

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**DANIEL PEREIRA DA COSTA**

**EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO DESEMPENHO E VARIÁVEIS  
HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE JUVENIS  
DE PACAMÃ *Lophiosilurus alexandri***

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2012**

**DANIEL PEREIRA DA COSTA**

**EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO DESEMPENHO E VARIÁVEIS  
HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE JUVENIS  
DE PACAMÃ *Lophiosilurus alexandri***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2012**

## Ficha Catalográfica

Dissertação defendida e aprovada no dia 11 de junho de 2012, pela Comissão  
Examinadora constituída por:

---

**Prof. Dr. Ronald Kennedy Luz**  
**Orientador**

---

**Prof. Dr. Nilo Bazzoli**

---

**Prof. Dr. Kleber Campos Miranda Filho**

---

**Dr. Rodrigo Takata**

Aos meus pais, minha mulher, meus familiares e meus sinceros amigos, dedico esse trabalho...

## **Agradecimentos**

Pela ajuda necessária e determinante para a realização desse trabalho agradeço aos envolvidos desejando-lhes que o tempo e recursos gastos neste projeto sejam-lhes revertidos em bons momentos de vivência e esses lhes tragam satisfação, vida plena e cheia de tudo que almejam.

Ao meu orientador Professor Ronald Kennedy Luz, pela orientação, ajuda e pela compreensão das condições adversas inerentes a conciliação do trabalho e do estudo.

A equipe de alunos de iniciação científica orientada pelo professor Ronald: Aline L. Ikeda, André E. H. Santos, Lucas A. Rodrigues, Reinaldo M. Filho e Walisson S. Silva, pelo esforço e auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários técnico-administrativos do Laboratório de Aquacultura, Érika e Gabriel, pela prestatividade, educação, gentileza e companheirismo com que tratam a todos os estudantes e demais colegas de trabalho. Através deles faço referência a todos os demais funcionários da UFMG.

Aos professores do LAQUA Edgar, Paula e Kleber, pelo auxílio e disposição em ajudar e pelo respeito ao trabalho dos estudantes. Por eles cumprimento aos demais professores da Pós-graduação em Zootecnia da UFMG.

A professora Fabíola de Oliveira Paes Leme e sua equipe pelo auxílio com as análises hematológicas e bioquímicas.

Aos membros da banca de avaliação da dissertação em especial ao Professor convidado Nilo Bazzoli da PUC Minas.

Aos alunos da pós-graduação Daniela, Márcio, Nelmara, Nilda, Rodrigo e Samuel pela ajuda e pelo companheirismo e amizade. Ao parceiro de estudos e amigo Giovanni. Através deles estendo meu apreço pelos demais colegas da Pós-graduação em Zootecnia da UFMG.

Ao Pedro, Wandemberg, Gustavo e Alexandre por me acolher no apartamento onde morávamos no bairro Ouro Preto e a todos nossos bons vizinhos da região da Pampulha.

Ao estagiário Matheus que sempre esteve disposto a ajudar a todos no LAQUA.

A minha família e amigos sempre presentes apesar da distância.

Às instituições, UFMG pela experiência de ser aluno dessa Universidade, ao CNPq e a Fapemig pelo financiamento do projeto de pesquisa.

*“Hoje levantei cedo pensando no que tenho a fazer antes que o relógio marque meia noite. É minha função escolher que tipo de dia vou ter hoje. Posso reclamar porque está chovendo ou agradecer às águas por lavarem a poluição. Posso ficar triste por não ter dinheiro ou me sentir encorajado para administrar minhas finanças, evitando o desperdício. Posso reclamar sobre minha saúde ou dar graças por estar vivo. Posso me queixar dos meus pais por não terem me dado tudo o que eu queria ou posso ser grato por ter nascido. Posso reclamar por ter que ir trabalhar ou agradecer por ter trabalho. Posso sentir tédio com o trabalho doméstico ou agradecer a Deus. Posso lamentar decepções com amigos ou me entusiasmar com a possibilidade de fazer novas amizades. Se as coisas não saíram como planejei posso ficar feliz por ter hoje para recomeçar. O dia está na minha frente esperando para ser o que eu quiser. E aqui estou eu, o escultor que pode dar forma. Tudo depende só de mim”.*

*Charles Chaplin*

## Sumário

Lista de tabelas .....	9
Lista de Ilustrações.....	9
Resumo .....	11
Abstract.....	12
1.Introdução.....	13
2. Revisão de literatura.....	13
2.1 O pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> .....	13
2.2 Efeito da temperatura da água em peixes .....	17
3. Material e métodos .....	21
4. Resultados .....	25
5. Discussão.....	36
6. Conclusões.....	41
Referências bibliográficas.....	42

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Composição da dieta experimental (g/100g de dieta) .....	23
Tabela 2. Desempenho de juvenis de pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a diferentes temperaturas da água. ....	34
Tabela 3. Variáveis sanguíneas de juvenis de pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a diferentes temperaturas da água. ....	35
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da água de criação de juvenis de pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> nos diferentes tratamentos.....	35

## Lista de Ilustrações

Figura 1 - Pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> em aquário visto de frente (foto do autor). ....	15
Figura 2 - Pacamã <i>Lophiosilurus alexandri</i> em aquário em vista lateral (foto do autor).....	16
Figura 3 - Peso final de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	26
Figura 4 -Ganho de peso de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	26
Figura 5 - Ganho em comprimento de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	27
Figura 6 - Ganho de biomassa de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	27
Figura 7 - Taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia) de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	28
Figura 8 - Conversão alimentar de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	28
Figura 9 - Taxa de consumo por peso vivo de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	29
Figura 10 - Hemoglobina de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	29
Figura 11 - Hematócrito de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	30

Figura 12 - Proteína plasmática de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	30
Figura 13 - Colesterol de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	31
Figura 14 - Glicose de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.....	31
Figura 15 - Oxigênio dissolvido na água de criação de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	32
Figura 16 - Potencial Hidrogeniônico na água de criação de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	32
Figura 17 - Amônia total na água de criação de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento. ....	33

**EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA NO DESEMPENHO E VARIÁVEIS  
HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE JUVENIS  
DE PACAMÃ *Lophiosilurus alexandri***

**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas da água no desempenho, variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri*. Juvenis foram estocados em 16 tanques na densidade de 3 juvenis/9 L de água. Os animais passaram por período de aclimação de três semanas às condições experimentais. Após o período de aclimação, juvenis com  $30,61 \pm 3,65$  g foram submetidos a quatro temperaturas da água, a saber: 23, 26, 29 e 32°C com quatro repetições cada. Durante dois dias a temperatura de cada tratamento foi ajustada gradativamente até a desejada. A alimentação foi realizada duas vezes ao dia (8 e 17h) com ração formulada contendo 43% de PB na proporção de 4% da biomassa diariamente. O experimento teve duração de 35 dias. Os dados foram submetidos à análise de regressão ou a ANOVA e posterior teste de SNK a 5% de probabilidade. A sobrevivência nas diferentes temperaturas da água foi de 100%. Para o peso final, comprimento final, ganho em peso, ganho em comprimento, ganho de biomassa, taxa de crescimento específica diária (TCE), conversão alimentar e consumo diário de ração, houve efeito quadrático. Segundo a derivação das equações, a temperatura para maior peso final, comprimento final, ganho de peso, ganho de biomassa e TCE seria a de 27,7°C. Para o ganho em comprimento, a melhor temperatura seria a de 27,3°C, enquanto a melhor conversão alimentar seria a 26,2°C e para o consumo de ração a 28,7°C. O índice de gordura víscero-somático foi inferior ( $P < 0,05$ ) para as temperaturas de 23, 26 e 29°C e superior ( $P < 0,05$ ) para 32°C. O índice hepato-somático foi semelhante nos diferentes tratamentos ( $P > 0,05$ ). A temperatura da água não afetou ( $P > 0,05$ ) os triglicérides de juvenis de pacamã. Contudo, a hemoglobina, proteína plasmática, colesterol e hematócrito apresentaram efeito quadrático. Pela derivação das equações, maiores valores de hemoglobina e hematócrito seriam a 29,4°C e 32,1°C, respectivamente, enquanto que a menor proteína plasmática e colesterol seriam a 23,9°C e 24,1°C, respectivamente. A glicose apresentou relação direta com a temperatura da água. O oxigênio dissolvido apresentou relação inversamente proporcional ao aumento da temperatura da água. O pH e amônia total apresentaram efeito quadrático com maiores valores, segundo a equação de regressão a 32,3°C e 28,4°C, respectivamente. Desta forma, a temperatura da água tem importante papel no desempenho e ocasiona alterações na hematologia e bioquímica de juvenis de pacamã, além de alterar a qualidade da água de criação.

**Palavras chave:** Peixe tropical, peixe carnívoro, siluriforme, fisiologia, crescimento.

**EFFECTS OF WATER TEMPERATURE ON THE PERFORMANCE,  
HAEMATOLOGY AND BIOCHEMICAL VARIABLES OF "PACAMÃ"  
*Lophiosilurus alexandri* JUVENILES**

**Abstract**

This study aimed to analyze the effects of different water temperatures on the performance, haematological and biochemistry variables of *Lophiosilurus alexandri* juveniles, the so-called "pacamã". The juveniles were kept in 16 tanks with a density of three juveniles/9 L of water. A period of three weeks was demanded for the animals to acclimatize to the experimental conditions. After acclimatization, juveniles of  $30.61 \pm 3.65$  g were submitted to four water temperatures, as follows: 23, 26, 29 and 32° C with four replicates each. The temperature of each tank was gradually adjusted over two days until the desired temperature was reached. The animals were fed twice a day (8 AM and 5 PM) to feed formulation containing 43% crude protein with food equivalent to 4% of their biomass. The experiment lasted for 35 days. Data were submitted either to regression analysis or to ANOVA and subsequently to the SNK test at a 5% probability. Survival in different water temperatures was 100%. For the final weight, final length, weight gain, length gain, biomass gain, daily specific growth rate (SGR), feed conversion, and food consumption there was a quadratic effect. According to the derivation of the equations, the temperature for greatest final weight, final length, weight gain, biomass gain and SGR would be 27.7° C. As for gain in length, the best temperature was 27.3° C, whereas the best feed conversion was at 26.2° C, and dairy food consumption was 28.7°C. The viscerosomatic index was lower ( $P < 0.05$ ) for temperatures of 23, 26 and 19° C and higher ( $P < 0.05$ ) for 32° C. The hepatosomatic index was similar in the different treatments ( $P > 0.05$ ). Water temperature did not affect ( $P > 0.05$ ) the triglycerides of the *L. alexandri* juveniles. However, haemoglobin, plasma protein, cholesterol and haematocrit presented a quadratic effect. By derivation of the equations, the highest values of haemoglobin and haematocrit were observed at 29.4° C and 32.1° C, respectively, whereas the lower plasma protein and cholesterol would be at 23.9° C and 24.1° C, respectively. Glucose showed direct relation with water temperature. Dissolved oxygen was inversely proportional to the increase in water temperature. The pH and total ammonia presented a quadratic effect with higher values, according to the regression equation, at 32.3° C and 28.4° C, respectively. Consequently, water temperature has an important role in the performance and causes alterations to the haematology and biochemistry of juveniles of *L. alexandri*, besides altering the water quality.

**Key words:** Tropical fish, carnivorous fish, siluriform, physiology, growth.

## **1. Introdução**

Desde meados da década de 90 o Brasil vem experimentando a ascensão da aquacultura nacional. A criação de peixes e outros organismos aquáticos no país têm se desenvolvido devido ao aumento da demanda populacional por alimentos saudáveis e a limitação dos estoques pesqueiros naturais.

Neste contexto, as espécies nativas vêm aumentando sua participação dentro da cadeia da aquacultura. Espécies que antes eram obtidas somente da pesca estão sendo cada vez mais criadas para atender um público específico e novos mercados ávidos por produtos diferenciados.

Dentre as espécies nativas com potencial para a piscicultura, está o pacamã *Lophiosilurus alexandri*, peixe nativo da bacia do Rio São Francisco. É um bagre de hábito bentônico e que apresenta carne de sabor apreciado pela população local. Além disso, tem sua importância ambiental na manutenção do equilíbrio biológico natural do nicho que ocupa e na economia local que depende da sua pesca para subsistência.

Contudo, pouco se sabe sobre os parâmetros ambientais e de qualidade da água que podem afetar seu desempenho, suas repostas fisiológicas e sanguíneas.

No que diz respeito ao ambiente, parâmetros físicos da água têm influência direta e determinante na vida dos peixes, por estes serem ectotérmicos. A temperatura da água regula o consumo de alimento e a atividade metabólica dos peixes com influência direta no desenvolvimento inicial, crescimento, maturidade e diferenciação sexual, reprodução, condição sanitária, dentre outros aspectos. Desta forma é importante conhecer as variações e limites adequados para cada espécie.

Com base no exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura da água no desempenho, e nas variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1. O pacamã *Lophiosilurus alexandri***

O pacamã *Lophiosilurus alexandri*, peixe comumente encontrado ao longo da bacia do Rio São Francisco, é um siluriforme carnívoro que vem sendo estudado como espécie com potencial para a piscicultura comercial (CARDOSO *et al.*, 1996). É identificado pelos pescadores como peixe de fundo, que vive enterrado em local arenoso ou barrento (THÉ *et al.*, 2003). Também é referenciado como peixe de loca ou buraco, junto a outros Siluriformes, por pescadores do nordeste (COSTA-NETO *et al.*, 2002). O consumo do pacamã é hábito comum entre as populações circunvizinhas ao Rio São Francisco e seus afluentes. Ele é pescado em toda extensão do rio desde próximo a nascente em Minas Gerais, região chamada de alto São Francisco, até o médio e baixo São Francisco já próximo à foz no nordeste do Brasil (MARQUES *et al.*, 2008). Apresenta potencial econômico de destaque como outros siluriformes a exemplo do surubim *P. corruscans* e do pintado *P. fasciatum*, (BARROS *et al.*, 2007), devido ao filé com sabor agradável e sem espinhas intramusculares. Possui também utilidade como espécie ornamental, sendo frequentemente citado em fóruns e sites sobre aquarismo no Brasil e exterior (HOMENS PEIXE, 2012; PLANET CATFISH, 2012; SCOT CAT, 2012; VITÓRIA REEF, 2012). Atualmente, tem-se notado a diminuição dos estoques naturais deste peixe ao longo dos anos (CAMPECHEL *et al.*, 2009). Esta característica pode estar ligada à sobrepesca e/ou destruição do seu habitat pelo homem como quando são construídas usinas hidroelétricas (TENÓRIO *et al.*, 2006). Esta espécie já foi listada como ameaçada de extinção (LINS *et al.*, 1997) e vem sendo comumente utilizada em programas de repovoamento da bacia do Rio São Francisco, Brasil.

Sua classificação sistemática é:

Filo: **Chordata**

Subfilo: **Vertebrata**

Superclasse: **Gnathostomata**

Categoria: **Teleostomi**

Classe: **Actinopterygii**

Subclasse: **Neopterygii**

Divisão: **Teleostei**

Subdivisão: **Euteleostei**

Superordem: **Ostariophysi**

Ordem: **Siluriforme**

Família: **Pimelodidae**

Subfamília: **Pseudopimelodidae**

Gênero: *Lophiosilurus*

Espécie: *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877.

Adaptado de Tenório (2003)



Figura 1 - Pacamã *Lophiosilurus alexandri* em aquário visto de frente (foto do autor).

Tem por características o corpo em forma de gota, sendo largo e arredondado na região da cabeça e se afinando em direção a cauda. Tem a parte frontal achatada, os olhos são pequenos e voltados para cima, bem como sua boca. Na parte traseira inferior do corpo se localizam o ânus e os órgãos reprodutivos. Apresenta uma pele cor de areia ou pedra, indo do amarelo, bege, marrom, cinza ao preto na parte superior do corpo, aparentemente para facilitar seu mimetismo. Na parte inferior é branco. Esta parte geralmente fica enterrada na areia, onde esta espécie costuma ficar em ambiente natural. Possui uma pequena nadadeira adiposa. As características morfológicas aqui descritas são corroboradas por Tenório (2003).



**Figura 2 - Pacamã *Lophiosilurus alexandri* em aquário em vista lateral (foto do autor).**

O pacamã quando manipulado produz um ronco de baixo volume sonoro com certa vibração sentida ao toque.

A reprodução do pacamã se dá de forma natural em ambientes lânticos ou em cativeiro, realizando desovas parceladas como foi observado no laboratório de Aquacultura da UFMG. Os peixes liberam uma massa de ovos aderentes e se colocam em vigília para evitar sua predação sendo essa feita pela macho da espécie (SATO *et al.*, 2003). Estudos relacionados a gametogêneses (BARROS *et al.*, 2007) e desenvolvimento inicial de larvas (GUIMARÃES-CRUZ *et al.*, 2009) foram conduzidos para o melhor entendimento dos aspectos reprodutivos e de desenvolvimento inicial da espécie.

Na criação em cativeiro, as larvas podem ser alimentadas com diferentes alimentos vivos. Segundo López e Sampaio (2000), quando as larvas são criadas em altas densidades e alimentadas com zooplâncton (predominantemente copépodos) elas podem apresentar canibalismo. Contudo, densidades de até 60 larvas/L podem ser usadas durante a larvicultura em água doce ou a 2 g de sal/L, utilizando náuplios de *Artemia* como alimento, sem ter problemas de canibalismo (LUZ e SANTOS, 2008b). Quando usado náuplios de

*Artemia*, a quantidade de organismos oferecidos também tem importância no desempenho das larvas (SANTOS e LUZ, 2009). Tenório *et al.* (2006) testaram diferentes condições de luminosidade durante larvicultura e alevinagem e verificaram melhor desempenho para 0% de luz. Pedreira *et al.* (2008) avaliaram alimentos vivos planctônicos de maior tamanho como os melhores para o desenvolvimento de pacamãs. Segundo os autores, estes organismos possuem maior vantagem sobre as rações comerciais, pois minimizam a deterioração da qualidade da água de criação. Além desses estudos, trabalhos avaliando a tolerância a amônia (CARDOSO *et al.*, 1996); larvicultura utilizando diferentes tipos de substratos no filtro biológico (PEDREIRA *et al.*, 2009) e fluxos de água (LUZ *et al.*, 2011) também foram realizados no intuito de aumentar o conhecimento de criação da espécie.

Apesar de ser um peixe tipicamente de água doce, o pacamã resiste a salinidades de até 4g de sal/L na fase de larva recém eclodida e 6g de sal/L para larvas de 8 a 10 dias de vida (LUZ e SANTOS, 2008a), o que o torna apto a passar por tratamentos preventivos a patógenos.

Outro ponto importante para o criação comercial de peixes carnívoros é a aceitação de dietas formuladas. O pacamã pode ser condicionado ao alimento formulado (LUZ *et al.*, 2011) e alimentado exclusivamente com essas dietas em diferentes taxas de arraçoamento e frequências alimentares. A taxa de arraçoamento tem influência direta no desempenho e sobrevivência de juvenis de pacamã (RODRIGUES *et al.*, 2011), enquanto a frequência alimentar entre duas a cinco vezes ao dia não afeta o desempenho dos animais com 0,9 g (SANTOS *et al.*, 2011) ou com peso médio inicial de 13,4 g (ALVES *et al.*, 2011).

O pacamã também apresentou boa resistência à captura e transporte (MELILLO-FILHO *et al.*, 2011) e adaptação às condições controladas de laboratório de aquacultura da UFMG, onde já foram conseguidas desovas.

## **2.2. Efeito da temperatura da água em peixes**

Nos peixes ectotérmicos a sua temperatura corporal é regulada pela temperatura do ambiente em que se encontram, possuindo faixas específicas que proporcionam seu desenvolvimento e sobrevivência (LE MORVAN *et al.*, 1998; PIANA *et al.*, 2003; RAVEN e JOHNSON, 2006; SADATI *et al.*, 2011; STRAND *et al.*, 2011). Este fator físico tem influência sobre a condição fisiológica, com implicação direta no metabolismo

de peixes (SADATI *et al.*, 2011; DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005; KOOKA *et al.*, 2007), sendo que a tolerância pode variar de acordo com a idade e tamanho dos animais (STAURNES, 1994). Adicionalmente também pode afetar a disponibilidade de gases e sólidos dissolvidos na água (MOTOKUBO *et al.*, 1988).

A temperatura pode ter efeito também, na determinação do sexo de algumas espécies (DESPREZ e MÉLARD, 1998; ABUCAY *et al.*, 1999). Esta característica é designada termosensibilidade da determinação sexual e é uma forma de auxílio nos procedimentos de produção de populações monossexo (BORGES *et al.*, 2005). Esta prática visa aproveitar características produtivas superiores em algum sexo e/ou evitar que a reprodução interfira no desempenho zootécnico do plantel. No entanto, no siluriforme jundiá (*Rhamdia quelen*) este procedimento não se mostrou eficiente (LONGO e NUÑER, 2010).

A reprodução também pode ser afetada pela temperatura da água. Este fator físico é considerado determinante para o desencadeamento dos processos reprodutivos em peixes (TAYLOR *et al.*, 1998; PANKHURST e PORTER, 2003; YANES-ROCA, 2006), estando diretamente relacionado ao processo de maturação ovariana que pode ser acelerada com o aumento da temperatura (SATO *et al.*, 2006).

As alterações climáticas podem determinar a diferenciação nos habitats dos peixes e com isso afetar a produção e sobrevivência de ovos e larvas, bem como a distribuição e quantidade dos animais no ambiente em que vivem (RIJNSDORP *et al.*, 2009). A sobrevivência embrionária e a velocidade de absorção do saco vitelino são afetadas significativamente pela variação da temperatura (HART e PURSER, 1995).

A sobrevivência dos peixes sofre influência significativa da temperatura (HANSEN e FALK-PETERSEN, 2002). Juvenis de flounder fish (*Paralichthys olivaceus*) criados a temperatura de 17°C tiveram maior sobrevivência que os criados a 12°C (KIM *et al.*, 2007). Neste estudo também foram constatados melhores índices de consumo e eficiência alimentar associados ao crescimento superior, quando criados em maior temperatura. Para Keckeis *et al.* (2001), a sobrevivência das larvas de *Chondrostoma nasus* não apresentou diferença significativa quando dentro da faixa de temperatura considerada ideal (10 a 22°C) para sua criação e começou a declinar nos tratamentos fora desta zona de conforto.

O metabolismo de peixes é alterado pelo aumento da temperatura da água com incremento dos batimentos cardíacos e na respiração (BALDISSEROTTO, 2009). Pela regra de Van't Hoff um acréscimo de 10°C na temperatura da água pode elevar de 2 a 3 vezes a velocidade das reações metabólicas no organismo (STEFFENS, 1987; LOVELL, 1998) e, conseqüentemente, aumentar a demanda fisiológica por oxigênio (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Em juvenis de *Takifugu flavidus* foi registrado aumento linear no consumo de oxigênio em razão do aumento na temperatura da água (SHI *et al.* 2011).

Rónyai e Csengeri (2008) afirmaram que peixes alimentados a vontade, quando passam por um aumento de temperatura, apresentam um incremento no consumo de alimento e ganho de peso até certo limite, declinando abruptamente a partir deste. A temperatura acima do nível ótimo pode acarretar a perda dos nutrientes por disfunções metabólicas através dos mecanismos de perda de calor, excreção de compostos nitrogenados e fezes e diminuição da ingestão do alimento devido ao estresse térmico (MacCARTHY *et al.*, 1998; SUN e CHEN, 2009; BERMUDEZ *et al.*, 2010).

Quando em situação de queda de temperatura, o peixe reduz seu metabolismo com o objetivo de poupar energia (BALDISSEROTTO, 2009), reduzindo o consumo de alimento e tendo como consequência a redução no crescimento (BENDIKSEN *et al.*, 2002, 2003; ÁRNASON *et al.*, 2009). Esta diminuição da temperatura da água pode levar a morte quando há persistência desta situação por períodos que extrapolem a capacidade de resistência dos animais (WOYNAROVICH, 1988; ZANIBONI FILHO e MEURER, 1996; SILVA *et al.*, 2000). A faixa de temperatura em que os peixes param de se alimentar é chamado de ponto de inibição de consumo (SILVA *et al.*, 2000).

Os valores de temperatura que levam a um comportamento ou outro variam entre espécies (GUAN *et al.*, 2008), sendo que o pleno desenvolvimento produtivo dos peixes depende de faixas específicas e limitadas de temperatura (ASSIS *et al.*, 2004; BIDWELL e HOWELL, 2001). A temperatura ideal de criação de peixes neotropicais fica na faixa de 25 a 30° C (IZEL, 1995; FRASCÁ-SCORVO *et al.*, 2007; PIANA *et al.*, 2003).

A temperatura, dentre outros fatores, pode exercer influência direta sobre a digestibilidade dos nutrientes contidos nas rações. Yamamoto *et al.* (2007) observaram que na espécie de clima temperado truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) sendo criada a 11°C teve menor digestibilidade de proteína bruta, gordura e amido do que os espécimes que

foram mantidas a 18°C. O mesmo estudo comprova que carpas mantidas a 17°C também apresentaram menor digestibilidade da proteína bruta, gordura e amido comparado a carpas mantidas a 25°C.

Além da digestibilidade, a temperatura da água afeta o tempo de trânsito gastrointestinal, sendo este mais rápido em temperaturas próximas a faixa ideal para a espécie e mais lento quando se extrapola esse nível (FAUCONNEAU *et al.*, 1983; CARNEIRO *et al.*, 1990; DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

Quanto à deposição de proteína, cinzas e matéria seca na carcaça pode haver uma variação significativa segundo a temperatura em que os animais foram criados. Esta diferença pode variar mais ou menos dependendo da zona de conforto do animal (PERES e AIRES, 1999). Segundo Azevedo *et al.* (1998), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com peso médio de 13,3g não apresentaram diferenças significativas de umidade, proteína bruta, lipídeos, cinzas, energia bruta e fósforo na carcaça quando criadas a 6, 9 e 12°C. Contudo, houve aumento do nível de lipídeos e da energia bruta e diminuição na umidade da carcaça a 15°C.

Mudanças no metabolismo celular podem ocorrer como a troca das substâncias de reserva dentre outros processos metabólicos. Por exemplo, com a diminuição da temperatura, *O. mykiss* aumenta o acúmulo de glicogênio no fígado e diminui os triacilgliceróis (BALDISSEROTTO, 2009). Portanto, nesta situação os lipídeos são fonte de energia e o glicogênio é a substância de reserva. Ainda, segundo este mesmo autor, em Striped Bass *Morone saxatilis* acontece exatamente o contrário, enfatizando as diferenças nas respostas fisiológicas segundo a espécie em questão. Em alguns órgãos dos peixes ocorre hipertrofia para compensar os efeitos da diminuição da temperatura. Assim a hipertrofia de órgãos como fígado, coração e mucosa do intestino aumenta o metabolismo, a quantidade de enzimas e a área de absorção para aumentar seu desempenho ou o mantém (BALDISSEROTTO, 2009).

Os mecanismos de desenvolvimento muscular chamados de hiperplasia, recrutamento de fibras musculares, e hipertrofia, aumento do seu diâmetro, bem como sua interação também são diretamente afetados pela temperatura do ambiente em que o peixe se encontra (ASSIS *et al.*, 2004; JOHNSTON, 1999, 2006; GALLOWAY *et al.*, 2006). Portanto, quando a temperatura está dentro da faixa ideal há o perfeito crescimento

muscular, o qual é um processo contínuo por toda a vida do peixe (JOHNSTON *et al.* 1998, ASSIS *et al.*, 2004).

Além do apresentado anteriormente, as variáveis sanguíneas são importantes na avaliação da condição dos peixes. Estas auxiliam a determinação das condições que afetam a homeostase, servindo para identificação de condições adversas (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999). Valores baixos de hemoglobina e hematócrito, bem como o aumento da glicemia são variáveis que evidenciam a condição de estresse (STOSKOPF, 1993, 2000; AZEVEDO *et al.*, 2006), sendo o teste de glicemia o mais econômico e prático em relação a outras metodologias que utilizam a medição de hormônios (MORGAN e IWAMA, 1997). Para Sadati *et al.* (2011), diferentes temperaturas, bem como a velocidade de sua variação dentro do período de um dia, podem levar os peixes a apresentar taxas de variáveis de leucócitos, eritrócitos, hematócrito, glicose sanguínea e proteína plasmática de *Acipenser baerii*.

A hemoglobina e hematócrito têm seu quantitativo alterado pela eficiência de transporte de oxigênio, possuindo variação de acordo com a temperatura de criação (SANTOS *et al.*, 2004). A proteína plasmática e colesterol possuem inter-relação e podem evidenciar o estado fisiológico dos peixes (LARSSON e JOHANSSON-SJÖBECK, 1976).

Outros Siluriformes apresentam alterações no desempenho produtivo e padrões sanguíneos relacionados às variações na temperatura de cultivo (LERMEN *et al.*, 2004; LIMA *et al.*, 2006).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas da água no desempenho, qualidade da água, variáveis bioquímicas e hematológicas de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri*.

### **3. Material e métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquacultura LAQUA, do Departamento de Zootecnia da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Juvenis de pacamã foram estocados em 16 tanques na densidade de três juvenis/9 L de água em cada tanque. Os animais passaram por período de aclimação de três semanas às condições experimentais. Nesta fase, a temperatura da água foi mantida em 29°C e o oxigênio dissolvido acima de 6,5 mg/L por meio de aeração suplementar. A alimentação foi realizada duas vezes ao dia, às 8 e 17h à vontade com ração peletizada preparada para

surubins em nosso laboratório (Tabela 1) (PRADO, 2011). Trinta minutos após cada alimentação foi realizada a limpeza dos tanques e o volume de água retirado, imediatamente repostos. O fotoperíodo foi de 10 horas de luz.

Após o período de aclimação, juvenis com  $30,61 \pm 3,65$  g de peso e  $12,56 \pm 0,46$  cm de comprimento total foram submetidos a quatro temperaturas da água, a saber: 23, 26, 29 e 32°C com quatro repetições cada. Para as diferentes temperaturas, foram montados sistemas de banho-termostatizado. Durante dois dias a temperatura de cada tratamento foi ajustada gradativamente até a temperatura desejada. Durante o experimento, os animais foram alimentados duas vezes ao dia (8 e 17h) com a mesma ração usada na fase de aclimação (Tabela 1). Nesta etapa, os animais foram alimentados com 4% da biomassa diariamente. Decorridos 30 minutos da alimentação, foi realizada limpeza de três L de água de cada tanque e todo alimento não consumido foi coletado e congelado. A reposição foi feita com água na mesma temperatura de cada tratamento. O alimento não consumido foi seco em estufa a 55°C e os dados utilizados para estimar a conversão alimentar de cada tanque.

Para o acompanhamento do crescimento e correção da alimentação, foi realizada biometria após 15 dias de experimento. Ao final do trabalho, após 35 dias, também foi determinada a sobrevivência. Durante a biometria, os animais foram medidos com auxílio de paquímetro digital e pesados em balança analítica.

Com os dados de comprimento e peso finais e consumo de ração foram calculados: o ganho em peso, ganho em biomassa, ganho em comprimento, conversão alimentar (CA= ração oferecida/ganho de biomassa), a taxa de crescimento específico diária (TCE) com base na seguinte fórmula:  $TCE = 100 (\ln Pf - \ln Pi) / \Delta t$ , onde:  $P_i$  é o Peso Inicial,  $P_f$  é o Peso Final e  $\Delta t$  é a duração de dias entre as amostragens e o consumo diário de ração.

Tabela 1 - Composição da dieta experimental (g/100g de dieta)

Ingrediente	
Farinha de Salmão	27,52
Glúten de trigo	25,57
Quirera de arroz	27,40
Óleo de soja	4,02
Caulin	6,82
Celulose	1,78
Fosfato bicálcio	1,76
Calcário	0,29
Sal (NaCl)	0,62
Suplemento (Vit. e Min.) <sup>1</sup>	1,00
L-glutamina	1,54
L-lisina	1,27
L-treonina	0,33
L-arginina	0,10
Composição analisada <sup>2</sup>	
Matéria seca	93,40
Proteína bruta	43,69
Lipídeo	7,88
Cálcio	1,69
Fósforo total	1,24
Fibra <sup>3</sup>	14,26
Matéria Mineral	14,61

<sup>1</sup> Níveis de garantia do Complexo Vitamínico e Mineral: Ácido fólico (Min) 2500 mg/kg, Ácido pantotênico (Min) 3750 mg/kg, BHT (Min) 2500 mg/kg, Biotina (Min) 125 mg/kg, Zinco (Min) 20 g/kg, Cobre (Min) 2000 mg/kg, Colina (Min) 125 g/kg, Ferro (Min) 15 g/kg, Iodo (Min) 125 mg/kg, Vit K3 (Min) 1000 mg/kg, Manganês (Min) 3700 mg/kg, Niacina (Min) 7800 mg/kg, Selênio (Min) 75 mg/kg, Vit A (Min) 2.000.000 UI/kg, Vit E (Min) 15000 UI/kg, Vit B1 (Min) 2500 mg/kg, Vit B12 (Min) 5000 mg/kg, Vit B2 (Min) 2500 mg/kg, Vit B6 (Min) 2000 mg/kg, Vit D3 (Min) 500.000 UI/kg, Etoxiqum (Min) 2500 mg/kg.

<sup>2</sup> Dados da composição química analisada da dieta na matéria seca.

<sup>3</sup> Análise da fibra em detergente neutro.

Para os estudos hematológicos e bioquímicos, no final do experimento, foram coletadas amostras de sangue por punção da veia caudal após 12 horas de jejum. Uma gota de sangue foi utilizada para medir a glicose em glicosímetro portátil (Biocheck modelo TD4225). O restante foi acondicionado em microtubos contendo solução de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) a 10%. Para a determinação do volume globular, foi utilizada a técnica do microhematócrito, utilizando centrifugação por 15 minutos a 12.000 rpm. A proteína plasmática foi determinada por refratometria, utilizando o plasma do microhematócrito. Posteriormente, o sangue foi centrifugado a 1000 rpm por cinco minutos e a 3000 rpm por mais cinco minutos, para coleta do plasma sobrenadante.

As análises bioquímicas de colesterol e triglicérides foram realizadas em aparelho automático (Cobas-Mira Plus) utilizando-se kits comerciais Synermed® validados no laboratório de Patologia Clínica da EV-UFMG, segundo indicações da bula. A hemoglobina foi determinada pelo método da Cianometahemoglobina utilizando Kit Bioclin em espectrofotômetro Termo Plate Analyzer Basic.

Após a coleta de sangue, os animais foram sacrificados por eutanásia em eugenol (80mg/L), de acordo com protocolo número CETEA-UFMG 065/2011. Foram coletados o fígado e a gordura visceral para o cálculo dos índices: hepato-somático ( $IHS = \text{Peso fígado} \times 100 / \text{peso total}$ ) e gordura viscero-somática ( $IGVS = \text{Peso da gordura visceral} \times 100 / \text{peso total}$ ).

Durante o experimento, diariamente foi aferida a temperatura da água nos horários de alimentação. Duas vezes por semana, foram medidos pH e oxigênio dissolvido com o auxílio de sonda multiparâmetros YSI (Modelo 6920 V2). Análises de amônia total foram realizadas a cada três dias utilizando metodologia Standard Methods 20<sup>th</sup> Ed (APHA, 1998), sendo a água coletada antes da primeira alimentação do dia.

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo Teste de Lilliefors e quanto à homocedasticidade pelo Teste de Cochran. Uma vez passíveis de análise paramétrica, foram submetidos à análise de regressão e/ou ANOVA e posterior teste de SNK a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAEG (1998).

#### 4. Resultados

A sobrevivência nas diferentes temperaturas da água testadas foi de 100% (Tabela 2).

Os dados de desempenho são apresentados na Tabela 2 e nas Figuras de 3 a 9. Para o peso final, comprimento final, ganho em peso, ganho em comprimento, ganho de biomassa, TCE, conversão alimentar e consumo diário de ração foi registrado efeito quadrático da temperatura da água. O efeito quadrático é caracterizado pela tendência de melhor desempenho próximo ao ponto ótimo e aparecimento de efeito deletério nos pontos divergentes. Segundo a derivação das equações, a temperatura para maior peso final, comprimento final, ganho de peso, ganho de biomassa e SGR seria a de 27,7°C. Para o ganho em comprimento, a melhor temperatura seria a de 27,3°C. Para conversão alimentar seria na temperatura de 26,2°C, enquanto que para o consumo de ração seria a 28,7°C. O índice de gordura viscero-somático foi inferior ( $P < 0,05$ ) para as temperaturas de 23, 26 e 29°C, enquanto os maiores valores foram registrados para a maior temperatura da água (Tabela 2). Para o índice hepato-somático não foram registradas diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

Com relação às variáveis sanguíneas e bioquímicas (Tabela 3 e Figuras de 10 a 14), a temperatura da água não afetou ( $P > 0,05$ ) os triglicérides de juvenis de pacamã. Contudo, a hemoglobina, proteína plasmática, colesterol e hematócrito apresentaram efeito quadrático. Pela derivação das equações, maiores valores de hemoglobina e hematócrito seriam a 29,4°C e 32,1°C, respectivamente, enquanto que a menor proteína plasmática seria a 23,9°C e o menor colesterol a 24,1°C. A glicose apresentou relação direta com o aumento da temperatura da água.

As diferentes temperaturas também afetaram os parâmetros físico-químicos da água (Tabela 4 e Figuras de 15 a 17). O oxigênio dissolvido apresentou relação inversamente proporcional ao aumento da temperatura da água. O pH e amônia total apresentaram efeito quadrático com maiores valores, segundo a equação de regressão a 32,3°C e 28,4°C, respectivamente.

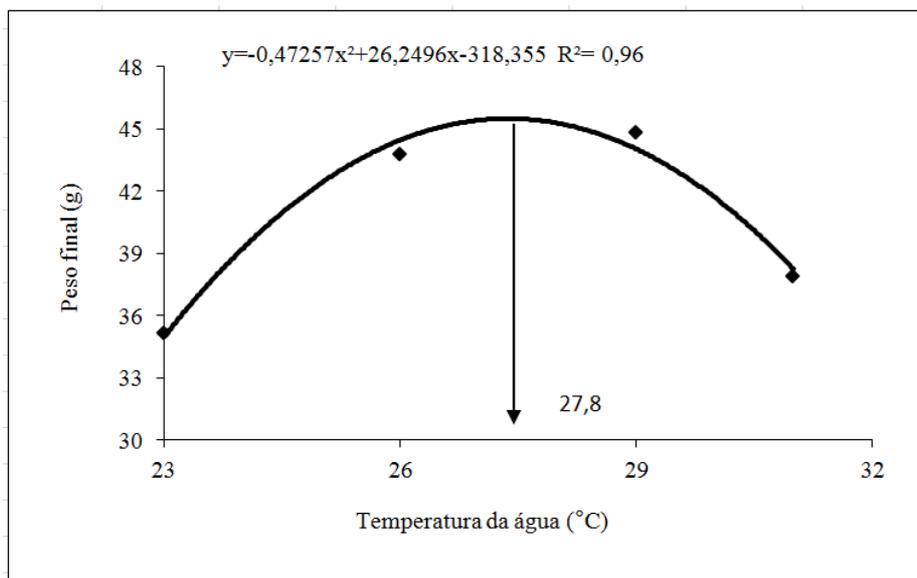


Figura 3 - Peso final de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

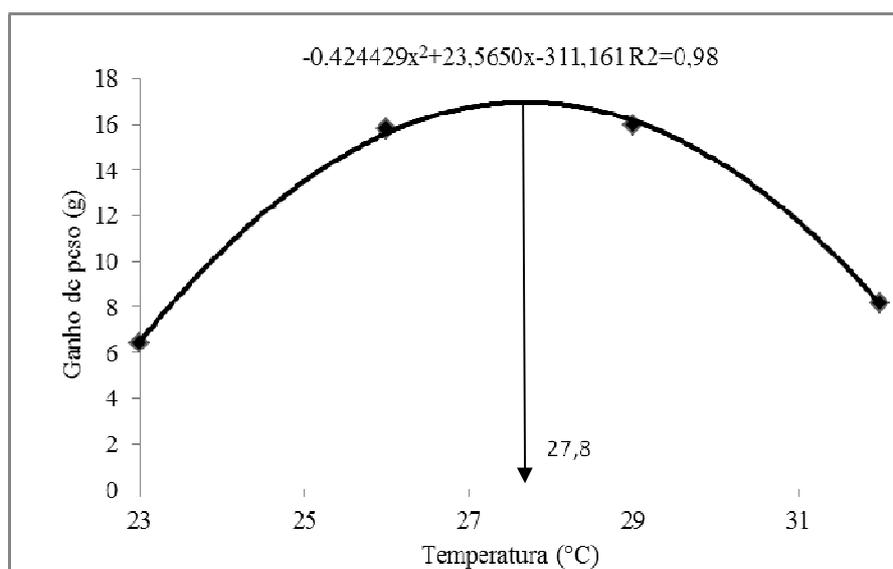


Figura 4 - Ganho de peso de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

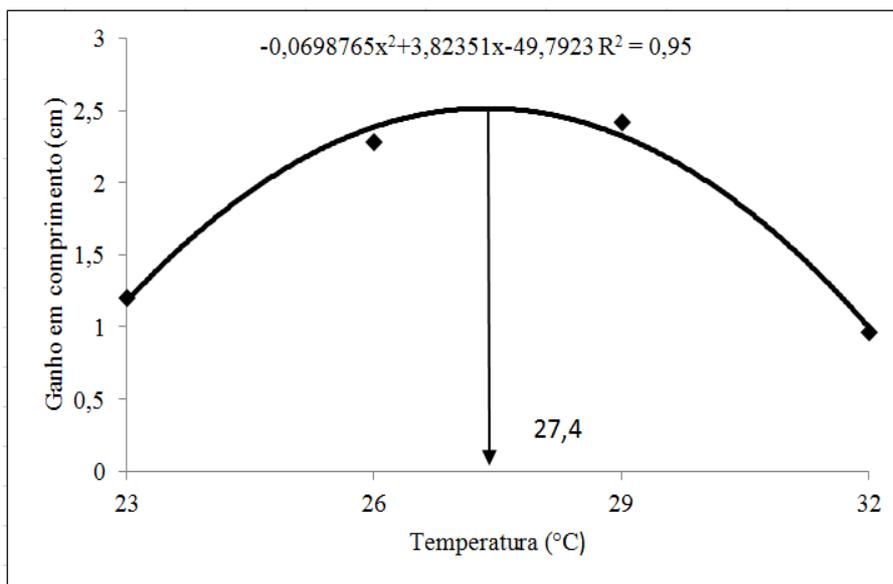


Figura 5 - Ganho em comprimento de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

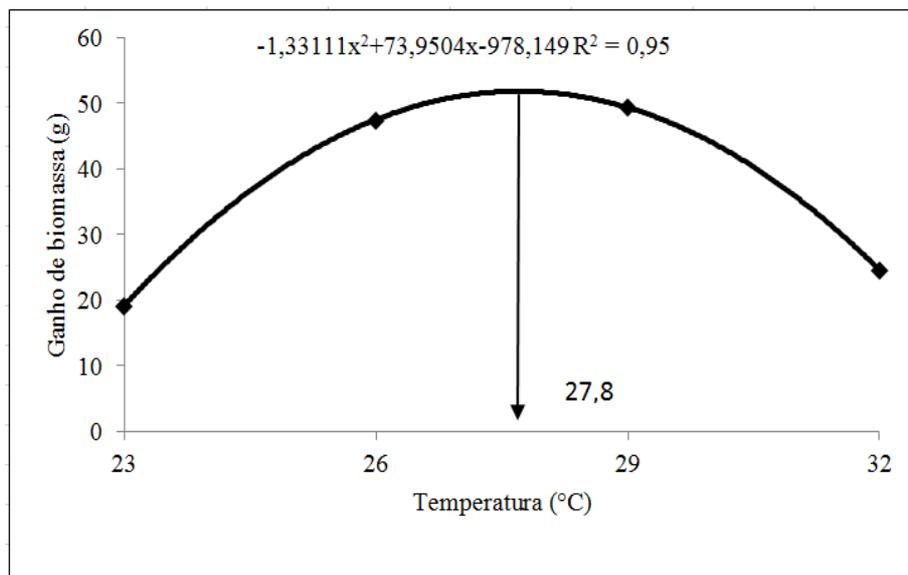


Figura 6 - Ganho de biomassa de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

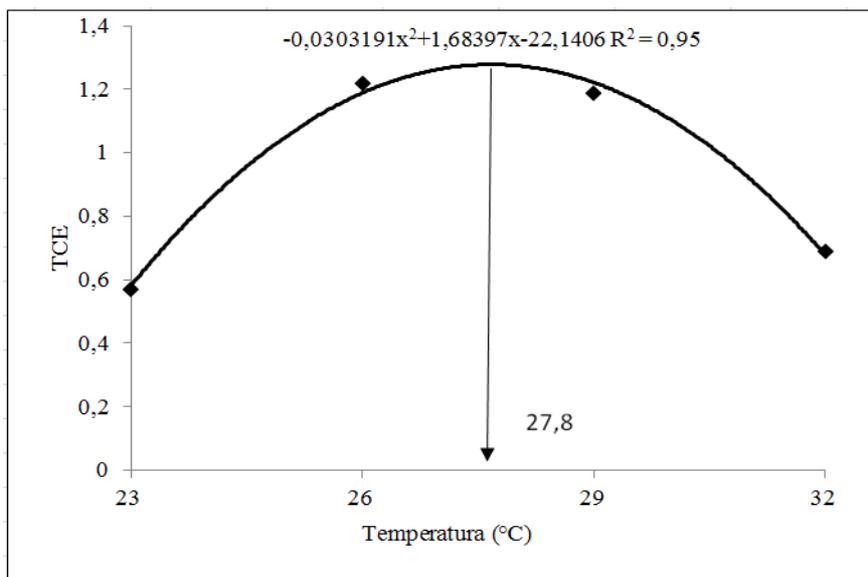


Figura 7 - Taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia) de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

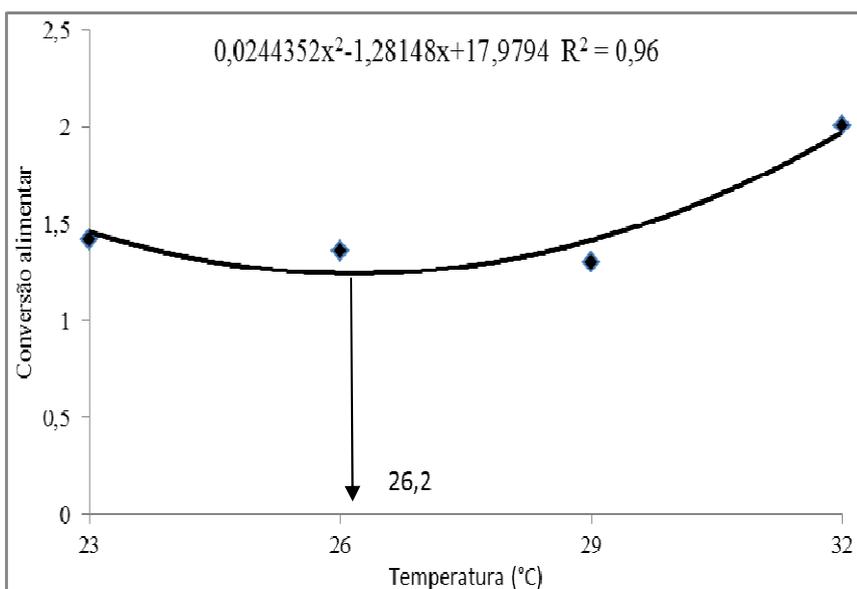


Figura 8 - Conversão alimentar de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

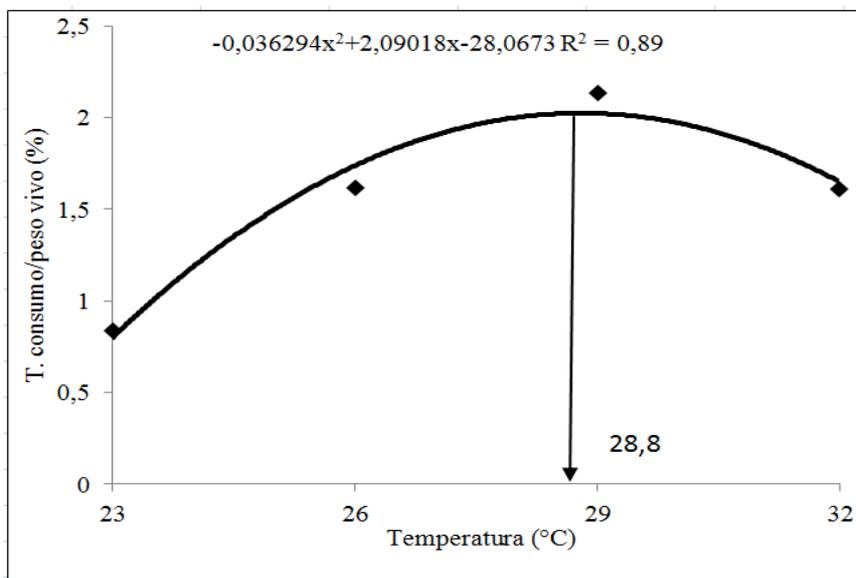


Figura 9 - Taxa de consumo por peso vivo de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

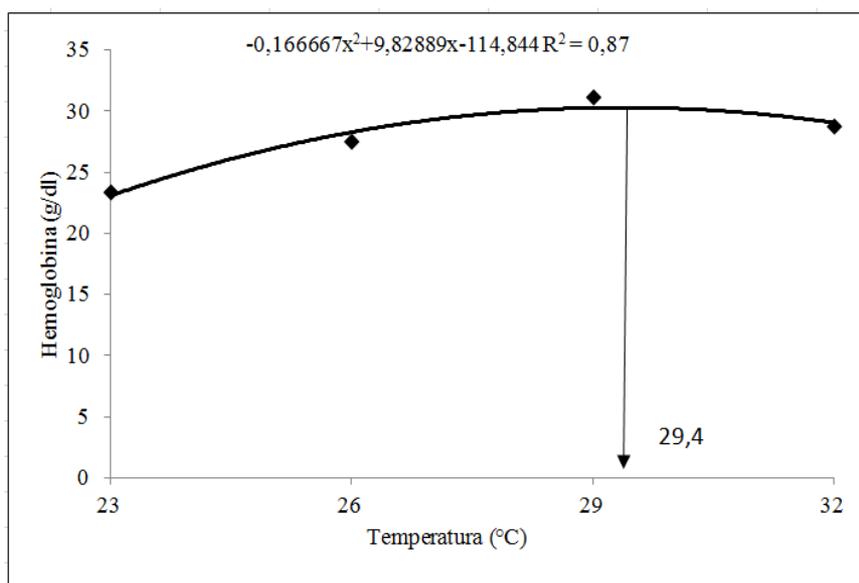


Figura 10 - Hemoglobina de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

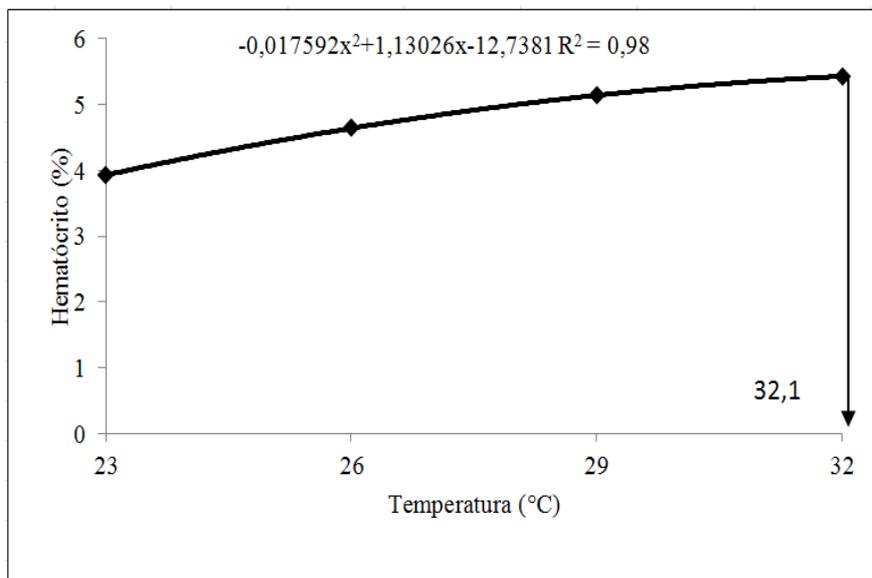


Figura 11 - Hematócrito de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

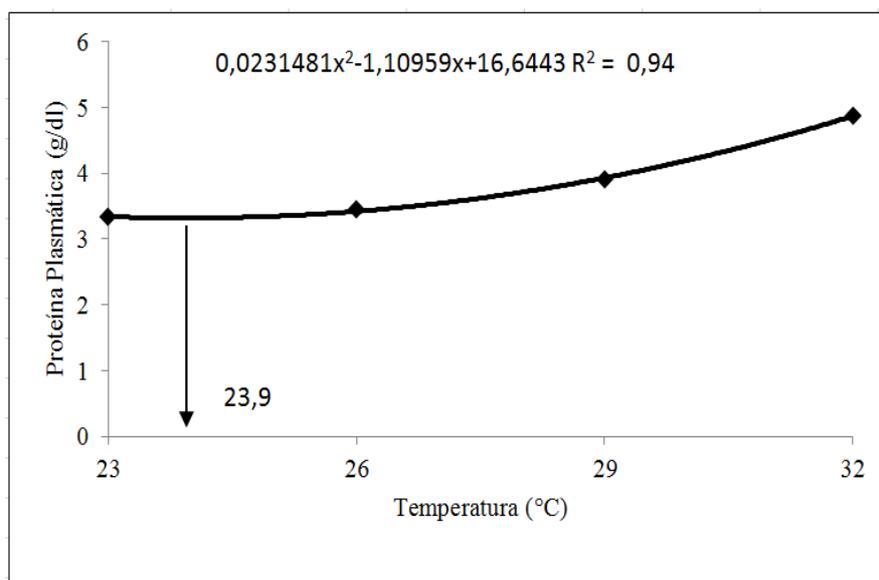


Figura 12 - Proteína plasmática de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

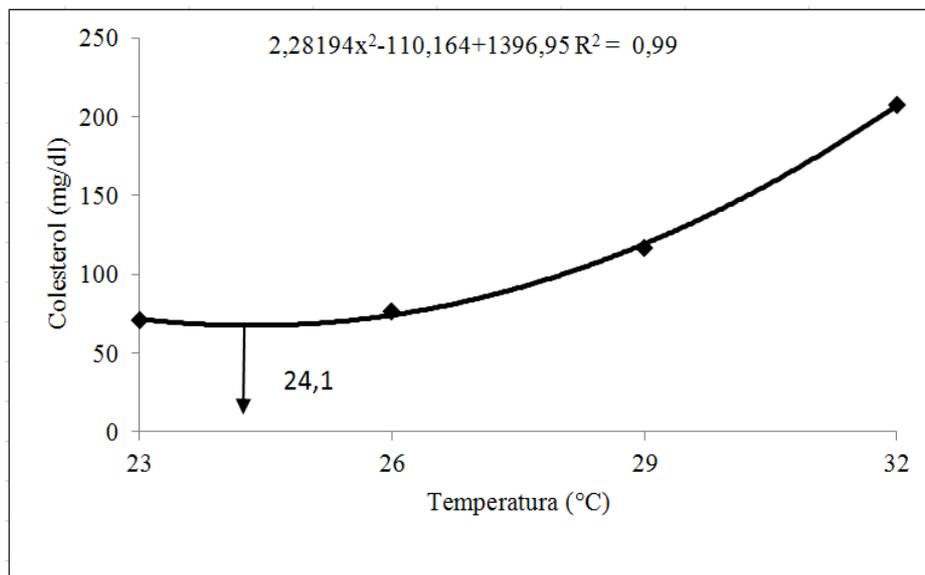


Figura 13 - Colesterol de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

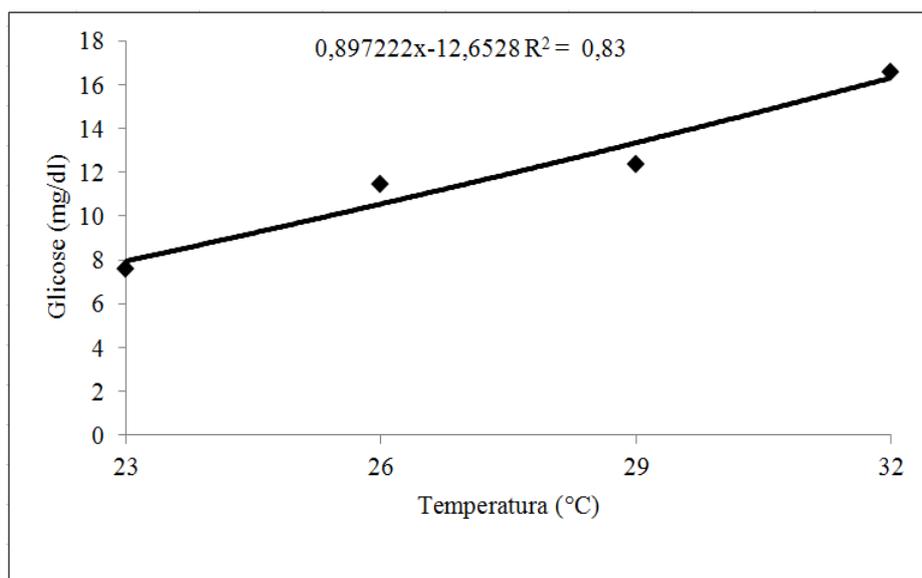


Figura 14 - Glicose de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

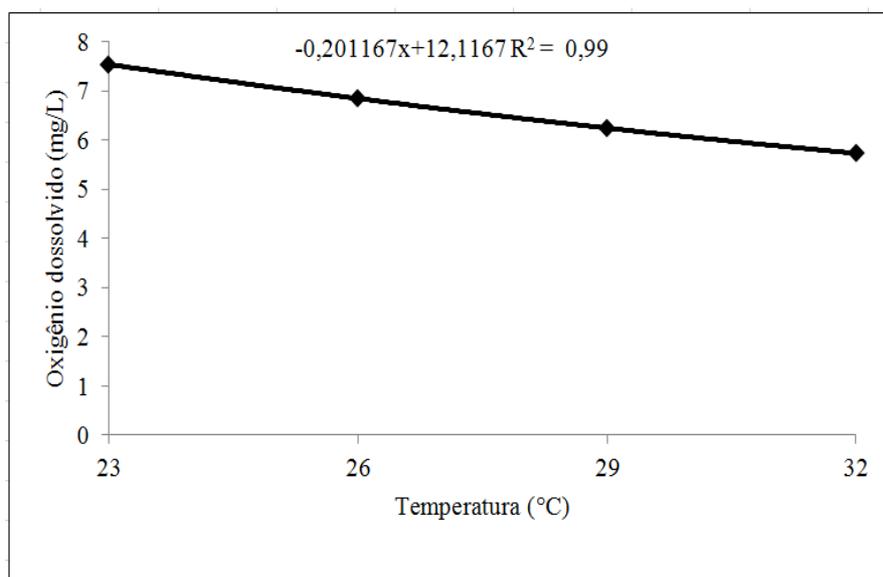


Figura 15 - Oxigênio dissolvido na água de criação de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

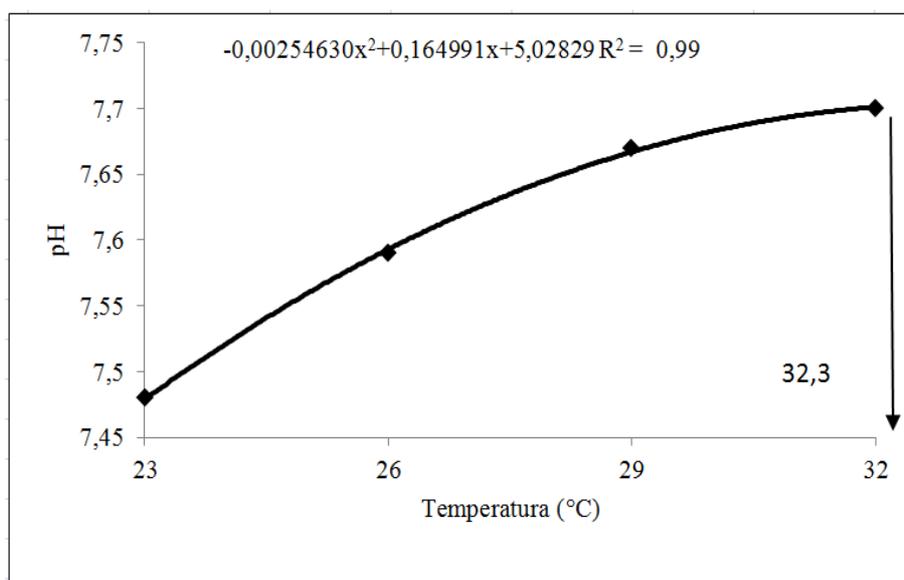


Figura 16 - Potencial hidrogeniônico na água de criação de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

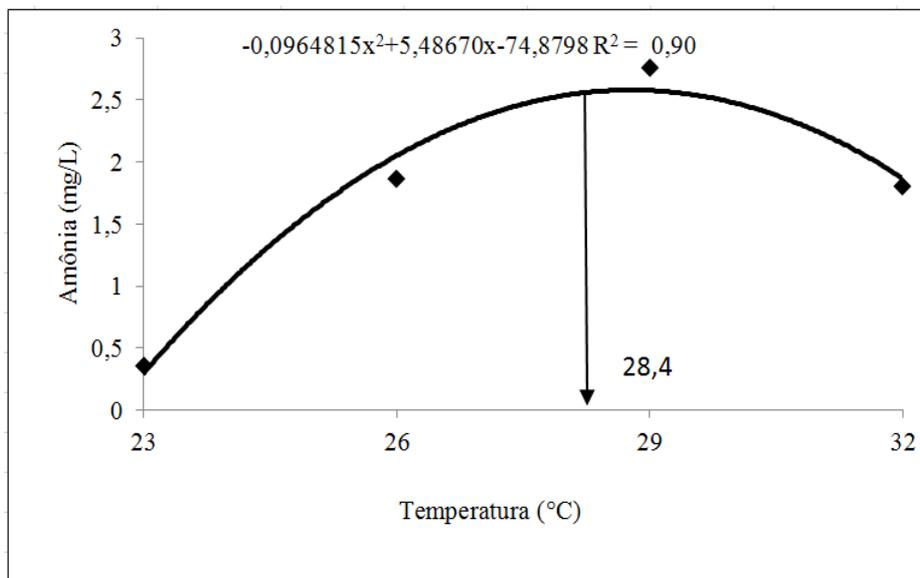


Figura 17 – Amônia total na água de criação de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* em diferentes temperaturas da água ao final de 35 dias de experimento.

Tabela 2. Desempenho de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri* submetidos a diferentes temperaturas da água.

	Temperatura da água (°C)				R <sup>2</sup>	Equação
	23	26	29	32		
Sobrevivência (%) <sup>ns</sup>	100	100	100	100	-	-
Peso final (g)	35,19±4,33	43,82±5,24	44,85±3,88	37,91±4,13	0,96	-0,47257x <sup>2</sup> +26,2496x-318,355
Ganho de peso (g)	6,43±1,66	15,80±2,87	16,00±1,71	8,19±3,44	0,98	-0,424429x <sup>2</sup> +23,5650x-311,161
Ganho de comprimento (cm)	1,21±0,08	2,29±0,92	2,42±0,16	0,97±0,40	0,95	-0,0698765x <sup>2</sup> +3,82351x-49,7923
Ganho de biomassa (g)	19,19±5,09	47,41±8,61	49,50±3,24	24,57±10,32	0,95	-1,33111x <sup>2</sup> +73,9504x-978,149
TCE (%/dia)	0,57±0,08	1,22±0,28	1,19±0,21	0,69±0,26	0,96	-0,0303191x <sup>2</sup> +1,68397x-22,1406
Conversão alimentar	1,42±0,04	1,36±0,30	1,30±0,22	2,01±0,57	0,96	0,0244352x <sup>2</sup> -1,28148x+17,9794
Índice hepato-somático (%) <sup>ns</sup>	1,13±0,19	1,00±0,09	1,09±0,12	0,89±0,12	-	-
Gordura viscero-somático (%)	1,38±0,27 <sup>B</sup>	1,18±0,22 <sup>B</sup>	1,18±0,27 <sup>B</sup>	1,86±0,13 <sup>A</sup>	-	-
Taxa de consumo (% do peso vivo/dia)	0,84±0,27	1,62±0,34	2,14±0,25	1,61±0,33	0,89	-0,036294x <sup>2</sup> +2,09018x-28,0673

ns: não significativo;

Letras diferentes em linha indicam diferença significativa pelo teste SNK (P<0,05)

Tabela 3. Variáveis sanguíneas de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri* submetidos a diferentes temperaturas da água.

	Temperatura da água (°C)				R <sup>2</sup>	Equação
	23	26	29	32		
Hemoglobina (g/dl)	23,30±0,88	27,45±0,83	31,08±2,57	28,77±4,13	0,87	-0,166667x <sup>2</sup> +9,82889x-114,844
Hematócrito (%)	3,93±0,25	4,64±0,22	5,14±0,16	5,43±0,45	0,98	-0,017592x <sup>2</sup> +1,13026x-12,7381
Proteína Plasmática (g/dl)	3,33±0,28	3,45±0,36	3,90±0,38	4,88±0,63	0,94	0,0231481x <sup>2</sup> -1,10959x+16,6443
Colesterol (mg/dl)	70,77±9,28	76,48±10,80	116,73±17,71	207,97±93,22	0,99	2,28194x <sup>2</sup> -110,164+1396,95
Glicose (mg/dl)	7,63±3,95	11,50±2,08	12,40±1,45	16,63±0,85	0,83	0,897222x-12,6528
Triglicérides (mg/dl) <sup>ns</sup>	293,17±85,85	377,90±45,72	504,43±118,91	467,60±100,78	-	-

ns: não significativo;

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da água de criação de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri* nos diferentes tratamentos.

Parâmetros	Temperatura da água (°C)				R <sup>2</sup>	Equação
	23	26	29	32		
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,53 ± 0,06	6,85 ± 0,20	6,23±0,07	5,73 ± 0,11	0,99	-0,201167x+12,1167
pH	7,48 ± 0,04	7,59 ± 0,03	7,67 ± 0,06	7,70 ± 0,08	0,99	-0,00254630x <sup>2</sup> +0,164991x+5,02829
Amônia Total (mg/L)	0,36 ± 0,16	1,87 ± 0,52	2,76 ± 1,24	1,81 ± 0,45	0,90	-0,0964815x <sup>2</sup> +5,48670x-74,8798

## 5. Discussão

É conhecido que a temperatura ideal para criação de peixes neotropicais está na faixa de 25 a 30° C (IZEL, 1995; FRASCÁ-SCORVO *et al.*, 2007; PIANA *et al.*, 2003). Contudo, no presente estudo, a sobrevivência de juvenis de pacamã foi de 100%, independentemente da temperatura da água testada. Resultados semelhantes, sem efeito da temperatura da água na sobrevivência foram registrados para juvenis de largemouth bass *Micropterus salmoides* (TIDWELL *et al.*, 2003). Porém, larvas de Spotted Wolffish *Anarhichas minor* apresentaram valores de sobrevivência semelhantes entre 6 e 10°C e valores inferiores a 12°C ou temperaturas maiores (HANSEN e FALK-PETERSEN, 2002). Keckeis *et al.* (2001) também verificaram que fora da faixa de conforto, a sobrevivência de larvas do Ciprinídeo *Chondrostoma nasus* pode ser reduzida. Ao contrário do apresentado, Kim *et al.* (2007) verificaram maior sobrevivência de juvenis de Flounder fish (*Paralichthys olivaceus*) criados a temperatura de 17°C quando comparado aos mantidos a 12°C. Para os juvenis do siluriforme tropical Asian Catfish (*Pangassonodon hypophthalmus*) temperaturas a baixo de 26°C diminuem a sobrevivência desses peixes e aumentam seu tempo de criação (Baras *et al.*, 2011). Os resultados mostram a necessidade de estudos para as diferentes espécies, sejam elas de clima quente ou temperado, para buscar as melhores temperaturas da água, maximizando a sobrevivência.

O desempenho de juvenis de pacamã sofreu efeito direto da temperatura da água com melhor desempenho entre 27 a 28°C considerando o peso final, comprimento final, ganho de peso, ganho de biomassa, TCE e ganho em comprimento. Estes resultados estão de acordo com o consumo diário de ração, em que o maior consumo foi próximo a 28°C. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram registrados para outras espécies. Para juvenis do Siluriforme *Ictalurus punctatus*, o melhor desempenho foi registrado por Piedras *et al.* (2006) a 26°C apresentando melhores ganhos de peso e TCE nesta faixa de temperatura. Tidwell *et al.* (2003) registraram para juvenis de largemouth bass *Micropterus salmoides* melhor desempenho a 26 e 32°C comparado a 20°C, sendo que 26°C houve melhor utilização do alimento e da proteína. Para juvenis de *Perca fluviatilis*, verificou-se que a taxa de crescimento aumenta na temperatura de 8 para 23°C e é reduzida a 27°C, com maiores taxas de crescimento entre 18 e 23°C (STRAND *et al.*, 2011). Hansen

e Falk-Petersen (2002) registraram menor desempenho de larvas de Spotted Wolffish criadas em altas temperaturas para esta espécie (14 e 16°C). Para juvenis de walleye pollock *Theragra chalcogramma*, a taxa de crescimento aumenta com o aumento da temperatura até 12°C e depois diminui a 16°C, com ótima temperatura a 11,5°C (KOOKA *et al.*, 2007).

A temperatura acima do nível ótimo pode acarretar a perda dos nutrientes por disfunções metabólicas através dos mecanismos de perda de calor, excreção de compostos nitrogenados e fezes e diminuição da ingestão do alimento devido ao estresse térmico (MacCARTHY *et al.*, 1998; SUN e CHEN, 2009; BERMUDES *et al.*, 2010), fato que explicaria o pior desempenho para juvenis de pacamã e para as espécies citadas anteriormente e criadas em temperaturas fora da faixa de conforto. Ao contrário, o pior desempenho com a diminuição da temperatura da água poderia ser explicado pela redução do consumo de alimento e tendo como consequência a redução no crescimento (BENDIKSEN *et al.*, 2002, 2003; ÁRNASON *et al.*, 2009). A temperatura pode influenciar também a eficiência enzimática contribuindo para redução no desempenho dos animais em temperaturas fora da faixa ótima de atuação das enzimas (USMANI e JAFRI, 2002).

A melhor conversão alimentar para juvenis de pacamã, ponto importante a ser considerado nos custos de produção, estaria próximo a 26,2°C. Porém, o desempenho seria melhor a temperatura entre 27 a 28°C, fato que também deve ser considerado na análise econômica da criação desta espécie. Semelhante ao presente estudo, Tidwell *et al.* (2003) verificaram que para juvenis de largemouth bass *M. salmoides* a melhor utilização do alimento seria a 26°C comparado a 23 e 32°C. Piedras *et al.* (2004) também encontraram resultados que indicam a influência da temperatura na conversão alimentar do siluriforme *Rhamdia quelen* que obteve melhor desempenho a 23,7°C. No Siluriforme tropical *Pseudoplatystoma* sp. a melhor conversão alimentar e ganho de peso foram a 27°C (LIMA *et al.*, 2006).

O índice de gordura víscero-somática foi superior na temperatura de 32°C. A gordura visceral armazenada no mesentério é considerada um sítio de estoque de energia em teleósteos (SHERIDAN, 1994), sugerindo que a alta temperatura para juvenis de pacamã alterou este índice. A quantidade de lipídeos viscerais indica o estado alimentar dos peixes (SOUZA *et al.*, 2002) e é mobilizada em casos de redução de consumo (COLLINS e

ANDERSON, 1995). Isso foi registrado para juvenis de *Piaractus mesopotamicus* que apresentaram menos gordura visceral em período de restrição alimentar, indicando ser esta gordura um estoque de lipídeos nesta espécie a qual é utilizada na falta de alimento (SOUZA *et al.*, 2002). Contudo, no presente estudo, a maior quantidade de gordura visceral pode estar associada ao metabolismo animal, que apresenta uma resposta fisiológica diferente entre uso e acúmulo de gordura segundo a necessidade energética do mesmo (LUPATSCH *et al.*, 2003). Apesar de no presente estudo não ter sido avaliada a composição da carcaça, Azevedo *et al.* (1998), registraram para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), com peso médio de 13,3g, semelhanças nesta composição quando criadas a 6, 9 e 12°C e aumento no nível de lipídeos e da energia bruta a 15°C.

Para o índice hepato-somático (IHS) não foram registradas diferenças significativas entre os tratamentos. Segundo Power *et al.* (2000), o IHS nem sempre é um índice comparativo confiável, pois sofre influência de diversos fatores nutricionais, fisiológicos e sanitários. Este fato demonstra não ter havido mobilização de reservas lipídicas no fígado de juvenis de pacamã devido às diferentes temperaturas testadas. Esta mobilização, foi registrada por Souza *et al.* (2002), quando submeteu de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* a restrição alimentar. Os autores verificaram que em período de restrição alimentar, levou a diminuição do IHS, sugerindo a utilização dos estoques de energia; porém, este índice foi recuperado quando os animais foram realimentados. Como apresentado anteriormente, a ausência de diferença no IHS de pacamã, pode ser devido a que, apesar da baixa temperatura, o alimento consumido foi suficiente para suprir a demanda energética dos animais, ou que, devido a estes permanecerem parados no fundo do tanque, demandam pouca energia.

Os triglicérides são utilizados como substância de reserva lipídica no fígado e nos músculos esqueléticos de teleósteos (VAGUE e FENASSE, 1965). As temperaturas das águas testadas não afetaram os triglicérides de juvenis de pacamã demonstrando não haver relação da temperatura com o quantitativo sanguíneo desses lipídeos nestes peixes, assim como verificado para a ausência de diferenças no IHS. No siluriforme jundiá também não foram encontrados indícios de influência da temperatura entre 15, 23, 31°C no nível de triglicérides (LERMEN *et al.*, 2004). Outros fatores podem alterar esse parâmetro como, por exemplo, a idade em Pirarucu *Arapaima gigas* (DRUMOND *et al.*, 2010), fato a ser

avaliado para pacamãs. Os triglicérides costumam sofrer redução no seu nível por causa da mobilização de reservas energéticas quando os peixes passam por um período de alta taxa metabólica (LERMEN *et al.*, 2004).

Contudo, a hemoglobina, a proteína plasmática, o colesterol e o hematócrito apresentaram efeito da temperatura da água. Estas variáveis podem ser influenciadas, além da temperatura da água por níveis de oxigênio dissolvido e estado nutricional do animal que está diretamente relacionado a alimentação (RANZANI-PAIVA *et al.*, 2000; CHAGAS e VAL, 2003; CARVALHO *et al.*, 2009), fato já discutido anteriormente.

Os maiores valores de hemoglobina e hematócrito seriam a 29,4°C e 32,1°C, respectivamente. Sadati *et al.* (2011) verificaram que flutuações diárias na temperatura da água não afetaram a hemoglobina e o hematócrito de Esturjão *Acipenser baerii*, a diferença do presente estudo, onde as temperaturas foram mantidas constantes ao longo do experimento. O aumento dos níveis de hemoglobina e hematócrito são indícios da baixa eficiência no transporte de oxigênio sanguíneo, mostrando-se então, aumentados para compensar essa deficiência (SANTOS *et al.*, 2004). Para o siluriforme *Rhamdia quelen*, a diferença nos níveis de energia e proteína dietários não interferiram nos níveis de hemoglobina e hematócrito (HIGUCHI *et al.*, 2011). Apesar dos níveis de oxigênio dissolvido no presente estudo estarem dentro da faixa ideal para a criação de peixes, as menores concentrações de oxigênio com o aumento da temperatura poderiam estar ocasionando esse aumento nos níveis de hemoglobina e hematócrito dos juvenis de pacamã.

A menor proteína plasmática seria a 23,9°C e o menor colesterol a 24,1°C. Outros trabalhos demonstram que o nível sanguíneo de colesterol (UMMINGER, 1969; McCARTNEY, 1965B), bem como a proteína plasmática (GLUTH e HANK, 1983) variam conforme a temperatura da água. Além disso, sexo (McCARTNEY, 1965a), dieta, estado nutricional (McCARTNEY, 1965b) e estresse (WENDEMEYER, 1972) também podem levar a alterações nessas variáveis. Para o goldfish (*Carassius auratus*), o aumento da temperatura diminui os níveis de proteína plasmática (IMANPOOR *et al.*, 2012), ao contrário do que aconteceu com o pacamã. De acordo com Drumond *et al.* (2010) e Buenaño (2010), o estágio de desenvolvimento também causa variações no índice de proteína plasmática, sendo que os peixes mais desenvolvidos têm maior quantidade em relação aos menores. Este fato poderia explicar os menores níveis de proteína plasmática

em juvenis de pacamã nas menores temperaturas onde o crescimento foi inferior. Além disso, a composição e o grande volume de proteína plasmática de muitos peixes teleósteos permite uma elevada capacidade de ligação e transporte de lipídeos (LARSSON e JOHANSSON-SJÖBECK., 1976). Apesar de algumas dietas dos peixes teleósteos não conterem colesterol, frequentemente esses animais possuem altas taxas desses lipídeos no sangue, demonstrando sua capacidade de sintetizá-lo e transportá-lo (HILDITCH, 1956). Contudo a hipercolesterolemia é considerada uma alteração fisiológica normal em teleósteos e não é indício de doença (LARSSON e FÄNGE, 1977).

A glicose apresentou relação direta com o aumento da temperatura da água em juvenis de pacamã. De acordo com Sadati *et al.* (2011), maiores níveis glicose indicam adaptação ao ambiente, ao passo que a baixa glicose pode estar associada a uma pior adaptação ao ambiente de variações de temperatura e ao baixo apetite dos peixes. O aumento da glicemia pode estar relacionado também com a condição de estresse no ambiente de criação (STOSKOPF, 1993, 2000; AZEVEDO *et al.*, 2006). Em Jundiás *Rhamdia quelen*, a quantidade de glicose também foi maior em temperaturas elevadas 31°C comparado aos níveis de glicose a 15°C, e sendo considerada como nível normal a 23°C (LERMEN *et al.*, 2004).

O oxigênio dissolvido apresentou relação inversamente proporcional ao aumento da temperatura da água. O decréscimo de oxigênio com aumento da temperatura da água pode ser devido à diminuição da solubilidade deste com o aumento da temperatura. De acordo com Lucas *et al.* (1988), a concentração de oxigênio dissolvido possui relação inversa com a temperatura da água de forma semelhante ao ocorrido neste trabalho. Além disso, pela regra de Van't Hoff um acréscimo de 10°C na temperatura da água pode elevar de 2 a 3 vezes a velocidade das reações metabólicas no organismo (STEFFENS, 1987; LOVELL, 1998) e, conseqüentemente, aumentar a demanda fisiológica por oxigênio (SCHMIDT-NIELSEN, 1996), fato que também poderia corroborar as menores concentrações de oxigênio no tanque de criação com o aumento da temperatura da água. Este fato foi corroborado na criação de larvas e juvenis de nase carp *Chondrostoma nasus* (KECKEIS *et al.*, 2001), juvenis de largemouth bass *M. salmoides* (TIDWELL *et al.*, 2003), juvenis de towny puffer *Takifugu flavidus* (SHI *et al.*, 2011) e juvenis de catfish *I. punctatus*

(PIEDRAS *et al.*, 2006) com menores concentrações de oxigênio com o aumento da temperatura da água.

Ao contrário, quando em situação de queda de temperatura, o peixe reduz consumo de alimento e tendo como consequência a redução no crescimento (BENDIKSEN *et al.*, 2002, 2003; ÁRNASON *et al.*, 2009), fato que também poderia explicar as maiores concentrações de oxigênio na menor temperatura da água testada para juvenis de pacamã.

O pH e amônia total apresentaram efeito quadrático com maiores valores, segundo a equação de regressão a 32,3°C e 28,4°C, respectivamente. Segundo Ismiño – Orbe *et al.* (2003), o aumento da massa dos peixes determina um aumento na excreção de amônia, fato que responde ao registrado no presente estudo, onde o melhor desempenho e maior consumo diário de alimento esteve próximo a 28°C. Semelhante ao presente estudo, Tidwell *et al.* (2003) registraram que a amônia total foi mais alta a 26°C, enquanto a amônia não-ionizada a 32°C na criação de juvenis de largemouth bass *M. salmoides*, temperaturas que proporcionaram melhor desempenho. Contudo, ao contrário de presente estudo, o pH foi significativamente maior a 23°C.

## **6. Conclusões**

A temperatura da água tem importante papel no desempenho, hematologia e bioquímica de juvenis de pacamã criados em laboratório.

A temperatura para um ótimo desempenho e eficiência alimentar de juvenis de pacamã é entre 27 e 28°C.

Variáveis hematológicas (hemoglobina e hematócrito) e bioquímicas (proteína plasmática, colesterol e glicose) podem ser bons indicativos do estado nutricional de juvenis de pacamãs criados em diferentes temperaturas da água.

## Referências bibliográficas

ABUCAY, J.S.; MAIR, G.C.; SKIBINSKI, D.O.F.; BEARDMORE, J.A. Environmental sex determination: The effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.173 p.219-234, 1999.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WPCF. WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup>ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

ALVES, G.F.O.; RODRIGUES, L.A.; SILVA, W.S.; MELILLO FILHO, R.; SANTOS, A.E.H.; TURRA, E.M.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K. Efeito da frequência alimentar no desempenho de juvenis de pacamã mantidos em hapas. In: III CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE CULTIVO DE PEIXES NATIVOS/ III CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS, 2011, Lavras. **Resumos...** 2011. v. 3. p. 141-141.

ÁRNASON, T.; BJÖRNSSON, B.; STEINARSSON, A. Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: effects of temperature and body weight. **Journal Applied Ichthyology**, v.25, p.401-406, 2009.

ASSIS, J.M.F.; CARVALHO, R.F.; BARBOSA, L.; AGOSTINHO, C.A.; DAL PAI-SILVA, M. Effects of incubation temperature on muscle morphology and growth in the pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture**, v.237, p.251-267, 2004.

AZEVEDO, P.A.; CHO, C.Y.; LESSON, S.; BUREAU, D.P. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*). **Aquaculture Living Resource**, v.11, p.232-238, 1998.

AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; FRANCISCO, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: Comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.32, p.41-49, 2006.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2009. Ed. 2. 350p.

BARAS, E.; RAYNAUD, T.; SLEMBROUCK, J.; CARUSO, P.; COCHET, C.; LEGENDRE, M. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian cat fish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). **Aquaculture Research**, v.42, p.260-276, 2011.

BARROS, M.D.M.; GUIMARÃES-CRUZ, R.J.; VELOSO-JÚNIOR, V.C.; SANTOS, J.E. Reproductive apparatus and gametogenesis of *Lophiosilurus alexandri* stendachner (Pisces, Teleostei, Siluriformis). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, p.213-221, 2007.

BENDIKSEN, E.A.; BERG, O.K.; JOBLING, M.; ARNESEN, A.M.; MÅSØVAL, K. Digestibility, growth and nutrient utilisation of Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) in relation to temperature, feed fat content and oil source. **Aquaculture**, v.224, p.283–299, 2003.

BENDIKSEN, E.A.; JOBLING, M.; ARNESEN, A.M. Feed intake of Atlantic salmon parr *Salmo salar* L. in relation to temperature and feed composition. **Aquaculture Research**, v.33, p.525-532, 2002.

BERMUDES, M.; GLENCROSS, B.; AUSTEN, K.; HAWKINS, W. The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture**, v.306, p.160–166, 2010.

BIDWELL, D.A.; HOWELL, W.H. The effect of temperature on first feeding, growth and survival of larval witch flounder *Glyptocephalus cynoglossus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.32, p.373-384, 2001.

BORGES, A.M.; MORETTI, J.O.C.; McMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-Nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.4, n.2, p.153-159, 2005.

BUENAÑO, C. M. V. Hemograma de trucha arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) em tres etapas de producción en la cuenca alta de la província Del napo, Ecuador. **Boletim Técnico 9 Série Zoologia**, V.6, p.1-14, 2010.

CAMPECHEL, D.F.B.; FIGUEIREDO, R.C.; BALZANA, L. Condicionamento alimentar de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). In: 3º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES. **Anais...** 2009.

CARNEIRO, D.J.; RANTINI, F.T.; DIAS, T.C.R.; MALHEIROS, E.B. Níveis de proteína e energia brutas em dietas práticas para o crescimento de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, em diferentes temperaturas. III Efeitos sobre o tempo de trânsito gastrointestinal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., Resumos... Natal, 1990, p. 62.

CARDOSO, E.L.; CHIARINI-GARCIA, H.; FERREIRA, R.M.A.; POLI, C.R. Morphological changes in the gills of *Lophiosilurus alexandri* exposed to un-ionized ammonia. **Journal of Fish Biology**, v. 49, p.778-787, 1996.

CARVALHO, E. G.; SEIBERT, C. S.; COELHO, M. S.; MARQUES, E. M. Parâmetros hematológicos de espécies nativas do Rio Tocantins, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazônica* e *Squaliforma emarginata* (Teleostei, Ostanopterusi). **Acta Scientiarum**, v.31, p.173-177, 2009.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.397-402, 2003.

COSTA-NETO, E.M.; DIAS, C.V.; MELO, M.N. O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, Estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum**, v.24, p.561-272, 2002

COLLINS, A. L.; ANDERSON, T. A. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. **Journal of Fish Biology**, v.47, p.1004-1015, 1995.

DESPREZ, D.; MÉLARD, C. Effect of ambient water temperature on sex determinism in the blue tilapia *Oreochromis aureus*. **Aquaculture**, v.162, p.79-84, 1998.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Tempo de trânsito gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.27, p.413-417, 2005.

DRUMOND, G.V.F.; CAIXEIRO, A.P.A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J.L.; AFFONSO, E.G. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schins, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. **Acta Amazônica**, v.40, p.591-596, 2010.

FAUCONEEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D.; BREQUE, J.; LUQUET, P. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, v.34, p. 27-39, 1983.

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

GALLOWAY, T.F.; BARDAL, T.; KVAM, K.S.; DAHLE, S.W.; NESSE, G.; RANDØL, M.; KJØRSVIK, E.; ANDERSEN, Ø. Somite formation and expression of *MyoD*, *myogenin* and *myosin* in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) embryos incubated at different temperatures: transient asymmetric expression of *MyoD*. **The Journal of Experimental Biology**, v.209, p.2432-2441, 2006.

GLUTH, G; HANK, W. The effect of temperature on physiological changes in carp, *Cyprinus carpio* L., induced by phenol. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.7, p.373-389, 1983.

GUAN, L.; SNELGROVE, P.V.R.; GAMPERL, A.K. Ontogenetic changes in the critical swimming speed of *Gadus morhua* (Atlantic Cod) and *Myoxocephalus scorpius* (Shorton sculpin) and the role of temperature. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.360, p.31-38, 2008.

GUIMARÃES-CRUZ, R.J.; SANTOS, J.E. DOS; SATO, Y.; VELOSO-JÚNIOR, V.C. Early development stages of the catfish *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Pseudopimelodidae) from the São Francisco River basin, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v.25, p.321-327, 2009.

HANSEN, T.K.; FALK-PETERSON, I.B. Growth and survival of first-feeding spotted wolfish (*Anarhichas minor* Olafsen) at various temperature regimes. **Aquaculture Research**, v.33, p.119-1127, 2002.

HART, P.R.; PURSER, C.J. Effects of salinity and temperature on eggs and yolk sac larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Giinther, 1862). **Aquaculture**, v.136, p.221-230, 1995.

HIGUCHI, L.H.; FEIDEN, A.; MALUF, M.L.F.; DALLAGNOI, J.M.; ZEMINHAM, M; BOSCOLO, W.R. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v12, n.1, p.1406-1411, 2011.

HILDITCH, T. P. **The chemical constitution of natural fats**. Chapman & Hall LTD. London 1956.

HOMENS PEIXE. Fórum: Peixes dulcícolas: Pacamã. Disponível em: <[www.homenspeixe.com.br/novo-forum/viewtopic.php?f=22&=1179](http://www.homenspeixe.com.br/novo-forum/viewtopic.php?f=22&=1179)> Acesso em: 02/06/2012.

IMANPOOR, M.R.; NAJAFI, E.; KABIR, M. Effects of different salinity and temperatures on the growth, survival, haematocrit and blood biochemistry of goldfish (*Carassius auratus*). **Aquaculture Research**, v.43 p.332-338. 2012.

ISMIÑO-ORBE, R.A.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L.C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1243-1247, 2003.

IZEL, A.C.U. A qualidade do solo e da água. In: **Criando peixes na Amazônia**. VAL, A. L.; HONCZARYK. A. (Ed.). Manaus, INPA. p.17-27, 1995.

JOHNSTON, I.A. Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. **Aquaculture**, v.177, p.99-115, 1999.

JOHNSTON, I.A. Environment and plasticity of myogenesis in teleost fish. **The Journal of Experimental Biology**, v.209, p.2249-2264, 2006.

JOHNSTON, I.A.; COLE, N.J.; ABERCROMBY, M.; VIEIRA, V.L.A. Embryonic temperature modulates muscle growth characteristics in larval and juvenile Herring. **The Journal of Experimental Biology**, v.201, p.623–646, 1998.

KECKEIS, H.; KAMLER, E.; BAUER-NEMESCHKEL, E.; SCHNEEWEISS, K. Survival, development and food energy partitioning of nase larvae and early juveniles at different temperatures. **Journal of Fish Biology**, v.59, p.45-61, 2001.

KIM, K.D.; KIM, K.M.; KANG, Y. Influences of feeding frequency of extruded pellet and moist pellet on growth and body composition of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in suboptimal water temperatures. **Fisheries Science**, v.73, p.745–749, 2007.

KOOKA, K.; YAMAMURA, O.; NISHIMURA, A.; HAMATSU, T.; YANAGIMOTO, T. Optimum temperature of growth of juvenile walleye pollock *Theragra chalcogramma*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 347, p.69-76, 2007.

LARSSON, A.; FÄNGE, R. Cholesterol and free fatty acids (FFA) in the blood of marine fish. **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v.57B p.191-196, 1977.

LARSSON, A.; JOHANSSON-SJÖBECK, M.L. Comparative study of some hematological and biochemical blood parameters on fishes from the Skagerrak. **Journal of Fish Biology**, v.9 p.425-440, 1976.

LE MORVAN, C.; TROUTAUD, D.; DESCHAUX, P. Differential effects of temperature on nonspecific immune differences in fish. **The Journal of Experimental Biology**, v.201, p.165–168, 1998.

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

LIMA, L.C.; RIBEIRO, L.P.; MALISON, J.A.; BARRY, T.P.; HELD, J.A. Effect of temperature on performance characteristics and the cortisol stress response of surubim *Pseudoplatystoma* sp. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, n.1, p.89-95. 2006.

LINS, L.V.; MACHADO, A.B.M.; COSTA, C.M.R.; HERRMANN, G. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção (contendo a lista oficial da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais). **Publicações Avulsas da Fundação Biodiversitas** v.1, p.1-50. 1997.

LONGO, R.S; NUÑER, A.P.O. Temperatures for fertilization and hatching and their influence on determining the sex ratio of the silver catfish *Rhamdia quelen*. **Acta Scientiarum**, v.32, n.2, p.107-111, 2010.

LÓPEZ, C.M.; SAMPAIO, E.V. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. **Acta Scientiarum**, v.22, p.494-494, 2000.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed., Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.

LUCAS, A.F.B.; NASCIMENTO, V.M.C.; COLARES DE MELO, J.S. Variação nictimeral e sazonal de temperatura e oxigênio dissolvido em viveiros e tanques do CEPTA. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.1, p.37-45, 1988.

LUPATSCH, I.; KISSIL, W.M.; SKLAN, D. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species gilthead sea bream (*Sparus aurata*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and the white grouper (*Epinephelus aeneus*): energy expenditure for protein and lipid deposition. **Aquaculture**, v.225, p.175-189, 2003.

LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta Scientiarum**, v.30, p.345-350, 2008a.

LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.903-909, 2008b.

LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E.; PEDREIRA, M.M.; TEIXEIRA, E.A. Effect of water flow rate and feed training on “pacamã” (Siluriforme:Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.973-979, 2011.

MacCARTHY, I.; MOKSNESS, E.; PAVLOV, D.A. The effects of temperature on growth rate and growth efficiency of juvenile common wolfish. **Aquaculture International**, v.6, p.207-218, 1998.

McCARTNEY, T.H. The influence of age and sex on the total serum cholesterol level in brown trout. **Fish Research Bulletin**, v.22, p.42-43, 1965a.

McCARTNEY, T.H. The nutrition of trout. **Cortland Hatchery Report**, n.33, p.35-43, 1965b.

MARQUES, M.B.A.; MOREIRA-FILHO, O.; GARCIA, C.; MARGARIDO, V.P. Cytogenetic analyses of two endemic fish species from the São Francisco River basin: *Conorhynchus conirostris* and *Lophiosilurus alexandri* (Siluriformes). **Genética Molecular e Biologia**, v.31, p.215-221, 2008.

MELILLO FILHO, R.; LEAL, C.A.G.; COSTA, F.A.A.; FIGUEREDO, H.C.P.; SANTOS, A.E.H.; ALVES, G.F.O.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K. Captura, transporte e adaptação de matrizes de pacamã a condições controladas: primeiros resultados. In: III CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE CULTIVO DE PEIXES NATIVOS/ III CONGRESSO

BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS, 2011, Lavras. **Resumos..**, 2011. v. 3. p. 162-162.

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K. Measurements of stressed states in the field. In: IWAMA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: University Press, p.247-268. 1997.

MOTOKUBO, M.T.; ANTONIUTTI, D.M.; MAINARDES-PINTO, C.S.R.; TAKINO, M. Produção de zooplâncton em tanques de cultivo de curimatá, *Prochilodus scrofa*, submetidos a diferentes fertilizantes orgânicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.15, p.189-199, 1988.

PANKHURST, N.W.; PORTER, M.J.R. Cold and dark or warm and light: variations on the theme of environmental control of reproduction. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.28, p.385-389, 2003.

PEDREIRA, M.M.; LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E.; SAMPAIO, E.V.; SILVA, R.S.F. Biofiltração da água e tipos de substrato na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.9511-518, 2009.

PEDREIRA, M.M.; SANTOS, J.C.E.; SAMPAIO, E.V.; PEREIRA, F.N.; SILVA, J.L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 p.1144-1150, 2008.

PERES, H.; AIRES, O.T. Influence of temperature on protein utilization in juvenile european seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.170, p.337-348, 1999.

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

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O. F. Crescimento do jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo coma temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.17-182, 2004.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.367-370, 2006.

PLANET CATFISH. Pseudopimelodidae, *Lophiosilurus*. Disponível em: <[www.planetcatfish.com/catalog/species](http://www.planetcatfish.com/catalog/species)> Acesso em: 02/06/2012.

POWER, D.M.; MELO, J.; SANTOS, C.R.A. The effect of food de deprivation and refeeding on the liver, thyroid hormones and transthyretin in sea bream. **Journal of Fish Biology**, v.56, p.374-387, 2000.

PRADO, S.A. **Exigência de lisina de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma* spp.)** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 38p. 2011.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SOUZA, A.T.S.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M.; EIMAS, A.C. Hematological evaluation in commercial fish species from the floodplain in the upper Paraná river, Brasil. **Acta scientiarum**, v.22, p.507-513, 2000.

RAVEN, P.H.; JOHNSON, G. B. **Biology**. (6<sup>th</sup> Ed). In: RAVEN, P.H.; JOHNSON, G.B. (Eds.). p.279-298, 2006.

RIJNSDORP, A.D.; PECK, M.A.; ENGELHARD, G.H.; MÖLLMANN, C.; PINNEGAR, J. Resolving the effect of climate change on fish populations. **Ices Journal of Marine Science**, v.66, p.1570-1583, 2009.

RODRIGUES, L.A.; MELILLO FILHO, R.; SANTOS, A.E.H.; SILVA, W.S.; IKEDA, A. L.; TURRA, E.M. ; TEIXEIRA, E.A ; LUZ, R. K. Manejo alimentar de juvenis de pacamã com dieta comercial. In: III CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE CULTIVO DE PEIXES NATIVOS/ III CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS, 2011, Lavras. **Resumos...** 2011. v. 3. p. 161-161.

RÓNYAI, A.; CSENGERI, I. Effect of feeding regime and temperature on growing results of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). **Aquaculture Research**, v.39, p.820-827, 2008.

SADATI, M.A.Y.; SHAKURIAM, M.; HASANI, M.H.; POURALI, H.R.; POURASHADI, M.; YOUSEFI, A. Effects of daily temperature fluctuations on growth and hematology of juvenile *Acipenser baerii*. **Journal of Applied Ichthyology**, v.27, p.591-594, 2011.

SAEG. 1998. Sistema para análise estatística e genéticas. Manual de utilização do programa SAEG. UFV. Viçosa. 59 p.

SANTOS, G.M.; MÉRONA, B.; JURAS, A.A.; JÉGU, M. **Peixes do baixo Tocantins: 20 anos depois da usina hidroelétrica de Tucuruí**. Brasília: Eletronorte, 2004.

SANTOS, J.C.E.; LUZ, R.K. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. **Aquaculture**, v.287, p.324-328, 2009.

SANTOS, A.E.H.; MELILLO FILHO, R.; SILVA, W.S.; RODRIGUES, L.A.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K. Frequência alimentar para juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. In: III CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE CULTIVO DE PEIXES NATIVOS/ III CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS, 2011, Lavras. **Resumos...** 2011. v. 3. p. 119-119.

SATO, N.; KAWAZOE, I.; SUZUKI, Y.; AIDA, K. Effects of temperature on vitellogenesis in Japanese eel *Anguilla japonica*. **Fisheries Science**, v.72, p.961-966, 2006.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.) **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.**, Belo Horizonte: PUC Minas, P.275-290, 2003.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente.** 5 ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1996.

SCOT CAT. *Lophiosilurus alexandri*. Disponível em: <[www.scotcat.com/pseudopimelodidae/lhiosilurus\\_alexandri5.htm](http://www.scotcat.com/pseudopimelodidae/lhiosilurus_alexandri5.htm)> Acesso em: 02/06/2012.

SHERIDAN, M.A. Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. **Compendium of biochemistry and Physiology**, v.1107b, p.495-508, 1994.

SHI, Y.; ZHANG, G.; LIU, J.; ZANG, W. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption of tawny puffer *Takigufu flavidus* juvenile. **Aquaculture Research**, v. 42, p.301-307, 2011.

SILVA, P.C.; PÁDUA, D.M.C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, J.T.; SOUZA, V.L. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea maiz*) em rações para alevinos de tambacu (Híbrido *Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho). **ARS Veterinária**, v.16, p.146-153, 2000.

SOUZA, V.L.; URBINATI, E.C.; GONÇALVES, D.C.; SILVA, P.C. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, Characidae) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**, v. 24, p.533-540, 2002.

STAURNES, M. Effects of acute temperature decreases on turbot fry and juveniles. **Aquaculture International**, v.2, p.104-113, 1994.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces.** Zaragoza: ACRIBIA S.A., 1987.

STOSKOPF, M.K. **Fish Medicine.** Philadelphia: WB Saunders Co., 882p. 1993.

STOSKOPF, M.K. Normal Hematology of Elasmobranchs. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology.** Philadelphia: Blackwell Publishing. ed.5 p.1174-1178. 2000.

STRAND, A.; MAGNHAGEN, C.; ALANARA, A. Growth and energy expenditure of Eurasian Perch *Perca fluviatilis* (Linnaeus) in different temperatures and different body sizes. **Aquaculture Research and Development**, v.2, p.1-8, 2011.

SUN, L.; CHEN, H. Effects of ration and temperature on growth, fecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.292, p.197–206, 2009.

TAYLOR, R.C.; GRIER, H.J.; WHITTINGTON, J.A. Spawning rhythms of common snook in florida. **Journal of Fish Biology**, v.53, p.502-520, 1998.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; SILVA, E.D.; MORAES, F.R.; PERECIN, D. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavelo e Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). **Acta Scientiarum**, v.21, p.337-342, 1999.

TENÓRIO, R.A. **Aspectos da biologia reprodutiva do niquim *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae) e crescimento da progênie em diferentes condições ambientais**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003. Dissertação (Mestrado).

TENÓRIO, R.A.; SANTOS, A.J.G.; LOPES, J.P.; NOGUEIRA, E.M.S. Crescimento do niquim (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876), em diferentes condições de luminosidade e tipos de alimento. **Acta Scientiarum**, v.28, p.305-309, 2006.

THÉ, A.P.G.; MADI, E.F.; NORDI, E. Conhecimento local, regras informais e uso do peixe na pesca do alto-médio São Francisco. In GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, p.389-406. 2003.

TIDWELL, J.H.; COYLE, S.D.; BRIGHT, L.A.; VANARNUM, A.; YASHARIAN, D. Effect of water temperature on growth, survival, and biochemical composition of largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, p.175-183, 2003.

UMMINGER, B. L. Physiological studies on supercooled killifish (*Fundulus heteroclitus*). I Serum inorganic constituents in relation to osmotic and ionic regulation at subzero temperatures. **Journal of Experimental Zoology**, v.172, p.283-302, 1969.

USMANI, N.; JAFRI, A.K. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. **Aquaculture Research**, v.33, p.959-967, 2002.

VAGUE, J.; FENASSI, R. **Adipose tissues**. In: RENOLD, A. E. CAHILL, G. F. Handbook of physiology. American Physiology Society, Washington, p.25-36, 1965.

VITÓRIA REEF. Pacamão. Disponível em:  
<[vitoriareef.com.br/portal/index.php?option=content&task=view&id=34&itemid=30](http://vitoriareef.com.br/portal/index.php?option=content&task=view&id=34&itemid=30)>.  
Acesso em: 02/06/2012.

WEDEMEYER, G. Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). **Journal of Fish Research Board of Canada**, v.29, p.1780-1783, 1972.

WOYNAROVICH, E. **Tambaqui e pirapitinga; propagação artificial e criação de alevinos**. Brasília: CODEVASF, 1988.

YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUGITA, T.; SUZUKI, N. Effects of feeding time, water temperature, feeding frequency and dietary composition on apparent nutrient digestibility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and common carp *Cyprinus carpio*. **Fisheries Science**, v.73, p.161–170, 2007.

YANES-ROCA, C. **Husbandry and larval rearing of common snook (*Centropomus undecimalis*)**. Stirling, 2006, 271p. Tese (Doutorado).

ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. Limitações e potencialidade do cultivo do tambaqui, *Colossoma macropomum* Curvier, 1818, na Região Sul do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 9, Sete Lagoas, 1996, Resumos..., p. 126.