o que pode ter ocasionado a diferença entre os tratamentos.

É interessante salientar que os tratamentos noturnos foram favorecidos pela temperatura da água, pois obtiveram valores mais elevados durante grande parte do período experimental comparado aos tratamentos diurnos, isto devido à água ter recebido calor durante todo o período diurno e mantido esta temperatura quase até o término da madrugada, favorecendo o crescimento dos girinos.

Os resultados encontrados de peso final corroboram com o descoberto por Seixas Filho et al. (2010), no qual os girinos durante 60 dias de estudo tiveram um resultado de peso médio final de 4,15g em seu melhor tratamento (ração contendo 45% de proteína bruta), seguido do tratamento de 55% de PB (3,93 g), contudo, os autores ressaltam o problema da alta porcentagem de PB na ração que promoveu maior mortalidade.

O ganho de peso diário esteve próximo ao encontrado por Lima et al. (2003a) pois, na faixa de temperatura média da água de 20 a 25°C de três ranários comerciais, os valores de GPD estiveram entre 0,08 e 0,14, com uma média de 0,11, porém, os valores de CAA estiveram entre 1,11 e 1,79 (média de 1,50), valores estes maiores do que encontrado neste estudo. Tal redução se deve não somente à melhoria na qualidade das rações oferecidas atualmente, mas, principalmente, aos benefícios dos ajustes realizados no manejo de rotina, com a correção da oferta do alimento (LIMA et al., 2003b).

Foram encontrados resultados de conversão alimentar aparente (CAA) abaixo de 1 em todos os tratamentos, valores estes abaixo do encontrado na literatura. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de, além do manejo alimentar utilizado (alta frequência) fazer com que os animais obtivessem um melhor aproveitamento dos nutrientes disponibilizados na ração e menor desperdício, pois a espécie em estudo alimenta-se constantemente na natureza, os girinos também puderam utilizar da presença de plâncton na água e perifíton aderido à malha das hapas, demonstrado pelos dados de transparência e oxigênio dissolvido na água. Estudos realizados encontraram valores de CAA entre 1,04 e 1,48 (SECCO et al. 2002) e valores um pouco mais elevados como 1,68; 2,84 e 3,20 (SEIXAS FILHO et al., 2011).

Outro fator que reforça a boa CAA encontrada é a relação entre a deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro, os valores nutricionais encontrados nas rações oferecidas e o tipo de manejo alimentar realizado. Mansano et al. (2013) fizeram uma avaliação da composição corporal de girinos aos 63 dias de idade, fornecendo ração “ad libitum” e encontraram que o animal consumia 0,060 g/dia de proteína e sua deposição era de 0,007 g/dia, a gordura consumida era de 0,008 g/dia e sua deposição era de 0,004 g/dia e sua deposição de água foi de 0,08g/dia, demonstrando que existe grande desperdício de nutrientes dependendo do manejo alimentar utilizado.

A sobrevivência dos girinos nos diferentes tratamentos teve bons valores, porém, na metade do segundo mês de experimento houve aumento excessivo na pluviometria e a comporta não estava suficientemente aberta para escoar tamanha quantidade de água, subindo cerca de 15 cm o nível do viveiro, causando a mortalidade de muitos girinos que encontravam-se nas hapas centrais do experimento, pois as telas usadas como tampa das hapas eram de malha maior (7 mm) e os girinos saíram pela tela e quando a água desceu, eles permaneceram sobre ela, morrendo por desidratação, alterando a taxa de sobrevivência de 2 tratamentos, o de 48 refeições/dia no período diurno e o de 12 refeições/dia no período noturno, causando a diferença estatística entre eles.

A vantagem de se criar girinos em hapas em locais com grande quantidade de água é que, além da estabilidade térmica, é possível concentrar maior número de animais em menor espaço e, com o auxílio da alimentação automática, garantir maior sobrevivência, como o encontrado neste trabalho. No experimento realizado por Castro

e Pinto (2000) avaliando a qualidade da água no cultivo e densidade de girinos em aquários, os autores observaram que, após a primeira quinzena de criação dos animais, houve declínio nos valores de oxigênio dissolvido acompanhado pelo aumento do ganho de peso dos girinos (0,56 g no melhor desempenho) e, a partir dos 60 dias, com a queda considerável do oxigênio dissolvido e aumento de tamanho dos animais (7,26 g) ocorreu grande mortalidade, o que pode ter ocorrido devido ao fato dos girinos passarem a exigir maior quantidade de oxigênio para a manutenção de seu metabolismo.

Estudos realizados com altas frequências alimentares na criação de tilápia, na fase inicial demonstram que as maiores frequências tem resultado em melhores valores de desempenho animal. O ganho de peso final e a sobrevivência de tilápias na fase inicial foram diretamente influenciados devido à alta frequência de alimentação, indicando a viabilidade e a eficiência da automação no manejo alimentar de tilápias na fase inicial (SOUSA et al., 2013). Outro estudo realizado pelo mesmo autor (SOUSA, 2007), comparando os efeitos de diferentes frequências e períodos de alimentação com o uso de alimentadores automáticos, observou-se maior peso final e melhor conversão alimentar para juvenis de tilápias alimentados com 24 refeições diárias sem interrupção (de hora em hora, dia e noite), comparados aos alimentados 6 ou 12 refeições diárias (de duas em duas horas, apenas no período diurno ou apenas no noturno; de hora em hora, apenas no período diurno ou apenas no noturno, respectivamente).

Os resultados encontrados no período de pós-metamorfose dos girinos (imagos) sugerem que a automação desta cultura pode trazer benefícios para os criadores e para os animais em questão, pois, a utilização de forma equivocada da ração ou do manejo alimentar utilizado pode causar danos irreversíveis nos animais, como o encontrado por Barbosa et al. (2005), onde os girinos alimentados com ração de altos níveis protéicos e duas porções iguais “ad libitum” apresentaram deformações nos membros, durante a metamorfose (27% do número total de animais) e a exacerbação do crescimento heterogêneo dos mesmos. No presente estudo não foi encontrada nenhuma forma de deformidade nos animais, tanto na fase de girinos como na fase pós-metamórfica.

Com o uso do CLP a oferta de ração é corrigida diária e automaticamente, diferentemente do uso do temporizador onde o produtor deve inserir o novo peso dos animais após a pesagem para que a oferta de ração seja adequada ao peso alcançado.

O CLP é programado no primeiro dia para administrar 20% de taxa alimentar para girinos com peso total de 100g. Automaticamente, no segundo dia, o CLP já corrige o peso total dos animais considerando o seu ganho conforme a conversão alimentar; e assim o será até o final do período desejado de criação. Já com o alimentador automático sem o CLP é necessário que, a cada pesagem realizada (por exemplo, a cada 15 dias), os valores sejam ajustados novamente no temporizador e com isso, o animal ingere menos ração até a próxima regulagem do equipamento. Em resumo, com o uso do CLP a taxa alimentar em relação ao peso inicial irá sempre aumentar e, portanto, sem o uso do CLP a taxa alimentar em relação ao peso inicial sempre irá diminuir até que sejam realizadas manualmente as correções.

Estudos realizados implementando este sistema de automatização, utilizando as correções diárias para o fornecimento da ração de acordo com o ganho de peso dos animais, tem alcançado bons resultados e próximo dos estimados pelo programa, como o realizado por Carmelin (2014), trabalhando com criação de tilápias no inverno e Castro et al. (2014), trabalhando com engorda de rãs-touro.

A automatização é um caminho para modernizar a aqüicultura brasileira, a qual, tendo atingido elevados níveis de produção é parte importante da economia e produção de alimentos (PASPATIS et al., 1999; VALENTE et al., 2001; YAMAMOTO et al., 2002; SHIMA et al., 2003).

O tema abordado neste trabalho é pioneiro. Trabalhos na área da ranicultura são escassos e, quando associados à automação do manejo alimentar, torna-se extremamente difícil a comparação dos resultados obtidos, tornando-se necessário mais projetos ligados a este tema. Sendo assim, esforços devem ser concentrados para que essa tecnologia seja difundida e a produção da aqüicultura avance com sustentabilidade (SOUSA et al., 2013).

## **CONCLUSÃO**

A produção de girinos em hapas com alta frequência de alimentação (48 refeições/dia) e no período noturno demonstrou ser o melhor tratamento nesta fase de criação da rã-touro. Este manejo utilizado diminuiu o tempo de metamorfose desses animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A. ; LIMA, S. L. ; AGOSTINHO, L. M. ; JADOSKI, C. J. Produção de proles monossexo-fêmea de rã-touro e herdabilidades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande.. Anais. . . , Campo Grande:SBZ 1 CD-ROM, 2004. p. 1-4.

AGOSTINHO, C. A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos**. BR n. PI 10055363, 3 dez. 2010.

AGOSTINHO, C. A.; CONTESSOTI JUNIOR, J.; AGOSTINHO, S. M. M., 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.

ALBINATI, R. C. B. Avanços na nutrição de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 10., 1999, São Miguel do Iguaçu. **Alimentos e alimentação...** São Miguel de Iguaçu: ABETRA, 1999. P. 13-31.

BARBOSA, J. M.; SILVEIRA, A. M.; GOMIDE, C. A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, DF, v. 40, n. 10, p. 1015-1019, out. 2005.

BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture**. 3. ed. Blackwell Pub, 2004. 368 p.

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

CASTRO, J. C.; PINTO, A. T. Qualidade da Água em Tanques de Girinos de Rã-Touro, *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, Cultivados em Diferentes Densidades de Estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1903-1911, 2000.

CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; COSTA, J. M.; MENEZES, C. S. M.; CONTIN NETO, A.; VIEIRA, J. C. S.; PADILHA, P. M.; AGOSTINHO, C. A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, 433, p. 1–5, 2014.

EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para Análise Estatística e Genética. Versão 9. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em: <<http://www.ufv.br/saeg/download.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

FONTANELLO, D.; ARRUDA SOARES, H.; MANDELLI JR., J.; REIS, J. M. Crescimento de girinos de *Rana catesbeiana*, SHAW, 1802 (rã-touro) criadas com

rações de diferentes níveis protéicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 9, p.125-129, 1982.

FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Custo e Rentabilidade da Produção de Tilápia (*Oreochromis ssp.*) no Tanque-rede no Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, Safra 2004/05. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 63-69, mar. 2006.

GOSNER, K. L. **A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification**. Herpetologica, v.16, p.183-190, 1960.

LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **A criação de rãs**. Rio de Janeiro: Editora Globo, Coleção do Agricultor, 1988. 187 p.

LIMA, S. L.; CASALI, A. P.; AGOSTINHO, C. A. Desempenho zootécnico e tabela de alimentação de girinos de Rã-Touro (*Rana catesbeiana*) criados no sistema anfigranja. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.3, p.512-518, 2003a.

LIMA, S. L.; CASALI, A. P.; AGOSTINHO, C. A. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-Touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (Pós-Metamorfose) do sistema anfigranja. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.3, p.505-511, 2003b.

MANSANO, C. F. M.; STÉFANI, M. V.; PEREIRA, M. M.; MACENTE, B. I. Deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, vol.48, n.8, Aug. 2013.

MEYERS, S. P. ; CULLEY JR. ,D. D. ; MARSCHALL, G. A. Evolution of binders in larval bullfrog diets. **The Journal of Aquaculture**, v.1, n.1, p.20-28, 1980.

PASPATIS, M.; BATARIAS, C.; TIANGOS, T.; KENTOURI, M. Feeding and growth responses of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared by four feeding methods. **Aquaculture**, v.175, p.293-305, 1999.

SECCO, E. M.; STÉFANI, M. V.; VIDOTTI, R. M. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, v.32, n. 3, p.505-509, 2002.

SEIXAS-FILHO, J.T.; MELLO, S.C.R.P.; VEIGA, R.C.A.; MIRANDA, R.G.B.; SANTOS, C.A.N. Efeito da granulometria da ração sobre o desempenho de girinos de *Rana catesbeiana*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.224-230, 1998a.

SEIXAS FILHO, J.T.; MELLO, S.C.R.P.; SILVA, J.M.F. et al. Efeito de níveis de energia e proteína bruta no desempenho de girinos (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.664-669, 1998b.

SEIXAS FILHO, J. T.; NAVARRO, R. D.; SILVA, L. N.; GARCIA, S. L. R.; HIPÓLITO, M. Desempenho de girinos de rã-touro alimentados com ração comercial



contendo diferentes concentrações de proteína bruta. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.428-433, 2010.

SEIXAS FILHO, J. T.; NAVARRO, R. D.; SILVA, L. N.; SOUZA, L. N. Alimentação de girinos de rã-touro com diferentes níveis de proteína bruta. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.12, n.2, p. 250-256, abr./jun. 2011.

SHIMA, T.; YAMAMOTO, T., FURUITA, H.; SUZUKI, N. 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.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 70 p., 1994.

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

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, P. N. R.; BARBOSA, J. V. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.272, p. 1-13, jan./fev. 2013.

VALENTE, L.M.P.; FAUCONNEAU, B.; GOMES, E.F.S.; BOUJARD, T. Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self-feeders. **Aquaculture**, v.195, p.121-131, 2001.

YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.214, p.289-305, 2002.

# Capítulo 3

## Desempenho produtivo de tilápias GIFT em diferentes temperaturas e frequências alimentares

### Resumo

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. A automatização da alimentação é uma ferramenta importante para melhorar o manejo alimentar dos peixes, influenciando no consumo de ração, na conversão alimentar e no custo de produção, diminuindo o desperdício, a poluição e a competição por alimento. Este experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em modelo fatorial 3x2, utilizando três temperaturas da água de cultivo (22, 25 e 28°C) e duas frequências de alimentação (alta, 24 refeições ou baixa, 4 refeições) com taxa de alimentação de 4% do peso vivo, com três repetições por tratamento. O experimento teve duração de 63 dias. Em cada aquário experimental, com volume de 300 litros foram alojados 29 alevinos de tilápia da linhagem GIFT revertidos com peso médio de  $9,0 \pm 1,6$ g. Os peixes foram alimentados com ração extrusada contendo 36% de PB. Os melhores resultados de peso total final foram encontrados nos tratamentos de 4 refeições/dia nas temperaturas de 25 e 28°C (1826,6 e 1913,4g, respectivamente) e no de 24 refeições/dia com 25°C (1839,8g). A menor frequência de alimentação é melhor quando maior a temperatura da água, pois o maior fracionamento do alimento pode causar brigas e disputas que podem aumentar significativamente a mortalidade. Na temperatura de 25°C, tanto o uso de alta frequência quanto o de baixa frequência de alimentação demonstraram-se eficientes no desempenho produtivo de tilápias GIFT, assim como a menor frequência de alimentação na temperatura de 28°C.

**Palavras-chave:** automação, alimentação, *Oreochromis niloticus*, tecnologia, manejo alimentar.

## **Productive performance of GIFT tilapia at different temperatures and feeding frequency**

### **Abstract**

Temperature is one of the main factors that influence fish growth rate, as it may interfere in metabolism, oxygen consumption and feeding activity. The feeding automation is an important tool to improve fish feed management, affecting feed intake, feed conversion rate and production cost, reducing waste, pollution and competition for food. This experiment was established in a factorial completely randomized design, 3x2, using three water temperatures (22, 25 and 28°C) and two feeding frequencies (high, 24 meals per day or low, 4 meals per day) with feed rate of 4% of body weight, and three replicates per treatment. In each experimental tank with 300 liters of volume, 29 GIFT strain tilapia, that were reversed, were housed with an average weight of 9 g ( $\pm$  1.6). The fish were fed diets containing 36% CP. The final total weight best results were found in 4 treatments meals/day at temperatures of 25 and 28°C (1913,4 and 1826.6 g, respectively) and 24 meals/day at 25°C (1839,8g). The lower frequency of feeding is better when higher water temperatures, as the largest food fractionation can cause fights and disputes that can significantly increase mortality. At 25°C, using both the high frequency and the low frequency feed demonstrated to be effective in the productive performance of tilapia GIFT, as well as lower power frequency at 28°C.

**Keywords:** Automation, feeding, *Oreochromis niloticus*, technology, feeding management.

## INTRODUÇÃO

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das principais espécies cultivadas em todo o território brasileiro, pois possui grande potencial para diversos sistemas de cultivo, desde o cultivo familiar em pequena escala até os sistemas superintensivos (BENTSEN et al., 1998).

Entre as linhagens de tilápia existentes comercialmente, a GIFT vem se destacando no mercado. Diferentemente das outras linhagens, a GIFT possui melhor rendimento de carcaça, pois com o aumento de seu peso total existe uma desaceleração do crescimento da cabeça e, conseqüentemente, maior ganho de peso corporal, resultando em melhor aproveitamento das partes comestíveis (OLIVEIRA et al., 2013).

O manejo alimentar adequado e em alta frequência é aquele em que os peixes consomem baixas quantidades de alimento por vez em mais vezes por dia, suprimindo suas necessidades orgânicas (MEER et al., 1997). O excesso de alimento administrado aos peixes, além de provocar alterações metabólicas digestivas, causa a deterioração da qualidade da água, enquanto a deficiência na alimentação resulta em baixo índice de crescimento, desnutrição e desuniformidade dos indivíduos (CASTAGNOLLI, 1979; LEE et al., 2000).

O sistema de automação associado aos dispensadores automáticos de ração é um grande avanço tecnológico, pois é possível o fornecimento de pequenas porções em altas frequências, em horários não convencionais de alimentação, diminuindo consideravelmente o desperdício, a poluição e a competição por alimento (SOUSA et al., 2013), além da precisão no fornecimento de ração em tanques-rede, com menor interferência do tratador nesta função (CASTRO et al., 2014).

A temperatura da água é ponto crucial no cultivo dos peixes devido ao fato de serem animais pecilotérmicos e seu habitat ser exclusivamente aquático. São constantes as variações de temperatura ocorridas na água, porém a fisiologia dos peixes é adaptada para este tipo de situação. Cada espécie de peixe possui uma faixa adequada de temperatura na qual expressa seu maior potencial de crescimento (PIEDRAS et al., 2004).

Diante do exposto o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da temperatura e da frequência alimentar no desempenho de tilápias da linhagem GIFT criadas em condições de laboratório.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual Paulista – UNESP, no Setor de Aquicultura do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, com duração de 63 dias.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em modelo fatorial 3x2, com três temperaturas da água de cultivo (22, 25 e 28°C) e duas frequências de alimentação (alta, 24 refeições/dia e baixa, 4 refeições/dia) e taxa de alimentação de 4% do peso vivo, com três repetições por tratamento. O controle do fornecimento de ração foi realizado por meio de um CLP (Controlador Lógico Programável) com o programa Aqui-o-Matic desenvolvido por Agostinho et al. (2014). O período de fornecimento de ração diário iniciava-se às 8:30 horas e encerrava às 20:30 horas. Em cada aquário experimental com volume de 300 litros foram alojados 29 alevinos de tilápia da linhagem GIFT revertidos com peso médio de  $9,0 \pm 1,6$ g.

Para as diferentes temperaturas testadas neste experimento foram utilizados três sistemas de circuito fechados e independentes de recirculação de água, onde o volume de água que abastecia os aquários era remetida aos reservatórios por meio de tubulações de retorno. Em cada reservatório foi instalada uma resistência elétrica de 2000 W e em cada aquário um termostato de 300 W, para ajuste e manutenção das diferentes temperaturas utilizadas. Além disso, foi adicionada em cada aquário uma fonte de aeração suplementar para equilibrar as perdas de oxigênio devido à temperatura, evitando diferenças nos níveis de oxigênio dissolvido nos aquários.

Diariamente era realizada a limpeza nos aquários, sifonando fezes e restos de ração do fundo e superfície.

Os peixes foram alimentados com ração extrusada comercial, com níveis de garantia de 36% de proteína bruta (PB), 6,5% de extrato etéreo, 6% de fibra bruta e 8% de umidade. A distribuição desta ração foi por meio de alimentadores automáticos (AGOSTINHO et al., 2010) individuais colocados sobre os aquários.

Foram realizadas biometrias totais dos animais a cada 21 dias, e ao final do período experimental (63º dia) foram avaliados os seguintes parâmetros zootécnicos:

- Peso Total Final:  $PTF = \text{peso final total da unidade experimental (g)}$ ;
- Ganho de Peso Total:  $GPT = \text{peso final total da unidade experimental (g)} - \text{peso inicial total da unidade experimental}$ ;
- Peso Médio Final:  $PMF = PTF / \text{número final de peixes}$ ;
- Ganho Médio de Peso:  $GMP = GPT / \text{número final de peixes}$ ;
- Conversão Alimentar Aparente:  $CAA = \text{ração total fornecida (g)} / \text{ganho de peso}$ ;
- Taxa de sobrevivência:  $TS = (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes}) \times 100$ .

No final do período experimental foram realizadas três coletas de dados durante o dia: a primeira foi logo no início da manhã (8h), antes da primeira refeição do dia; a segunda foi no meio do período (13h) e a terceira poucos minutos após o final do período alimentar (21h). Em cada coleta realizada foram retirados 3 animais de cada aquário e insensibilizados em eugenol na dose de 40 mg/L durante 10 minutos (CUNHA et al., 2006). Posteriormente o sangue foi coletado da artéria caudal para a medição dos níveis de glicose por meio do Kit Accu Check Performa (tiras medidoras de glicose, fabricante Roche), em seguida os peixes foram pesados individualmente em balança digital de precisão de 0,01g e abatidos com incisão na coluna cervical para a avaliação da repleção gástrica e cálculo dos índices hepatossomático e lipossomático.

- Repleção Gástrica:  $RG = (EC - EV / PV) \times 100$ ; sendo EC = peso do estômago cheio (g), EV = peso do estômago vazio (g), PV = peso vivo (g);
- Índice Hepatossomático:  $IHS = (PF / PV) \times 100$ ; sendo PF = peso do fígado (g), PV = peso vivo (g);
- Índice Lipossomático:  $ILS = (PL / PV) \times 100$ ; sendo PL = peso da gordura visceral (g), PV = peso vivo (g);

Uma câmera para gravação de vídeo foi colocada em cada aquário, e três períodos de gravação com duração de dois dias foram realizados no início do experimento, aos 30 dias e aos 60 dias (Figura 1).

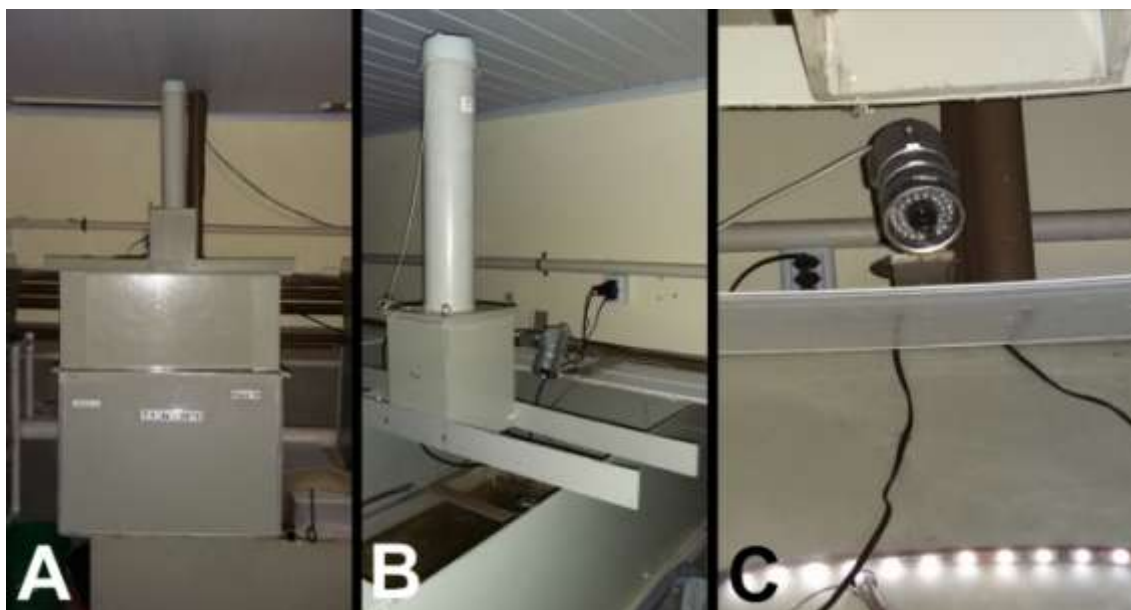


Figura 1. A: Aquário de 300 litros com alimentador automático na parte superior; B: Alimentador automático com câmera instalada atrás do mesmo; C: câmera na parte superior e iluminação de led no interior do aquário.

Mensalmente foram coletadas amostras de água dos três sistemas de circulação para a determinação do pH, amônia e nitrito para avaliar a qualidade de água. Os valores de pH tiveram média de 7,2 ( $\pm$  2,42), o nitrito teve média de 0,25 ppm e a amônia tóxica média de 0,002 ppm para todos os tratamentos envolvidos durante todo o período experimental, evidenciando que o sistema de recirculação da água dos aquários foi suficiente para garantir os níveis dos parâmetros avaliados aceitáveis para criação de peixes (PIPER et al., 1982; KUBITZA, 2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (EUCLYDES, 2005) e as médias foram comparadas pelo teste F e de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Houve interação entre as frequências alimentares testadas e as diferentes temperaturas nos parâmetros zootécnicos de peso total final, ganho de peso total, peso médio final e ganho médio de peso. Os melhores valores de peso total final foram encontrados nos tratamentos de 4 refeições/dia nas temperaturas de 25 e 28°C (1826,6 e 1913,4g, respectivamente) e no de 24 refeições/dia com 25°C (1839,8g), assim como



nos mesmos tratamentos os melhores resultados de ganho de peso total (1561,9; 1648,9 e 1575,1g; respectivamente) ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Em relação ao peso médio final, os melhores resultados estavam nos tratamentos de 4 refeições/dia e 25°C (64,47g) e 24 refeições/dia e 28°C (82,87g) e o maior valor de ganho médio de peso foi no tratamento de 24 refeições/dia e 28°C ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Não houve diferença estatística para conversão alimentar aparente nos diferentes tratamentos testados ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

A sobrevivência foi estatisticamente diferente entre os tratamentos avaliados, na maior frequência de alimentação e maior temperatura (24 refeições/dia e 28°C) o resultado foi de 67,2%, pois houve grande mortalidade dos peixes ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

Tabela 1. Peso total final (PTF) e desvio padrão, ganho de peso total (GPT) e desvio padrão, peso médio final (PMF) e desvio padrão, ganho médio de peso (GMP) e desvio padrão, conversão alimentar aparente (CAA) e desvio padrão e taxa de sobrevivência (TS) de tilápias GIFT aos 63 dias de experimento.

Variáveis	Frequência Alimentar (refeições/dia)	Temperatura		
		22°C	25°C	28°C
PTF (g)	4	1562,5 ± 42,3 <sub>Ba</sub>	1826,6 ± 49,7 <sub>Aa</sub>	1913,4 ± 52,2 <sub>Aa</sub>
	24	1548,0 ± 41,2 <sub>Ba</sub>	1839,8 ± 47,3 <sub>Aa</sub>	1615,9 ± 73,6 <sub>Bb</sub>
GPT (g)	4	1298,5 ± 40,6 <sub>Ba</sub>	1561,9 ± 48,6 <sub>Aa</sub>	1648,9 ± 51,7 <sub>Aa</sub>
	24	1286,1 ± 39,8 <sub>Ba</sub>	1575,1 ± 45,7 <sub>Aa</sub>	1220,5 ± 74,2 <sub>Bb</sub>
PMF (g)	4	56,60 ± 15,90 <sub>Ba</sub>	64,47 ± 15,33 <sub>Aa</sub>	68,69 ± 14,35 <sub>Ab</sub>
	24	54,00 ± 17,55 <sub>Ca</sub>	66,50 ± 13,12 <sub>Ba</sub>	82,87 ± 21,33 <sub>Aa</sub>
GMP (g)	4	47,34 ± 14,85 <sub>Ca</sub>	53,86 ± 13,93 <sub>Ba</sub>	59,49 ± 13,03 <sub>Ab</sub>
	24	44,96 ± 16,83 <sub>Ca</sub>	57,33 ± 12,99 <sub>Ba</sub>	74,60 ± 20,97 <sub>Aa</sub>
CAA	4	1,16 ± 0,14	0,90 ± 0,11	0,94 ± 0,17
	24	1,19 ± 0,12	0,92 ± 0,21	1,02 ± 0,18
S (%)	4	95,4 <sub>Aa</sub>	97,7 <sub>Aa</sub>	96,6 <sub>Aa</sub>
	24	98,9 <sub>Aa</sub>	95,4 <sub>Aa</sub>	67,2 <sub>Ba</sub>

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

O índice de repleção gástrica é uma fórmula que auxilia na compreensão da atividade alimentar dos peixes, podendo ser um ponto de entendimento para certos aspectos comportamentais. O índice observado foi alto para os peixes criados a 25 e 28°C e alimentados com 4 refeições e baixo para os tratamentos com alta frequência alimentar. Os peixes criados a 22°C consumiram pouco alimento, portanto seu índice de repleção foi baixo tanto para o tratamento com 4 refeições como para o tratamento com 24 refeições. Ressalta-se que nos tratamentos onde os peixes recebem maior número de

refeições o estômago apresentou índice de repleção gástrica abaixo de 4 para o tratamento de 28 °C e abaixo de dois para os tratamentos de 25°C (Figura 2).

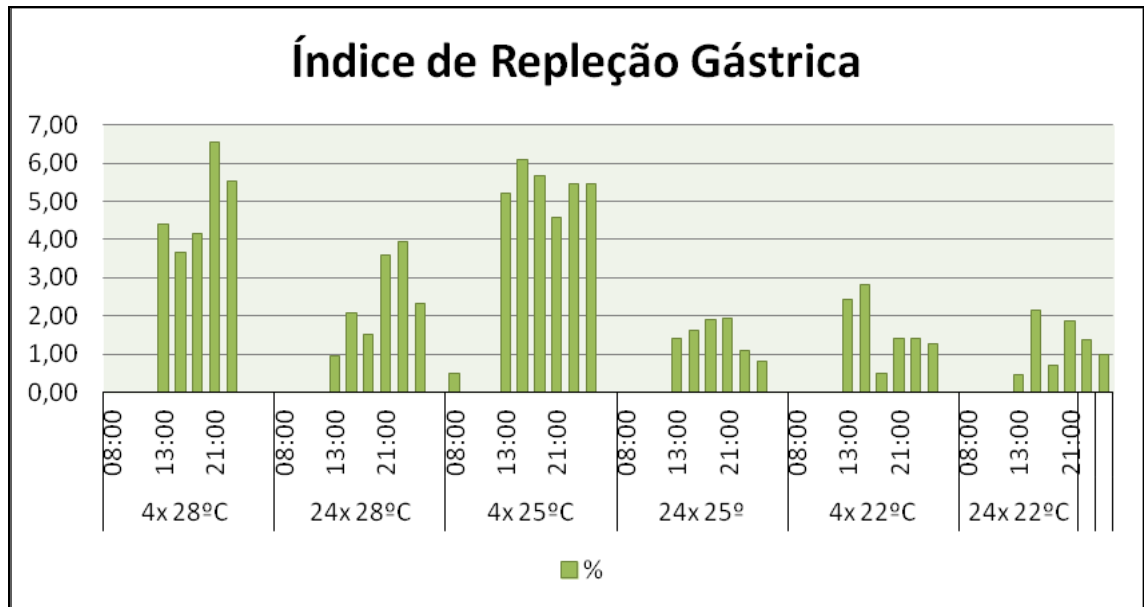


Figura 2. Índice de repleção gástrica de tilápias alimentadas em alta e baixa frequência em três diferentes horários (8h, 13h e 21h). Primeiro trato às 8:30 horas.

Houve um efeito linear decrescente nos índices hepatossomático e lipossomático em relação às temperaturas testadas, onde quanto mais elevada a temperatura menor o valor encontrado nos índices, independente das frequências alimentares testadas ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

Os níveis de glicose sanguínea foram mais altos nos tratamentos onde a temperatura da água era mais alta, independente das frequências alimentares avaliadas ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

Tabela 2. Índice hepatossomático (IHS), índice lipossomático (ILS) e níveis de glicose sanguínea (NGS) de tilápias GIFT aos 63 dias de experimento.

Variáveis	Frequência Alimentar (refeições/dia)	Temperatura		
		22°C	25°C	28°C
IHS (%)	4	3,97 ± 0,31 <sub>A</sub>	3,37 ± 0,19 <sub>AB</sub>	3,02 ± 0,24 <sub>B</sub>
	24	3,93 ± 0,23 <sub>A</sub>	4,17 ± 0,29 <sub>AB</sub>	3,00 ± 0,27 <sub>B</sub>
ILS (%)	4	1,84 ± 0,12 <sub>A</sub>	0,74 ± 0,08 <sub>B</sub>	0,72 ± 0,09 <sub>B</sub>
	24	1,60 ± 0,09 <sub>A</sub>	1,11 ± 0,13 <sub>B</sub>	0,92 ± 0,11 <sub>B</sub>
NGS (mg/dL)	4	59 ± 2,35 <sub>B</sub>	65 ± 2,83 <sub>B</sub>	87 ± 1,99 <sub>A</sub>
	24	65 ± 3,04 <sub>B</sub>	64 ± 1,96 <sub>B</sub>	83 ± 2,17 <sub>A</sub>

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

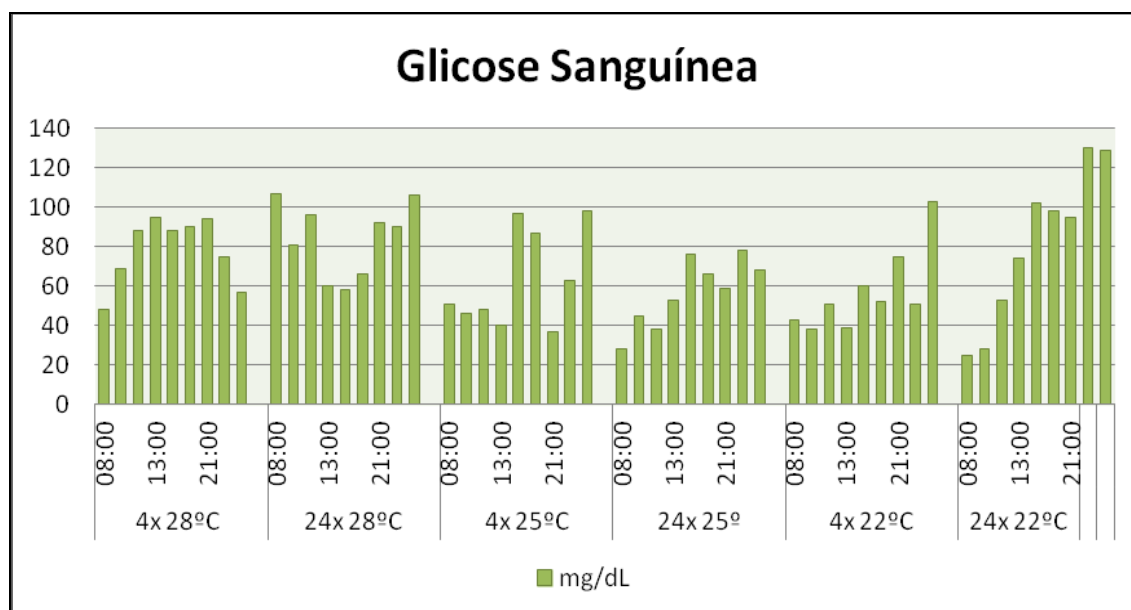


Figura 3. Níveis de glicose sanguínea em tilápias alimentadas em alta e baixa frequência em três diferentes horários (8h, 13h e 21h). Primeiro trato às 8:30 horas.

## DISCUSSÃO

De maneira geral, as tilápias criadas nas temperaturas de 28°C e 25°C apresentaram melhores desempenhos seguido das tilápias criada na temperatura de 22°C. Nos tratamentos onde a temperatura da água era 22°C, ocorreu sobra de ração, que era recolhida diariamente, resultando nos maiores valores de conversão alimentar.

Nos tratamentos onde a temperatura da água era 25°C não ocorreram sobras, com valores de conversão abaixo de 1,0, onde a temperatura da água era 28°C, observou-se competição pelo alimento resultando em brigas (confrontos frontais e laterais) com mortalidade principalmente onde a frequência alimentar era alta, resultando em baixa sobrevivência.

A menor frequência de alimentação foi melhor quando a temperatura da água era de 28°C, pois com a maior frequência ocorreu menor sobrevivência dos peixes e melhor peso final (em razão do menor número de peixes nos aquários). Quando a temperatura da água foi de 22 ou 25°C a frequência de alimentação não influenciou o peso total final e nem a taxa de sobrevivência dos peixes.

Os resultados encontrados por Justi et al. (2005) mostraram que nas temperaturas mais baixas (23 e 26°C), alevinos de tilápias do Nilo cresceram menos (6,8 e 11,2 g, respectivamente) que em temperaturas mais altas (29 e 32°C; 14 e 14,4 g, respectivamente). Drummond et al. (2009) verificaram que, à medida que se elevou a temperatura (26° até 32°C), a taxa de ganho de peso, o tamanho e a taxa de sobrevivência tiveram aumento linear, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. Muitos trabalhos demonstraram a influência da temperatura no crescimento dos peixes; Kubitza (2000) já havia constatado que o conforto térmico da tilápia do Nilo estaria na faixa de 27 a 32°C e que, fora disso, haveria a redução do apetite e do crescimento. Isso ocorre porque, com a elevação da temperatura há aumento linear no consumo de ração aparente pelas tilápias e aceleração do metabolismo, o que interfere no desempenho (MOURA et al., 2012). Além da temperatura, a eficiência de utilização dos alimentos pelos peixes está diretamente relacionada ao processo digestivo. (MOURA et al., 2012).

No tratamento com temperatura de 28°C e alta frequência de alimentação, a taxa de alimentação pode ter sido a causa de estresse, pois a porção diária era dividida em 24 refeições, causando disputa e estresse a cada vez que a ração era oferecida, aumentando a mortalidade.

Em uma população, indivíduos dominantes consomem mais alimentos e, conseqüentemente, crescem mais rápido que indivíduos submissos. A falta de nutrição desses peixes causa crescimento mais lento e os tornam vulneráveis ao canibalismo e morte por inanição (CRUZ e MAIR, 1994). E este problema foi evidenciado no presente

experimento devido ao confinamento e a dieta ser a única fonte de alimento dos animais, assim como o encontrado por Drummond et al. (2009).

Moura et al (2012) observaram que o aumento do consumo de ração associado à elevação no metabolismo dos peixes, ocasionado pela elevada temperatura, proporcionou maior ganho de peso. Esses autores conseguiram minimizar os problemas com mortalidade em alta temperatura (32°C) adotando o manejo alimentar de quatro refeições diárias e à vontade (até a saciedade aparente do peixe).

O aumento da frequência alimentar diminui o desperdício, a poluição e a competição por alimento (SOUSA et al., 2012), porém a temperatura influenciou no consumo de ração, havendo desperdício da ração nas temperaturas mais baixas e falta de ração nas temperaturas mais elevadas. Ressalta-se que, quando o alimento fornecido não é suficiente, o aumento da frequência causa estresse crônico devido a competição e disputa a cada refeição. Por este motivo a automatização da alimentação permite melhorar o manejo alimentar dos peixes influenciando na digestibilidade e no consumo de ração e, conseqüentemente, na conversão alimentar e no custo de produção. Com a automatização é possível escolher os melhores horários, períodos e temperaturas para fornecer a ração (PASPATIS e BOUJARDI, 1996; KOHBARA et al., 2003; PASPATIS et al., 2003). O horário de fornecimento, a frequência e a taxa de alimentação também são fatores determinantes para o ótimo desempenho produtivo. A taxa de alimentação depende diretamente da densidade, do oxigênio dissolvido, da qualidade e da temperatura da água, da fase de desenvolvimento e principalmente do manejo alimentar adotado (NG et al., 2000; MIHELAKAKIS et al., 2002; ZUANON et al., 2004; CHAGAS et al., 2005).

A temperatura da água influenciou diretamente o grau de repleção do estômago neste estudo, em escala linear crescente, assim como o verificado por Loures et al. (2001) onde os autores afirmam que os maiores valores foram encontrados nos horários mais quentes do dia, demonstrando que as tilápias consumiam o alimento, preferencialmente, em temperaturas mais elevadas.

Um maior consumo de ração por tilápias, em temperaturas mais elevadas, estimula o pâncreas a produzir maior quantidade de amilase devido ao aumento do metabolismo e da concentração de amido no intestino (MOURA et al., 2007). Nesta condição, o mesmo autor conclui que há melhor aproveitamento do amido como fonte

energética, poupando a proteína para a função estrutural, ou seja, desenvolvimento dos tecidos, resultando em melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, pois as tilápias criadas a 32°C apresentaram ganho de peso médio de 45,45g a mais do que as tilápias submetidas à menor temperatura (20°C) (MOURA et al., 2007). O presente estudo teve valores crescentes de ganho de peso em função do aumento da temperatura da água, com resultados superiores ao encontrado por Moura et al. (2007), porém no presente trabalho os valores de CAA não diferiram entre si nos diferentes tratamentos como o afirmado pelos mesmos autores. Decerto, esse parâmetro zootécnico não sofreu alteração devido ao manejo alimentar utilizado neste estudo, a alta frequência, que no manejo alimentar pode ser benéfica para o estado nutricional dos peixes, pois proporciona acesso ao alimento por maior período de tempo. Este efeito também foi evidenciado no estudo realizado por Sousa et al. (2012).

Os níveis de glicose sanguínea são regulados pelo fígado, o qual consome, produz e deposita a glicose do organismo na forma de glicogênio (MOON e FOSTER, 1995). Sousa (2012) estudando diferentes frequências alimentares e níveis de proteína bruta na ração administrada para *Rhamdia quelen*, constatou que, no tratamento de maior proteína na dieta (32%PB), a glicose no sangue diminuiu com a menor frequência alimentar (3 vezes ao dia) e foi maior para os peixes alimentados mais vezes ao dia (24 vezes). No presente estudo é fato que as temperaturas tiveram influência direta nos resultados dos índices hepatossomático e lipossomático, bem como nos níveis de glicose sanguínea, pois os resultados para as diferentes frequências alimentares testadas não diferiram entre elas. Lermen et al. (2004) confirmaram estes resultados ressaltando que o estresse térmico pode causar decréscimo da proteína total do fígado e no músculo dos peixes, além do decréscimo do glicogênio hepático e aumento da glicose e proteína plasmática.

A taxa de alimentação de 4% levou a índices hepatossomáticos (IHS) e lipossomáticos (ILS) mais altos no tratamento com temperatura mais baixa (22°C), indicando que 4% do peso vivo está acima da taxa de alimentação adequada para esta faixa de temperatura e os peixes acumularam reservas de gordura no fígado e no corpo.

---

## CONCLUSÃO

A menor frequência de alimentação é melhor quando maior a temperatura da água, pois o maior fracionamento do alimento pode causar brigas e disputas que podem aumentar significativamente a mortalidade. Na temperatura de 25°C, tanto o uso de alta frequência quanto o de baixa frequência de alimentação demonstraram-se eficientes no desempenho produtivo de tilápias GIFT, assim como a menor frequência de alimentação na temperatura de 28°C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos**. BR n. PI 10055363, 3 dez. 2010.

AGOSTINHO, C. A.; CONTESSOTI JUNIOR, J.; AGOSTINHO, S. M. M., 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.

BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; PALADA DE VERA, M. S.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. L.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERDE, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.160, n.1-2, p.145- 173, 1998.

CASTAGNOLLI, N. **Tecnologia da alimentação de peixes: fundamentos de nutrição de peixes**. São Paulo: Livrocere, 1979. 105 p.

CASTRO, C. S.; RIBEIRO, R. R.; AGOSTINHO, L. M. et al. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquaculture Engineering**, v. 61, p.43-48, 2014.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS, J. *et al.* Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.833-835, 2005.

CRUZ, E. M. V.; MAIR, G. C. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 122, n. 2/3, p. 237-248, May 1994.

CUNHA, M. A.; COPATTI, C. E.; GARCIA, L. O.; FONSECA, M. B.; FERREIRA, F. W.; MALDANER, G.; MOREL, A. F.; LORO, V. L.; BALDISSEROTTO, B. Níveis de



cortisol em jundiás (*Rhamdia quelen*) expostos ao óleo de cravo (Eugenol) e extrato de *Condalia buxifolia*. In: AQUACIENCIA, 2006, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2006. 1 CD-ROM.

DRUMMOND, C. D.; MURGAS, L. D. S.; VICENTINI, B. Crescimento e sobrevivência de tilápias *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submetidas a diferentes temperaturas durante o processo de inversão sexual. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 895-902, maio/jun., 2009.

EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para Análise Estatística e Genética. Versão 9. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. Disponível em: <<http://www.ufv.br/saeg/download.htm>>. Acesso em: 11/02/2015.

FERNANDES, M.O.; VOLPATO, G.L. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: social stress and carbohydrate metabolism. **Physiology & Behavior**, v.54, n.2, p.319-323, 1993.

JUSTI, K. C.; PADRE, R. G.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 529-534, Oct./Dec., 2005.

KOHBARA, J.; HIDAKA, I.; MATSUOKA, F.; OSADA, T.; FURUKAWA, K. *et al.* Self-feeding behavior of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, in net cages: diel and seasonal patterns and influences of environmental factors. **Aquaculture**, v.220, p.581-594, 2003.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá, 2000. 289 p.

LEE, S.M.; HWANG, U.G.; CHO, S.H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean cockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v.187, p.399-409, 2000.

LERMEN, C.L., LAPPE, R., CRESTANI, M., Vieira, V.P., GIODA, C.R., SCHETINGER, M.R.C., BALDISSEROTTO, B., MORAES, G., MORCH, V.M. Effect of different temperature regimes on metabolic and blood parameters of silver catfish *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v.239, p.497-507, 2004.

LOURES, B. T. R. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H. L. M.; SUSSEL, F. R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

MEER, M. B. *et al.* Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma Macropomum* (Cuvier). **Aquac. Res.**, Amsterdam, v. 28, p. 419-432, 1997.

---

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of Feeding Rate for Hatchery-Produced Juvenile Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.33, n.2, p.169-175, 2002.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 1-11. 2005.

MOON, T.W., FOSTER, G.D. Tissue carbohydrate metabolism, luconeogenesis and hormonal and environmental influences. In: Hochachka, P.W., Mommsen, T.P. (Eds.), *Metabolic Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, vol. 4. Elsevier, Amsterdam, pp. 65-100, 1995.

MOURA, G. S.; OLIVEIRA, M. G. A.; LANNA, E. T. A.; MACIEL JÚNIOR, A.; MACIEL, C. M. R. R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1609-1615, nov. 2007.

MOURA, G. S., OLIVEIRA, M. G.; LANNA, E. A. T. Desempenho e atividade de lípase em Tilápias do Nilo. **Archivos de zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 367-374, 2012.

NG,W.; LU, K.; HASHIM, R. et al. Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. **Aquaculture Internacional**, v.8, p.19-29, 2000.

OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, C. A. L.; MATSUBARA, B. J. A.; OLIVEIRA, S. N.; KUNITA, N. M.; YOSHIDA, G. M.; RIBEIRO, R. P. Padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1891-1900, jul./ago. 2013.

PASPATIS, M.; BOUJARD, T. A comparative study of automatic feeding and self-feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets of different energy levels. **Aquaculture**, v. 145, p. 245-257, 1996.

PASPATIS, M.; BOUJARD, T.; MARAGOUDAKI, D.; BLANCHARD, G. *et al.* Do stocking density and feed reward level affect growth and feeding of self-fed juvenile European sea bass? **Aquaculture**, v. 216, p. 103-113, 2003.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.177-182, 2004.

PIPER, R. G., MCELWAIN, I. B., ORME, L. E. **Fish Hatchery Management**. Department of Interior, Washington, 1982, 517 p.

SOUSA, P. N. R. **Parâmetros bioquímicos e enzimáticos para jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados em alta e baixa frequência com diferentes níveis de proteína**. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2012.

---

SOUSA, R. M. R., AGOSTINHO, C. A., OLIVEIRA, F. A., ARGENTIM, D., NOVELLI, P. K., AGOSTINHO, S. M. M.. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.192-197, Feb. 2012.

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, P. N. R.; BARBOSA, J. V. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.272, p. 1-13, jan./fev. 2013.

VOLPATO, G.L.; FERNANDES, M.O. Social control of growth in fish. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.27, n.4, p.797-810, 1994.

VOLPATO, G.L. Considerações metodológicas sobre o teste de preferência na avaliação do bem estar em peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.53-61, 2007.

ZUANON, J.A.S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de *Trichogaster* (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arraçoamento e densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1639-1645, (Supl.1) 2004.

# Capítulo 4

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na aquicultura, a automatização da alimentação com o uso do CLP (Controlador Lógico Programável) representa grande progresso em relação aos métodos tradicionais de produção. Possibilita a manutenção da qualidade da água no ambiente de cultivo com a minimização das sobras da ração, pois com a alta frequência a tendência é haver um melhor aproveitamento da ração oferecida aos organismos aquáticos e um melhor desempenho dos mesmos.

A produção é maximizada pela utilização dos dados obtidos no estudo, indicando os períodos, temperaturas e frequências melhores para o manejo alimentar com resultados mais satisfatórios e lucrativos.

Essa automação tem uma importância muito grande para o agronegócio, pois vai sacramentar o uso da robótica na aquicultura, com o uso dessas inovações tecnológicas simultaneamente com projetos de apoio à pesquisa e transferência de tecnologia à produção, aproximando o produtor dos meios acadêmicos, de pesquisa e desenvolvimento e ensejando ao governo a elaboração de políticas públicas para a agricultura e o agronegócio.