

ALAOR MACIEL JUNIOR

EFEITOS DA TEMPERATURA NO DESEMPENHO E NA  
MORFOMETRIA DE TILÁPIA, *OREOCHROMIS*  
*NILOTICUS*, DE LINHAGEM TAILANDESA

Tese apresentada à  
Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia,  
para obtenção do título de  
“Doctor Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

ALAOR MACIEL JUNIOR

EFEITOS DA TEMPERATURA NO DESEMPENHO E NA  
MORFOMETRIA DE TILÁPIA, *OREOCHROMIS*  
*NILOTICUS*, DE LINHAGEM TAILANDESA

Tese apresentada à  
Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia,  
para obtenção do título de  
“Doctor Scientiae”.

APROVADA: 12 de maio de 2006.

---

Prof. Juarez Lopez Donzele  
(Conselheiro)

---

Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia Miranda Oliveira  
(Conselheira)

---

Prof<sup>a</sup>. Eliane Menin

---

Prof<sup>a</sup>. Priscila Vieira Rosa Logato

---

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna  
(Orientador)

A Deus, por me fazer crer, mesmo em momentos mais difíceis.  
Aos meus pais, Alair e Marleine, pelo exemplo de vida, de amor e de luta.  
À Cláudia, minha esposa e companheira, pelo seu amor, carinho, dedicação e  
por sua presença constante em minha vida.  
Ao Mateus e Victor, meus filhos, por existirem, por me ensinarem com a  
simplicidade de cada gesto e por me renovarem a cada dia.  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Departamento de Tecnologia Rural e Animal (DTRA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela autorização de afastamento para a realização do Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica (PICDT), pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por meio do Departamento de Zootecnia (DZO), pela acolhida e pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Professor Orientador Eduardo Arruda Teixeira Lanna, do DZO/UFV, pela amizade sempre presente, pela orientação precisa e exemplar, pelo constante apoio e pelo incentivo nos momentos difíceis.

Aos Professores Conselheiros, Juarez Lopes Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira, ambos do DZO/UFV, pela amizade e pela importante contribuição em todas as etapas do trabalho de pesquisa.

Ao Professor Luiz Fernando Teixeira Albino, do DZO/UFV, por sua amizade, pelas sugestões e pelo espaço gentilmente cedido para a realização dos experimentos.

À Professora Maria Goreti de Almeida Oliveira, do DBB/UFV e ao amigo e colega de curso Guilherme de Souza Moura pelas sugestões e auxílio nas análises enzimológicas.

Ao Professor Paulo Bonomo, do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais – DEBI/UESB, pela amizade, pelas sugestões nas análises estatísticas e pelo incentivo.

À Professora Eliane Menin, do DBA/UFV, pela amizade, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo, pelo incentivo durante todo o curso e pelas valiosas sugestões.

À Professora Cláudia Maria, do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais – DEBI/UESB e ao Mateus “Raposão”, pela dedicação, pelo constante apoio pelo auxílio na preparação, montagem do laboratório e pelo auxílio nas coletas de dados durante o experimento.

Ao Victor “Raposinho”, pelo carinho e pelo auxílio na aferição dos volumes dos aquários no período pré-experimental.

Aos amigos estagiários do Laboratório de Nutrição e Produção de Peixes – LABNUT, do DZO/UFV, em especial Moisés Quadros, Wagner Araújo, Fernando Castilho e Sylvia Sanae, pela amizade, presteza e dedicação.

Aos amigos e colegas de curso, em especial Cláudia Maria, Marcos Bomfim, Anderson Freitas, Maíra Sousa, pelo apoio, sugestões, pelo incentivo, pela amizade e pelas boas lembranças que certamente ficarão na memória.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial à Sra. Maria Celeste Otomar da Silva, secretária de Pós-graduação, pela amizade e competência.

Aos queridos familiares, em especial aos Srs. Lêda e José Raposo, Rose Maciel, Mônica e José Alberto Pinto, pelo carinho, pela compreensão, pelo constante apoio e incentivo.

A todos aqueles que, embora não tenham sido mencionados, contribuíram de alguma forma, para realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

ALAOR MACIEL JUNIOR, filho de Alaor Maciel e Marleine Sciubba Maciel, nasceu em São Paulo, Capital, em 21 de fevereiro de 1967.

Em janeiro de 1991 graduou-se em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa – UFV, Minas Gerais.

Em agosto de 1992, foi admitido no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Minas Gerais, concentrando seus estudos na área de Produção Animal – Piscicultura, obtendo o título de *Magister Scientiae* em novembro de 1995.

Em 1997 ingressou, por meio de concurso público, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde atua como professor até a presente data.

Em abril de 2002 iniciou seus estudos de Doutorado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Minas Gerais, submetendo-se à defesa de Tese em maio de 2006.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Temperatura e metabolismo .....	4
2.2. Temperatura, manejo e nutrição .....	7
2.3. Fator de condição .....	7
2.4. A espécie <i>Oreochromis niloticus</i> (L.) .....	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	12
EFEITOS DA TEMPERATURA NO DESEMPENHO E NA MORFOMETRIA DE TILÁPIA, <i>Oreochromis niloticus</i> , DE LINHAGEM TAILANDESA, NA FASE JUVENIL .....	17
RESUMO .....	18
ABSTRACT .....	20
1. INTRODUÇÃO .....	22

2. MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.1. Variáveis físico-químicas da água .....	33
3.2. Desempenho das tilápias .....	35
3.3. Composição corporal e relações morfométricas das tilápias .....	40
3.4. Relação peso-comprimento e fator de condição .....	44
4. CONCLUSÕES .....	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## LISTA DE TABELAS

	Página
1. Composição centesimal e calculada da ração experimental .....	30
2. Valores médios das variáveis físico-químicas da água durante o período experimental .....	33
3. Características de desempenho produtivo dos juvenis de tilápia tailandesa em função da temperatura .....	36
4. Composição corporal de juvenis de tilápia tailandesa em função da temperatura .....	41
5. Características de vísceras, relações morfométricas e fator de condição de tilápia tailandesa em função da temperatura .....	43

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Sistema de recirculação de água utilizado durante o experimento .....	27
2. Detalhes da montagem do sistema moto-bomba submersa e pré-filtro .....	28
3. Taxas de mortalidade de tilápia tailandesa na fase juvenil, em diferentes temperaturas .....	39

## RESUMO

MACIEL JUNIOR, Alair, D.S. Universidade Federal de Viçosa, maio de 2006.  
**Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa.** Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Um ensaio, com duração de 55 dias, foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, com o objetivo de verificar os efeitos da temperatura sobre o desempenho produtivo, por meio de índices zootécnicos, e na morfometria de tilápias de linhagem tailandesa, na fase juvenil. Os peixes, provenientes de um criatório comercial, com tamanho inicial de  $0,835 \pm 0,004\text{g}$ , foram distribuídos em 24 aquários com capacidade para 100l cada com aquecimento e aeração suplementar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, correspondentes às temperaturas-teste: 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C; seis repetições e dez peixes/unidade experimental. A ração utilizada, à base de milho, farelo de soja e glúten de milho, continha 29,0% de proteína digestível, 3.000 kcal de energia

digestível e 3,44% de fibra bruta. Foram avaliados: o ganho de peso (GP) individual e da biomassa do aquário (GB), o consumo de ração (CRA) e a conversão alimentar (CAA) aparentes, as taxas de crescimento específico (TCE), de eficiência protéica (TEP) e as de deposição diária de proteína e de gordura (TDP e TDG, respectivamente), a composição corporal (teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo), os índices hepatossomático (IHS) e hepatovisceral (IHV) e o coeficiente Intestinal (CI), além do fator de condição alométrico (*K*). O desempenho das tilápias, bem como as relações morfométricas foram influenciados pela temperatura, estando os melhores índices entre 28,0 e 32,0° C. A mortalidade aumentou com a elevação da temperatura, porém nas temperaturas mais baixas, 20,0 e 24,0° C, nas quais a mortalidade foi 0,00 e 1,67%, respectivamente, o desempenho foi significativamente pior que nas temperaturas mais elevadas, o que permite concluir que as tilápias tailandesas, na fase juvenil, apresentam melhor desempenho e morfometria em temperaturas entre 28,0 e 32,0° C.

## ABSTRACT

MACIEL JUNIOR, Alair, D.S. Universidade Federal de Viçosa, May, 2006.  
**Effects of temperature on performance and morphometry of tilapia, *Oreochromis niloticus*, of Thai lineage.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

A 55 days essay was accomplished in the Fish Nutrition and Production Laboratory the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Viçosa, MG, with the objective of verifying the effects of the temperature on the productive performance, by means of zootechnical indexes and morphometry, of juvenile tilapias of Thai lineage. The fish, from a commercial fish farm, with initial weight of  $0,835 \pm 0,004$  g, were distributed in 24 aquaria with 100l of capacities, with heating and supplemental aeration. The experimental design was entirely casualised, with four treatments, corresponding to test-temperatures: 20,0; 24,0; 28,0 and 32,0° C; six replicates and ten fishes/experimental unit. The used ration, with corn, soybean meal and corn gluten base, contained 29,0 % of digestible protein, 3.000 kcal of digestible energy and 3,44% of gross fiber. It has evaluated: the individual (GP) and the

biomass of the aquarium (GB) weight gain, the apparent ration consumption (CRA) and the alimentary conversion (CAA), the specific growth (TCE) and protein efficiency (TEP) rates and the daily protein and of fat (TDP and TDG, respectively) deposition, the body composition (dry matter, gross protein and gross lipids), the hepatossomático (IHS), hepatovisceral (IHV) indexes and the Intestinal coefficient (CI), besides the allometric condition factor (*K*). The performance of the tilapias, as well as the morphometrics relationships were influenced by the temperature, being the best indexes between 28,0 and 32,0°C. The mortality increased with the temperature elevation, however in the lowest temperatures, 20,0 and 24,0° C, in which the mortality was 0,00 and 1,67%, respectively, the performance was significantly worse than in the highest temperatures, what allows to conclude that the juvenile Thai tilapia presents better performance and morphometry at temperatures between 28,0 and 32,0° C.

## 1. INTRODUÇÃO

Poucos fatores ambientais exercem tanta influência sobre a atividade animal quanto a temperatura (Piper *et al.*, 1982; Randall *et al.*, 2000; Somero, 2002; Ali *et al.*, 2003; Pulgar *et al.*, 2003). Os animais ectotermos, como a maioria dos peixes teleósteos, apresentam variações em suas temperaturas corporais conforme a temperatura ambiente, o que resulta em alterações metabólicas induzidas pela elevação ou pela redução da temperatura, enquanto os animais endotermos, como aves e mamíferos, utilizam energia metabólica para termorregulação, em diferentes condições ambientais.

Campana *et al.* (1996) referem-se à temperatura como fator de controle do crescimento dos peixes, pois afeta diretamente as taxas metabólicas, o consumo de oxigênio, a alimentação e a digestibilidade. Os efeitos da temperatura nestes animais são mais evidentes durante os estágios de rápido crescimento larval e juvenil (Martell *et al.*, 2005).

Peixes oriundos de localidades geográfica e, ou, climaticamente distintas podem apresentar redução no desempenho produtivo e na

reprodução, assim como elevados índices de mortalidade, em decorrência de sua suscetibilidade ao clima, em especial, às variações de temperatura.

Temperaturas entre 25,0 e 28,0° C são consideradas ideais para a produção da maioria das espécies de peixes de clima tropical. A variação da temperatura além dos limites ideais provoca a redução, ou até mesmo a suspensão do consumo de alimento (Schimittou, 1993; Frascá-Scorvo *et al.*, 2001).

As tilápias, peixes tipicamente tropicais, apresentam conforto térmico entre 27,0 e 32,0° C; abaixo ou acima deste intervalo, verifica-se redução do apetite, do consumo de alimento e, conseqüentemente, do crescimento. Abaixo de 18,0° C, o sistema imunológico das tilápias é suprimido. Para estes peixes, temperaturas entre 8,0 e 14,0° C são letais, considerando-se a espécie, a linhagem e as condições dos peixes e do ambiente (Kubitza, 2000).

Em países de clima predominantemente tropical, como o Brasil, a utilização de espécies com características apresentadas pelas tilápias é desejável e desperta crescente interesse dos produtores e pesquisadores. Aproximadamente metade da produção anual de peixes cultivados no Brasil é de tilápias (Lovshin e Ciryno, 1998).

No Brasil é comum piscicultores obterem pós-larvas e juvenis de peixes de fornecedores de diferentes regiões do país. Embora as possíveis limitações na produção sejam do conhecimento de muitos produtores e técnicos, não existem dados consistentes a este respeito e não se sabe se tais perdas ocorrem exclusivamente em decorrência dessa prática.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da temperatura no desempenho produtivo, na composição corporal e na

morfometria de tilápias (*Oreochromis niloticus*) de linhagem tailandesa, sexualmente revertidas, na fase juvenil.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Temperatura e metabolismo

Dentre os diversos fatores abióticos, a temperatura tem o efeito mais significativo no desenvolvimento e crescimento dos peixes, influenciando a diferenciação e as funções dos tecidos e das estruturas vitais (Martell *et al.*, 2005)

O calor corporal dos peixes, gerado nos processos metabólicos, é perdido para o ambiente aquático quando o sangue passa pelas brânquias. Assim, mudanças bruscas na temperatura da água ocasionam modificações fisiológicas, como alterações nos batimentos cardíacos e na respiração. De um modo geral, com a elevação da temperatura da água, a frequência cardíaca aumenta, assim como a ventilação branquial, causadas pelo aumento do metabolismo.

Conforme Van Maaren *et al.* (1999), a temperatura ótima para uma espécie de peixe é aquela que lhe proporciona maior crescimento. Estes autores relataram que determinadas espécies têm capacidade para reduzir o

consumo de oxigênio quando a temperatura aumenta, mantendo o crescimento por meio da aclimatação em temperaturas mais elevadas.

Clarke e Johnston (1999), em revisão sobre o assunto, relataram que um peixe tropical típico mantido a 30,0° C requer, aproximadamente, seis vezes mais oxigênio para o metabolismo de repouso que um peixe polar a 0,0° C.

No habitat natural, os peixes tendem a fugir de condições adversas, como baixos níveis de oxigênio e elevadas temperaturas, o que, em geral, nem sempre é possível em condições de cultivo, devido à uniformidade das variáveis físico-químicas da água e das limitações do espaço físico dos viveiros (Ali *et al.*, 2003).

Person-Le Ruyet *et al.* (2004) verificaram que consumo de O<sub>2</sub> de rotina do robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), na fase juvenil, aumentou linearmente com a elevação da temperatura, sendo duas vezes maior a 25,0° C que a 15,0° C.

Estudando o efeito do estresse térmico nas células vermelhas sanguíneas “*in vitro*” da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), Lund e Tufts (2005) verificaram que, com a elevação da temperatura de 10,0 para 30,0° C houve significativa redução na afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, e com isso, redução na capacidade de ligação entre eles. Esses autores relacionaram a termossensibilidade com o grau de organização biológica da célula. Assim, a temperatura máxima à qual o organismo, como um todo, pode sobreviver, por um período prolongado, é, em geral, menor que aquela de muitos de seus constituintes celulares e tecidos podem funcionar.

De acordo com Gomes *et al.* (2000) e Kubitza (2000), quando a temperatura ultrapassa a faixa de conforto térmico, maior desvio energético ocorre para a captação de oxigênio, o que reflete em redução do crescimento. Para muitas espécies de peixes, a redução do incremento da taxa metabólica máxima deve-se à diminuição da concentração de oxigênio, com a elevação da temperatura. Entretanto, Sollid *et al.* (2005) verificaram aumento da superfície respiratória branquial de peixes dourados (*Carassius carassius* e *Carassius auratus*) com a elevação da temperatura, o que melhorou a eficiência respiratória em ambientes com baixos níveis de oxigênio. Por sua vez, Allen *et al.* (2006) concluíram que temperaturas elevadas e cíclicas entre 19,0 e 24,0° C não afetaram adversamente os juvenis de esturjão verde (*Acipenser medirostris*), com na faixa de peso entre 0,1 e 10,0 g, quando não houve falta de alimento e oxigênio.

Quando os peixes atingem a sua temperatura corpórea ideal, o alimento consumido é mais bem aproveitado, liberando a energia necessária à multiplicação celular e ao crescimento (Piedras *et al.*, 2004). Segundo Sardella *et al.* (2004), a redução na temperatura, abaixo do ideal, parece provocar também maiores distúrbios osmorregulatórios que a equivalente elevação da mesma.

Conforme Mazeaud *et al.* (1977), as mudanças fisiológicas nos peixes em resposta às baixas temperaturas foram classicamente separadas em três fases: a primária envolve o sistema neuroendócrino como a liberação de catecolamina e ativação do eixo corticotropina-interrenal; a secundária envolve mudanças hematológicas, osmorregulatórias, enzimáticas e metabólicas do sangue; e a terciária inclui a inibição do crescimento, a redução da

fecundidade, o aumento da suscetibilidade à infecções e mudanças comportamentais.

Os efeitos da temperatura também podem estar associados à presença de anomalias, como foi estudado por Abdel *et al.* (2004), com robalo (*Dicentrarchus labrax*) Segundo os autores, em razão da elevação da temperatura, que pode ser considerada como o fator ambiental que mais afeta o desenvolvimento de embriões e larvas, a aceleração do desenvolvimento embrionário e larval pode provocar malformações nos peixes e aumento da mortalidade.

## **2.2. Temperatura, manejo e nutrição**

Para se adequar o manejo alimentar de uma espécie, devem ser estudados os fatores que influenciam a ingestão dos alimentos, com destaque à temperatura, por exercer influência direta e, dessa forma, determinar a quantidade de alimento a ser fornecido, o horário de alimentação, a frequência e o ritmo de alimentação (Rocha Loures *et al.*, 2001). Usmani e Jafri (2002) verificaram que a digestibilidade da proteína e de outros nutrientes das rações de duas espécies de bagre (*Clarias gariepinus* e *Heteropneustes fossilis*) melhorou com a elevação da temperatura de 18,0 para 28,0° C. Azevedo *et al.* (2001) obtiveram resultados semelhantes para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com temperaturas entre 6 e 15,0° C.

## **2.3. Fator de condição**

O estudo da condição de um animal, muito utilizado em ecologia de peixes, em geral, é baseado em análise de dados de peso-comprimento, e

indica que peixes mais pesados de um determinado comprimento estão em melhor condição. É uma importante ferramenta indicadora de “bem-estar ou condicionamento”, enquanto o crescimento, definido como uma combinação de aumento no comprimento corporal, na condição e na concentração de energia nos tecidos, representa melhor esta aptidão (Bolger e Connolly, 1989; Araújo *et al.*, 2000; Lima-Junior. *et al.*, 2002; Bervian *et al.*, 2006).

Segundo Weatherley e Gill (1987) a determinação do fator de condição tem sido utilizada mais efetivamente para comparar duas ou mais populações de peixes vivendo em condições semelhantes ou diferentes de alimentação, densidade e clima. De acordo com Braga (1986), este índice deve permanecer constante, independente do tamanho que o peixe possa atingir em um determinado período.

Mudanças na condição, baseadas em dados de peso-comprimento, refletem flutuações normais sazonais no balanço metabólico, dos padrões de maturação reprodutiva, e até mesmo do estado de repleção do tubo digestivo. Tais mudanças não incluem informações sobre estado nutricional, portanto, na prática, é preciso cuidado considerável quando se interpreta mudanças na condição quando medido por índices baseados somente em dados de comprimento-peso (Bolger e Connolly, 1989).

O método usado para calcular o Fator de Condição ( $K$ ) foi descrito inicialmente pela expressão  $K=W/L^3$ , na qual  $W$  representa o peso e  $L$  o comprimento individual. Diversos autores (Braga, 1986; Bolger e Connolly, 1989; Lima-Junior. *et al.*, 2002) discutiram, contudo, a aplicação do método, chegando à conclusão de que ele não permite a comparação de resultados

obtidos a partir de indivíduos com tamanhos distintos, uma vez que o expoente 3 não expressa a realidade para a grande maioria das espécies de peixe.

Alternativamente, a maioria dos autores propõe o uso do Fator de Condição Alométrico por meio da expressão  $K=W/L^b$ , no qual  $b$ , chamado coeficiente alométrico, é calculado a partir da equação de relação de peso-comprimento ( $W=aL^b$ ) (Le Cren, 1951; Rocha *et al.*, 1997; Abdurahiman *et al.*, 2004) que é ajustado a partir de dados dos indivíduos amostrados.

O modelo  $Y = aX^b$ , originalmente proposto por Huxley (1924), para a descrição do crescimento alométrico (variação na forma em relação ao tamanho), foi convencionalmente utilizado em estudos de crescimento animal (Gomiero, 2005; Bervian *et al.*, 2006).

Em peixes, a relação entre o peso corporal e comprimento total pode apresentar um crescimento isométrico quando o coeficiente alométrico ( $b$ ) = 3,0, isto é, o peso aumenta em relação ao comprimento elevado ao cubo, o que significa que o indivíduo não muda de forma durante seu crescimento ontogênico (Costa e Araújo, 2003). Contudo, quando  $b$  é menor que 3,0 o incremento é devido ao peso, e quando  $b$  é maior que 3,0 o incremento é relativo ao comprimento (Rocha *et al.*, 1997).

Animais jovens tendem a alocar maior quantidade de energia para o crescimento; já os adultos tendem a alocar considerável quantidade de energia para a reprodução e para aumento de peso. Porém, em temperaturas acima do conforto, ocorre desvio energético para a captação de oxigênio, o que reflete em redução do crescimento (Gomes *et al.*, 2000).

#### **2.4. A espécie *Oreochromis niloticus* (L.)**

Espécies e híbridos da família Cichlidae, dos gêneros *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilápia*, recebem a designação genérica de “tilápia”. Originárias da África e de países do Oriente Médio, como Israel e Jordânia, atualmente encontram-se disseminadas por todo o mundo, em razão de sua ampla capacidade de adaptação a diferentes ambientes e condições de cultivo (Watanabe *et al.*, 2002; Zimmermann e Fitzsimmons, 2004).

As tilápias são consideradas a segunda espécie de água doce mais cultivada no mundo, perdendo apenas para as carpas (Popma e Masser, 1999; El-Sayed, 2002; Atwood *et al.*, 2003), em razão de sua resistência a temperaturas elevadas, a baixas concentrações de oxigênio dissolvido e a altas concentrações de amônia na água (Popma e Phelps, 1998; Justi *et al.*, 2005).

A tilápia do Nilo foi introduzida na região Nordeste do Brasil em 1971, originária da Costa do Marfim e, então, disseminada pelo país, desde a bacia amazônica até a região Sul. Boscolo *et al.* (2001) consideram que o interesse pelo cultivo desta espécie, no sul e sudoeste do país, cresceu rapidamente nos últimos anos pela introdução da tecnologia da reversão sexual e a pesca esportiva. Kubitza (2000) relatou que o Brasil possui potencialidade para se tornar o maior produtor mundial de tilápias.

Diversos sistemas são utilizados na criação de tilápias, que vão desde os cultivos semi-intensivos, em tanques com adubação orgânica e moderado aporte tecnológico, até os cultivos intensivos em "raceways" ou em tanques-rede, com elevadas densidades de cultivo e maior demanda tecnológica.

Como acontece com as espécies de clima tropical, temperaturas baixas são preocupantes para o cultivo de tilápias, uma vez que a reprodução torna-se

comprometida abaixo de 20,0° C. Além disso, elas tornam-se inativas em temperaturas abaixo de 16,0° C, considerada a temperatura mínima para o crescimento normal. Outros sintomas como desorientação, desequilíbrio e mortalidade, podem ocorrer a 12,0° C, dependendo da espécie (Sun *et al.*, 1992).

Kubitza (2000) relatou que, temperaturas acima de 32,0° C e abaixo de 27,0° C reduzem o apetite e o crescimento de tilápias, e que abaixo de 18,0° C suprimem o sistema imunológico. O mesmo autor considerou que temperaturas entre 8,0 e 14,0° C são letais para as tilápias, e que este fato depende da espécie, da linhagem e das condições dos peixes e do ambiente.

Devido à extensão territorial e posicionamento geográfico, o Brasil apresenta grande diversidade climática, o que gera sazonalidade regional na produção de pós-larvas de peixes, pois interfere diretamente nas características físico-químicas da água, em especial a temperatura e o teor de oxigênio. Isso leva muitas vezes o piscicultor brasileiro a adquirir pós-larvas e juvenis de fornecedores em diferentes localidades e regiões do país, no sentido de viabilizar a produção durante o ano todo.

Diferenças climáticas entre a origem dos animais e os criatórios-destinos podem comprometer, em maior o menor grau, a sanidade, a produtividade e a capacidade reprodutiva (Campana *et al.*, 1996), sendo o grau de comprometimento associado às características da espécie em questão, bem como à sua capacidade de adaptação aos desafios destes novos microclimas.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL, I.; ABELLÁN, E.; LÓPEZ-ALBORS, O.; *et al.* 2004. Abnormalities in the juvenile stage of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) reared at different temperatures: types, prevalence and effect on growth. *Aquaculture International*, v.12, n. 6, p. 523–538.
- ALI, T. S.; MOÑINO, A.; CERDA, M. J. 2003. Primeros ensayos de determinación del consumo de oxígeno de juveniles de Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) bajo diferentes condiciones de temperatura y frecuencia alimentaria. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 2. *Anais...* 2003. p. 885-890 (<http://www.civa2003.org>, acessado em 18/08/2004).
- ALLEN, P. J.; NICHOLL, M.; COLE, S. *et al.* 2006. Growth of larval to juvenile green sturgeon in elevated temperature regimes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, v. 135, n.1, p. 89–96.
- ARAUJO, F.G.; DUARTE, S.; GOLDBERG, R.S. *et al.* 2000. Reproductive cycle of *Parauchenipterus striatulus* (Pisces- Auchenipteridae) in the Ribeirão das Lajes reservoir - Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.3, p. 276-284.
- ATWOOD, H. L.; TOMASSO, J. R.; WEBB, K. *et al.* 2003. Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. *Aquac. Res.*, v. 34, n. 3, p. 241-251.
- AZEVEDO, P. A.; CHO, C. Y.; LEESON, S.; *et al.*, 1998. Effects of feeding level and water temperatura on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Living Res.* v. 11, n. 4, p. 227-238.

- BERVIAN, G.; FONTOURA, N. F.; HAIMOVICI M. 2006. Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). *J. Fish Biol.* v. 68, n. 1, p. 196–208.
- BOLGER, T.; CONNOLLY, P.L. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *J. Fish Biol.*, v. 34, n. 2, p. 171-182.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; *et al.* 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 5, p.1391-1396, 2001.
- BRAGA, F. M. S. 1986. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. *Rev. Bras. Biol.*, v. 46, n. 2, p. 339-346.
- CAMPANA, S. E.; MOHN, R. K.; SMITH, S. J.; *et al.* 1996. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.53,n. 12, p.2912-2914.
- CLARKE, A.; JOHNSTON, N. M. 1999. Scaling of metabolic rate with body mass and temperature in teleost fish. *J. Anim. Ecol.*, v. 68, p. 893-905.
- COSTA, M. R., ARAUJO, F. G. 2003. Length-weight relationship and condition factor of *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Perciformes, Sciaenidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro State, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* v. 20, n. 4, p. 685-690.
- EL-SAYED, A. F. M. 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquac. Res.*, v. 33, n. 8, p. 621-626.
- FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. 2001. Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 27, n.1, p.1-5.
- GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; *et al.* 2000. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural*, v.30, n.1, p. 179-185.
- GOMIERO, J. S. G. 2005. *Curvas de crescimento morfométrico e alométrico de piracanjuba (Brycon orbignyanus)*. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA. 36 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- JUSTI, K. C.; PADRE, R. G.; HAYASHI, C.; *et al.* 2005. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 27, n. 4, p. 529-534.

- KUBITZA, F. 2000. *Tilápia – Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial*. Jundiaí: Fernando Kubitza. 289p.
- LE CREN, C. P. 1951. Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, v. 20, n. 2, p.201-219.
- LIMA-JUNIOR, S. E.; CARDONE, I.B.; GOITEIN, R. 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 397-400.
- LOVSHIN, L. L.; CYRINO, J. E. P. 1998. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2, 1998, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1998. p.1-20.
- LUND, S. G.; TUFTS, B. L. 2005. The physiological effects of heat stress and the role of heat shock proteins in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) red blood cells. *Fish Physiol. Biochem.* v. 29, p. 1-12.
- MARTELL, D. J.; KIEFFER, J. D.; TRIPPEL, E. A. 2005. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. *J. Fish Biol.*, v. 66, p.1558–1575.
- MAZEAUD M. M.; MAZEAUD F.; DONALDSON E. M. 1977. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Trans. Am. Fish. Soc.*, v. 106, 201-212.
- PERSON-LE RUYET, J.; MAHE, K.; LE BAYON, N. *et al.* 2004. Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, v. 237, n. 1-4, p. 269-280.
- PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. 2004. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. *Bol. Inst. Pesca*, v. 30, n. 2, p. 177-182.
- PIPER, R. G.; McELWAIN, I. B.; ORME, L. E. *et al.* 1982. *Fish Hatchery Management*. Washington: U.S. Department of Interior, 517p.
- POPMA, T.; MASSER, M. 1999. *Tilápia life history and biology*. Southern Regional Aquaculture Center Publication, n. 283.
- POPMA, T. J.; PHELPS, R. P. 1998. Status report to commercial tilápia producers on monose x fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. *Anais...* Recife: SIMBRAQ. p.127-145.
- PULGAR, J. M.; ALDANA, M.; BOZINOVIC, F.; *et al.* 2003. Does food quality influence thermoregulatory behavior in the intertidal fish *Girella laevis*? *J. Therm. Biol.*, v. 28, p. 539-544.

- RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. 2000. *Eckert – Fisiologia Animal, Mecanismos e Adaptações*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 729p.
- ROCHA, M. A., RIBEIRO, E. L. A., MIZUBUTI, I. Y. 1997. Comparação entre os fatores de condição de Fulton e Alométrico em curimatá (*Prochilodus lineatus*) criados em dois ambientes. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v. 5, n. supl. 1, p. 459-460.
- ROCHA LOURES, B. T. R., RIBEIRO, R. P., VARGAS, L., *et al.* 2001. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 4, p. 877-883.
- SARDELLA, B. A.; COOPER, J.; GONZALEZ, R. J.; *et al.* 2004. The effect of temperature on juvenile Mozambique tilapia hybrids (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) exposed to full-strength and hypersaline seawater. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, v. 137, n. 4, p. 621–629.
- SCHMITTOU, H. R. 1993. *High density fish culture in low volume cages*. Singapore, American Soybean Association. 79 p.
- SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; *et al.* 2002. Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. *Aquaculture*, v. 213, n. 1-4, p. 123-129.
- SOLLID, J.; WEBER, R. E.; NILSSON, G. E. 2005. Temperature alters the respiratory surface area of crucian carp *Carassius carassius* and goldfish *Carassius auratus*. *J. Experim. Biol.*, v. 208, n. 6, p.1109–1116.
- SOMERO, G. N. 2002. Thermal physiology and vertical zonation of intertidal animals: optima, limits and costs of living. *Integr. Comp. Biol.*, v. 42, p. 780-789.
- SUN, L. T.; CHEN, G. R.; CHANG, C.F. 1992. The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. *J. Therm. Biol.*, v. 17, n. 3, p. 149-153.
- USMANI, N., JAFRI, A. K. 2002. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. *Aquac. Res.*, v. 33, n. 12, p. 959-967.
- VAN MAAREN, C. C. V.; KITA, J.; DANIELS, H. V. 1999. Temperature tolerance and oxygen consumption rates for juvenile southern flounder *Paralichthys lethostigma* acclimated to five different temperatures. *UJNR Technical Report*, v. 28,p. 135-140. 1999.
- WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; *et al.* 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends and challenges. *Rev. Fish. Sci.*, v. 30, n. 3-4, p. 465-498.

- WEATHERLEY, A. H., GILL, H. S. 1987. *The Biology of Fish Growth*. London: Academic Press, 443p.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. 2004. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P., URBINATI, E. C. *et al.* (Eds.) *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: TecArt, p. 239-266.

EFEITOS DA TEMPERATURA NO DESEMPENHO E NA  
MORFOMETRIA DE TILÁPIA, *OREOCHROMIS*  
*NILOTICUS*, DE LINHAGEM TAILANDESA

## RESUMO

MACIEL JUNIOR, Alair, D.S. Universidade Federal de Viçosa, maio de 2006.  
**Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa.** Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Um ensaio, com duração de 55 dias, foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, com o objetivo de verificar os efeitos da temperatura sobre o desempenho produtivo, por meio de índices zootécnicos, e na morfometria de tilápias de linhagem tailandesa, na fase juvenil. Os peixes, provenientes de um criatório comercial, com tamanho inicial de  $0,835 \pm 0,004\text{g}$ , foram distribuídos em 24 aquários com capacidade para 100l cada com aquecimento e aeração suplementar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, correspondentes às temperaturas-teste: 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C; seis repetições e dez peixes/unidade experimental. A ração utilizada, à base de milho, farelo de soja e glúten de milho, continha 29,0% de proteína digestível, 3.000 kcal de energia

digestível e 3,44% de fibra bruta. Foram avaliados: o ganho de peso (GP) individual e da biomassa do aquário (GB), o consumo de ração (CRA) e a conversão alimentar (CAA) aparentes, as taxas de crescimento específico (TCE), de eficiência protéica (TEP) e as de deposição diária de proteína e de gordura (TDP e TDG, respectivamente), a composição corporal (teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo), os índices hepatossomático (IHS) e hepatovisceral (IHV) e o coeficiente Intestinal (CI), além do fator de condição alométrico (*K*). O desempenho das tilápias, bem como as relações morfométricas foram influenciados pela temperatura, estando os melhores índices entre 28,0 e 32,0° C. A mortalidade aumentou com a elevação da temperatura, porém nas temperaturas mais baixas, 20,0 e 24,0° C, nas quais a mortalidade foi 0,00 e 1,67%, respectivamente, o desempenho foi significativamente pior que nas temperaturas mais elevadas, o que permite concluir que as tilápias tailandesas, na fase juvenil, apresentam melhor desempenho e morfometria em temperaturas entre 28,0 e 32,0° C.

## ABSTRACT

MACIEL JUNIOR, Alaor, D.S. Universidade Federal de Viçosa, May, 2006.  
**Effects of temperature on performance and morphometry of tilapia, *Oreochromis niloticus*, of Thai lineage.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

A 55 days essay was accomplished in the Fish Nutrition and Production Laboratory the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Viçosa, MG, with the objective of verifying the effects of the temperature on the productive performance, by means of zootechnical indexes and morphometry, of juvenile tilapias of Thai lineage. The fish, from a commercial fish farm, with initial weight of  $0,835 \pm 0,004$  g, were distributed in 24 aquaria with 100l of capacities, with heating and supplemental aeration. The experimental design was entirely casualised, with four treatments, corresponding to test-temperatures: 20,0; 24,0; 28,0 and 32,0° C; six replicates and ten fishes/experimental unit. The used ration, with corn, soybean meal and corn gluten base, contained 29,0 % of digestible protein, 3.000 kcal of digestible energy and 3,44% of gross fiber. It has evaluated: the individual (GP) and the

biomass of the aquarium (GB) weight gain, the apparent ration consumption (CRA) and the alimentary conversion (CAA), the specific growth (TCE) and protein efficiency (TEP) rates and the daily protein and of fat (TDP and TDG, respectively) deposition, the body composition (dry matter, gross protein and gross lipids), the hepatossomático (IHS), hepatovisceral (IHV) indexes and the Intestinal coefficient (CI), besides the allometric condition factor (*K*). The performance of the tilapias, as well as the morphometrics relationships were influenced by the temperature, being the best indexes between 28,0 and 32,0°C. The mortality increased with the temperature elevation, however in the lowest temperatures, 20,0 and 24,0° C, in which the mortality was 0,00 and 1,67%, respectively, the performance was significantly worse than in the highest temperatures, what allows to conclude that the juvenile Thai tilapia presents better performance and morphometry at temperatures between 28,0 and 32,0° C.

## 1. INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos principais fatores climáticos aos quais os peixes são naturalmente submetidos, estando sempre associada aos demais fatores, que agem direta ou indiretamente na vida destes animais. Ela atua sobre as taxas das reações químicas dos peixes, especialmente aquelas de suprimento e demanda de energia, e dessa forma, influencia o crescimento como um todo (Imsland e Jonassen, 2001; Martell *et al.*, 2005). Importantes funções fisiológicas como crescimento, desempenhos produtivo e reprodutivo, desempenho do nado e taxas metabólicas podem requerer temperaturas ótimas espécie-específicas, estando próximas da temperatura de conforto ou de aclimação da espécie (Brett, 1971; Dickson e Kramer, 1971; Beamish, 1978; Houston, 1982; Bernatchez e Dodson, 1985; Campana, 1996; Johnston e Temple, 2002).

Os efeitos da temperatura interagem tanto com fatores extrínsecos (oxigênio, salinidade, fornecimento de alimento) quanto intrínsecos (idade, população, linhagem). Embora algumas espécies, no ambiente natural,

apresentem maior crescimento em temperaturas elevadas, isso não significa necessariamente que o aumento da temperatura seja a única condição ideal para bons resultados no cultivo de peixes, pois a disponibilidade e a qualidade dos alimentos têm grande influência no metabolismo destes animais. Assim, quando a disponibilidade de alimento ou de oxigênio é limitada, a temperatura à qual o peixe cresce melhor é mais baixa do que quando alimento ou oxigênio não são limitantes (Jobling, 1997).

O crescimento do peixe pode ser reduzido ou interrompido com a diminuição da temperatura abaixo da faixa de conforto. Acima desta faixa, a taxa de crescimento tende a aumentar até um limite máximo. A partir deste ponto, o crescimento reduz, podendo tornar-se negativo e até mesmo letal (Brown, 1964). Assim, quando os peixes são expostos a mudanças de temperatura, podem obter, ou não, melhoria no desempenho pela alteração de seu comportamento e, ou, de sua fisiologia (Lee *et al.*, 2003).

O calor corporal dos peixes, gerado nos processos metabólicos, é dissipado por meio da circulação sangüínea, sendo perdido para o ambiente aquático quando o sangue passa pelas brânquias. Mudanças bruscas na temperatura da água ocasionam, assim, modificações fisiológicas, como alterações nos batimentos cardíacos e na respiração. De um modo geral, com a elevação da temperatura da água, a frequência cardíaca aumenta, bem como a ventilação branquial, causadas pelo aumento do metabolismo.

Espécies como as tilápias, tipicamente de clima tropical, possuem características que as tornaram interessantes para a criação comercial, tais como: hábitos alimentares herbívoros ou onívoros, rusticidade, precocidade produtiva e reprodutiva, além de tolerância a ambientes adversos e resistência

à enfermidades. Rocha Loures *et al* (2001) classificaram a espécie como diurna, pois o maior consumo de alimento coincide com os horários mais quentes e de maior luminosidade do dia.

Como acontece com as espécies de clima tropical, temperaturas baixas são preocupantes para o cultivo de tilápias, uma vez que a reprodução torna-se comprometida abaixo de 20,0° C. Além disso, elas tornam-se inativas em temperaturas abaixo de 16,0° C, considerada a temperatura mínima para o crescimento normal. Outros sintomas como desorientação, desequilíbrio e mortalidade, podem ocorrer a 12,0° C, dependendo da espécie (Sun *et al.*,1992).

A intensidade do efeito da temperatura da água sobre o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pode variar conforme a linhagem (Rezk *et al.*, 2002). Wagner *et al.* (2004), comparando quatro linhagens de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), verificaram maior desempenho produtivo da linhagem Chitralada (tailandesa), porém o rendimento de filé não diferiu entre as linhagens estudadas.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da temperatura no desempenho, na composição corporal e na morfometria de tilápias (*Oreochromis niloticus*) de linhagem tailandesa, sexualmente revertidas, na fase juvenil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, com duração de 55 dias, foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Peixes – LABNUT, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa, Minas Gerais (Lat.: 20°45'S; Long.: 42°52'W; Alt. média = 648,0m; Temp. média anual = 19,4°C), no período de 27/07 a 20/09/2005.

As tilápias (*Oreochromis niloticus*) da linhagem tailandesa, na fase juvenil, com peso médio inicial de 0,835 g e comprimento padrão médio de 31,36 mm foram adquiridas de um criatório comercial no Município de Pedro Leopoldo (Lat.: 19°37'S; Long.: 44°02'W; Alt. média = 710 m; Temp. média anual = 20,9° C), MG, em julho de 2005. O período de adaptação após o transporte foi de 48 h em  $23,0 \pm 1,0^{\circ}$  C, correspondente à temperatura de origem.

Foram utilizados 240 peixes, individualmente pesados, medidos (comprimento padrão (CP) e comprimento total (CT)), com o auxílio de paquímetro digital e, em seguida, distribuídos nos 24 aquários, em grupos de

10 indivíduos por aquário. As temperaturas-teste: 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C foram gradativamente estabilizadas e, 48h após o povoamento dos aquários, o experimento teve início.

O *layout* do sistema de recirculação e aquecimento da água pode ser visualizado na Figura 1. Quatro reservatórios de polietileno, com capacidade útil de 500 litros cada, abastecidos por gravidade (Figura 1D), abasteceram, por bombeamento contínuo, quatro fileiras de seis aquários (Figura 1A) de fibrocimento, com capacidade para 100 litros cada (Figura 1B). O controle individual da vazão dos aquários, feito por meio de torneiras, permitiu o ajuste e a manutenção da temperatura da água de cada unidade experimental. A água retornava aos reservatórios por meio de sifões de PVC e tubulações de retorno, fechando, assim, o circuito (Figuras 1A e 1B).

Foram utilizados pré-filtros (Figura 2), acoplados às moto-bombas, para evitar a recirculação de partículas em suspensão, remover a amônia residual, bem como evitar o desgaste prematuro das moto-bombas.

Em cada reservatório foi instalada uma resistência elétrica tubular blindada de 3.000 watts (Figura 1D) acionada por termostato, com ajuste diferencial de -0,3° C, programado para as respectivas temperaturas-teste (Figura 1E).

Cada aquário recebeu aeração suplementar, por meio de um aerador central, para compensar possíveis perdas de O<sub>2</sub> devido à temperatura, mantendo-se os níveis próximos à saturação em O<sub>2</sub> para todos os aquários (Figura 1B).

A iluminação foi redistribuída na sala visando maior uniformidade (Figura 1C). O fotoperíodo foi estabelecido em 13L:11E (Luz:Escuro).

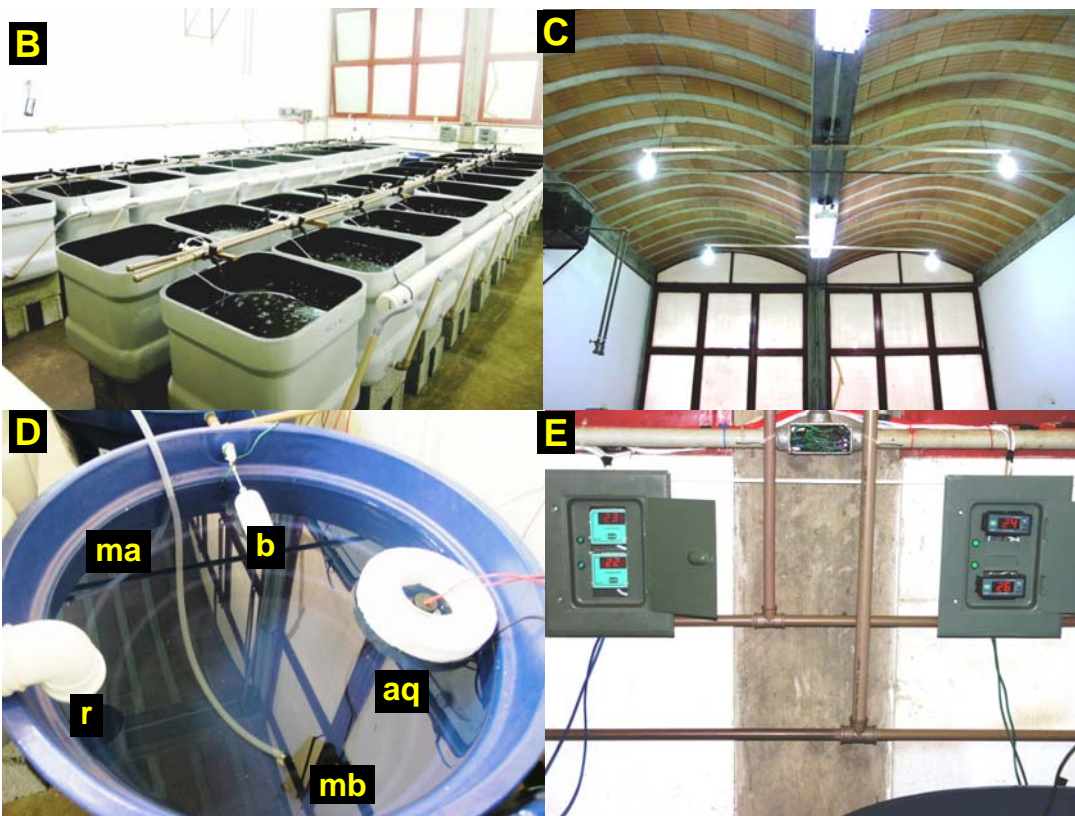
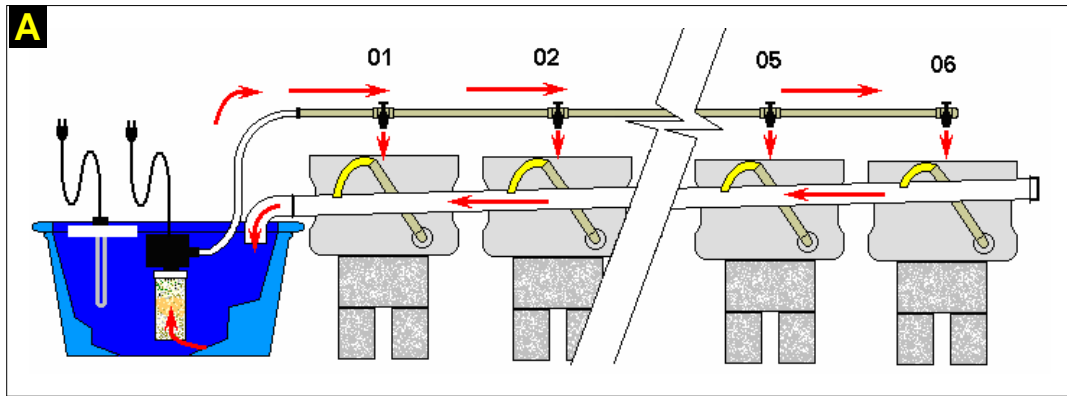


Figura 1. Sistema de recirculação de água utilizado durante o experimento. A – desenho esquemático do circuito (setas indicam o percurso da água); B – vista panorâmica do laboratório (embora existissem 10 aquários em cada linha, apenas seis foram utilizados); C – adaptação da iluminação; D – detalhe de um dos quatro reservatórios: *b* – controlador de nível mecânico (de bóia); *ma* – mangueira de abastecimento (acoplada à tubulação de abastecimento); *r* – tubulação de retorno; *mb* – moto bomba submersa; *aq* – conjunto aquecedor (resistência submersa) e flutuador; E – detalhe dos controladores eletrônicos de temperatura (termostatos) fixados em painéis na parede.



Figura 2. Detalhes da montagem do sistema moto-bomba submersa e pré-filtro: *m* – manta acrílica (material filtrante); *f* – frasco cilíndrico com tampa rosqueada; *mb* – moto-bomba submersa; *s* – substrato (vela cerâmica fragmentada de filtro de água doméstico) para filtração biológica; *a* – adaptador misto 25 mm/ 3/4” com porca de PVC; B – saco de nylon contendo substrato para fixação de bactérias (filtração biológica); C – detalhe do adaptador misto de PVC com a porca obtida a partir de um tampão (“cap”) de PVC de 3/4” serrado. D – Tampa do frasco perfurada com o adaptador instalado. E e F – moto-bomba submersa com detalhes das partes componentes: *a* – indutor; *b* – conjunto impulsor (“impeller”); *c* – voluta; G – pré-filtro contendo os elementos filtrantes em camadas; H – conjunto moto-bomba e pré-filtro montado; I – comparação entre um pré-filtro usado (esquerda, coloração escura) com destaque à retenção de resíduos, e outro, sem uso (à direita, sem a moto-bomba).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, correspondentes às temperaturas-teste: 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C; seis repetições e dez peixes/unidade experimental.

A limpeza dos aquários foi feita, diariamente, por sifonagem do fundo e troca dos filtros. A temperatura da água foi aferida diariamente, às 18:00 h, com um termômetro digital. Os níveis de oxigênio da água e o pH foram medidos semanalmente. O nível de amônia foi determinado no Laboratório da Estação de Tratamento de Águas (ETA/UFV) pelo método espectrofotométrico ou, quando necessário, pelo método titulométrico, conforme Macêdo (2003).

A ração experimental, apresentada na Tabela 1, foi elaborada e processada nas dependências do Departamento de Zootecnia da UFV.

Os animais receberam a ração “*ad libitum*”, fornecida quatro vezes ao dia (8:30h, 11:30h, 14:30h e 17:30h), evitando-se as sobras.

Foram avaliados o ganho de peso (GP), o consumo de ração aparente (CRA), a conversão alimentar aparente (CAA), a taxa de crescimento específico (TCE), a taxa de eficiência protéica (TEP), as taxas de deposição diárias de gordura (TDG) e de proteína (TDP) a sobrevivência (%), a composição química corporal (teores de umidade, proteína, e gordura), o peso de vísceras, o peso do fígado e o comprimento intestinal e o fator de condição alométrico (*K*).

Tabela 1. Composições centesimal e calculada da ração experimental

Ingredientes	Quantidade (%)
Farelo de soja	51,193
Milho	32,709
Glúten de milho 60	10,104
Óleo de soja	1,899
Fosfato bicálcico	3,025
Suplemento vitamínico <sup>(1)</sup>	0,400
Suplemento mineral <sup>(2)</sup>	0,100
Vitamina C	0,050
Sal	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020
<b>Total</b>	<b>100,000</b>
Nutrientes	Composição calculada
Proteína bruta (%)	32,00
Proteína digestível (%)	29,09
Energia digestível (kcal/kg)	3.000,00
Extrato etéreo (%)	4,17
Ácido linoléico	2,14
Fibra bruta (%)	3,44
Ca total (%)	0,89
P disponível (%)	0,60
Lisina total (%)	1,598
Lisina digestível (%)	1,450
Metionina + Cistina total (%)	1,016
Metionina + Cistina digestível (%)	0,953
Treonina total (%)	1,228
Treonina digestível (%)	1,102
Triptofano total (%)	0,372
Triptofano digestível (%)	0,343

<sup>(1)</sup> Suplemento vitamínico comercial para peixes. Níveis de garantia (por kg do produto): Vit. A= 1.200.000 UI; Vit. B1= 4.800 mg; Vit. B12= 4,8 mg; Vit. B2= 4.800 mg; Vit. B6= 4.800 mg; Vit. C= 48 g; Vit. D3= 200.000 UI; Vit. E= 1.200 mg; Vit. K3= 2.400 mg; Ác. Fólico= 1.200 mg; Biotina= 48 mg; Pantotenato de Cálcio= 12.000 mg; Cloreto de Colina= 108 g; Niacina= 24.000 mg. Veículo Q.S.P.= 1.000g; Antioxidante= 25 g.

<sup>(2)</sup> Suplemento mineral comercial para peixes. Níveis de garantia (por kg do produto): Selênio= 100mg; Iodo= 100 mg; Cobalto= 10 mg; Cobre= 3.000 mg; Ferro= 50.000 mg; Manganês= 20.000 mg; Zinco= 30.000 mg; Veículo Q.S.P.= 1.000g; Antioxidante= 25 g.

A CAA foi calculada dividindo-se o consumo de ração aparente pelo ganho de peso dos peixes.

Para determinação da TCE foi utilizada a seguinte expressão (Busacker *et al.*, 1990):

$$TCE = \frac{[ \ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)} ] \times 100}{\text{período experimental (dias)}} \quad , \text{ onde:}$$

$\ln$  = logaritmo neperiano.

A TEP foi obtida por meio da divisão entre o ganho de peso dos peixes e o consumo de proteína bruta calculado.

Ao término do experimento, no 55<sup>o</sup> dia, os peixes foram pesados, medidos, insensibilizados por choque térmico e imediatamente sacrificados. As vísceras foram removidas e pesadas. O fígado foi isolado e pesado para a composição do Índice Hepatosomático (IHS), que é a proporção percentual entre peso de fígado e o peso do animal total, e do Índice Hepatovisceral (IHV) que é a proporção percentual entre o peso do fígado e o peso de vísceras. Após a pesagem, o intestino foi isolado, distendido e medido para posterior obtenção do coeficiente intestinal (CI), que é a proporção entre o comprimento do intestino e o comprimento do corpo.

Adotou-se a equação:  $W = aL^b$  para o estabelecimento da relação peso-comprimento para todos os indivíduos, em que  $W$  é o peso final individual,  $L$  é o comprimento total individual e o coeficiente alométrico  $b$ , determinado para cada temperatura testada, foi utilizado nos cálculos do fator de condição nas diferentes temperaturas (Lima-Junior *et al.*, 2002). Para o

cálculo do fator de condição alométrico utilizou-se a equação:  $K = W/L^b$  (Le Cren, 1951; Rocha *et al.*, 1997; Lima-Junior *et al.*, 2002; Abdurahiman *et al.*, 2004; Gomiero, 2005).

As taxas de deposição diárias de gordura (TDG) e de proteína (TDP) foram obtidas pela divisão dos respectivos pesos (g) de gordura e proteína na carcaça pelo período experimental.

As análises químicas, para determinação dos teores de matéria seca, de proteína bruta e de extrato etéreo, das amostras dos peixes inteiros foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (LNA/DZO) da Universidade Federal de Viçosa – UFV, conforme procedimentos descritos por Silva (1990).

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância (ANOVA) e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, adotando-se o nível máximo de 8% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no fenômeno biológico em estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Variáveis físico-químicas da água

Durante o período experimental, as análises das variáveis físico-químicas da água, apresentadas na Tabela 2, demonstraram que o sistema de recirculação e aquecimento foi eficiente, mantendo a qualidade da água em níveis aceitáveis para a espécie, recomendados por Boyd (1982), Piper *et al.* (1982) e Kubitzka (2000).

Tabela 2. Valores médios das variáveis físico-químicas da água durante o período experimental

Variáveis físico-químicas	20,0°C	24,0°C	28,0°C	32,0°C
Temperatura (°C)	20,53	24,04	27,92	31,76
O <sub>2</sub> D (mg/l)	7,20	6,80	6,60	6,50
pH	6,58	6,18	6,36	6,29
NH <sub>3</sub> total (mg/l)	0,114	2,328	2,380	3,476
NH <sub>3</sub> <sup>(1)</sup> (mg/l)	0,00014	0,00396	0,00524	0,00998
NH <sub>3</sub> <sup>(1)</sup> (%)	0,12	0,17	0,22	0,29

<sup>(1)</sup> % amônia tóxica (não ionizada) presente na amônia total em pH 6,0 – 6,5 (Kubitzka, 2000).

Embora o tratamento correspondente à temperatura de 20,0° C tivesse sido menos estável, devido à elevação repentina atípica da temperatura ambiente no mês de agosto e por não haver mecanismos eficazes para o resfriamento da água, a variação ( $20,53 \pm 0,47^\circ \text{C}$ ) não comprometeu os resultados.

Os níveis de oxigênio na água:  $7,20 \pm 0,10$ ;  $6,80 \pm 0,12$ ;  $6,60 \pm 0,21$  e  $6,50 \pm 0,28 \text{ mg O}_2/\text{l}$ , nas temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C, respectivamente, foram satisfatórios, estando próximos aos valores de saturação, entre 7,3 e 7,4 mg O<sub>2</sub>/l. De acordo com Kubitza (2000), tilápias com peso entre 10,0 e 25,0 g suportaram níveis entre 0,4 e 0,7 mg O<sub>2</sub>/l por algumas horas, e quando a aeração foi fornecida, ocorreu melhora de 18 a 21% no crescimento, de 3 a 5% na sobrevivência e de 21 a 25% na produção. Papoutsoglou e Tziha (1996) verificaram que o aumento da concentração de oxigênio na água, de 2,63 para 6,51 mg/l, melhorou o crescimento e a conversão alimentar da tilápia azul (*Oreochromis aureus*), que passou de 2,9 para 1,9. Ali *et al.* (2003) concluíram que o consumo de oxigênio de tilápias (*O. niloticus*) aumentou com a elevação da temperatura e com o aumento da frequência alimentar. Neste experimento, a aeração suplementar minimizou a perda de oxigênio da água causada pela frequência de alimentação (quatro vezes/dia) e pela elevação da temperatura.

Os valores de pH observados durante o experimento:  $6,58 \pm 0,13$ ;  $6,18 \pm 0,21$ ;  $6,36 \pm 0,21$  e  $6,29 \pm 0,15$ , respectivamente, nas temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C, auxiliaram na manutenção dos níveis baixos de amônia não ionizada (tóxica), que ficaram abaixo de 0,01 mg de NH<sub>3</sub>/l (Tabela 2), não trazendo riscos aos animais. A amônia e o nitrito são as principais substâncias

ictiotóxicas presentes no meio aquático e seus efeitos variam com o pH, a temperatura e o teor de oxigênio dissolvido (Morais *et al.*, 2004).

O pH da água para as tilápias deve estar entre 6,0 e 8,5 e, níveis de amônia não ionizada acima de 0,2 mg/l provocam toxidez crônica, prejudicando o crescimento e a resposta imune (Kubitza, 2000; Morais *et al.*, 2004). Boscolo *et al.* (2001) referiram-se às tilápias como extremamente rústicas e facilmente adaptáveis a diferentes condições climáticas, fato este confirmado no presente estudo.

### **3.2. Desempenho das tilápias**

Os resultados do desempenho e os índices zootécnicos são apresentados na Tabela 3. Ao final do experimento, os animais atingiram o peso de  $3,135 \pm 0,340$ ;  $14,088 \pm 1,362$ ;  $29,813 \pm 2,374$  e  $48,589 \pm 5,181$  g, respectivamente nas temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C.

Foi observado efeito ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo de ração aparente (CRA), o de proteína bruta (CPB), sobre o peso médio final (PMF), o ganho de biomassa do aquário (GB) e a taxa de crescimento específico (TCE), que aumentaram de forma linear em razão da elevação da temperatura da água. Estes resultados estão consistentes com os relatados por Kubitza (2000), com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que apresentaram melhor desempenho nas temperaturas entre 27,0 e 32,0° C. Sardela *et al.* (2004) verificaram alta atividade natatória e frequência respiratória em tilápias híbridas (*O. mossambicus* X *O. uroleps*) na temperatura de 35,0° C; comportamento semelhante foi verificado no presente trabalho, no tratamento correspondente à temperatura de 32,0° C.

Tabela 3. Características de desempenho produtivo dos juvenis de tilápia tailandesa em função da temperatura

Variáveis	Médias				Equação de Regressão	Ponto de Inflexão (°C)	R <sup>2</sup> /r <sup>2</sup>	CV (%)
	20,0°C	24,0°C	28,0°C	32,0°C				
Peso inicial (g)	0,831	0,832	0,840	0,838	—	—	—	—
Peso final (g) <sup>(1)</sup>	3,135	14,088	29,813	48,589	$\hat{Y} = - 74,3504 + 3,77571T$	—	0,9861	12,117
Ganho de peso individual (g) <sup>(1)</sup>	2,304	13,256	28,973	47,751	$\hat{Y} = - 75,1652 + 3,77492T$	—	0,9861	12,574
Ganho de biomassa (g) <sup>(1)</sup>	23,048	130,389	274,880	414,249	$\hat{Y} = - 644,2290 + 32,8689T$	—	0,9958	28,461
Consumo de ração aparente (g) <sup>(1)</sup>	41,332	150,253	302,625	424,396	$\hat{Y} = - 616,5210 + 32,5460T$	—	0,9960	22,746
Consumo de proteína bruta (g) <sup>(1)</sup>	13,226	48,081	96,840	135,806	$\hat{Y} = - 197,2870 + 10,4147T$	—	0,9960	22,746
Conversão alimentar aparente <sup>(2)</sup>	1,79	1,15	1,10	1,04	$\hat{Y} = 8,99913 - 0,54887T + 0,009413T^2$	29,15	0,9483	9,076
Taxa de crescimento específico <sup>(1)</sup>	2,41	5,14	6,49	7,38	$\hat{Y} = - 5,34593 + 0,412157T$	—	0,9358	3,428
Taxa de eficiência protéica <sup>(2)</sup>	1,736	2,712	2,834	3,022	$\hat{Y} = - 8,16872 + 0,746715T - 0,0124596T^2$	29,96	0,9561	5,797

<sup>(1)</sup> Efeito linear ( $P < 0,01$ )

<sup>(2)</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,01$ ).

O consumo de ração aparente (CRA) apresentado pelas tilápias, neste trabalho, foi linear em todas as temperaturas testadas, porém em 20,0° C, este, bem como as demais características de desempenho foram prejudicados (Tabela 3).

Os resultados do consumo de ração obtidos foram semelhantes aos de Carneiro *et al.* (1990), que relataram diminuição no consumo de ração e de ganho de peso de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), em função da redução das temperaturas da água e que, em temperaturas inferiores a 24,0° C não houve consumo.

Os tratamentos influenciaram ( $P<0,01$ ) a conversão alimentar aparente (CAA), sob efeito quadrático, que melhorou de 1,79 a 1,0, com a elevação da temperatura até 29,15° C tendendo a piorar a partir deste ponto (Tabela 3). Baldisseroto (2002) observou que temperaturas às quais são verificadas as maiores taxas de consumo de alimento, resultando em crescimento máximo, em geral, não corresponderam a melhores resultados de conversão alimentar. Neste trabalho isso ficou evidente, uma vez que a taxa de crescimento específico (TCE) aumentou linearmente ( $P<0,01$ ), assim como o ganho de peso (GP), enquanto a conversão alimentar aparente (CAA) melhorou somente até 29,15° C (Tabela 3).

Graeff e Amaral Júnior (2004) relataram que tilápia do Nilo apresenta variação sazonal de crescimento, tendo uma redução e até uma paralisação no crescimento durante o inverno, com a diminuição da temperatura (abaixo de 18,0° C). Estes autores verificaram, ainda, que temperaturas entre 23,6 e 24,8° C aparentemente não trouxeram prejuízos ao crescimento dos juvenis, o que demonstra grande adaptabilidade da espécie. Piedras *et al.* (2004)

verificaram que o fator que impediu a manutenção da taxa de crescimento específico de juvenis de jundiá (*Ramdia quelen*) em seu valor máximo, na temperatura mais elevada (26,0° C), foi, possivelmente, a concentração de oxigênio dissolvido. Segundo Popma e Masser (1999), a temperatura ótima para tilápia está entre 29,44 e 31,11° C, e o crescimento nesta faixa de temperatura é três vezes maior que aos 22,2°C. Isso pôde ser verificado neste experimento, em que a TCE passou de 2,41 em 20,0° C para 7,38 em 32,0° C (Tabela 3).

A taxa de eficiência protéica (TEP) teve efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), apresentando valor máximo calculado em 29,96° C (Tabela 3). Valores semelhantes para TEP foram encontrados por Hisano *et al.* (2003), que substituíram parte do farelo de soja da ração por glúten de milho.

A melhora observada na eficiência de utilização da PB para ganho de peso (GP), pode estar relacionada com um possível aumento na digestibilidade da PB. De acordo com os resultados de Usmani e Jafri (2002), a digestibilidade da proteína e de outros nutrientes das rações para duas espécies de bagre (*Clarias gariepinus* e *Heteropneustes fossilis*) melhorou com a elevação da temperatura de 18,0 para 28,0° C, mas, não de 28,0° C para 38,0° C. Resultados semelhantes foram obtidos por Azevedo *et al.* (1998), com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), em que a elevação da temperatura resultou em aumento da digestibilidade da matéria seca, do nitrogênio e da energia, com conseqüente redução da produção de efluentes/kg de peixe produzido.

As taxas de mortalidade (0,0; 1,67; 5,0 e 14,0% nos tratamentos correspondentes às temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C,

respectivamente) estão apresentadas na Figura 1. O valor mais elevado, 14%, foi verificado no tratamento correspondente à temperatura de 32,0° C.

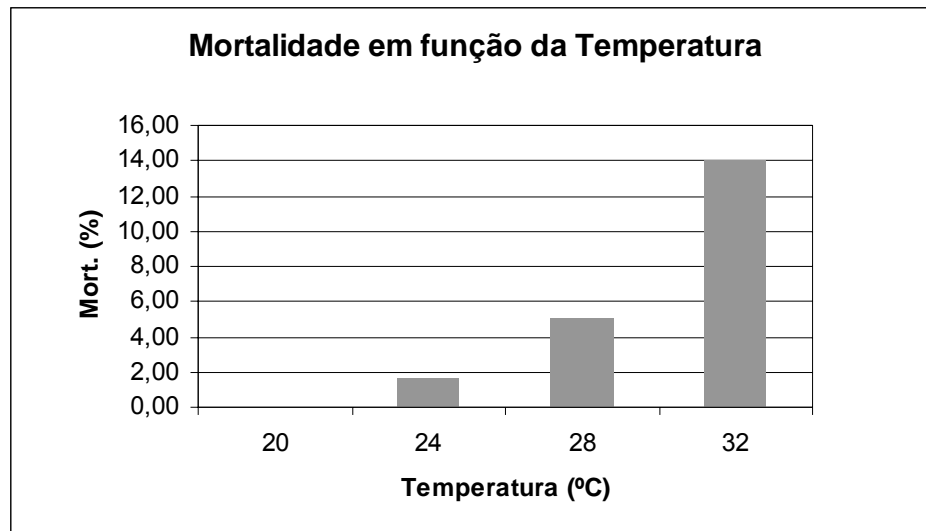


Figura 3. Taxas de mortalidade de tilápia tailandesa, na fase juvenil, em diferentes temperaturas.

Não foi possível identificar os motivos da elevada mortalidade, mas, possivelmente, estão relacionados, direta ou indiretamente, com a temperatura. Este fator, porém, parece não ter comprometido os resultados de desempenho produtivo encontrados.

Graeff e Amaral Junior. (2004) relataram que as taxas de sobrevivência entre 85,29 e 96,47% são consideradas ótimas para tilápias do Nilo produzidas em tanque-rede em 23,6 a 24,8° C. Dominguez *et al.* (2005) verificaram uma redução significativa na atividade de lisozimas, consideradas substâncias não específicas de defesa, no plasma periférico, em tilápias mantidas em 33,0° C por quatro semanas, o que sugere a redução da imunidade em temperaturas

elevadas e, conseqüentemente, a elevação da mortalidade. Segundo os mesmos autores, temperaturas elevadas podem promover menor resposta fisiológica para diversas funções, embora os peixes possam tolerar tais temperaturas. Sifa *et al.* (2002) verificaram 100% de mortalidade de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a 7,4° C. Estes autores comentaram que embora algumas variedades de tilápias na China estejam adaptadas a baixas temperaturas, é no período quente que ocorre o rápido crescimento.

### **3.3. Composição corporal e relações morfométricas das tilápias**

Os dados da composição corporal das tilápias são apresentados na Tabela 4. Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,08$ ) dos tratamentos sobre o teor de matéria seca corporal, que atingiu um valor mínimo na temperatura estimada de 23,72° C, sobre o teor de proteína bruta, que aumentou até a temperatura estimada de 29,24° C e sobre a porcentagem de extrato etéreo, que reduziu até a temperatura de 29,39° C (Tabela 4).

A deposição média diária de proteína, expressa pela taxa de deposição protéica (TDP), aumentou, de forma linear ( $P < 0,01$ ), em função da temperatura. No tratamento correspondente à temperatura de 32,0°C, a deposição de proteína foi 17,6 vezes maior que em 20,0° C, o que explica a marcante diferença no crescimento dos peixes com a elevação da temperatura.

De modo semelhante, a deposição média de gordura corporal das tilápias, expressa pela taxa de deposição de gordura (TDG), aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ) com a elevação da temperatura, sendo 14,8 vezes maior em 32,0 que em 20,0° C. Justi *et al.* (2005) verificaram efeitos da temperatura

Tabela 4. Composição corporal de juvenis de tilápia tailandesa em função da temperatura

Variáveis	Médias					Equações	Ponto de Inflexão (°C)	R <sup>2</sup> /r <sup>2</sup>	CV (%)
	Inicial	20,0°C	24,0°C	28,0°C	32,0°C				
Matéria seca (%) <sup>(1)</sup>	24,87	25,17	24,98	25,25	26,69	$\hat{Y} = 39,3876 - 1,2234T + 0,0258T^2$	23,72	0,9850	3,373
Matéria seca (g) <sup>(2)</sup>	0,207	0,789	3,519	7,530	12,944	$\hat{Y} = - 21,0160 + 1,04079T$	—	0,9770	10,788
Proteína bruta (% na MS) <sup>(1)</sup>	66,38	49,82	52,25	53,42	53,11	$\hat{Y} = 16,7961 + 2,5087T - 0,0429T^2$	29,24	0,9995	2,922
Proteína bruta corporal (g) <sup>(2)</sup>	0,138	0,394	1,837	4,023	6,863	$\hat{Y} = - 11,2438 + 0,555506T$	—	0,9782	9,722
Taxa deposição protéica (g/dia) <sup>(2)</sup>	—	0,007	0,033	0,073	0,125	$\hat{Y} = - 0,204432 + 0,0101001T$	—	0,9782	9,722
Extrato etéreo (% na MS) <sup>(1)</sup>	13,71	34,24	32,51	30,90	31,50	$\hat{Y} = 63,6243 - 2,2123T + 0,0376T^2$	29,39	0,9507	3,910
Extrato etéreo corporal (g) <sup>(2)</sup>	0,028	0,270	1,145	2,329	4,072	$\hat{Y} = - 6,49990 + 0,323330T$	—	0,9741	10,985
Taxa deposição gordura (g/dia) <sup>(2)</sup>	—	0,005	0,021	0,042	0,074	$\hat{Y} = - 0,118180 + 0,00587872T$	—	0,9741	10,985

<sup>(1)</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,08$ ).

<sup>(2)</sup> Efeito linear ( $P < 0,01$ ).

no desempenho de tilápias (*O. niloticus*), mas, não houve efeito no perfil de ácidos graxos corporais. Para esses autores, além da influência da temperatura, o teor de gordura corporal é um reflexo direto do nível de inclusão de gordura na ração.

Embora o excesso de gordura na carcaça seja indesejável, pois o seu acúmulo na cavidade visceral reduz o rendimento de filé, certo nível de gordura é necessário para que sejam mantidas as propriedades organolépticas da carne (Meurer *et al.*, 2002; Boscolo *et al.*, 2004).

As características das vísceras, as relações morfométricas e o fator de condição encontram-se na Tabela 5. Os pesos de vísceras e do fígado aumentaram ( $P < 0,01$ ) linearmente com a elevação da temperatura, porém os índices hepatovisceral (IHV) e hepatossomático (IHS) decresceram de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) até as temperaturas de 28,23 e 27,53° C, respectivamente. O IHV maior no tratamento correspondente à temperatura de 20,0° C (32,94%) indica um maior acúmulo de reservas energéticas no fígado, uma vez que a demanda metabólica foi menor. Com a elevação da temperatura, a proporção entre fígado e vísceras diminuiu, até a temperatura estimada de 28,23° C, sugerindo, em parte, o consumo de reservas energéticas para atender às demandas metabólicas. Outra possível resposta para tal situação é a diferença na velocidade de crescimento dos tecidos e órgãos, indicando que a deposição de proteína e gordura nos tecidos (vísceras e músculos) foi mais rápida que o crescimento do fígado, que pode ser confirmado, dentre outras variáveis analisadas, pelo comprimento do intestino, que aumentou 3,3 vezes em 32,0° C comparado à temperatura de 20,0°C (Tabela 5).

Tabela 5. Características de vísceras, relações morfométricas e fator de condição de tilápia tailandesa, na fase juvenil, em função da temperatura

Variáveis	Médias				Equações	Ponto de Inflexão (°C)	R <sup>2</sup> /r <sup>2</sup>	CV (%)
	20,0°C	24,0°C	28,0°C	32,0°C				
Comprimento total (cm) <sup>(1)</sup>	5,799	9,264	11,88	13,921	$\hat{Y} = - 7,43051 + 0,679328T$	—	0,9858	3,472
Comprimento Intestinal (cm) <sup>(2)</sup>	25,917	62,175	83,650	85,910	$\hat{Y} = - 414,641 + 32,6277T - 0,530538T^2$	30,75	0,9996	13,054
Coefficiente Intestinal <sup>(2)</sup>	4,460	6,703	7,035	6,162	$\hat{Y} = - 29,4442 + 2,67287T - 0,0487963T^2$	27,39	0,9937	11,470
Peso de vísceras (g) <sup>(1)</sup>	0,366	1,428	3,426	5,369	$\hat{Y} = - 8,14887 + 0,413774T$	—	0,9843	25,968
Peso de fígado (g) <sup>(1)</sup>	0,118	0,190	0,432	0,715	$\hat{Y} = - 0,943805 + 0,0501985T$	—	0,9416	28,170
Índice Hepatovisceral (IHV) (%) <sup>(2)</sup>	32,94	13,39	12,49	13,29	$\hat{Y} = 2,70327 - 0,184449T + 0,0032674T^2$	28,23	0,9531	22,631
Índice Hepatosomático (IHS) (%) <sup>(2)</sup>	3,75	1,35	1,43	1,47	$\hat{Y} = 0,315699 - 0,02116584T + 0,000384358T^2$	27,53	0,9211	22,459
Fator de condição alométrico (K) <sup>(2)</sup>	0,016	0,007	0,006	0,015	$\hat{Y} = 0,197686 - 0,0147374T + 0,000282169T^2$	26,11	0,9884	2,445

<sup>(1)</sup> Efeito linear ( $P < 0,01$ )

<sup>(2)</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,01$ )

### 3.4. Relação peso-comprimento e fator de condição

O fator de condição alométrico da tilápia tailandesa, na fase juvenil, em função da temperatura, está apresentado na Tabela 5.

O aumento da temperatura influenciou ( $P < 0,01$ ) o comprimento total e o peso final dos peixes que aumentaram de forma linear (5,799, 9,264; 11,880 e 13,920 cm e 3,135; 14,088; 29,813 e 48,589 g, nas temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C, respectivamente). Entretanto, esses resultados são insuficientes para que se possa concluir quanto à melhor resposta em função da temperatura, se não forem considerados os dados do estado nutricional dos peixes. Bolger e Connolly (1989) destacaram a necessidade de cautela em tais interpretações, quando os resultados são obtidos por índices que tem como base somente os dados de comprimento e peso.

O coeficiente alométrico  $b$  da equação de regressão em função da temperatura foi acima de 3,0 (3,0032; 3,3833; 3,4499 e 3,046, nas temperaturas de 20,0; 24,0; 28,0 e 32,0° C, respectivamente) permitindo inferir que a alometria foi positiva ( $b > 3,0$ ) para todos os tratamentos, embora em 20,0° C o coeficiente  $b$  se aproxime de 3,0, podendo ser considerado como isometria ( $b = 3,0$ ). Isso indica que o crescimento em 20,0° C foi proporcional entre o peso e o comprimento. Nos demais tratamentos o crescimento em tamanho (comprimento total) foi proporcionalmente menor que o crescimento em peso.

Gomiero (2005) relatou que mudanças nas exigências nutricionais relacionadas à mudança na hidrodinâmica ambiental refletem rigorosamente no crescimento alométrico de peixes. Isso implica no desenvolvimento precoce da cabeça, olhos, cérebro, arcos branquiais e crescimento das fibras musculares

para melhoria da captura de alimento. Santos *et al.* (2004) relacionaram a alometria positiva com investimento em crescimento como mecanismo para suportar condições adversas.

O uso de valores diferenciados do coeficiente  $b$  para diferentes temperaturas demonstrou ser adequado para este tipo de ensaio, pois além das diferenças de ambiente (temperatura), os animais se apresentaram em diferentes classes de tamanho, não sendo adequada a adoção um valor único para o coeficiente alométrico  $b$ .

Com base nos valores obtidos de  $b$  para cada temperatura testada, o fator de condição alométrico ( $K$ ) foi reduzido (Tabela 5), atingindo o valor mínimo de 0,0052 na temperatura estimada de 26,11° C, passando a aumentar com a elevação da temperatura a partir deste ponto. Isso indica que a condição de “bem-estar” das tilápias neste ensaio melhorou a partir de 26,11° C. Anibeze (2000) atribuiu os valores mais elevados de  $K$  do bagre (*Heterobranchus longifilis*) no período chuvoso à maior disponibilidade de alimento e desenvolvimento gonadal (aumento do peso em relação ao tamanho corporal).

As tilápias deste trabalho, na fase juvenil, não apresentam maturação gonadal. O que pode justificar o aumento no fator de condição a partir de 26,11° C é a deposição diária de proteína (TDP), que contribuiu com o aumento no peso de vísceras, tecidos e, especialmente, músculo. No tratamento correspondente à temperatura de 20,0° C, o valor elevado de  $K$  (0,016) pode ser atribuído ao elevado peso de fígado em relação ao de vísceras (IHV = 32,94%) comparado aos demais tratamentos (13,39; 12,49; 13,29% nas temperaturas de 24,0; 28,0 e 32,0° C, respectivamente).

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram concluir que a faixa de temperatura mais adequada às tilápias (*Oreochromis niloticus*) da linhagem tailandesa, na fase juvenil, é de 28,0 a 32,0° C, com melhoria no desempenho produtivo e na composição corporal. As relações morfométricas demonstraram maior deposição de tecidos, dentre os quais o muscular, com a elevação da temperatura.

A alometria positiva das tilápias em todas as temperaturas indica que o crescimento, nesta fase de vida, é proporcionalmente maior em peso do que em comprimento.

Embora nos tratamentos correspondentes às temperaturas de 20,0 e 24,0° C a sobrevivência tenha sido de 100,0 e 98,3%, respectivamente, estas temperaturas não são adequadas para as tilápias tailandesas na fase juvenil, com significativa redução no desempenho, com menor deposição de proteína corporal, pior conversão alimentar e, conseqüentemente, atraso no crescimento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDURAHIMAN, K. P.; HARISHNAYAK, T.; ZACHARIA, P. U.; *et al.* 2004. Length-weight relationship of commercially important marine fishes and shellfishes of the southern coast of Karnataka, India. *NAGA, WorldFish Center Quarterly*, v. 27, n 1-2, p. 9-14.
- ALI, T. S.; MOÑINO, A.; CERDA, M. J. 2003. Primeros ensayos de determinación del consumo de oxígeno de juveniles de Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) bajo diferentes condiciones de temperatura y frecuencia alimentaria. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 2. *Anais...* 2003. p. 885-890 (<http://www.civa2003.org>, acessado em 18/08/2004).
- ANIBEZE, C. I. P. 2000. Length-Weight Relationship and Relative Condition of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes) from Idodo River, Nigeria. *Naga*, v. 23, n. 2, p. 34-35.
- AZEVEDO, P. A.; CHO, C. Y.; LEESON, S.; *et al.*, 1998. Effects of feeding level and water temperatura on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Living Res.* v. 11, n. 4, p. 227-238.
- BALDISSEROTO, B. 2002. *Fisiologia de Peixes Aplicada à Piscicultura*. Santa Maria: UFSM. 2002. 212p.
- BEAMISH, F. W. H. 1978. Swimming capacity. In: HOAR, W. S., RANDALL, D. J. (ed.) *Fish Physiology*, v. 7. New York: Academic Press, p. 101-187.
- BERNATCHEZ, L.; DODSON, J. J. 1985. Influence of temperature and current speed on the swimming capacity of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) and cisco (*C. artedii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 42, n. 7, p. 1522-1529.

- BOLGER, T.; CONNOLLY, P. L. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *J. Fish Biol.*, v. 34, n. 2, p. 171-182.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; *et al.* 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 5, p.1391-1396.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; WOLFF, L. 2004. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 26, no. 4, p. 443-447.
- BOYD, C. E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture – Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 9. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. 318p.
- BRETT, J. R. 1971. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Am. Zool.* v.11, n. 1, p. 99-113.
- BROWN, M. E. 1964. Experimental studies on growth. In: Brown, M. E. (Ed.). *The Physiology of Fishes*. v.1. New York: Academic Press. p. 361-400.
- BUSACKER, G. P.; ADELMAN, I. R.; GOOLISH, E. M. 1990. Growth. In: SCHRECK, C. B., MOYLE, P. B. (eds.). *Methods for Fish Biology*. Bethesda: American Fisheries Society. p.363-387.
- CARNEIRO, D. J.; RANTIN, F. T.; DIAS, T. C. R. *et al.* 1990. Níveis de proteína e energia bruta em dietas práticas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus*, em diferentes temperaturas. I – Efeitos sobre o desempenho de produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7, Natal, RN. *Resumos...* ,p.62
- CAMPANA, S. E.; MOHN, R. K.; SMITH, S. J.; *et al.* 1996. Reply: spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.53,n. 12, p.2912-2914.
- DICKSON, I. W., KRAMER, R. H. 1971. Factors influencing scope for activity and active and standard metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Bd. Can.* v. 28, p. 587-596.
- DOMINGUEZ, M.; TAKEMURA, A.; TSUCHIYA, M. 2005. Effects of changes in environmental factors on the non-specific immune response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquac. Res.*, v. 36, p. 391–397.

- EL-SAYED, A. F. M. 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquac. Res.*, v. 33, n. 8, p. 621-626.
- GOMIERO, J. S. G. 2005. *Curvas de crescimento morfométrico e alométrico de piracanjuba (Brycon orbignyanus)*. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA. 36 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- GRAEFF, A.; AMARAL JUNIOR, H. 2004. Produção de juvenis de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em tanque-rede como opção econômica para regiões de clima desfavorável para engorda anual. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 3. *Anais...* 2004. p. 190-196. (<http://www.civa2004.org>, acessado em 08/03/2005),
- HISANO, H.; GONÇALVES, G. S.; ZUANON, J. A. S.; *et al.* 2003. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 25, n. 2, p. 255-260.
- HOUSTON, A. H. 1982. *Thermal Effects Upon Fishes*. National Research Council Canada Publication, n.18566, p. 1-200.
- IMSLAND, A. K.; JONASSEN, T. M. 2001. Regulation of growth in turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L): aspects of environment x genotype interactions. *Rev. Fish Biol. and Fish.* 11, 71–90.
- JOBLING, M. 1997. Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature. In: Wood, C. M., McDonald, D. G. (eds.), *Global Warming: Implication for Freshwater and Marine Fish*. Society for Experimental Biology, Seminar Series, v. 61. Cambridge: Cambridge Univ. Press, p. 225–253.
- JOHNSTON, I. A. AND TEMPLE, G. K. 2002. Review: thermal plasticity of skeletal muscle phenotype in ectothermic vertebrates and its significance for locomotor behavior. *J. Experim. Biol.*, v. 205, n. 15, p. 2305-2322.
- JUSTI, K. C.; PADRE, R. G.; HAYASHI, C.; *et al.* 2005. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 27, n. 4, p. 529-534.
- KUBITZA, F. 2000. *Tilápia – Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial*. Jundiaí: Fernando Kubitza. 289p.
- LE CREN, C .P. 1951. Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, v. 20, n. 2, p.201-219.
- LEE, C. G., FARRELL, A. P., LOTTO, A., *et al.* 2003. The effect of temperature on swimming performance and oxygen consumption in adult sockeye

- (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon stocks. *Journal of Experimental Biology*, v. 206, p. 3239-3251.
- LIMA-JUNIOR, S. E.; CARDONE, I. B.; GOITEIN, R. 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 397-400.
- MARTELL, D. J.; KIEFFER, J. D.; TRIPPEL, E. A. 2005. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. *J. Fish Biol.* v. 66, p.1558–1575.
- MEURER, F. *et al.* 2002. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.02, p.566-573.
- MORAIS, D. M.; MELO JÚNIOR, H. N.; LUCAS, J. M. S. 2004. Efeitos da amônia e do nitrito sobre a tilápia chitralada (*Oreochromis niloticus*) cultivada em água residual de dessalinizador com dureza total 1 200 ppm de CaCO<sub>3</sub>. In: Congresso Iberoamericano Virtual de Aqüicultura – CIVA 2004, 3. *Anais...* p. 729-735 (<http://www.civa2004.org>).
- PAPOUTSOUGLOU, S. E.; TZIHA, G. 1996. Blue tilapia (*Oreochromis aureus*) growth rate in relation to dissolved oxygen concentration under recirculated water conditions. *Aquac. Eng.*, v. 15, n. 3, p. 181-192.
- PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. 2004. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. *B. Inst. Pesca*, v. 30, n. 2, p. 177-182.
- PIPER, R. G.; McELWAIN, I. B.; ORME, L. E.; *et al.* 1982. *Fish Hatchery Management*. Washington: U.S. Department of Interior. 517p.
- POPMA, T.; MASSER, M. 1999. *Tilápia life history and biology*. Southern Regional Aquaculture Center Publication, n. 283.
- REZK, M. A.; KAMEL, E. A.; RAMADAN, A. A. *et al.* 2002. Comparative growth of Egyptian tilapias in response to declining water temperature. *Aquaculture*, v. 207, n. 1-4, p. 239– 247.
- ROCHA, M. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. 1997. Comparação entre os fatores de condição de Fulton e Alométrico em curimatá (*Prochilodus lineatus*) criados em dois ambientes. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v. 5, n. supl. 1, p. 459-460.
- ROCHA LOURES, B. T. R., RIBEIRO, R. P., VARGAS, L., *et al.* 2001. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 4, p. 877-883.

- SANTOS, A. L. B., PESSANHA, L. M., COSTA, M. R. *et al.* 2004. Relação peso-comprimento de *Orthopristis ruber* Cuvier (Teleostei, Haemulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 21, n. 2, p. 185–187.
- SARDELLA, B. A.; COOPER, J.; GONZALEZ, R. J.; *et al.* 2004. The effect of temperature on juvenile Mozambique tilapia hybrids (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) exposed to full-strength and hypersaline seawater. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, v. 137, n. 4, p. 621–629.
- SIFA, L.; CHENHONG, L.; DEY, M.; *et al.* 2002. Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. *Aquaculture*, v. 213, n. 1-4, p.123-129.
- SILVA, D. J. 1990. *Análise de Alimentos – Métodos Químicos e Biológicos*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.165p.
- SUN, L. T.; CHEN, G. R.; CHANG, C. F. 1992. The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. *J. Therm. Biol.*, v. 17, n. 3, p. 149-153.
- USMANI, N.; JAFRI, A. K. 2002. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. *Aquac. Res.*, v. 33, n. 12, p. 959-967.
- WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; *et al.* 2004. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 26, n. 2, p. 187-196.