

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS, FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS DE  
TILÁPIAS-DO-NILO *Oreochromis niloticus* SUBMETIDAS A DIFERENTES  
SALINIDADES**

**Fernando Bosisio**

**Orientador: Prof. Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**  
**Dezembro – 2015**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS, FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS DE  
TILÁPIAS-DO-NILO *Oreochromis niloticus* SUBMETIDAS A DIFERENTES  
SALINIDADES**

**Artigo 01 – Sobrevivência, crescimento, excreção de amônia e consumo específico de oxigênio de tilápia-do-nilo em diferentes salinidades.**

**Artigo 02 – Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nilo submetidos a diferentes salinidades.**

**Fernando Bosisio**

**Orientador: Prof. Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**  
**Dezembro– 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

B743p

Bosisio, Fernando

Parâmetros zootécnicos, fisiológicos e hematológicos de tilápias-do-nylo  
*Oreochromis niloticus* submetidas a diferentes salinidades / Fernando Bosisio -  
São Paulo, 2015.

x, 51f. ; il. ; gráf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em  
Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e  
Abastecimento.

Orientador: Edison Barbieri

1. Consumo de oxigênio. 2. Amônia. 3. Hematologia. 4. Salinidade.  
5. Tilápia-do-nylo. I. Barbieri, Edison. II. Título.

CDD 639.3

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**“PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS, FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS DE  
TILÁPIAS-DO-NILO *Oreochromis niloticus* SUBMETIDAS A DIFERENTES  
SALINIDADES”**

**AUTOR:** Fernando Bosisio

**ORIENTADOR:** Edison Barbieri

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em  
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDISON BARBIERI

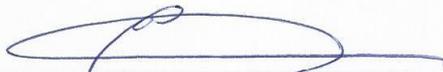


Prof. Dr. ANTÔNIO FERNANDO GERVÁSIO LEONARDO



Profa. Dra. CAMILA FERNANDES CORREIA

Data da realização: 15 de setembro de 2015



Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Edison Barbieri

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente a oportunidade de estar vivo e com saúde para concluir mais essa etapa. Mais um passo sonhado e construído com muito esforço.

Agradeço também aos meus pais, Fani Maria Jacintho e Valter Roberto Donaire Bosisio, pelo apoio e compreensão de uma vida.

Ao meu filhote Caio que me deu força e alegria nos momentos mais atribulados e cansativos dessa jornada.

À minha esposa Juliana de Barros Valle pela dedicação, compreensão e apoio. Sem ela não teria concluído esse trabalho. Muito obrigado!

Ao meu sócio Fabio Catane, seus pais e familiares e à equipe da AQUAMAIS, que me apoiaram em minhas ausências.

Ao meu orientador Edison Barbieri, pela compreensão e apoio. O fato de estarmos longe e atuando em estados diferentes não foi barreira para que realizássemos um bom trabalho. Obrigado!

Ao meu incentivador e pesquisador do Instituto de Pesca Eduardo Sanches. A todos os docentes, técnicos, responsáveis administrativos (Ocimar Pedro) e amigos do Instituto de Pesca, que ao longo dos vários anos de contatos e trocas de ideias nos fortalecem a acreditar em nossa missão.

Aos meus examinadores da qualificação, Camila Fernandes Correia e Antônio Fernando Gervásio Leonardo, pelas dicas e demais observações valiosas.

Aos docentes do IFES – Campus Piúma, Marcelo Fanttini Polese André Batista de Souza, e para toda a equipe discente do “Projeto Cação sem Dentes”, que me apoiaram em todo o operacional do meu experimento com uma dedicação ímpar.

A minha viola e meu violão, e aos meus companheiros de música Marcelo e Júnia, entre outros, pelos inúmeros momentos de descanso e de ócio criativo.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, me auxiliaram durante esse período, o meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	iii
RESUMO GERAL .....	iv
GENERAL SUMMARY .....	v
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
OBJETIVO GERAL: .....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
REFERÊNCIAS .....	8
CAPÍTULO 01 – Sobrevivência, crescimento, excreção de amônia e consumo específico de oxigênio de tilápias-do-nilo em diferentes salinidades. ....	12
<b>Introdução</b> .....	15
Material e Métodos .....	18
Resultados e Discussão .....	20
<b>Conclusão</b> .....	26
Referências .....	27
CAPÍTULO 02 – Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nilo submetidos a diferentes salinidades .....	29
<b>Introdução</b> .....	32
Material e Métodos .....	35
Resultados e discussão .....	36
Conclusões .....	41
Referências .....	43

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 01

<b>Tabela 01.</b>	Valores médios e desvio padrão, dos parâmetros de qualidade de água: pH, amônia total, amônia tóxica e temperatura dos tratamentos.....	19
-------------------	---	----

### Artigo 02

<b>Tabela 01.</b>	Compilação de dados de hemogramas de tilápias submetidas à diversos ambientes e tratamento.....	41
-------------------	---	----

## RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência, ganho de peso, consumo de oxigênio, excreção de amônia e parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo submetidas à diferentes salinidades. O primeiro experimento foi realizado com duzentos animais, peso inicial de  $3,9 \pm 1,0g$ , distribuídos aleatoriamente em 20 aquários com sistema de recirculação de água. Após protocolo de aclimação gradual à salinidade, estabeleceram-se os tratamentos de 0, 15, 25 e 35 de salinidade, durante 25 dias, avaliando a sobrevivência, ganho de peso, consumo de oxigênio e excreção de amônia. Os peixes de água salobra e salgada apresentaram uma sobrevivência superior ao grupo controle, embora todos os tratamentos apresentem sobrevivência superior a 70%. Em relação ao ganho de peso, o tratamento 35 foi quem apresentou o pior resultado. Foi observado um aumento linear para o consumo específico de oxigênio e excreção de amônia em relação ao aumento da salinidade. Utilizou-se teste de normalidade e posteriormente ANOVA com Tukey, Bonferoni. O segundo experimento avaliou parâmetros hematológicos: hematócrito, hemoglobina, glicose, leucócitos, eritrócitos em tilápia-do-nilo submetidas às salinidades: controle (0), 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35. Os 40 peixes foram acondicionados em 8 aquários, 24 horas para adaptação e outras 24 horas sob exposição às salinidades testadas. A média dos parâmetros hematológicos foi estimada pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey de comparações múltiplas ( $P < 0,05$ ). A salinidade tem influência nos parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo, indicando alterações fisiológicas.

Palavras-chave: consumo de oxigênio, amônia, hematologia, salinidade, tilápia-do-nilo.

## GENERAL SUMMARY

The objective of this study was to evaluate survival, weight gain, oxygen consumption, ammonia excretion and hematological parameters of Nile tilapia submitted to different salinities. The first experiment was conducted with two hundred animals, starting weight of  $3.9 \pm 1.0$  g, randomly divided into 20 tanks with water recirculation system. After gradual acclimatization protocol to salinity, were established treatments of 0, 15, 25 and 35 of salinity for 25 days, assessing the survival, weight gain, oxygen consumption and ammonia excretion. The brackish and saltwater fish showed a higher survival to the control group, although all treatments presented higher survival to 70%. With regard to weight gain, treatment was 35 who had the worst result. A linear increase to the specific oxygen consumption and ammonia excretion in relation to increased salinity was observed. We used normality test and ANOVA with Tukey later, Bonferoni. The second experiment evaluated hematological parameters: hematocrit, hemoglobin, glucose, leukocytes, erythrocytes in Nile tilapia submitted to salinity: control (0), 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35. The 40 fish were placed in tanks 8, 24 hours for adaptation and another 24 hours upon exposure to the tested salinity. The average of haematological parameters was estimated by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's multiple comparison test ( $P < 0.05$ ). Salinity has influence on hematological parameters of Nile tilapia, indicating physiological changes.

Keywords: oxygen consumption, ammonia, hematology, salinity, tilapia.

## INTRODUÇÃO GERAL

O acelerado crescimento da população mundial tem levado ao aumento do problema da disponibilidade de alimento para suprir as necessidades dessa população. Nesse contexto a aquicultura surge como uma alternativa para mitigar o problema da fome, sobretudo nos países de terceiro mundo. Desta forma é necessário que a aquicultura se desenvolva guiada por critérios éticos, sociais e ambientais, além dos critérios de ordem tecnológica (VINATEA, 2004).

Nesse contexto a criação de peixes é uma alternativa racional, de grande valor econômico e ecológico. A tilapicultura tem apresentado um crescimento exponencial da produção em todo o território nacional, fato que tem sido possível pelo desenvolvimento de toda a cadeia produtiva. Os insumos adequaram-se às necessidades da espécie, equipamentos voltados ao manejo e o beneficiamento estão disponíveis a preços acessíveis, a logística foi ampliada e o público consumidor tem uma ótima aceitação para o produto. Apesar de alguns gargalos sanitários, entre outros, a cadeia da tilapicultura está se firmando no Brasil e demonstra enorme potencial de crescimento.

No Brasil as primeiras tentativas de cultivo foram com a *Tilapia rendalli* na década de 50, através da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (Zaniboni Filho, 2004). Já na década de 70 o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) introduziu a espécie *Oreochromis niloticus* com objetivo de povoamento dos reservatórios públicos da região do Nordeste (ZANIBONI FILHO, 2004; TAVARES-DIAS, 2003; FIGUEIREDO JÚNIOR e VALENTE JUNIOR, 2008).

Ao mesmo tempo os Estados de São Paulo e Minas Gerais também produziram significativas quantidades de alevinos para povoamento dos reservatórios de hidrelétricas e para a venda e distribuição a produtores rurais.

Segundo MOREIRA (2007) no Brasil, novos empreendimentos de águas interiores estão dando prioridade ao cultivo de tilápia (*Oreochromis spp.*), a qual vem apresentando a maior produção aquícola, seguida da carpa (*Cyprinus carpio*) e do tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Existe uma série de espécies de tilápias que conseguem se adaptar em ambientes salobros e até mesmo marinhos. Dentre estas *O. aureus* e *O. mossambicus* se destacam por apresentar ótima tolerância à salinidade, vivendo também em ambientes estuarinos, sendo assim consideradas eurialinas, com relatos de reprodução com até 30 de salinidade (ERNST *et al.*, 1991; HEAD *et al.*, 1994). A capacidade das tilápias em suportar amplas variações de salinidade (eurialina) vem do fato de terem seu ancestral de origem marinha. Além disso, sua rusticidade também é uma característica propícia para a aquicultura, pois lhes confere a capacidade de adaptação a ambientes diversos, podendo ser cultivada em água doce, salobra ou salgada (KUBITZA, 2005).

A alternativa do uso do cultivo de tilápias em águas salobras ou salgadas no nordeste do Brasil, em locais onde se cultivavam ou ainda se cultivam os camarões, ou em outras regiões que apresentarem condições favoráveis, se mostra como uma alternativa real à geração de renda naquela região, à sobrepesca em ambientes costeiros e à produção de alimentos de qualidade com alto valor agregado de mercado.

A boa qualidade da água é fator imprescindível para o bom desenvolvimento de organismos aquáticos cultivados (BARBIERI, 2007). Para serem definidos os parâmetros ideais de qualidade de água e os índices zootécnicos que viabilizem o cultivo da tilápia nilótica (*O. niloticus*) em águas salinas, é necessário conhecer o seu comportamento nessa situação de estresse, sendo sua concentração e o tempo de exposição (toxicidade), fatores determinantes para o sucesso do mesmo. Ou seja, entender as alterações fisiológicas decorrentes do processo de cultivo da tilápia em águas salobras ou salgadas, com a finalidade de minimizá-los para que o animal expresse sua maior capacidade de ganho de peso com a menor conversão alimentar.

A toxicidade é uma propriedade relativa de uma substância, que se refere ao seu potencial em afetar nocivamente um organismo vivo, e depende da concentração do agente químico e da duração da exposição, (MARTINEZ e CÓLUS, 2002, GARCIA *et al.*, 2015).

A literatura classifica a resposta fisiológica ao estresse como primária, secundária e terciária. A resposta primária ao estresse é indicada pela rápida elevação de corticosteroides e catecolaminas plasmáticos. A resposta secundária é usualmente definida como a canalização das ações e efeitos imediatos desses hormônios em nível sanguíneo e de tecidos, incluindo o aumento dos batimentos cardíacos, da absorção de oxigênio e mobilização de substratos de energia e, ainda, perturbação do balanço hidromineral. A resposta terciária manifesta-se em nível de população, traduzindo-se em inibição do crescimento, da reprodução e da resposta imune.

A limitação da capacidade do animal de tolerar estressores subsequentes ou adicionais também é atribuída a uma manifestação da resposta terciária (BARCELLOS *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2006; DAMATO e BARBIERI, 2012).

#### Amônia

Segundo BARBIERI (2010), a amônia pode atingir níveis letais ou subletais em sistemas de cultivo estáticos, de recirculação ou em ambientes naturais. Devido a isso, torna-se importante determinar a tolerância dos organismos aquáticos a esse produto. Igualmente, altas concentrações de amônia podem estar presentes em águas de ambientes naturais que recebem águas usadas, dejetos industriais e agrotóxicos (RUSSO, 1985; DOI *et al.*, 2012).

Os efeitos tóxicos da amônia presente na água para os peixes estão relacionados principalmente à forma não ionizada (NH<sub>3</sub>), devido à facilidade com que esta molécula se difunde para dentro do peixe (HILLABY e RANDALL, 1979). A grande maioria das membranas biológicas é permeável a essa forma de amônia, mas relativamente impermeável ao íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). A amônia não ionizada é de natureza lipofílica e por isso difunde-se rapidamente através das membranas biológicas, enquanto a amônia ionizada ocorre como moléculas maiores, hidratadas e carregadas, que não podem atravessar prontamente as membranas (RANDALL e TSUI, 2002). Assim, qualquer pequeno aumento na concentração externa de NH<sub>3</sub> pode causar um grande aumento na concentração interna de amônia total, excedendo as concentrações toleradas pelo organismo (DAS *et al.*, 2004).

A amônia constitui o principal produto para a excreção de nitrogênio em peixes teleósteos e é produzida a partir do catabolismo de proteínas da dieta, principalmente no fígado. Após sua produção ela deve ser prontamente eliminada do corpo porque pode se tornar tóxica se for acumulada no organismo. Ela é eliminada principalmente através das brânquias, sendo que o rim colabora com menos de 2% da excreção de amônia total pelos teleósteos (HILLABY e RANDALL, 1979, WRIGHT, 1987). Evidências experimentais indicam a existência de pelo menos três mecanismos em potencial para a extrusão de amônia através das brânquias dos peixes: difusão passiva de  $\text{NH}_3$  a favor de um gradiente químico, difusão passiva de  $\text{NH}_4^+$  a favor de um gradiente eletroquímico, e um trocador eletroneutro  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ , localizado na membrana apical. Para os teleósteos dulcícolas a excreção de amônia pelas brânquias é dominada pela via associada à difusão de  $\text{NH}_3$  sendo o papel do trocador  $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$  menos relevante (WILSON, 1996; DAMATO e BARBIERI, 2011).

Os sintomas de intoxicação aguda pela amônia incluem hiperventilação, hiperexcitabilidade, convulsões, perda de equilíbrio, coma e morte (TWITCHEN e EDDY, 1994; DAMATO e BARBIERI, 2011). A determinação das concentrações letais de amônia para peixes, bem como dos efeitos das intoxicações agudas é importante para o estabelecimento de critérios de qualidade de água. A exposição de peixes a concentrações subletais de amônia induz alterações bioquímicas, fisiológicas, histológicas e comportamentais que coletivamente levam à supressão do crescimento e ao comprometimento imunológico (HARGREAVES e KUCUK, 2001).

Muitos parâmetros morfofuncionais são potencialmente úteis para prever essas concentrações tóxicas limites para exposições agudas e crônicas à amônia. Os mais comumente utilizados são hematócrito, conteúdo de hemoglobina, concentrações iônicas no plasma, bem como os níveis de glicose e cortisol, a atividade de enzimas envolvidas nos processos de detoxificação e as alterações degenerativas nas brânquias (MARTINEZ, *et al*, 2004)

Tilápias jovens expostas a concentrações elevadas de amônia durante 24 horas apresentaram hiperplasia do epitélio branquial e fusão das lamelas (KARASU BELI e KORSAL, 2005).

## Oxigênio

As principais causas de redução de oxigênio na água são: presença de matéria orgânica; decomposição aeróbica; respiração de animais e plantas; principalmente à noite e em dias nublados, quando não há atividade fotossintetizante pelo fitoplâncton; e aumento da temperatura, que causa redução na solubilidade do oxigênio e aumento do consumo pelos peixes, devido ao aumento da taxa metabólica (RANTIN e MARINS, 1984; BALDISSEROTTO, 2002, BARBIERI e DOI, 2012).

Estas reduções ocorrem com frequência em viveiros de cultivo e podem gerar efeitos acentuados em vários processos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais dos peixes (PARMA DE CROUX, 1994).

As respostas a hipóxia são rápidas e consistem, principalmente, em mudanças na respiração e circulação (aumento na ventilação branquial e bradicardia) (HEATH, 1995), mas o uso destes mecanismos de regulação e compensação requerem um gasto extra de energia e, conseqüentemente, ocorre uma redução das reservas para natação, alimentação, crescimento e outras atividades (PARMA DE CROUX, 1995). Além disso, as concentrações muito baixas de oxigênio podem levar os organismos à anorexia, estresse respiratório, hipóxia dos tecidos, inconsciência e até a morte (WEDEMEYER, 1996; MARTINEZ *et al.*, 2013).

Segundo TSADIK e KUTTY (1987), em experimento onde o oxigênio foi reduzido de 90% de saturação (cerca de 7,0 mg/L) para cerca de 20% de saturação (1,5 mg/L) o consumo de alimento decresceu também de 90%. Ocorrendo baixa concentração de oxigênio dissolvido, além dos peixes muitos outros organismos que habitam o sedimento poderão morrer, alterando a química da água; além disso, as concentrações de nitrito, amônia e gás sulfídrico poderiam contribuir para o desenvolvimento de um quadro de anóxia na água (CHANG, 1986).

## Parâmetros hematológicos

Sabe-se que os fatores ambientais têm grande influência sobre a saúde dos animais aquáticos podendo ser determinantes do sucesso ou fracasso de um

empreendimento aquícola. Por isso é necessário monitorá-los adequadamente, bem como conhecer as influências das suas variações sobre a resposta imunológica dos animais cultivados. Uma das formas de viabilizar esse conhecimento é o estudo dos componentes do sangue em peixes, considerado hoje em dia uma ferramenta importante de diagnóstico da saúde dos animais (MARTINS *et al.*, 2004a; RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004; BARBIERI e BONDIOLI, 2013).

O sangue é um tecido responsável pela distribuição de calor, transporte de gases respiratórios, nutrientes e produtos de excreção, além de efetuar a defesa do organismo. A presença, quantidade e proporção das diferentes células no sangue periférico (vascular) refletem o estado fisiológico do organismo, apresentando ampla variação em função de fatores externos e internos (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004). As células presentes no sangue periférico dos peixes teleósteos são: eritrócitos (hemácias ou células vermelhas); trombócitos e leucócitos (células brancas).

O desenvolvimento bem-sucedido da hematologia como ferramenta de diagnóstico de peixes só ocorreu nos últimos vinte anos, por meio de informações sobre a função e maturação das células do sangue, respostas fisiológicas, hematológicas e técnicas padronizadas para estes animais. No entanto, a literatura mais antiga é muitas vezes confusa e conflitante (HRUBEC e SMITH, 2010; BARBIERI e BONDIOLI, 2013).

O conhecimento dos parâmetros hematológicos pode ser benéfico na avaliação das condições de saúde dos peixes. Entretanto, uma das dificuldades no estabelecimento do estado de saúde em populações de peixes é a escassez de referências seguras sobre as condições sanguíneas normais (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999). Poucos estudos correlacionam valores de referência de peixes saudáveis, o que constitui uma lacuna para a utilização da hematologia (HRUBEC *et al.*, 2006)

## **OBJETIVO GERAL:**

Avaliar condições zootécnicas, fisiológicas e hematológicas de tilápias-do-nilo submetidas à diferentes salinidades.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Avaliar por meio da sobrevivência, do crescimento, da excreção de amônia e do onsumo específico de oxigênio as alterações zootécnicas e fisiológicas de tilápias submetidas a diferentes salinidades, com vistas à geração de informações tecnológicas que subsidiem a viabilidade técnica/comercial da sua criação.
2. Avaliar as condições de saúde da tilápia em ambientes salinos, bem como sua adaptabilidade a ele, por meio da verificação dos parâmetros hematológicos.

## REFERÊNCIAS

BALDISSEROTTO, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. 2ª ed. Santa Maria: *Universidade Federal de Santa Maria*. 212p.

BARBIERI, E. e BONDIOLI, A.C.V. 2013 Acute toxicity of ammonia in Pacu fish (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) at different temperatures levels. *Aquaculture Research*, 46 (3): 565-571.

BARBIERI, E. e DOI, S.A. 2012 Acute toxicity of ammonia on juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture International*, 20:373-382.

BARBIERI, E. 2010 Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture*, v. 306, p. 329-333. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.009>.

BARBIERI E. 2007 Use of oxygen consumption and ammonium excretion to evaluate the sublethal toxicity of Cadmium and Zinc on *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea). *Water Environ Res.* 79(6):641-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.2175/106143006x136775>.

BARCELLOS, L.J.G.; SOUZA, S.M.G.; WOEHRT, V.M. 2000 Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e consequências (revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 26, n. 1, p. 99-111.

GARCIA, J. C.; MARTINEZ, D. S. T.; ALVES, O.L.; BARBIERI, E. 2015 Ecotoxicological effects of carbofuran and oxidised multiwalled carbon nanotubes on the freshwater fish Nile tilapia: Nanotubes enhance pesticide ecotoxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 111: 131-137. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2014.10.005.

CHANG, W.Y.B. 1986. Practical methods for treating fish during oxygen stress in ponds. *Aquaculture Magazine*, v. 12, p. 20-21.

DAMATO, M., BARBIERI, E. 2012. Estudo da Toxicidade aguda e alterações metabólicas provocadas pela exposição do Cádmio sobre o peixe *Hyphessobrycon callistus* utilizado como indicador de saúde ambiental. *O Mundo da Saúde*. 36 (4): 574-581.

DAMATO, M.; BARBIERI, E. 2011 Estudo da toxicidade aguda de cloreto de amônia para uma espécie de peixe (*Hyphessobrycon callistus*) indicadora regional. *O Mundo da Saúde*. 35 (1):42-49.

DAS, P.C.; AYYAPPAN, S.; JENA, J.K.; DAS, B.K. 2004. Acute toxicity of ammonia and its sub-lethal effects on selected haematological and enzymatic parameters of mrigal, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture Research* . 35: 134-143.

DOI S.A.; COLLAÇO F.L.; STURARO L.G.R.; BARBIERI, E. 2012 Efeito do chumbo em nível de oxigênio e amônia no camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) em relação à salinidade. *Mundo Saúde*. 36(4):594-601.

ERNST, D.H., WATANABLE, W.O., ELLINGSON, L.J., OLLA, B.L., WICKLUND, R.I. 1991 Commercial-scale production of Florida red tilapia seed in low-and brakish salinity tanks. *Journal of de World Aquaculture Society*, vol. 22, nº1, March.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C.A.; VALENTE JÚNIOR ,A.S. 2008 Cultivo de Tilápias no Brasil: Origens e cenário atual. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL - SOBER,41, Rio Branco – Acre, 20-23 de jul./2008. *Anais*.

HARGREAVES, J.A. e KUCUK, S. 2001 Effects of diel un-ionized ammonia fluctuations on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. *Aquaculture* 195: 163-181.

HEAD, D.H.; ZERBE, A.; WATANABLE, W.O. 1994 Preliminary Observations on the marketability of saltwater-cultured Florida red tilapia in Puerto Rico. *Journal of de World Aquaculture Society* vol. 25, nº3, September.

HEATH, A.G. 1995 *Water Pollution and Fish Physiology*. 2ª ed. Lewis Publishers, CRC Press. Flórida, USA. 359p.

HILLABY, B.A. e RANDALL, D.J. 1979 Acute ammonia toxicity and ammonia excretion in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 36: 621-629.

HRUBEC, T.C e SMITH, S.A. 2010 Hematology of Fishes. In: WEISS, D.J.; WARDROP, .J. *Schalm's veterinary hematology*.6.ed. 126: 994-1003.

HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A. 2006 Hematology of fish. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, C.N. *Schalm's veterinary hematology*. 5ª ed. Philadelphia: Lippincott Willians and Wilkins. p.1120-1125.

KARASU BENLI, A.C. e KÖKSAL, G. 2005. The acute toxicity of ammonia on tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) larvae and fingerlings. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29: 339-344.

LIMA, L.C.; RIBEIRO, L.P.; LEITE, R.C; MELO, D.C. 2006 Estresse em peixes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 30:113-117.

MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M; FUJIMOTO, R.Y; ONAKA, E.M. e NOMURA, D.T. 2004a Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (*Osteichthyes: Anostomidae*) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: *Anisakidae*) in fish pond. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56:640-646.

MARTINEZ, C.B.R.; AZEVEDO, F.; WINKALER, E.U. 2004 Toxidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. In: CYRINO, J.E.P. e URBINATI, E.C. *Aquaciência: tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura*. Jaboticabal. p 81-95.

MARTINEZ, C.B.R., e CÓLUS, I.M. 2002 Biomarcadores em peixes neotropicais para o monitoramento da poluição aquática na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.;

BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A. e PIMENTA, J.A. *A Bacia do Rio Tibagi*. Paraná. p. 551-577.

MOREIRA, A.A. 2007 Variabilidade Genética de duas variedades de Tilápia Nilótica por Meio de Marcadores Microssatélites. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília. 42 (4): 521-526.

PARMA DE CROX, M.J. 1995 Tolerância respiratória de *Prochilodus lineatus* (Pisces Curimatidae) a condições críticas de oxigênio. *Iheringia, Sér. Zool.* Porto Alegre, 79:35-140.

PARMA DE CROX, M.J. 1994. Metabolic rate and oxygen consumption requirements of some fish species from the middle Parana River. *Acta Biológica da Venezuela*. 15 (2):1-10.

RANDALL, D.J. e TSUI, T.K.N 2002. Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45: 17-23.

RANDALL, D.J. e WRIGHT, P.A. 1987. Ammonia distribution and secretion in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*. 3(3): 107-120.

RANTIN, F.T. e MARINS, M.A. 1984. Como os teleósteos respondem à hipóxia ambiental – uma revisão. *Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura III*. São Carlos, 673-693.

RANZANI-PAIVA, M.T.J. e SILVA-SOUZA, A.T. 2004 Hematologia de Peixes Brasileiros. In: Ranzani-Paiva M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.L.A.P. *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Editora Varela.

RUSSO RC. 1985 Ammonia, nitrite and nitrate. In: Rand G.; Petrocelli S. *Fundamentals of Aquatic Toxicology*. Washington (DC): Hemisphere Publishing Corporation. p. 455-471.

TAVARES-DIAS, M. e MORAES, F.R. 2003 Características Hematológicas da Tilapia rendalli Boulenger, 1896 (*Osteichthyes: Cichlidae*) capturada em pesque-pague de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience. Journal*, Uberlândia. 19(1):107 – 114.

TAVARES, M. D.; CAMPOS, E.; SANDRIM, E. F. S. 1999 Características hematológicas do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (*Osteichthyes, Characidae*) em sistema de monocultivo intensivo. II. Leucócitos. *Revista Brasileira de Zoologia*. 16(1):175-184.

TSADIK, G.G.; KUTTY, M.N 1987 Influence of ambient oxygen on feeding and growth of the tilápia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *UNDP/FAO/NIOMR*, Port Harcourt, Nigeria, 13p.

TWITCHEN, I.D., e EDDY, F.B. 1994. Sublethal effects of ammonia on freshwater fish. In Müller, R. e Lloyd, R. *Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on*

Freshwater Fish. *Blackwell Scientific Publications, Fishing News Books*, Londres, UK. p.135-147.

VINATEA ARANA, L. 2004 Fundamentos de aquicultura. Florianópolis: UFSC. 349 p.

WILSON, R. 1996. Ammonia excretion in fish adapted to an ion-poor environment. In Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. e Randall, D. J. *Physiology and Biochemistry of The Fishes of the Amazon*. INPA, Manaus. p.123-138.

ZANIBONI FILHO, E. 2004 Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis. p.309-336.

WEDEMEYER, G.A. 1996 *Physiology of Fish Intensive Culture Systems*, Copyright by Chapman & New York. p 232.

**CAPÍTULO 01 – Sobrevivência, crescimento, excreção de amônia e consumo específico de oxigênio de tilápias-do-nilo em diferentes salinidades.**

(Artigo redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

## **Sobrevivência, crescimento, excreção de amônia e consumo específico de oxigênio de tilápias-do-nilo em diferentes salinidades**

Fernando Bosisio<sup>(1)</sup> e Edison Barbieri<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto de Pesca, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, Av. Professor Wladimir Besnard, s/nº Caixa Postal 43, CEP: 11990-000 Cananéia (SP) – Brasil. E-mail: [fernandobosisio1@gmail.com](mailto:fernandobosisio1@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto de Pesca, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, Av. Professor Wladimir Besnard, s/nº Caixa Postal 43, CEP: 11990-000 Cananéia (SP) – Brasil E-mail: [edisonbarbieri@yahoo.com.br](mailto:edisonbarbieri@yahoo.com.br)

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência, o ganho de peso, consumo de oxigênio e excreção de amônia de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. Duzentos peixes ( $3,9 \pm 1,0g$ ) foram distribuídos aleatoriamente em 20 aquários de 100 litros cada com sistema de recirculação de água. Inicialmente foram submetidos a um protocolo de aclimatação gradual com acréscimo de 5 de salinidade ao dia até a concentração desejada de cada tratamento (0, 15, 25 e 35) e então conduzidos por 25 dias. Os animais foram alimentados uma vez ao dia até a saciedade aparente. Os parâmetros de qualidade de água foram aferidos diariamente e mantidos em níveis aceitáveis ao cultivo da espécie. Semanalmente 40% do volume total do sistema foi renovado. Os peixes de água salobra e salgada apresentaram uma sobrevivência superior ao grupo controle, embora todos os tratamentos apresentarem sobrevivência acima de 70%. Em relação ao ganho de peso, o tratamento com salinidade 35 foi que apresentou o pior resultado, 8,59g, os demais tratamentos, (0) 10,87, (15) 11,24 e (25) 10,22 Foi observado um aumento linear para o consumo específico de oxigênio e excreção de amônia em relação ao aumento da salinidade.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, toxicidade, adaptação, ambientes salinos

## **Survival, growth , excretion of ammonia and specific oxygen consumption of tilapia Nile at different salinities**

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate survival, weight gain, oxygen uptake and excretion of ammonia juvenile tilapia submitted to different salinities. Two hundred fish ( $3.9 \pm 1.0\text{g}$ ) were randomly distributed into tanks of 20 liters each with 100 water recirculation system. Initially they underwent a gradual acclimation protocol with increased salinity of 5 daily until the desired concentration of each treatment (0, 15, 25 and 35) then conducted for 25 days. The animals were fed once daily to satiation. Water quality parameters were measured daily and kept at acceptable levels to the cultivation of the species. Weekly 40% of the total system was renewed. Brackish and saltwater fish they presented a higher survival to the control group, although all treatments present survival of 70% above. With regard to weight gain, treatment with salinity 35 was presented the worst result, 8,59g, the other treatments (0) 10.87, (15) and 11.24 (25) 10.22 one was observed linear increase to the specific oxygen consumption and ammonia excretion in relation to increased salinity.

**Index terms:** *Oreochromis niloticus*, toxicity, adaptation, saline environments

## Introdução

A produção de organismos em cativeiro tem aumentado significativamente em todo mundo. Das 145,1 milhões de toneladas produzidas em 2009, 117,8 milhões tiveram como destino o consumo humano, sendo 55,1 milhões de toneladas (46%) oriundas da aquicultura, o que contribui para o aumento do consumo (FAO, 2010)

A tilápia é o peixe mais produzido nas estações de piscicultura do Brasil. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativos a 2013 apontam que foram produzidas quase 170 mil toneladas da espécie no país. Por região, o Sul brasileiro produziu mais de 63,5 mil toneladas; depois, vêm o Nordeste, com mais de 48,1 mil toneladas, e o Sudeste, que produziu mais de 45,8 mil toneladas naquele ano.

Dentre as espécies de tilápia de importância para a aquicultura, a que mais se destaca é a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (MOREIRA, 2007). Essa espécie apresenta características desejáveis para a piscicultura, como rápido crescimento, excelente desempenho em sistemas intensivos de produção, hábito alimentar onívoro e facilidade em aceitar rações, desde o período de pós-larva até a fase de terminação (FURUYA *et al.*, 2008).

Entretanto outras espécies são mais estudadas e utilizadas em ambientes salobros e até mesmo marinhos, dentre elas *O. aureus* e *O. mossambicus* se destacam por apresentar ótima tolerância à salinidade, vivendo também em ambientes estuarinos, sendo assim consideradas eurialinas, com relatos de reprodução com até 30 ‰ de salinidade (ERNST *et al.*, 1991; HEAD *et al.*, 1994).

A alternativa do uso do cultivo de tilápias em águas salobras ou salgadas no nordeste do Brasil, em locais onde se cultivavam ou ainda se cultivam os camarões, ou em outras regiões que apresentem condições favoráveis, se mostra como uma alternativa real à geração de renda naquela região, à sobrepesca em ambientes costeiros e à produção de

alimentos de qualidade com alto valor agregado de mercado. Além disso, tilápias cultivadas em águas salobras e salgadas não apresentam problemas como off-flavor e sua carne geralmente se assemelha em sabor a carne de peixes marinhos.

A variabilidade genética confere maior capacidade de adaptação a ambientes heterogêneos e permite que as progênes apresentem maior capacidade de se confrontar com variações ambientais (PETERSEN *et al.*, 2012).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de camarão marinho (*L. vannamei*) e sua infraestrutura pode ser utilizada, com algumas adaptações, em cultivos consorciados (camarão e tilapia) ou pelo monocultivo de tilápia, uma vez que devido a problemas de sanidade nos cultivos do camarão marinho, muitos carcinicultores estão apostando na tilapicultura. O mercado nacional e internacional deste peixe é crescente e a infra-estrutura e logística, hoje disponível, para beneficiamento e exportação do camarão pode ser otimizada para o escoamento dos produtos da tilápia.

O cultivo de tilápias nesses empreendimentos pode ser uma excelente alternativa de diversificação e minimização de riscos, principalmente com a atual situação de preços e com as sanções comerciais impostas ao Brasil e outros países no mercado internacional do camarão. Seu cultivo, nesses ambientes, pode resultar em produtos extremamente atrativos, os quais atuam hoje numa fatia de mercado subabastecida como a de peixes marinhos de alto valor comercial (KUBITZA, 2005).

Vários fatores afetam a taxa metabólica dos peixes, tais como o sexo, peso corpóreo, temperatura, salinidade, concentração de oxigênio, nível de atividade e velocidade de natação e estresse aplicado (FROESE & PAULY, 2011).

A exposição a amônia num ambiente aquático produz muitas alterações fisiológicas em peixes, incluindo alterações ao seu metabolismo (BARBIERI 2010). A taxa metabólica de

um organismo é uma indicação útil e sensível do seu consumo diário de energia. Portanto, em organismos aeróbicos, a quantificação da taxa de consumo de oxigênio pode ser diretamente relacionado com a quantidade de energia libertada a partir da oxidação de substrato alimentar. Com base na quantidade de oxigênio consumido por um animal durante um determinado período de tempo, é possível calcular a energia gasta durante o mesmo período, para manter os seus processos vitais (BARBIERI, 2009).

Avaliação do consumo de oxigênio e a excreção de amônia foi utilizado, por exemplo, para estudar os efeitos tóxicos causados por compostos aromáticos (LEMAIRE *et al.*, 1996), metais pesados (BARBIERI e PAES 2011), detergentes (BARBIERI *et al.*, 2002; CHRISTIANSEN *et al.*, 1998), e uma variedade de substâncias tóxicas (BOUDOU e RIBEYRE, 1989; BARBIERI e FERREIRA 2011).

A tilápia-do-nilo é um peixe oxi-conformista, isto é, que significa que a espécie apresenta respiração independente da  $PO_2$  (pressão parcial do oxigênio), enquanto esta for maior que uma certa pressão crítica. Abaixo desta pressão crítica, apresenta uma respiração dependente da concentração de oxigênio dissolvido do meio. Situações de hipóxia desencadeiam respostas fisiológicas responsáveis por manter o gradiente necessário às vias metabólicas aeróbicas; por sua vez, essas repostas geram um gasto de energia extra que pode restringir a energia disponível para o crescimento e ganho de peso, (RANTIN e MARINS 1984).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência (%), o ganho de peso (GP), o consumo de oxigênio e a excreção de amônia de juvenis de tilápia (*O. niloticus*) submetidos a diferentes salinidades, com vistas à geração de informações tecnológicas que subsidiem a viabilidade técnica/comercial do seu cultivo.

## Material e Métodos

### Ensaio de crescimento e sobrevivência.

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – LANPOA do Instituto Federal do Espírito Santo – (IFES), Campus Piúma. Para avaliação do ganho de peso e sobrevivência foram utilizados 200 juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) linhagem GIFT, com média de peso entre  $3,0 \pm 0,2$  gramas, distribuídas aleatoriamente em 4 tratamentos com 5 repetições cada. Os tratamentos foram diferentes salinidades a seguir: T1 – (controle), T2 - (15), T3 - (25) e T4 - (35). Para obtenção das salinidades foi utilizado água do mar, coletada à 50 metros da costa e filtrada por meio de filtro físico de 100 micras. Inicialmente os peixes foram aclimatados nas unidades experimentais por 4 dias em água doce. Em seguida, foram submetidos à salinização da água em 5 por dia. Ao chegar à salinidade desejada de cada tratamento foi iniciado o estudo dos animais por 25 dias e observados sobrevivência e ganho de peso. As fórmulas utilizadas são descritas a seguir.

Sobrevivência (%) =  $100 \times \frac{\text{n}^\circ \text{ de peixes final}}{\text{n}^\circ \text{ de peixes inicial}}$

Ganho de Peso (g) = (peso médio final) – (peso médio inicial).

Os aquários continham 100 litros cada e estavam conectados a sistemas de recirculação individualizados para cada tratamento. Semanalmente 40% do volume total do sistema de cada tratamento era trocado. Os parâmetros de qualidade de água como, amônia tóxica, oxigênio dissolvido, temperatura e ph, foram aferidos diariamente e mantidos em níveis aceitáveis ao cultivo da espécie. Os Valores médios e desvio padrão desses parâmetros estão demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão, dos parâmetros de qualidade de água: pH, amônia total, amônia tóxica e temperatura dos tratamentos.**

Tratamentos	pH	Amonia Total (ppm)	Amônia toxica (NH <sub>3</sub> )	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)
T1	7,22±0,14	0,25±0	0,004±0,002	24,9±0,5	7,8±0,6
	7,44±0,23	0,35±0,13	0,004±0,003	24,4±0,4	7,2±0,2
	7,56±0,30	0,30±0,11	0,004±0,002	25,1±0,5	7,8±0,3
T2	7,64±0,26	0,40±0,13	0,006±0,002	24,7±0,4	7,7±0,6
	7,70±0,25	0,45±0,11	0,010±0,008	24,4±0,6	7,4±0,3
	7,66±0,28	0,50±0	0,006±0,002	25,1±0,5	7,6±0,5
T3	7,48±0,22	0,35±0,13	0,006±0,002	24,7±0,4	7,4±0,5
	7,64±0,23	0,45±0,11	0,010±0,008	24,4±0,5	7,7±0,1
	7,66±0,09	0,45±0,11	0,006±0,002	25,1±0,5	7,3±0,5
T4	7,52±0,30	0,35±0,13	0,006±0,002	24,7±0,4	7,2±0,8
	7,70±0,25	0,40±0,13	0,010±0,008	24,4±0,6	7,2±0,4
	7,60±0,25	0,40±0,13	0,006±0,002	25,1±0,5	7,2±0,4

Os valores apresentados na tabela 1 acima representam as médias obtidas do 1° ao 8° dias, do 9° ao 16° dias e por fim do 17° ao 25° dias, por tratamento, respectivamente.

Os animais foram alimentados uma vez ao dia, *ad libitum*, por meio de ração comercial com pelete de 2mm com 40% de proteína bruta.

Utilizou-se teste de normalidade e posteriormente ANOVA com Tukey, Bonferoni

### **Ensaio de consumo específico de oxigênio (mg/L) e excreção de amônia**

Foram utilizados peixes com peso médio ( $\pm$  dp) de 3,7 g ( $\pm$ 0,45) e comprimento médio de 2,83 ( $\pm$  0,48) cm, os quais foram submetidos a vinte e quatro horas de aclimação

gradativa nas salinidades alvo (0, 5,10,15,20, 25, 30, 35). Logo após a aclimatação, os peixes foram alocados individualmente em 5 respirômetros, onde permaneceram por uma hora e trinta minutos, para adaptação. A aferição do consumo específico de oxigênio e da excreção da amônia foi realizada após uma hora de permanência dos animais no equipamento. A concentração de oxigênio e pH da solução de teste a diferentes salinidades foi: 6,35-6,55 ml de oxigênio / l e 6,72-7,01, respectivamente, no momento do fechamento do equipamento. Os testes nos respirômetros foram repetidos cinco vezes, totalizando 25 testes.

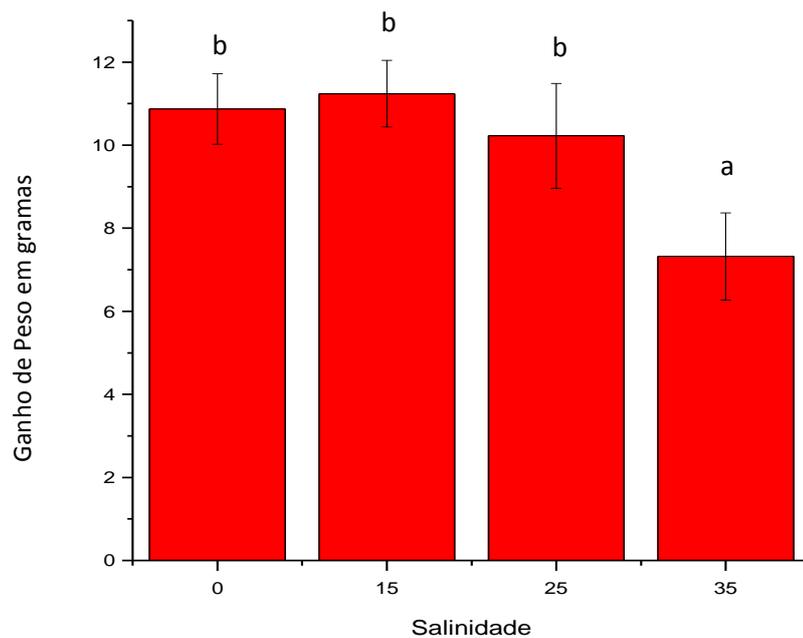
Nenhum indivíduo foi usado mais que uma vez. Não houve mortalidade dos indivíduos utilizados. Para a análise dos dados foram utilizados: método Winkler (1888) para o oxigênio e Solanzano (1969) para a amônia. A medida do consumo específico de oxigênio e da excreção de amônia resultou da diferença entre as taxas iniciais e finais do confinamento nos respirômetros.

Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para se testar a normalidade, como a distribuição foi normal, fez-se então a Análise de Variância ( $p < 0,05$ ) com comparações múltiplas entre as médias através da análise de Tukey.

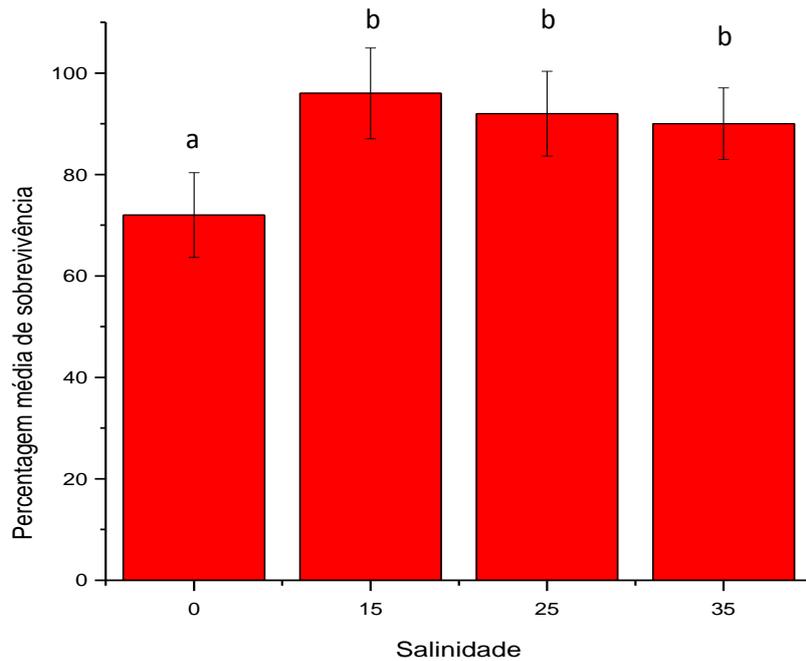
### **Resultados e Discussão**

Vários estudos já foram realizados para avaliar a capacidade de adaptação da espécie em questão em cultivos de água salobra e salgada e são visualizadas grandes divergências entre os resultados, que segundo KUBITZA (2005) pode estar associado à pureza genética do estoque associados com as condições inerentes a cada estudo.

Com os resultados obtidos neste experimento é possível sugerir que a tilápia-do-nilo (*O. Niloticus*) possui grande habilidade para adaptação em ambientes salinos, uma vez que todos os tratamentos apresentaram sobrevivências superiores a 70%. Os resultados obtidos para ganho de peso e sobrevivência estão demonstrados nos gráficos 1 e 2 respectivamente.



**Gráfico 1.** Valores de ganho de peso de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades por 25 dias. As barras representam as médias e as linhas verticais o desvio padrão. Médias seguidas de letras distintas diferem a ( $P < 0,05$ ) pelo teste estatístico.



**Gráfico 2.** Valores de sobrevivência de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades, por 25 dias. As barras representam as médias e as linhas verticais o desvio padrão. Médias seguidas de letras distintas diferem a ( $P < 0,05$ ) pelo teste estatístico.

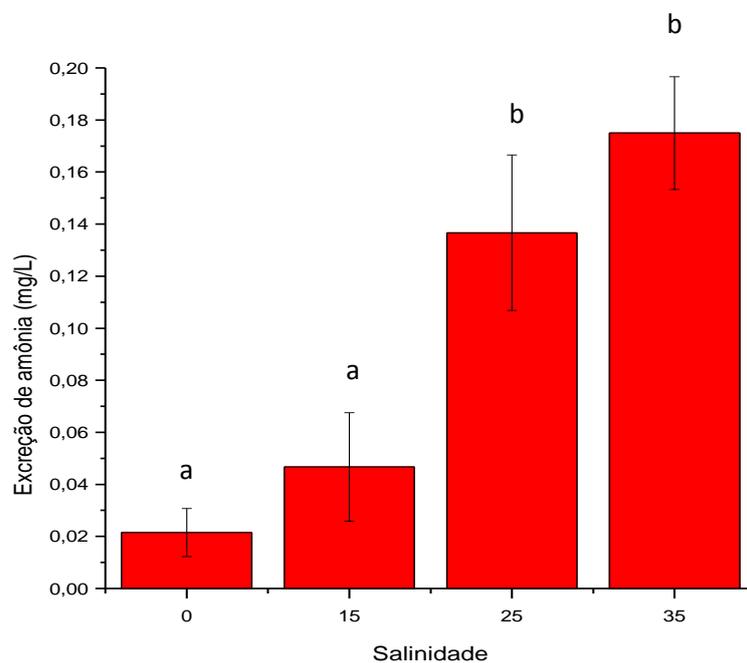
Atribui-se os resultados de sobrevivência à habilidade desse ciclídeo em adaptar-se as diferentes salinidades, sendo uma espécie com característica eurialina, provavelmente devido sua ancestralidade marinha.

Em trabalhos realizados no Brasil, OSTRENSKI, FARIAS & GOMES. (2000), observaram que a tilápia-do-nilo pode ser aclimatada a salinidade ao redor de 25. No entanto, registrou-se 100% de mortalidade após 90 minutos em água com 30, o que difere dos resultados encontrados no presente experimento, onde a tilápia apresentou bons resultados quando aclimatadas as diversas salinidades. O protocolo de aclimação utilizado, que contou com o acréscimo gradual de 5 de salinidade ao dia às unidades experimentais, pode ter contribuído significativamente para os bons resultados obtidos.

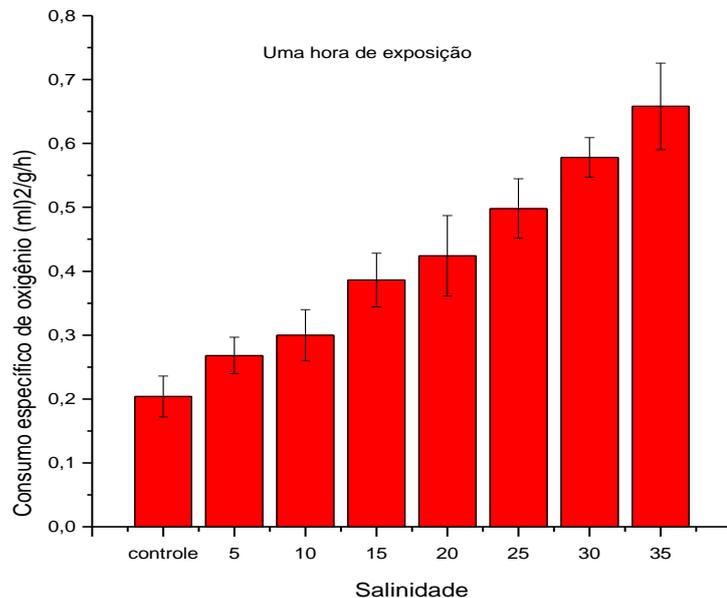
Em experimento desenvolvido em tanques-rede pela Bahia Pesca no estuário de Camamu em 2002, com salinidade variando entre 26 e 28 verificou-se alta mortalidade e altas incidências de ulcerações na pele das tilápias da linhagem tailandesa. ALVES & PINHO (1984) realizando trabalhos com testes salinos através de transferência direta observaram que apenas um indivíduo sobreviveu em salinidade de 17,5. Em salinidade de 25 os indivíduos apresentaram características de estresse, observando-se hemorragia branquial em alguns indivíduos com morte dos animais após um período de 24 horas.

Em relação ao ganho de peso, os animais apresentaram crescimento satisfatório em todos os tratamentos, havendo diferença significativa entre eles. Observou-se que o tratamento contendo salinidade 35 apresentou crescimento significativamente menor.

Os resultados referentes à excreção de amônia (gráfico 3) e consumo de oxigênio (gráfico 4) nas diferentes salinidades testadas estão demonstrados abaixo.



**Gráfico 3.** Valores de excreção de amônia total de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades por uma hora, após aclimação. As barras representam as médias e as linhas verticais o desvio padrão. Médias seguidas de letras distintas diferem a ( $P < 0,05$ ) pelo teste estatístico.



**Gráfico 4.** Valores de consumo específico de oxigênio de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades por uma hora, após período de aclimação. As barras representam as médias e as linhas verticais o desvio padrão.

Observa-se acerca dos resultados, uma correlação positiva entre o aumento da concentração de sais na água e o aumento do consumo de oxigênio e excreção de amônia.

Os indivíduos dessa espécie, a despeito de sua capacidade de adaptar-se aos ambientes salinos, apresentam respostas fisiológicas que podem comprometer o seu desempenho produtivo, uma vez que o alto consumo de  $O_2$ , poderá não ser compensado pela disponibilidade desse recurso no ambiente (DAMATO e BARBIERI 2012). As altas taxas de excreção de amônia, por sua vez, podem colaborar, caso o ambiente não seja provido de renovação constante de água em quantidade e qualidade, para a intoxicação dos animais a níveis prejudiciais e até letais.

Contudo, pode-se prever que a tilápia-do-nylo apresentará melhores índices zootécnicos, como ganho de peso e sobrevivência se cultivada em ambientes salinos, entre 5 e 25 e que apresentarem maior capacidade de renovação de água, possibilitando aos animais maior suprimento de exigência relativa ao oxigênio dissolvido. A maior renovação da água possibilitará ainda, que os compostos nitrogenados sejam retirados do sistema de cultivo, evitando assim uma possível intoxicação.

Estuários e baías costeiras apresentam aptidão para a criação desses animais, por serem ambientes que apresentam grande renovação de água, ocasionada pelo regime de marés e ventos.

Estudos complementares devem ser realizados para responder algumas perguntas sobre a criação da tilápia-do-nylo em diferentes salinidades até a sua terminação, para que sejam aferidos os índices zootécnicos e econômicos; e sobre metodologias para que os cultivos dessa espécie em ambientes estuarinos e costeiros não tenham impacto negativo sobre a ictiofauna local.

### **Conclusão**

Houve efeito da salinidade da água sobre o desempenho da tilápia-do-nylo, com menor sobrevivência na salinidade zero e menor crescimento na salinidade 35. Adicionalmente foi observado um aumento linear para o consumo específico de oxigênio e excreção de amônia total, em relação ao aumento da salinidade.

## Referências

- ALVES, M.I.M. e PINHO, A. J. F. Histologia da pele, brânquias e rim na da regulação iônica de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). **Ciência Agronomica**, v.15, p.143-149, 1984.
- BARBIERI, E. Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. **Aquaculture**, v.306, p. 329–333, 2010.
- BARBIERI, E. Effects of zinc and cadmium on oxygen consumption and ammonium excretion in pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, Crustacea). **Ecotoxicology**, v.18, n° 3, p. 312-318, 2009.
- BARBIERI, E.; FERREIRA, L.A.A. Effects of the organophosphate pesticide Folidol 600\_ on the freshwater fish, Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 99, p. 209–214, 2011.
- BARBIERI, E.; PAES, E.T. The use of oxygen consumption and ammonium excretion to evaluate the toxicity of cadmium on *Farfantepenaeus paulensis* with respect to salinity. **Chemosphere**, v. 84, n° 9, p. 9–16, 2011.
- BARBIERI, E.; SERRALHEIRO, P.C.; ROCHA, I.O. The use of metabolism to evaluate the toxicity of dodecyl benzen sodium sulfonate (LAS-C12) on the Mugil platanus (Mullet) according to the temperature and salinity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 277, n°2, p. 109–127, 2002.
- BOUDOU, A.; RIBEYRE, F. (1989) Fish as “biological model” for experimental studies in ecotoxicology. In: BOUDOU, A.; RIBEYRE, F. (Ed.) **Aquatic ecotoxicology fundamental concepts and methodologies**, v. 8. CRC Press, Boca Raton, p. 127–150, 1989.
- CHRISTIANSEN, P.D.; BROZEK, K.; HANSEN, B.W. Energetic and behavioral responses by the common goby, *Pomatoschistus microps* (Kroyer), exposed to linear alkybenzene sulfonate. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 17, n°10, p. 2051–2057, 1998.
- DAMATO, M.; BARBIERI, E. Estudo da toxicidade aguda e alterações metabólicas provocadas pela exposição do Cádmio sobre o peixe *Hyphessobrycon callistus* utilizado como indicador de saúde ambiental. **O Mundo da Saúde**, v. 36, n°4, p. 574-581, 2012.
- ERNST, D.H.; WATANABLE, W.O.; ELLINGSON, L.J.; OLLA, B.L.; WICKLUND, R.I. Commercial-scale production of Florida red tilapia seed in low-and brakish salinity tanks. **Journal of de World Aquaculture Society**, v. 22, n°1, Março, 1991.
- FROESE, R.; PAULY, D. EDITOR. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. 2011. Disponível em: [http://www.fishbase.org/manual/Portuguese/Morphology\\_and\\_Physiology.htm](http://www.fishbase.org/manual/Portuguese/Morphology_and_Physiology.htm). Acesso em 17 mai. 2015.

FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D. dos; SILVA, T.S. de C.; SILVA, L.C.R. da; SALES, P.J.P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1517-1522, 2008.

HEAD, D.H.; ZERBE, A.; WATANABLE, W.O. Preliminary Observations on the marketability of saltwater-cultured Florida red tilapia in Puerto Rico. **Journal of de World Aquaculture Society** vol. 25, nº3, 1994.

KUBITZA, F. 2005 Tilápia em água salobra e salgada: uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. *Revista Panorama da Aquicultura*, v.15 nº88, p. 14-18.

LEMAIRE, P.; STURVE, J.; FORLIN, L.; LIVINGSTONE, D.R. Studies on aromatic hydrocarbon quinone metabolism and DT-diaphorase function in liver of fish species. **Marine Environmental Research** v. 2, nº1-4, p. 317-321, 1996.

MOREIRA, A. A. Variabilidade Genética de duas variedades de Tilápia Nilótica por Meio de Marcadores Microsatélites. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, nº4, p. 521-526, 2007.

OSTRENSKI, A.; FARIAS, H.; GOMES, E. Tilápia production in marine shrimp ponds in Guaraqueçaba Bay, Paraná, Brasil. In: Proceedings from the 5<sup>o</sup> International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 2000, Rio de Janeiro, p. 632. **Anais: V ISTA**.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA 2012. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma: FAO, 231p.

PETERSEN, R.L.; MELLO, G.; GARCIA, J.E.; LIEDKE, A.M.R.; SINCERO, T.C.M.; GRISARD, E.C. Análise da diversidade genética de tilápias cultivadas no Estado de Santa Catarina (Brasil) utilizando marcadores microsatélites. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, p.313-321, 2012.

RANTIN, F.T.; MARINS, M.A. Como os teleósteos respondem à hipóxia ambiental – uma revisão. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 3, 1984, São Carlos. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, 1984, p. 673-693.

**CAPÍTULO 02 – Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nilo submetidos a diferentes salinidades**

(Artigo está redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

## **Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-nilo submetidos a diferentes salinidades.**

Fernando Bosisio<sup>(1)</sup> Edison Barbieri<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto de Pesca, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, Av. Professor Wladimir Besnard, s/nº Caixa Postal 43, CEP: 11990-000 Cananéia (SP) – Brasil. E-mail: [fernandobosisio1@gmail.com](mailto:fernandobosisio1@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto de Pesca, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul, Av. Professor Wladimir Besnard, s/nº Caixa Postal 43, CEP: 11990-000 Cananéia (SP) – Brasil E-mail: [edisonbarbieri@yahoo.com.br](mailto:edisonbarbieri@yahoo.com.br)

Resumo – O objetivo do presente trabalho foi avaliar, para juvenis de tilápia-do-nilo submetidos a diferentes salinidades, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 os seguintes parâmetros hematológicos: porcentagem de hematócrito, porcentagem de hemoglobina, glicose, contagem total de leucócitos e contagem de eritrócitos. Desta de forma foram verificadas as condições de sobrevivência e saúde dessa espécie em ambientes salinos, bem como sua adaptabilidade a ele. Foram utilizados quarenta peixes, acondicionados em 08 aquários, pelo período de 24 horas para aclimação e outras 24 horas sob exposição às salinidades testadas. Os animais foram alimentados por meio de ração comercial contendo 32% de proteína bruta e mantidos a temperatura de 20°C. Os parâmetros hematológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey de comparações múltiplas ( $P < 0,05$ ). Foram observadas alterações nos valores dos parâmetros sanguíneos avaliados na medida em que a salinidade foi aumentada. Foi observada diferença estatística no tratamento 35 de salinidade para os parâmetros, glicose no sangue, hemoglobina, contagem total de eritrocitos e de leucócitos.

Não foi observada diferença estatística para porcentagem de hematócrito. A salinidade tem influência nos parâmetros hematológicos da tilápia-do-nylo, indicando alterações fisiológicas.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, ambiente salino, sangue.

### **Hematological parameters of Nile tilapia submitted to different salinities .**

Abstract - The aim of this study was to evaluate, for juvenile Nile tilapia submitted to different salinities, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 the following hematological parameters: percentage of hematocrit, the percentage of hemoglobin, glucose , total leukocyte and erythrocyte count. This form were verified the conditions of survival and health of this species in saline environments as well as their adaptability to it. Forty fish were used, kept in tanks 08, 24 hours for acclimatization period for another 24 hours and upon exposure to the tested salinity. The animals were fed with commercial diet containing 32% crude protein, and kept at 20 ° C. Hematological parameters were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's multiple comparison test ( $P < 0.05$ ). Changes were observed in the values of the blood parameters measured in that the salinity is increased. Statistical difference was observed in 35 of saline treatment for the parameters, blood glucose, hemoglobin, total count of erythrocytes and leukocytes. There was no statistical difference for percentage of hematocrit. Salinity has influence on hematological parameters of Nile tilapia, indicating physiological changes.

Index terms: *Oreochromis niloticus*, saline environment, blood.

## Introdução

O cultivo de tilápia tem-se intensificado no Brasil nos últimos anos alcançando uma produção de 253.824,10 t em 2011 (BRASIL, 2013), tendo a região Nordeste como uma das maiores produtoras.

A tilápia-do-nylo é originária do continente africano e pertence à família dos ciclídeos, sendo que existem mais de 70 espécies agrupadas em três gêneros: *Oreochromis*, *Sarotherodon* e *Tilapia*. As espécies do gênero *Oreochromis*, ao qual pertence a tilápia-do-nylo, são onívoras micrófagas, entretanto na fase inicial de alevino são fitoplantófagas (KUBITZA, 2000 e ZANIBONI FILHO, 2004), sendo tal característica favorável ao cultivo.

Dentre as espécies de tilápia de importância para a aquicultura a que mais se destaca é a tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) (MOREIRA, 2007). Essa espécie tem se constituído em uma excelente alternativa de cultivo após a grande queda na produção de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*), na região Nordeste do Brasil, e tem sido intitulada como o “novo pescado branco”, pois apresenta os requisitos típicos dos peixes preferidos pelo mercado consumidor, tais como: carne branca de textura firme, fácil filetagem, ausência de espinha em “Y” (mioceptos), e ausência de odor desagradável (VANUCCINI, 1999).

Sabe-se que os fatores ambientais têm grande influência sobre a saúde dos animais aquáticos podendo ser determinantes do sucesso ou fracasso de um empreendimento aquícola. Por isso é necessário monitorá-los adequadamente, bem como conhecer as influências das suas variações sobre a resposta imunológica dos animais cultivados. Uma das formas de viabilizar esse conhecimento é o estudo dos componentes do sangue em peixes, considerado hoje em dia uma ferramenta importante de diagnóstico da saúde dos animais (MARTINS *et al.*, 2004a; RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004).

Outro resultado das variações ambientais e do estresse de manejo que ocorrem nos peixes é a variação nas características hematológicas, responsáveis pela imunossupressão do

organismo (YADA e NAKANISHI, 2002). O estudo dos componentes do sangue e de suas funções é importante para o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas. A avaliação desses componentes auxilia na determinação da influência de condições fisiopatológicas que possam afetar a homeostase, colaborando, assim, no diagnóstico de condições adversas e na compreensão da relação entre as características sanguíneas e na saúde dos peixes e sua associação com o meio ambiente (TAVARES- DIAS e MORAIS, 2003).

As células presentes no sangue periférico dos peixes teleósteos são: eritrócitos (hemácias ou células vermelhas); trombócitos e leucócitos (células brancas).

Os eritrócitos de peixes têm forma oval, com núcleo central acompanhando a forma da célula, com cromatina compactada em seus nucléolos. São as células que contêm a hemoglobina, pigmento respiratório cuja função é o transporte de  $O_2$  e parte do  $CO_2$  no sangue. Deficiências nos eritrócitos refletem em falta de  $O_2$  nos tecidos (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004; BARBIERI e BONDIOLI, 2013). Estas são as células sanguíneas encontradas em maior número. Porém o seu tamanho é muito variável em vista ao grande número de espécies existentes. Segundo TAVARES-DIAS (2003), estudos apontam uma relação inversa entre o tamanho dos eritrócitos e a habilidade natatória de teleósteos marinhos, bem como com o porte da espécie.

O tamanho e o número dos eritrócitos refletem a posição da escala evolutiva. Os maiores eritrócitos, assim como seu menor número são observados em vertebrados primitivos na escala zoológica (WINTROBE, 1934 apud TAVARES-DIAS, 2003). Em tilápias apresentam forma arredondada, semelhante ao grão de feijão.

Os leucócitos são corpúsculos incolores implicados nas defesas celulares e imunocelulares do organismo, sendo que seu significado fisiológico é parcialmente condicionado à capacidade de realizarem migração seletiva e diapedese (RANZANI-PAIVA e

SILVA-SOUZA 2004). Em peixes, a identificação das células da série leucocitária, em comparação com aquelas das séries eritrocítica e trombocítica, é bem mais difícil. Isso ocorre, principalmente, pela dificuldade em distinguir os trombócitos dos linfócitos e os monócitos dos neutrófilos, sobretudo quando se trata de células jovens das diferentes linhagens (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004).

Os linfócitos são células esféricas de tamanhos variados, predominantemente arredondadas, apresentam núcleo arredondado que acompanha o formato da célula e a cromatina é fortemente compactada sem nucléolos. A relação núcleo-citoplasma é elevada, sendo que o citoplasma é muito escasso, fortemente basofílico e sem granulações visíveis (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004, TAVARES-DIAS *et al*, 2002a). Geralmente são observados linfócitos grandes e pequenos (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA 2004). Essas células são bastante semelhantes entre as diferentes espécies de peixes.

Quando o peixe é exposto a um agente estressor ambiental e/ou social, iniciam-se as alterações primárias pelo acionamento do hipotálamo pelas vias dos sentidos, ocorrendo à ativação de dois eixos neuro-endócrinos: o eixo hipotálamo-sistema nervoso simpático-células cromafins (HSC) que resulta na liberação de catecolaminas que estimula a liberação dos corticosteróides cortisol e cortisona, dos quais, o principal é o cortisol. A ação destes hormônios (efeito secundário) estimula a hidrólise das reservas de glicogênio no fígado, aumentando os níveis de glicose no sangue, diminuindo as proteínas musculares, aumentando os batimentos cardíacos, marcando o início da resposta secundária (SMITH, 1982; PERRY e LAURENT, 1993; WENDELAAR-BONGA, 1997).

A resposta terciária é marcada pela diminuição da resistência dos peixes às doenças, pois ocorre uma diminuição no número de leucócitos, de acordo com MAZEAUD *et al*. (1977). Podem ocorrer quedas das taxas de crescimento e alterações de comportamento

reprodutivo, além de uma redução na resistência às doenças. Perdas populacionais e queda do estado geral de ganho de peso ocorrem como efeitos na população (BARTON e IWAMA, 1991).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as condições de saúde da tilápia em ambientes salinos, bem como sua adaptabilidade a ele, por meio da verificação dos parâmetros hematológicos.

### **Material e Métodos**

Foram acondicionados cinco peixes por tanque (50 L), totalizando 40 peixes com peso médio ( $\pm$  dp) de 38,5 g ( $\pm$  4,3), sendo alimentados com ração comercial (32% de proteína) durante 1 dia para adaptação (24 horas). Foi mantido nos tanques fluxo constante de água e aeração durante todo o período experimental e mantidos a temperatura de 20°C.

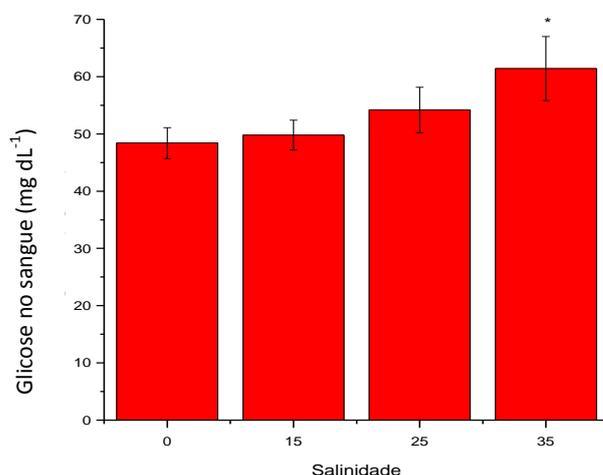
Os tratamentos foram distribuídos segundo as seguintes salinidades: controle, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35. Para a coleta do sangue os animais foram anestesiados com benzocaína (4%) e as amostras de sangue foram obtidas por punção caudal, com uma agulha e seringa heparinizada.

Os parâmetros hematológicos foram estimados de acordo com métodos clínicos de rotina (Wintrobe 1978), o hematócrito foi determinado utilizando uma centrífuga de micro hematócrito e a concentração de hemoglobina foi determinada por espectrofotometria de acordo com o método de Drabkin (1949). A glicose no sangue foi analisada com um Medisense precisão do sensor TM QID de glicose no sangue.

A estatística foi realizada mediante a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey de comparações múltiplas ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e discussão

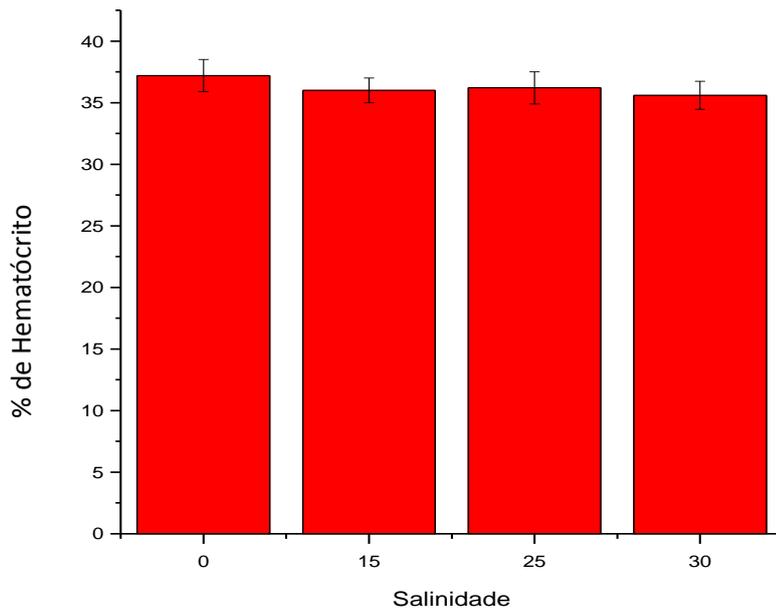
Aferiu-se uma tendência de aumento da glicose no sangue a partir da elevação da salinidade, havendo diferença significativa na salinidade 35.



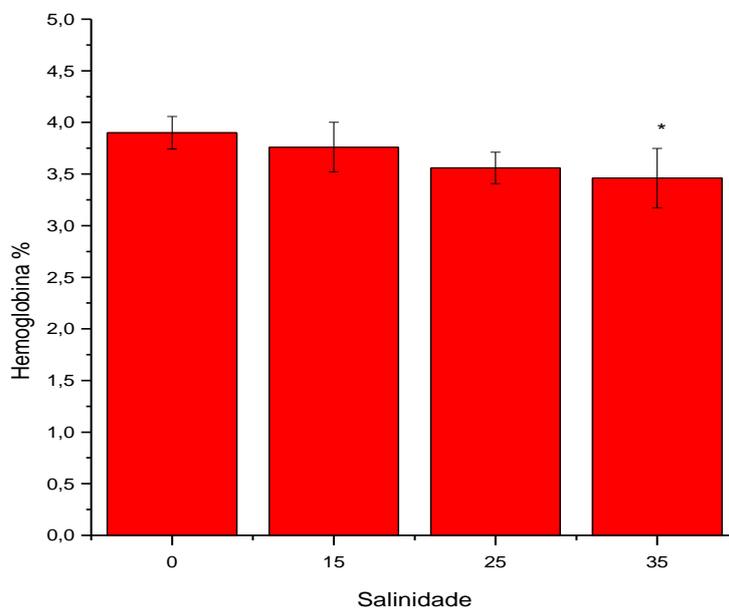
**Gráfico 1** – Valores médios de glicose no sangue juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. As barras representam o desvio padrão. \* indica diferença estatística entre os tratamentos.

Concomitantemente, foi observada a diminuição da porcentagem de hematócritos (Gráfico 2) e de hemoglobina (Gráfico 3), assim como da contagem total de eritrócitos (Gráfico 4), demonstrando que no mesmo momento em que as respostas fisiológicas de combate ao estresse demandam grande elevação no consumo de oxigênio, o organismo perde a capacidade de transportá-lo.

Foi observada uma tendência de diminuição da porcentagem de hemoglobina a partir do acréscimo da salinidade, havendo diferença significativa para a salinidade 35.

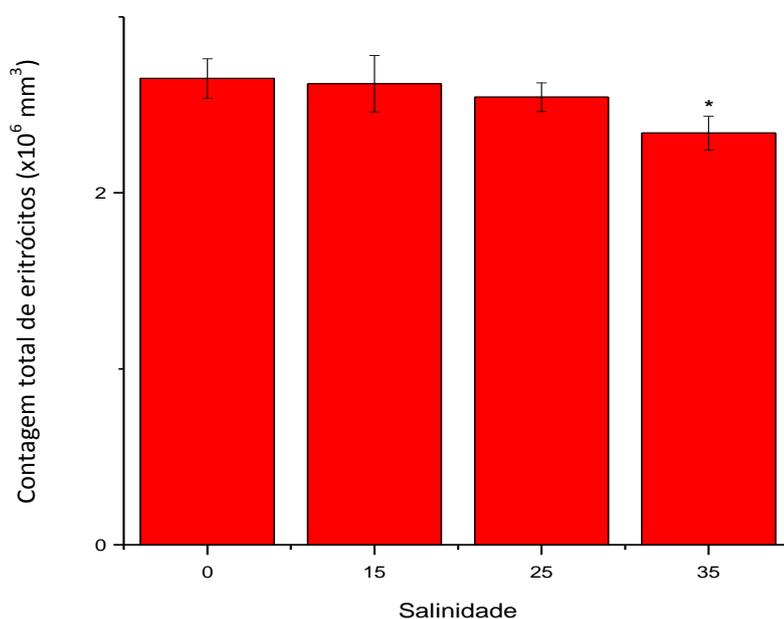


**Gráfico 2** – Valores médios de porcentagem de hematócrito no sangue de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. As barras representam o desvio padrão. Não houve diferença estatística entre os tratamentos.



**Gráfico 3** – Valores médios de porcentagem de hemoglobina no sangue de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. As barras representam o desvio padrão. \* indica valor significativamente diferente entre os tratamentos.

Os resultados obtidos para o parâmetro hemoglobina não corroboram com os obtidos por PEREIRA, *et al.* (2013), os quais demonstram elevação nos valores a medida em que a salinidade aumenta. No entanto corroboram com os valores de contagem total de eritrócitos, que diminuem com o aumento da salinidade.

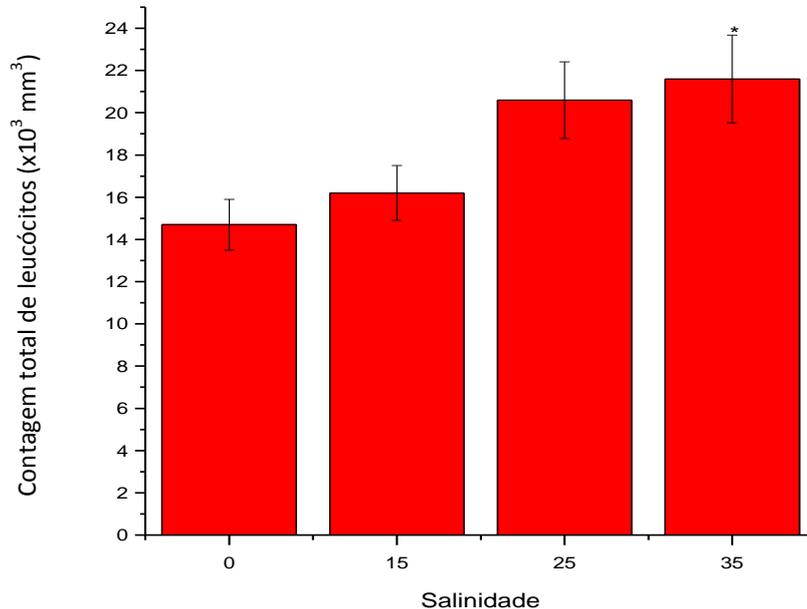


**Gráfico 4** – Valores médios de contagem total de eritrócitos no sangue de juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. As barras representam o desvio padrão \* indica valor significativamente diferente entre os tratamentos.

Acompanhando a tendência de decréscimo da porcentagem de hemoglobina os eritrócitos, que transportam as hemoglobinas, também decrescem com o aumento da salinidade, havendo diferença significativa para a salinidade 35.

Contudo, aferiu-se o aumento na contagem de leucócitos (Gráfico 4) que são a somatória das células da série branca e a sua maior quantidade está diretamente relacionada

com a maior capacidade de proteção imune (RANZINI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004; BARBIERI e BONDIOLI, 2013)..



**Gráfico 5** - Valores médios de contagem de leucócitos em juvenis de tilápia submetidos a diferentes salinidades. As barras representam o desvio padrão. \* indica valor significativamente diferente do controle.

De acordo com BARTON, (2002) a resposta ao estresse é considerada um mecanismo adaptativo que permite ao peixe enfrentar ou perceber o estressor para manter seu estado normal. Estresse pode ser considerado uma ameaça a homeostase que é restabelecida por um conjunto complexo de respostas adaptativas. Se a intensidade do estressor é excessivamente severa ou prolongada, mecanismos da resposta fisiológica podem ser comprometidos tornando-se prejudicial à saúde e bem-estar do animal.

De acordo com WEDEMEYER, (1996); ROED et al, (2002). CNAANI *et al.*,(2004); HOEGER, *et al.*, (2005) peixes criados, especialmente em condições de produção intensiva, estão sobre prolongado estresse e sua resposta fisiológica nessas circunstâncias afeta os

processos dependentes de energia como reprodução, crescimento e resistência a doenças. Doenças de peixes são os principais fatores de mortalidade na piscicultura e a imunidade natural tem papel importante na resistência a doenças. A forte ligação entre estresse e susceptibilidade a doenças em animais criados já é conhecida.

Peixes criados, especialmente em condições de produção intensiva, estão sobre prolongado estresse e sua resposta fisiológica nessas circunstâncias afeta os processos dependentes de energia como reprodução, crescimento e resistência a doenças.

Doenças de peixes são os principais fatores de mortalidade na piscicultura e a imunidade natural tem papel importante na resistência a doenças. A forte ligação entre estresse e susceptibilidade a doenças em animais criados já é conhecida (ROED *et al.*, 2002. CNAANI *et al.*, 2004; HOEGER, *et al.*, 2005; BARBIERI e FERREIRA, 2011).

Considerando que o estudo em questão foi realizado à temperatura de 20°C devido à climatização do ambiente e que o metabolismo do peixe está diretamente relacionado com a temperatura, estudos posteriores que avaliem a correlação da salinidade com os parâmetros testados, em diferentes temperaturas são indicados.

A tabela 2 demonstra os valores hematológicos aferidos em tilápias-do-nilo em diversas situações de estresse, sendo: cultivo semi-intensivo em viveiros escavados, superintensivos em tanques-rede, pesque-pague e os dados do presente trabalho.

Tabela. 1 – Compilação de dados de hemogramas de tilápias submetidas à diversos ambientes e tratamento.

Parâmetros							
Espécie	Tratamento	Glicose (mg/dL)	Hb (g/dL)	Hct (%)	Concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g/dL)	Contagem total de Eritrócitos ( $\times 10^3 \text{ mm}^3$ )	Autor
Oreochromis niloticus	Salinidade 0	48,4 $\pm$ 2,7	3,9 $\pm$ 0,16	48,4 $\pm$ 2,70		2,65 $\pm$ 0,11	Presente trabalho
Oreochromis niloticus	Salinidade 15	49,8 $\pm$ 2,58	3,76 $\pm$ 0,24	49,8 $\pm$ 2,56		2,62 $\pm$ 0,16	Presente trabalho
Oreochromis niloticus	Salinidade 25	54,2 $\pm$ 3,96	3,56 $\pm$ 0,15	54,2 $\pm$ 3,96		2,54 $\pm$ 0,08	Presente trabalho
Oreochromis niloticus	Salinidade 35	61,4 $\pm$ 5,59	3,46 $\pm$ 0,28	61,4 $\pm$ 5,59		2,34 $\pm$ 0,09	Presente trabalho
O. niloticus	Salinidade 0		9,77 $\pm$ 1,54	29,55 $\pm$ 5,36	32,98 $\pm$ 2,60		Barros et al (2012)
O. niloticus	Salinidade 0		8,5 $\pm$ 1,9	30,6 $\pm$ 5,0	28,9 $\pm$ 9,7		Tavares-Dias & Faustino (1998)
O. niloticus	Salinidade 0		9,3 $\pm$ 3,4	28,6 $\pm$ 7,3	33,8 $\pm$ 15,3		Tavares-Dias et al. (2000a)
O. niloticus	Salinidade 0		7,0 $\pm$ 0,4	27,8 $\pm$ 1,6	27,8 $\pm$ 1,7		Ueda et al. (1997)
O. niloticus	Salinidade 0		6,4 $\pm$ 2,5	32,3 $\pm$ 3,8	20,2 $\pm$ 6,1		Alkalem (1994)

### Conclusões

Os parâmetros sanguíneos mostraram que na medida em que a salinidade foi aumentada, foram alterados os parâmetros hematológicos, indicando alterações fisiológicas durante a adaptação ao meio salino.

Os valores médios de glicose no sangue, porcentagem de hemoglobina, contagem total de eritrócitos e leucócitos se mostraram diferentes apenas entre a salinidade zero e a salinidade de 35.

A porcentagem de hematócrito total não apresentou diferença estatística em nenhum dos tratamentos.

## Referências

- BARBIERI, E.; BONDIOLI, A.C.V. Acute toxicity of ammonia in Pacu fish (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) at different temperatures levels. **Aquaculture Research**, v.46, p.565-571, 2013.
- BARBIERI, E.; FERREIRA, L.A.A. Effects of the organophosphate pesticide Folidol 600\_ on the freshwater fish, Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 99, p. 209–214, 2011.
- BARTON, B. A. Stress in fish: A diversity of responses with particular reference to changes in circulation corticosteroids. **Integrate and Composition in Biology**, v.42, p.517-525, 2002.
- BARTON, B.A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Disease*, v. 1, p. 3-26, 1991.
- BRASIL. Ministério da Pesca e da Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura:** (Versão Preliminar). Brasília, 2013 60 p. Disponível em: [http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011\\_FINAL3.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011_FINAL3.pdf).
- CNAANI, A.; TINMAN, S.; AVIDAR, Y.; RON M.; HULATA, G. Comparative study of biochemical parameters in response to stress in *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus* and two strains of *O. niloticus*. **Aquaculture Research**, v.35,p. 1434-1440, 2004.
- HOEGER, B.; HITZFELD, B.; KOLLNER, B.; DIETRICH, D.R.; VAN DEN HEUVEL, M.R 2005. Sex and low-level sampling stress modify the impacts of sewage effluent on the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) immune system. **Aquatic Toxicology**, v. 73, p. 79-90, 2005.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: USP. 2000. 285 p.
- MARTINS, M.L., M. TAVARES-DIAS, R.Y. FUJIMOTO, E.M. ONAKA AND D.T. NOMURA. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p.640-646, 2004a.
- MOREIRA, A. A. Variabilidade Genética de duas variedades de Tilápia Nilótica por Meio de Marcadores Microsatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 42 (4): 521-526, 2007.
- PEREIRA, L.; FERNANDES M.N.; MARTINEZ C.B.R. Hematological and biochemical alterations in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v.36 n°1, p. 1-8, 2013.

PERRY, S. F.; LAURENT, P. Environmental effects on fish gill structure and function. In: RANKIN, J. C.; JENSEN, F. B. **Fish Ecophysiology**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 231-264.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T. Hematologia de peixes brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Ed. Varela, 2004. cap.4, p. 89-120.

ROED, K.H.; FERDDEN, S.E.; FJALESTAD K.T. Disease resistance and immune characteristics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) selected for lysozyme activity. **Aquaculture**, v. 209, p. 91- 1001, 2002.

SMITH, L. S. **Introduction of Fish Physiology**. Los Angeles: Ed. T. H. F. Publications Incorporation, 1982, 353p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Características hematológicas da Tilapia rendalli capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.19, p. 103-110, 2003.

TAVARES-DIAS, M. **Variáveis hematológicas de teleósteos brasileiros de importância zootécnica**. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal: Centro de Aquicultura. 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do Jundiá (*Rhamdia quelen*) (Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.693-698, 2002a.

VANUCCINI, S. El enfoque del nuevo mercado de tilapia: em el mundo occidental. **Revista panorama acuícola**, v.4, n.º3, p. 22-25, 1999.

WEDEMEYER, G.A. **Physiology of fish in intensive culture system**. Chapman e Hall (ed), 232p, 1996.

WENDERLAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, Washington, v. 77, n. 4, p. 591-625, 1997

WINTROBE, M.M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v. 51, p. 32-49, 1934.

YADA, T. NAKANISHI, T. Interaction between endocrine and immune system in fish. International. **Review Cytology**, v. 220, p. 35-92, 2002.

ZANIBONI FILHO, E. **Piscicultura das espécies exóticas de água doce**. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. (eds). Aquicultura: experiências brasileiras. Florianópolis, p.309-336, 2004.