



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aqüicultura  
Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

EFEITO DA AMÔNIA E DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA SOBREVIVÊNCIA DE  
ALEVINOS DE DOURADO, *Salminus brasiliensis*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Aqüicultura da Universidade  
Federal de Santa Catarina como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Aqüicultura.

*Orientador:* Prof. Dr. Evoy Zaniboni Filho

**ANA CECILIA GAZZOLA**

Florianópolis, 2003

Gazzola, Ana Cecília

Efeito da amônia e do oxigênio dissolvido na sobrevivência de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis* / Ana Cecília Gazzola. -- Florianópolis, 2003.

38p.

Dissertação (Mestrado) – Prof. Orientador: Dr. Evoy Zaniboni Filho - -  
Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

Bibliografia: 34-38.

1. fisiologia 2. hipoxia 3. amônia 4. toxicidade 5. dourado 6. *Salminus brasiliensis*

**Efeito da amônia e do oxigênio dissolvido na sobrevivência  
de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*.**

*Por*

*ANA CECILIA GAZZOLA*

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM AQUICULTURA**

e aprovada em sua forma final pelo Programa de  
Pós-Graduação em Aquicultura.

---

Profª. Débora Machado Fracalossi, Dra.  
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

---

Dr. Evoy Zaniboni Filho - *Orientador*

---

Dr. Bernardo Baldisserotto

---

Dra. Mônica Yumi Tsuzuki

*Agradecimentos*

À Universidade Federal de Santa Catarina, através do Departamento de Aqüicultura, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Prof. Dr. Evoy Zaniboni Filho, meu orientador, pela amizade, apoio e confiança cedidos.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos amigos Marquito e Rapha pela preciosa colaboração e companheirismo no decorrer dos experimentos.

Ao Matias, e demais colegas da Epagri, pela amizade, confiança e por todo apoio e contribuição profissional antes, durante e após a execução deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Aqüicultura, em especial ao Prof. Alex e Prof. Vinatea, pela amizade, ensinamentos e preciosas dicas e sugestões que contribuíram para execução deste trabalho.

A todos os funcionários do CCA, em especial ao Carlito e Jeff, pela colaboração e amizade.

Ao pessoal do Lapad, Prof. Débora, Fábria, Joice, Sami, Samara, David, Jackson, Pedrão, Ronaldo, Maurício, Flávio, Everton, Patty, Matias, Marini, Pimentinha (Oda), Bê, Tom, Lu, Dani, Pam, Paulo, Régis, Maude, Claudinha, Giuliano, Luciano e Carol pela amizade, apoio e companheirismo e alegria nesta nova fase.

Ao Johnny, pelo apoio incentivo e carinho.

Aos meus amigos de longa data, Van, Bis, Décinho, Flá, Pixus, Gian e Mutuca, que me acompanharam até aqui.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhas pelo amor e carinho sempre, e por acreditarem em mim e nunca medirem esforços para que este trabalho fosse realizado.

A Deus, por estar sempre comigo.

A todas as pessoas não referenciadas aqui, mas que de alguma forma contribuíram para concretização deste trabalho.

*Aos meus pais,*

## RESUMO

A falta de conhecimento sobre a influência dos parâmetros abióticos na fisiologia dos peixes nativos tem dificultado o cultivo destas espécies em larga escala. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do oxigênio dissolvido (OD) e da amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>) na sobrevivência do dourado (*Salminus brasiliensis*). Foram realizados dois experimentos, cada um com duração de 96h, sendo que em um deles foram testadas as seguintes concentrações de OD: 0,6 mg/L ; 0,72 mg/L ; 1,0 mg/L ; 1,9 mg/L e controle (7,19 mg/L); e no outro, as seguintes concentrações de NH<sub>3</sub>: 2,75 mg/l; 2,32 mg/l; 1,56 mg/l; 0,94 mg/l e controle (0,003mg/l). Em cada experimento foram utilizadas três repetições por tratamento. Foram usados 30 alevinos de dourado por tanque experimental (150L). As concentrações de OD e NH<sub>3</sub> foram monitoradas a cada 2h e 6h, respectivamente, ocasiões nas quais foram retirados e registrados os peixes mortos e ajustados os parâmetros limnológicos avaliados. Os valores de concentração letal 50% (CL 50) obtidos variaram de 0,66 mg/L OD em 24h a 0,75 mg/L OD em 96h e, variaram de 1,89 mg/l em 24h a 1,83 mg/l de NH<sub>3</sub> em 96h. Estes resultados conferem, aos alevinos de dourado, grande resistência aos parâmetros avaliados e, sugerem que novos trabalhos sejam realizados para avaliar o efeito crônico destes parâmetros para esta espécie.

## ABSTRACT

The lack of knowledge about the influence of abiotic parameters on native fish physiology has been a complicating factor for large-scale farming of these species. The aim of the present study was to evaluate the effects of dissolved oxygen (DO) and non-ionized ammonia ( $\text{NH}_3$ ) on dourado's (*Salminus brasiliensis*) survival rate. Two experiments were carried out, each one lasting 96 hours. The DO concentrations tested in one experiment were: 0,6 mg.L<sup>-1</sup>/L; 0,72 mg.L<sup>-1</sup>; 1,0 mg.L<sup>-1</sup>; 1,9 mg.L<sup>-1</sup> and 7,19mg.L<sup>-1</sup>(control); and the  $\text{NH}_3$  concentrations tested in the other experiment were: 2,75 mg.L<sup>-1</sup>; 2,32 mg.L<sup>-1</sup>; 1,56 mg.L<sup>-1</sup>; 0,94 mg.L<sup>-1</sup> and 0,003 mg.L<sup>-1</sup> (control). Three replicates were used for each concentration level. The number of fingerlings allocated in each experimental tank (150 L) was 30. DO and  $\text{NH}_3$  concentrations were monitored every 2 and 6 hours, respectively. During these procedures all dead fish were taken off the tanks and the limnological parameters on evaluation were adjusted. The levels of lethal concentration 50% (LC50) obtained varied from 0,66mg/L in 24 hours to 0,75 mg/L DO in 96 hours and, varied from 1,89 mg/l in 24 hours to 1,83 mg/l of  $\text{NH}_3$  in 96 hours. These results demonstrate that dourado fingerlings present a great resistance to the evaluated parameters and suggests that further studies ought to be carried out in order to evaluate the effect of chronic concentrations of these parameters for *Salminus brasiliensis*.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
EFEITO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA SOBREVIVÊNCIA DE ALEVINOS DE DOURADO, <i>Salminus brasiliensis</i>	6
Resumo	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Referências Bibliográficas	16
EFEITO DA AMÔNIA NÃO IONIZADA ( $\text{NH}_3$ ) NA SOBREVIVÊNCIA DE ALEVINOS DE DOURADO, <i>Salminus brasiliensis</i>	19
Resumo	19
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	23
Referências Bibliográficas	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
Conclusões Finais	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução e Considerações Finais)	36
ANEXOS	41
Anexo 1 - Exemplar de juvenil de Dourado, <i>Salminus brasiliensis</i>	42
Anexo 2- Carta de aprovação da comissão de Ética no Uso de Animais – Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação	43
Anexo 3 –Resumo enviado ao Encontro da World Aquaculture Society (WAS 2003)	47



## INTRODUÇÃO

O Dourado, *Salminus brasiliensis* é um Characiforme, pertencente à família Characidae e está presente nas principais bacias hidrográficas do Brasil, com exceção da Bacia Amazônica, tendo destaque nas Bacias dos Rios Paraná, Paraguai, Uruguai e São Francisco. Dentre as espécies nativas do Brasil, o dourado (*Salminus brasiliensis*) apresenta grande interesse e destaque para a piscicultura, devido, principalmente, ao alto valor comercial da sua carne e sua esportividade, porém, algumas dificuldades, como captura dos reprodutores; exigência em qualidade de água; hábito alimentar carnívoro e canibalismo nas primeiras fases de vida; entre outros fatores junto com a carência de pesquisas e, portanto, a falta de informações confiáveis sobre as exigências fisiológicas da espécie, tem dificultado o desenvolvimento do seu cultivo.

Ainda existem poucos estudos sobre as exigências de qualidade de água desta espécie. O controle da qualidade de água em aquicultura intensiva tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos dez anos. Em viveiros convencionais, a qualidade da água tem se tornado crítica a medida que os níveis de produção têm aumentado. Quando os peixes são estocados em altas densidades, pode haver um gradual acúmulo de sólidos em suspensão e catabólitos naturais, como amônia, dióxido de carbono, e um decréscimo de oxigênio dissolvido e pH, especialmente se o fluxo de água for limitado (Person-Le Ruyet *et al.*, 1997). Para definir os padrões de qualidade de água, é necessário determinar os níveis seguros destes fatores potencialmente limitantes e as suas interações. O oxigênio dissolvido (Boyd e Watten, 1989) e a toxicidade dos compostos nitrogenados (Boyd *et al.*, 1979; Colt e Armstrong, 1981; Krom e Van Rijn, 1989) são os principais fatores limitantes em sistemas de cultivo e, especial atenção deve ser dada a eles.

Os compostos nitrogenados têm sido identificados como o maior produto metabólico em piscicultura (Colt e Tchobanoglous, 1976). Amônia é o principal produto final do catabolismo protéico da grande maioria dos organismos aquáticos (Foster e Goldstein, 1969; Kinne, 1976), sendo que pode alcançar níveis iguais ou superiores a 80% do total de nitrogênio excretado pela maioria dos peixes (Wood, 1993) podendo, portanto, acumular-se nos tanques de cultivo devido esta excreção e/ou devido à mineralização de substâncias orgânicas por bactérias heterotróficas (Spotte, 1970).

Em solução aquosa, a amônia pode ocorrer de duas formas diferentes, assumindo basicamente o seguinte equilíbrio:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Este equilíbrio depende do pH, da temperatura e da composição iônica da solução (Thurston *et al.*, 1986; Wajsbrodt, 1991), tornando o meio mais ou menos tóxico. A amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) é considerada mais tóxica aos organismos aquáticos (Armstrong *et al.*, 1978) que a forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), por ser lipossolúvel e portanto difundir mais facilmente através das membranas celulares (Fromm e Gillette, 1968).

Segundo Arana (1997) o aumento da concentração de amônia no meio externo, dificulta a excreção da mesma pelos organismos, provocando um aumento no nível de amônia no sangue e nos tecidos que, além de afetar seriamente a fisiologia dos animais (Colt e Armstrong, 1981), pode provocar redução ou paralisação da atividade alimentar afim de reduzir a amônia metabólica. Concentrações subletais de amônia reduzem o crescimento (Bukhalter e Kaya 1977; Colt e Tchobanoglous, 1978; Alderson, 1979; Sodeberg *et al.*, 1983; Holt e Arnold, 1983; Cuenco *et al.*, 1985; Rowland *et al.*, 1995) porque podem causar modificações fisiológicas e histológicas nos rins, baço, tecidos tiróideos e sangue (Wood, 2001), além de bloquear o processo de fosforilação oxidativa ao nível celular, causando incapacidade de converter a

energia alimentar em ATP (Russo e Thurston, 1977) . Em uma revisão sobre este aspecto, Colt e Armstrong (1981) mostraram vários efeitos da toxicidade dos compostos nitrogenados nos organismos aquáticos.

Tudo isso reduz a produtividade do sistema, considerando ainda que os animais submetidos aos efeitos citados tornam-se mais susceptíveis a contrair enfermidades. A amônia, em pisciculturas intensivas, pode alcançar níveis que, além de redução no crescimento, pode causar mortalidade dos peixes (Person-Le Ruyte *et al.*, 1997).

O ideal é criar peixes em ambientes com alta concentração de oxigênio dissolvido. Um dos mais importantes fatores que influenciam na toxicidade da amônia, além daqueles que influenciam o equilíbrio aquoso, é o oxigênio dissolvido (EPA, 1983). Numa revisão feita por Thurston *et al.* (1981) são mencionados vários trabalhos referentes ao aumento da toxidez da amônia em baixas concentrações de oxigênio. Mortalidades em massa em viveiros de peixes têm sido atribuídas à combinação de baixos níveis de oxigênio e altas concentrações de amônia (Krom *et al.*, 1985).

As principais causas da redução de oxigênio na água são: presença de matéria orgânica; decomposição aeróbia; respiração de animais e plantas, principalmente à noite ou 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 na taxa metabólica (Rantin e Marins, 1984; Baldisserotto, 2002)

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). Segundo Heath (1995), hipoxia se refere a qualquer condição na qual a quantidade de oxigênio se encontra muito abaixo dos níveis de

saturação do ar. Baldisserotto (2002) associa a hipoxia a níveis de oxigênio abaixo de 2 mg/L, na qual a situação é estressante para a maioria dos peixes.

As respostas fisiológicas à hipoxia 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, concentrações muito baixas de oxigênio podem levar os organismos à anorexia, estresse respiratório, hipoxia dos tecidos, inconsciência e até à morte (Wedemeyer, 1996).

Algumas espécies não estão capacitadas para regular a respiração numa situação de hipoxia, de modo que o consumo de oxigênio depende da concentração deste na água, estas são chamadas de espécies conformistas, ou oxiconformadoras. As espécies reguladoras ou não conformistas, como no caso o dourado, apresentam respiração independente do nível de oxigênio na água até certo nível (ponto crítico), onde a taxa metabólica, em atividade máxima atinge um nível estável. Abaixo deste ponto crítico, o animal passa a ter respiração dependente do oxigênio disponível. Este ponto crítico, de disponibilidade de oxigênio, é definido como *Tensão Letal Incipiente* (TLI), no qual o nível de oxigênio disponível coincide com as necessidades para simples manutenção das funções corporais. A TLI divide a curva de taxa metabólica em zona de tolerância, na qual o peixe pode sobreviver indefinidamente e zona de resistência, que impõe ao animal sobrevivência por tempo determinado (Rantin e Marins, 1984).

Qualquer estresse, agudo ou crônico, que exceda o limite de tolerância fisiológico, vai ser manifestado relativamente rápido como redução na sobrevivência

(Wedemeyer, 1996). Os testes de toxicidade são desejáveis em piscicultura, pois, somente as análises químicas e físicas da água não são suficientes para estimar os seus efeitos nos organismos aquáticos (EPA, 1987; EPA, 1991). Diferentes espécies de organismos aquáticos não têm a mesma sensibilidade às mesmas substâncias tóxicas, podendo apresentar variações na sensibilidade nos distintos estágios de desenvolvimento.

Os testes de curto prazo, normalmente, usam a mortalidade como observação final para determinar os efeitos do agente toxicante como por exemplo, os valores de CL: concentração estimada que mata determinada proporção dos organismos testados em determinado tempo de observação (Committee on Methods for Toxicity Tests with Aquatic Organisms, 1975). Estes testes também são usados para indicar uma faixa adequada de concentração tóxica para testes de médio e longo prazo (APHA, 1992).

O objetivo geral deste trabalho é compreender as interações físicas, químicas e biológicas envolvidas na manutenção dos peixes tropicais nativos em ambientes artificiais, com a intenção de gerar informações para cultivo destas espécies. A apresentação está na forma de dois artigos, sendo que um deles aborda o efeito da hipoxia, e o outro o efeito de altas concentrações de amônia na sobrevivência do Dourado (*Salminus brasiliensis*). As avaliações são feitas individualmente para os limites fisiológicos de tolerância da espécie, mas podem fornecer uma noção geral de condições físicas e químicas necessárias para serem aplicadas em pisciculturas.

Efeito do oxigênio dissolvido na sobrevivência de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*

Resumo

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD) na água são os principais fatores limitantes para aqüicultura intensiva. Ao tentar se regular ao ambiente estressante, os organismos aquáticos gastam muita energia, o que, em consequência, reduz a produção. O Dourado (*Salminus brasiliensis*) é encontrado nas principais bacias hidrográficas brasileiras e é muito apreciado pela sua esportividade e qualidade de carne. Com o objetivo de avaliar o efeito da hipoxia na sobrevivência de alevinos de dourado ( $12,57 \pm 1,13$  cm e  $19,92 \pm 2,42$  g), foi realizado um experimento, com duração de 96h, no qual foram testadas as seguintes concentrações de OD: 0,6 mg/L ; 0,72 mg/L ; 1,0 mg/L ; 1,9 mg/L e 7,19 mg/L (controle), cada tratamento com três repetições. Todos os peixes submetidos ao tratamento 0,6 mg/L morreram nas primeiras 12 horas. A taxa de sobrevivência após as 96 horas foi de 47,8 % e 96,7 % para os tratamentos 0,72 mg/L e 1,0 mg/L, respectivamente. Os peixes submetidos ao tratamento 1,9 mg/L e ao controle (7,19 mg/L) apresentaram 100% de sobrevivência. Os valores de concentração letal 50% (CL 50) registrados durante o experimento variaram de 0,66 mg/L em 24h a 0,75 mg/L em 96h, indicando que a concentração de oxigênio responsável pela morte de 50% dos peixes aumenta de acordo com o tempo de exposição.

## Introdução

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido ocorrem com frequência em viveiros de aquicultura e são os principais fatores limitantes para intensificação desta atividade (Boyd e Watten, 1989).

As principais fontes naturais de oxigênio da água são provenientes da fotossíntese e da atmosfera (Esteves, 1998) e sua depleção deve-se, principalmente, ao consumo relacionado à decomposição da matéria orgânica, à respiração dos organismos aquáticos (Rantin e Marins, 1984; Esteves, 1998; Baldisserotto, 2002), à oxidação de íons metálicos e a perdas para a atmosfera (Esteves, 1998).

Embora os organismos aquáticos possuam ampla variedade de respostas fisiológicas que atuam rapidamente a fim de minimizar os efeitos da hipoxia, o uso destes mecanismos implica em gasto extra de energia e, em consequência, uma redução nas reservas para natação, alimentação, crescimento e outras atividades (Rantin e Marins, 1984; Parma-de-Croux, 1995) e, em muitos casos, tem ocorrido mortandades de peixes, em ambientes naturais e em condições de cultivo e laboratório, atribuídas a déficits nas concentrações de oxigênio dissolvido.

O Dourado, *Salminus brasiliensis*, é um Characiforme, pertencente à família Characidae e está presente nas principais bacias hidrográficas do Brasil, com exceção da Bacia Amazônica, tendo destaque nas Bacias dos Rios Paraná, Paraguai, Uruguai e São Francisco. É um peixe bastante esportivo e muito valorizado também em função do sabor da sua carne, sendo alvo de estudos para o desenvolvimento da tecnologia de cultivo.

Estudos relacionados a ecofisiologia do dourado relatam uma pressão crítica de 42 mmHg (De Salvo Souza et al., 2001)(o que corresponde a 2,08 mg/L de OD a 27°C),

sendo que em períodos de hipoxia (pressão parcial de O<sub>2</sub> abaixo de 42 mmHg), os mecanismos compensatórios de ventilação e respostas cardiovasculares são insuficientes para manter o transporte de oxigênio adequado, sugerindo que esta espécie, oxireguladora, é muito vulnerável à hipoxia.

Zaniboni Filho (no prelo) reporta que, apesar da falta de conhecimentos sobre as exigências de qualidade de água para o dourado, esta espécie é bastante sensível a baixas concentrações de oxigênio, e sugere concentrações superiores a 2 mg/L para o cultivo desta espécie.

Para ampliar o conhecimento sobre a biologia das espécies tropicais nativas e gerar informações para cultivo destas espécies, o objetivo deste trabalho foi determinar a concentração letal média (CL50) oxigênio dissolvido de para alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*.

#### *Material e Métodos*

Alevinos de dourado, trazidos do Projeto Pacu – Terenos – MS, após um período de quarentena em tanques de 1000 L à temperatura média de 23°C, foram aclimatados em tanques experimentais de fibra de vidro, com capacidade de 150 L, por uma semana, recebendo ração comercial (48% PB) *ad libitum*. A última alimentação foi fornecida 12 horas antes de iniciar o período experimental, que teve duração de 96h.

As concentrações de OD testadas foram: 0,60 mg/L; 0,72 mg/L; 1,0 mg/L; 1,9 mg/L e 7,27 mg/L (controle). Cada unidade experimental contava com 30 peixes (12,57 ± 1,13 cm e 19,92 ± 2,42 g), sendo utilizadas três repetições para cada tratamento.



Os tanques experimentais foram abastecidos com água pré aquecida em um reservatório de 1500L com renovação média de 0,250 L/min .

Para evitar o contato dos peixes na interface água/ar, e reduzir a troca gasosa, uma cobertura plástica foi colocada, junto à superfície da água, em cada unidade experimental, tomando o cuidado de retirar as bolhas de ar. Telas plásticas também foram colocadas isolando a área de entrada de água, já que nesta área as concentrações de oxigênio se apresentavam acima dos limites aceitáveis para cada tratamento. O tempo médio necessário para a redução das concentrações normais de oxigênio nos tanques experimentais para os níveis desejados para cada tratamento, foi em média 4 horas.

O experimento foi desenvolvido com intensidade luminosa constante de 4 lux, afim de evitar influência do estresse por luminosidade.

As concentrações de oxigênio dissolvido e temperatura foram monitorados a cada 2 horas, ao longo do experimento, com um oxímetro digital YSI – 55 e ajustados quando necessário. Pedras porosas acopladas a um sistema difusor de ar foram usadas para elevar a concentração de oxigênio, enquanto a redução da concentração de oxigênio dissolvido foi obtida pela inclusão de nitrogênio gasoso através de pedras porosas. Nestas ocasiões, os peixes mortos foram retirados e contados.

A amônia total, amônia não ionizada e o pH foram monitorados diariamente usando uma sonda multiparâmetros YSI 6600 e a alcalinidade medida no início e final do experimento, usando método colorimétrico.

Os valores de concentração letal, para 72 e 96h, foram calculados através do programa Probit desenvolvido pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Como não foi possível o cálculo dos valores de CL para 24 e 48h por este programa, foi

utilizado o método de interpolação (programa ICP). Em ambos os casos os valores foram estimados com limite de confiança de 95%.

As médias dos parâmetros de qualidade de água dos diferentes tratamentos foram verificados por análise de variância.

### *Resultados e Discussão*

O comportamento inicial dos peixes em resposta às baixas concentrações de oxigênio dissolvido foi o aumento da atividade natatória, da frequência de batimentos operculares e a busca pela superfície. Durante a fase de estabilização das concentrações de oxigênio nos diferentes tratamentos, à medida que as concentrações reduziam, a atividade natatória também era reduzida e, quando a concentração oxigênio dissolvido desejada foi alcançada, nos tratamentos mais baixos, pode-se observar pequena redução na frequência dos batimentos operculares, porém, com nítido aumento da intensidade destes batimentos. Segundo Weber e Kramer (1983), se os peixes têm acesso à superfície, eles aumentam a atividade natatória em condições de hipoxia, mas se o acesso é prevenido, como foi a condição experimental oferecida neste trabalho, a atividade é reduzida.

A maioria dos peixes permanecia na superfície da água, mesmo sem acesso ao ar atmosférico e, portanto às trocas gasosas da interface, sendo observado que alguns peixes apresentaram breves "convulsões". Segundo Kramer (1987), os últimos milímetros de água antes da superfície, muitas vezes, apresenta níveis de oxigênio dissolvido maiores que a camada do fundo, devido a lenta difusão do oxigênio dissolvido através da água. Este comportamento, de busca de oxigênio na superfície, pode estar ligado à tendência natural do animal em condições normais, haja visto

que neste trabalho havia homogeneidade nas concentrações de oxigênio na superfície e no fundo.

Com o decorrer do tempo, foi observada perda de equilíbrio (peixes virados) e perda da flutuabilidade, quando foi observado significativo aumento na amplitude e redução na frequência dos batimentos operculares. Este estágio foi seguido pela morte dos peixes. Com exceção de alguns indivíduos, os peixes mortos retirados apresentavam significativa abertura opercular.

Observou-se que todos os peixes submetidos ao tratamento de 0,6 mg/L morreram nas primeiras 12 horas. No tratamento 0,72 mg/L, foi observada uma taxa de sobrevivência de 47,8% após 96h. Apesar dos dados da literatura indicarem a necessidade de elevadas concentrações de oxigênio pelo dourado (De Salvo Souza *et al.*, 2001), os resultados deste experimento mostram que a espécie possui grande resistência a baixas concentrações, uma vez que os indivíduos submetidos ao tratamento 1,0 mg/L apresentaram taxa de sobrevivência final (96h) de 96,7%, semelhante a taxa de 100% de sobrevivência observada no tratamento 1,9 mg/L e no controle (7,29 mg/L) (figura 1).

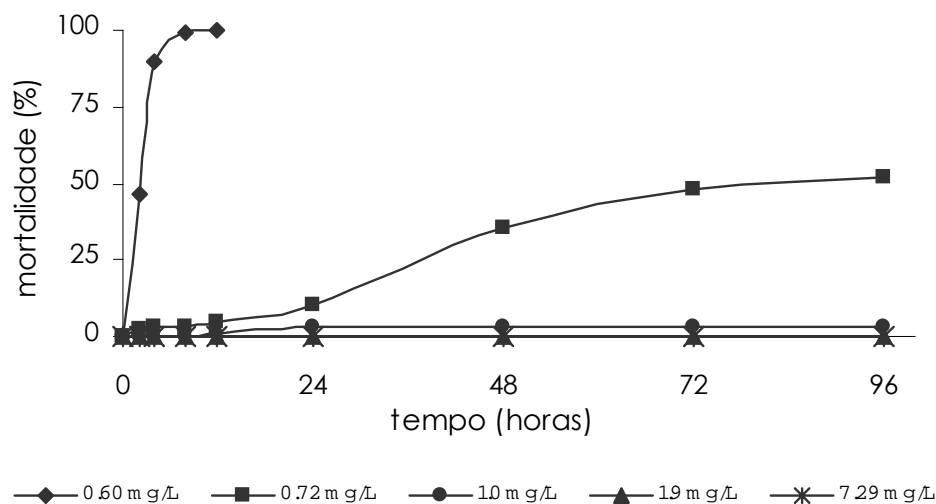


Figura 1: Mortalidade de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*, submetidos a diferentes valores de oxigênio dissolvido, ao longo do tempo de exposição.

A temperatura da água nos tanques no decorrer do experimento foi mantida em média  $27,3 (\pm 0,7)$  °C. O pH se manteve relativamente neutro ( $6,61 \pm 0,11$ ) e, praticamente constante no decorrer do experimento para todos os tratamentos. A concentração de amônia também se manteve constante e em baixos níveis ( $0,87 \pm 0,25$  mg/L  $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$  e  $0,003 \pm 0,001$  mg/L  $\text{NH}_3$ ). Os valores médios de cada parâmetro analisado estão apresentados na tabela 1. A alcalinidade foi semelhante para todos os tratamentos, com valor de 10 mg/L. Todos estes parâmetros estão dentro da faixa de aceitação para teleósteos de água doce (Arana, 1997; Curiacos, 1999; Gomes *et al.*, 2000). As análises de variância para os parâmetros de qualidade de água analisados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), indicando que as mortalidades observadas não sofreram influência destes parâmetros.

Tabela 1: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água apresentados no decorrer do experimento.

Tratamentos	Temperatura	pH	NH <sub>4</sub> <sup>++</sup> NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>
oxigênio dissolvido (mg/L)	(°C)		(mg/L)	(mg/L)
0,60 $\pm$ 0,12	27,3 $\pm$ 0,8	6,48 $\pm$ 0,13	1,05 $\pm$ 0,06	0,002 $\pm$ 0,001
0,72 $\pm$ 0,12	27,4 $\pm$ 0,7	6,67 $\pm$ 0,15	0,81 $\pm$ 0,29	0,003 $\pm$ 0,001
1,00 $\pm$ 0,25	27,4 $\pm$ 0,7	6,58 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,35	0,002 $\pm$ 0,001
1,90 $\pm$ 0,56	27,5 $\pm$ 0,7	6,64 $\pm$ 0,12	0,83 $\pm$ 0,30	0,003 $\pm$ 0,002
7,29 $\pm$ 0,24	27,2 $\pm$ 0,7	6,70 $\pm$ 0,11	0,80 $\pm$ 0,24	0,003 $\pm$ 0,002

As médias das CL 50 (96h) de oxigênio dissolvido registradas ao longo do experimento variaram de 0,66 mg/L a 0,75 mg/L, indicando que a concentração responsável pela morte de 50% dos indivíduos testados aumenta à medida que se prolonga o tempo de exposição às condições letais (figura 2).

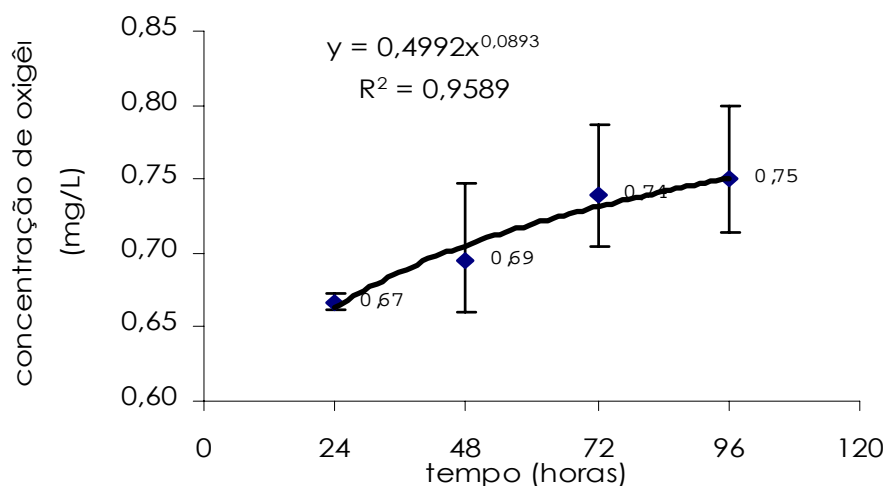


Figura 2: Valores de CL 50 de oxigênio dissolvido para alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis* ao longo do tempo de exposição e os respectivos intervalos de confiança (95%).

Os valores de CL 50 obtidos neste experimento, quando comparados com os valores obtidos por Saiki *et al.*(1999) de 1,58 em 24h a 1,62 mg/L OD em 96h para juvenis de *Deltistes luxatus* e 1,14 em 24h a 1,34 mg/L OD em 96h e para juvenis de *Chasmites brevirostris*, sugerem grande resistência da espécie estudada.

O dourado, *Salminus brasiliensis*, apresenta comportamento migratório, e conforme seu estágio de vida ocupa diferentes ambientes na planície de inundação do Alto Rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1997). As espécies migradoras geralmente desovam em águas abertas e, seus ovos e larvas são carregados para áreas alagadas e lagoas marginais. Na fase jovem, estas espécies exploram ambientes lânticos ou semilóticos para alimentação e crescimento, porém, dependendo das flutuações dos níveis do rio estes lugares apresentam ampla variação nos parâmetros de qualidade de água. Durante os pulsos de inundação, predominam os processos de respiração/decomposição sobre a fotossíntese, o que leva a coluna d'água a apresentar concentrações muito baixas de oxigênio. Por outro lado, durante os períodos de águas baixas, estes ambientes apresentam os maiores desenvolvimentos de fitoplâncton, resultando em valores saturados ou supersaturados de oxigênio dissolvido (Thomaz *et al.*, 1997).

A ampla variação de oxigênio dissolvido registrada nos locais onde as formas jovens de dourado se desenvolvem, pode explicar a grande resistência desta espécie, nesta fase de desenvolvimento, às baixas concentrações de oxigênio

Os valores de CL50 podem ser medidas úteis de toxicidade aguda, mas não representam concentrações seguras para aqüicultura. Concentrações que não demonstram toxicidade em 96h podem ser tóxicas em períodos de exposição maiores (APHA, 1992). O ideal seria estender o experimento até o momento em que os valores de CL parassem de crescer com o tempo, ou seja, que fosse possível determinar a

concentração letal limiar (Sprague, 1969). Entretanto, é possível notar pequena diferença entre os valores de CL 50 para 72h e 96h, mostrando tendência de estabilização.

Os resultados obtidos neste experimento sugerem que juvenis de *Salminus brasiliensis* são resistentes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, porém, são recomendados novos trabalhos sobre o efeito crônico da hipoxia e sua interação com outros parâmetros de qualidade de água sejam realizados com a espécie.

*Referências Bibliográficas*

- APHA, 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18 ed. American Public Health Association, Washington, 1v.
- Agostinho, A.A.; Julio Junior, H.F.; Gomes, L.C.; Bini, L.M.; Agostinho, C.S., 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: Vazzoler, A. E.A. de M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Ed.) A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia: 179-208.
- Arana, L.V., 1997. Princípios Químicos de Qualidade de Água em Aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil.
- Baldisserotto, B., 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Ed. UFSM, Santa Maria, Brasil.
- Boyd, C.E.; Watten, B.J., 1989. Aeration Systems in Aquaculture. *Reviews in Aquatic Sciences*, 1 (3) : 425-472.
- Curiacos, A. P.J., 1999. Efeito da temperatura no desenvolvimento inicial larvas de "curimatá" *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Characiformes, Prochilodontidae). Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Aquicultura – UFSC, Florianópolis.



- De Salvo Souza, R.H.; Soncini, R.; Glass, M.L.; Sanches, J.R. Rantin, F.T., 2001. Ventilation, gill perfusion and blood gases in dourado, *Salminus maxillosus*, Valenciennes (Teleostei, Characidae), exposed to graded hypoxia. *Journal of Comparative Physiology. B, biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 171: 483-489.
- Esteves, F. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil.
- Gomes, L.C.; Golombieski, J. I.; Chipari-Gomes, A.R.C.; Baldisserotto, B., 2000. *Biologia do jundiá Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural* (Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science), 30: 179-185.
- Kramer, D.L. , 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental Biology of Fishes*, 18: 81.
- Rantin, F.T.; Marins, M.A., 1984. Como os teleósteos respondem à hipoxia ambiental – uma revisão. *Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura III, São Carlos* : 673-693.
- Saiki, M.K.; Monda, D.P.; Bellerud, B.L., 1999. Lethal levels of selected water quality variables to larval and juvenile Lost River and shortnose suckers. *Environmental Pollution*, 105: 37:44.
- Sprague, J.B., 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity. *Water Research*, 3: 793-82.
- Thomaz, S.M.; Roberto, M.C.; Bini, L.M., 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.de M.;

Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (ed.). A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia: 73-102.

Weber, R.E.; Kramer, D.L., 1983. Effects of hipoxia and surface access on growth, mortality, and bahavior of juvenile guppies, *Pocilia reticulata*. Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences, 40: 1583.

Zaniboni Filho, E. (no prelo). Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: Poli, C.R.; Poli, A.T.B.; Littlepage, J.; Summers, P. (no prelo). Aquicultura: o registro da experiência brasileira. BMLP - Brasil: 303-336.

Efeito da amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>) na sobrevivência de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*

#### Resumo

Os compostos nitrogenados são o principal produto metabólico em piscicultura. Estes compostos podem ter efeitos letais ou sub-letais, comprometendo a produção, dependendo da sua concentração na água e da espécie cultivada. O Dourado, *Salminus brasiliensis*, sempre se destacou pela sua esportividade e qualidade de carne e, ultimamente, tem se destacado também pelo seu potencial de criação e alto valor de mercado, porém, ainda faltam estudos para expansão do seu cultivo. Com o objetivo avaliar a resistência dos alevinos (18,18± 1.88 g e 12,40 ± 0,47cm) desta espécie a altas concentrações de amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>), foi realizado um experimento de toxicidade aguda (96h), no qual foram testados os seguintes tratamentos de NH<sub>3</sub>: 2,75 mg/L; 2,32 mg/L; 1,56 mg/L; 0,94 mg/L e 0,003 mg/L (controle), cada um com três repetições. Observou-se que todos os peixes submetidos ao tratamento de 2,75 mg/L NH<sub>3</sub> morreram nas primeiras 2 horas. No mesmo período, os peixes submetidos ao tratamento 2,32 mg/L NH<sub>3</sub> apresentaram taxa de mortalidade de 81,1%, chegando ao final do experimento (96h) com uma taxa de mortalidade de 90%, o que sugere que o tempo de exposição não exerceu grande influência na mortalidade. Os valores de CL 50 obtidos neste experimento variaram entre 1,89 mg/L para 24h a 1,83 mg/L NH<sub>3</sub> para 96h, sugerindo que pequenas variações na concentração de amônia não ionizada têm efeito significativo na sobrevivência da espécie estudada ao longo do tempo de exposição.

## Introdução

Os compostos nitrogenados têm sido identificados como o maior produto metabólico em piscicultura (Colt e Tchobanoglous, 1976), ). A amônia pode alcançar níveis iguais ou superiores a 80% do total de nitrogênio excretado pela maioria dos peixes (Wood, 1993), podendo portanto, acumular-se nos tanques de cultivo devido esta excreção e/ou devido à mineralização de substâncias orgânicas por bactérias heterotróficas (Spotte, 1970).

A amônia é encontrada nas águas naturais nas formas não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) e ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ). A sua forma tóxica para os organismos aquáticos é atribuída principalmente à forma não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) (Thurston *et al.*, 1981), pois esta pode facilmente difundir-se através do epitélio branquial devido à sua natureza lipofílica. Já a amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), possui características lipofóbicas, penetrando menos rapidamente através das membranas, as quais são de natureza lipoprotéica (Kormanik e Cameron, 1981).

O equilíbrio da amônia em solução aquosa ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ) é extremamente dependente do pH e, em menor grau, da temperatura e concentração iônica (Thurston *et al.*, 1986; Wajsbrot *et al.*, 1991), tornando a solução mais ou menos tóxica.

Em sistemas de aquicultura intensiva, a amônia pode alcançar níveis potencialmente tóxicos e pode vir a ser um fator limitante para produtividade do sistema (Boyd *et al.* 1979; Krom and Van Rijn, 1989). Conforme os níveis de amônia aumentam no ambiente, a sua excreção pelos organismos aquáticos é reduzida e seus níveis no sangue e tecidos dos animais aumenta (Colt e Armstrong, 1981; Arana, 1997). Este aumento pode causar sérios efeitos na fisiologia do animal ao nível de

células, órgãos e sistemas. Em uma revisão sobre este aspecto, Colt e Armstrong (1981), mostraram vários efeitos da toxicidade dos compostos nitrogenados nos organismos aquáticos.

Dentre as espécies nativas do Brasil, o dourado (*Salminus brasiliensis*) é uma espécie de grande interesse e destaque para a piscicultura, devido, principalmente, ao alto valor comercial da sua carne e sua esportividade, porém, a falta de informações confiáveis sobre as exigências da espécie, vem dificultando o desenvolvimento do seu cultivo.

Para ampliar o conhecimento sobre a biologia das espécies tropicais nativas e gerar informações para cultivo destas espécies, este trabalho objetiva determinar a concentração letal média (CL50) de amônia, em 96h para alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*.

#### *Material e Métodos*

Alevinos de dourado, provenientes do Projeto Pacu – Terenos – MS, foram aclimatados em um tanque de 500 litros por uma semana, recebendo ração comercial (48% PB) *ad libitum*. A última alimentação foi fornecida 12 horas antes de iniciar o período experimental, que teve duração de 96h.

As concentrações de NH<sub>3</sub> testadas foram : 2,75 mg/L; 2,32 mg/L; 1,56 mg/L; 0,94 mg/L NH<sub>3</sub> e 0,003 mg/L (controle), com três repetições para cada tratamento.

A água que abastecia cada tratamento era preparada todos os dias em reservatórios de fibra de vidro 1500 L, usando cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>Cl) , para ajustar a concentração de amônia e carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) para ajustar o pH e a

concentração de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ). Estes compostos não foram adicionados à água do reservatório correspondente aos tanques controle.

Os peixes foram distribuídos aleatoriamente no início do enchimento das unidades experimentais (tanques de fibra de vidro com capacidade de 150 litros) com a água preparada para cada tratamento. Cada unidade contava com 30 peixes ( $18,18 \pm 1,88$  g e  $12,40 \pm 0,47$  cm) e com vazão média de 0,350 L/min, proporcionando aproximadamente 3 renovações/dia, evitando assim, variações nos níveis de  $\text{NH}_3$ .

As concentrações de oxigênio dissolvido, amônia total e amônia não ionizada, temperatura e pH foram monitorados com uma sonda multiparâmetros YSI 6600, a cada 6 horas, e ajustados quando necessário. Nestas ocasiões também eram retirados e contados os peixes mortos e, feitas coletas de amostras de água, em cada tanque, para posterior análise em laboratório.

As amostras de água coletadas foram congeladas e, ao final do experimento, analisadas para: concentração de amônia total, seguindo a metodologia de Koroleff (1976), adaptada para análise de água doce e de nitrito, usando método colorimétrico. As análises de alcalinidade e dureza também foram realizadas através do método colorimétrico, somente na água dos reservatórios.

A partir dos valores de amônia total, obtidos nas análises laboratoriais, as frações de  $\text{NH}_3$  foram calculadas de acordo com fórmula proposta por Emerson *et al* (1975).

Os dados foram submetidos ao programa Probit desenvolvido pela Environmental Protection Agency (EPA), o qual estabelece relação entre os "probits" da mortalidade cumulativa observada e os logaritmos das concentrações de amônia e, através de regressão linear, calcula os valores de concentração letal com os respectivos intervalos de confiança (95%).

As concentrações dos compostos nitrogenados estão expressas com base no nitrogênio amoniacal.

### *Resultados e Discussão*

Observou-se que todos os peixes submetidos ao tratamento de 2,75 mg/L  $\text{NH}_3$  morreram nas primeiras 2 horas (Figura 1). No mesmo período, os peixes submetidos ao tratamento 2,32 mg/L  $\text{NH}_3$  apresentaram taxa de mortalidade de 81,1%, chegando ao final do experimento (96h) com uma taxa de mortalidade de 90%. Esta observação sugere que o tempo de exposição não exerceu grande influência na mortalidade. Uma observação neste sentido pode ser feita na figura 2, que mostra os valores de concentração letal em 24, 48, 72 e 96h, calculados a partir do programa probit. Nesta figura é possível visualizar como pequenas diferenças na concentração de amônia podem apresentar muito maior influência do que o tempo de exposição em si, haja visto a semelhança entre as curvas de letalidade observadas para os distintos períodos de exposição.

Os peixes submetidos ao tratamento 1,56 mg/L  $\text{NH}_3$ , apresentaram taxa final de mortalidade de 16,6%, enquanto que os indivíduos submetidos ao tratamentos de 0,94 mg/L  $\text{NH}_3$  e controle apresentaram 100% sobrevivência.

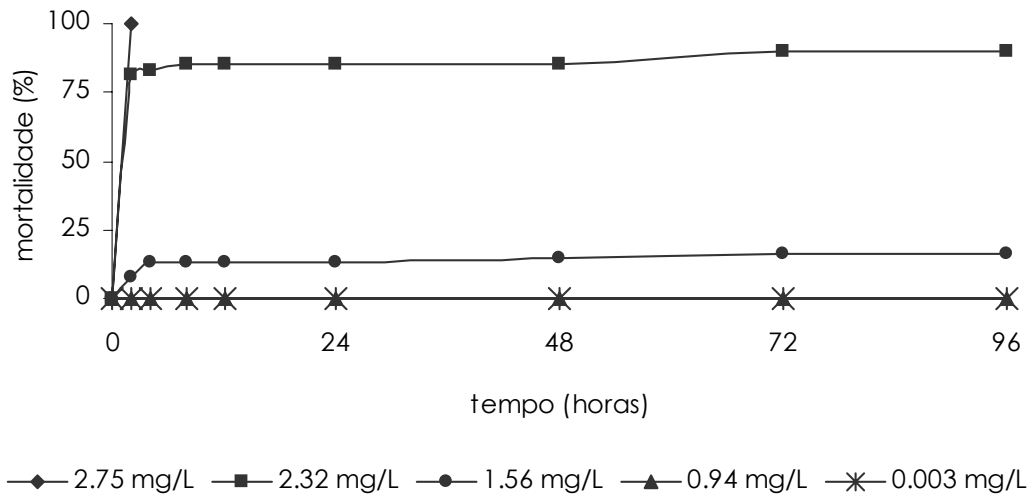


Figura 1: Taxa de mortalidade de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*, expostos a diferentes concentrações de amônia não ionizada, ao longo do tempo de exposição.

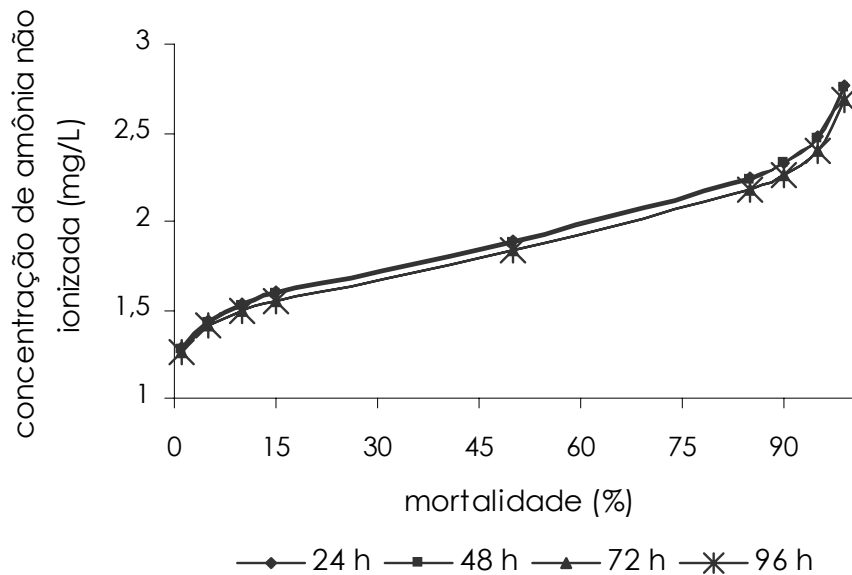


Figura 2: Concentrações letais de amônia não ionizada, calculadas pelo método dos próbitos, para alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*.



Apesar de uma pequena variação nos valores de CL 50 registrados ao longo do experimento, pode ser observada uma tendência de queda na concentração letal à medida que se prolonga o tempo de exposição, sendo que após 72h houve uma tendência de estabilização.

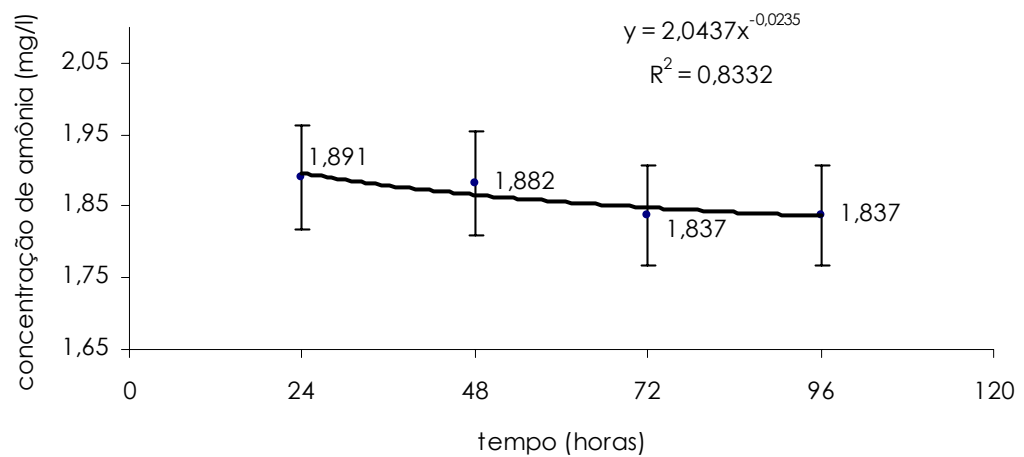


Figura 3: Valores de CL 50 (média  $\pm$  intervalo de confiança 95%) amônia não ionizada para alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*, ao longo do tempo de exposição.

Os valores de CL 50 obtidos neste experimento foram: 1,891 mg/l para 24h; 1,882 mg/L para 48h; 1,837 mg/L para 72h e 1,837 mg/L de NH<sub>3</sub> para 96h. Comparando estes com os valores obtidos para *Deltistes luxatus* entre 1,02 mg/L (24h) e 0,78 mg/L (96h) e para *Chasmites brevirostris* entre 0,51 mg/L (24h) e 0,53 mg/L (96h) (Saiki *et al.* 1999); para *Odontesthes argentinensis* entre 1,48 mg/L NH<sub>3</sub>-N (24h) e 0,8 mg/L NH<sub>3</sub>-N (72 e 96h) (Ostrensky e Brugger, 1992); para *Lepomis cyanellus* entre 1,57 mg/L NH<sub>3</sub>-N (24h) e 1,06 mg/L NH<sub>3</sub>-N (96h) (McCormick *et al.*, 1984), o dourado se mostra extremamente resistente a amônia não ionizada. Resultados semelhantes foram relatados por Person-

Le Ruyet *et al.* (1997) em que a CL50 96h varia de 1,7 a 2,7 mg/L NH<sub>3</sub>-N para *Dicentrarchus labrax*; , *Sparus aurata*; e *Scophthalmus maximus*.

Os parâmetros de qualidade de água, para cada tratamento, registrados ao longo do experimento estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água apresentados no decorrer do experimento.

Tratamento	Temp (°C)	NH <sub>4</sub> <sup>++</sup> NH <sub>3</sub> (mg/L)	pH	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	O <sub>2</sub> D (mg/L)	alcalinidade (mg/L)	dureza (mg/L)
2,75 $\pm$ 0,27	25,4 $\pm$ 0,7	42,0 $\pm$ 2,61	8,09 $\pm$ 0,04	0,96 $\pm$ 0,06	6,73 $\pm$ 0,38	45	55
2,32 $\pm$ 0,45	25,5 $\pm$ 0,5	39,9 $\pm$ 5,49	8,00 $\pm$ 0,11	0,38 $\pm$ 0,13	6,86 $\pm$ 0,31	30	45
1,56 $\pm$ 0,26	25,6 $\pm$ 0,4	26,4 $\pm$ 3,47	8,01 $\pm$ 0,07	0,70 $\pm$ 0,45	6,69 $\pm$ 0,35	35	50
0,94 $\pm$ 0,19	25,6 $\pm$ 0,5	18,8 $\pm$ 4,20	7,96 $\pm$ 0,12	0,02 $\pm$ 0,02	6,71 $\pm$ 0,42	30	45
controle (0,003 $\pm$ 0,002)	25,5 $\pm$ 0,5	0,26 $\pm$ 0,18	7,21 $\pm$ 0,11	0,0	6,72 $\pm$ 0,39	20	25

O uso de CaCO<sub>3</sub> para o ajuste de pH pode ter influenciado nos resultados deste trabalho. Segundo Baldisserotto (2002), a adição de Ca<sup>++</sup>, NaCl, e aumento da salinidade podem alterar a toxicidade da amônia, sendo que a concentração letal de NH<sub>3</sub> aumenta proporcionalmente com o aumento de Ca<sup>++</sup>. Porém, o maior valor de dureza observado neste trabalho (55 mg/L) está abaixo dos valores máximos de dureza (75 mg/L) relacionados à água classificada como branda por Boyd (1990).

As concentrações de nitrito registradas no decorrer do experimento, principalmente para os tratamentos 2,75 mg/L NH<sub>3</sub> e 1,56 mg/L NH<sub>3</sub>, de 0,96 mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup> e 0,70 mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, respectivamente, também podem ter influenciado nos resultados. Porém, em revisão feita por Baldisserotto (2002), é relatado que valores de 2,6 mg/L

$\text{NO}_2^-$  afetam em 20% o crescimento de *Ictalurus punctatus* e 1,28 mg/L  $\text{NO}_2^-$  pode ser considerado concentração segura para *Morone chrysops* e *Morone saxatilis*. Russo e Thurston (1977) relataram valores de CL50 96h entre 12,8 e 13,1 mg/L  $\text{NO}_2^-$  para *Ictalurus punctatus*. Entretanto, não pode ser descartada a possibilidade de interação do nitrito com a amônia, tendo influenciado a mortalidade dos peixes.

O valor médio de pH do controle (7,21) se diferencia dos demais (7,96 a 8,09) devido à adição do  $\text{CaCO}_3$  nestes últimos, mas todos os valores estão dentro da faixa 7,0 a 8,5, considerada ideal para aquicultura (Boyd, 1997). A alcalinidade também sofreu influencia da adição de  $\text{CaCO}_3$ , de modo que o tratamento controle apresentou valores menores que os demais, porém, todos os valores observados são considerados aceitáveis para piscicultura de água doce, considerado entre 20 e 200 mg/L (Boyd, 1997).

Os valores de CL 50 encontrados neste experimento não podem ser considerados seguros para piscicultura, uma vez que as concentrações de oxigênio foram mantidas altas durante todo o experimento ( $6,74 \pm 0,37$ ), o que dificilmente ocorre em ambientes com altas concentrações de amônia e, além disso, as concentrações de amônia que não demonstraram toxicidade nestas 96h, podem ser tóxicas em períodos de exposição maiores. Isto sugere que mais trabalhos sejam realizados neste sentido.

Segundo Sprague (1971), o nível máximo de um composto tóxico suportado por uma espécie ou população pode ser estimado a partir de 10% da CL50 no estágio mais sensível ao tóxico. Porém, esta afirmação não pode ser considerada neste trabalho, pois, pelos resultados apresentados, esta pode ser uma das fases de maior resistência do dourado à amônia. Isto pode ser explicado pela sua biologia, já que, como a maioria das espécies migradoras, o dourado, na sua fase jovem explora

ambientes lênticos e semilóticos (lagoas naturais e rios tributários represados) para alimentação e crescimento e, segundo Thomaz *et al.* (1997) estes lugares apresentam ampla variação temporal de parâmetros de qualidade de água.

*Referências Bibliográficas*

- Arana, L.V., 1997. Princípios Químicos de Qualidade de Água em Aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil.
- Baldisserotto, B., 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Ed. UFSM, Santa Maria, Brasil.
- Boyd, C.E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama. 482p.
- Boyd, C.E., 1997. Manejo do solo e da qualidade da água em viveiros para aqüicultura. Coelho, S.R.C. (ed.) ; Ono, E. (trd.), Associação Americana de Soja – ASA.
- Boyd, C.E.; Romaine, R.P.; Johnston, E., 1979. Water quality in channel catfish production ponds. *Journal of Environmental Quality*, 8 (3): 423-429.
- Colt, J.E.; Armstrong, D.A., 1981. Nitrogen Toxicity to Crustaceans, Fish and Molluscs. In: L. Allen and E. Kinney, eds. *Proceedings of the Bio-Engineering Symposium for Fish Culture*. Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Mariland USA : 34-47.

- Colt, J.; Tchobanoglous, G., 1976. Evaluation of the short term toxicity of nitrogenous compounds to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Elsevier Scientific Publishing Company. Aquaculture, 8 :209-224.
- Emerson, K.; Russo, R.C.; Lund, R.E.; Thurston, R.V., 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32 (12): 2379-2383.
- Kormanik, C.; Cameron, J., 1981. Ammonia excretion in animals that breath water: a review. Mar. Biol. Lett., 2: 11-23.
- Koroleff, F., 1976. Metodologia para determinação da amonia. In: Grasshoff, K. Methods of Seawater Analysis. Verlag. Chemie. Weinheim, New York : 117-181.
- Krom, M.D.; Van Rijn, J., 1989. Water quality process in fish culture systems: problems and solutions. In: N. De Pauw, E. Jaspers, H.Ackefors; N.Wikins (Editors) Aquaculture – a Biotechnology in Progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium : 1091-1111.
- McCormick, J.H.; Broderius, S.J.; Fiandt, J.T., 1984. Toxicity of ammoniato early life stages of the green sunfish *Lepomis cyanellus*. Environmental Pollution, 36: 147-163.
- Ostrensky, A.; Brugger, A., 1992. Studies on the viability of silverside *Odontesthes argentinensis* cultivations: Acute Toxicity of ammonia. Ciência e Cultura. Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science, 44 (2/3): 413-414.

- Person-Le Ruyet, J.; Galland, R.; Le Roux, A.; Chartois, H., 1997. Chronic Ammonia Toxicity in Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus*) *Aquaculture*, 154: 155-171.
- Russo, R.; Thurston, R., 1977. The acute toxicity of nitrite to fishes. In: R. Tubb (editor) *Recent Advances in Fish Toxicology*. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/3 – 77 – 085. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.:118-131.
- Saiki, M.K.; Monda, D.P.; Bellerud, B.L., 1999. Lethal levels of selected water quality variables to larval and juvenile Lost River and shortnose suckers. *Environmental Pollution*, 105: 37:44.
- Spotte, S., 1970. *Fish and Invertebrate Culture*. Wiley Interscience. New York, USA.
- Sprague, J.B., 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish – III. Sublethal effects and “safe” concentrations. *Water Res.*, 5:245-266.
- Thomaz, S.M.; Roberto, M.C.; Bini, L.M., 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: Vazzoler, A.E.A.de M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (ed.). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM: Nupélia: 73-102.
- Thurston, R.V.; Russo, R.C.; Vinogradov, G.A., 1981. Ammonia toxicity to fish. Effect of the pH on the toxicity of the un-ionized ammonia species. *Environ. Sci. Technol.*, 15 (7): 837-840.

Thurston, R.V.; Russo, R.C.; Meyn, E.L.; Zajdel, R.K.; Smith, C.E., 1986. Chronic toxicity of ammonia to fathead minnows. Transactions of the American Fisheries Society, 115 : 196-207.

Wajsbrodt, N.; Gasith, A.; Krom, M.D.; Popper, D.M., 1991. Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparatus aurata* under reduced oxygen. Aquaculture, 92: 277-288.

Wood, C.M. , 1993. Ammonia and urea metabolism and excretion. In: The Physiology of fishes (ed. D.H. Evans). CRC Press Inc., Boca Raton: 379-419.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro das condições requeridas na aquicultura intensiva, desafios por aumento na densidade, alterações químicas na água, manejo e tratamentos terapêuticos, e a interação biológica entre os peixes e outros microrganismos excedem as exigências fisiológicas feitas junto ao ambiente aquático. Estes desafios podem, rigorosamente, forçar uma compensação pelos sistemas fisiológicos. Como outros animais, os peixes podem sobreviver em condições desfavoráveis por períodos limitados, com gasto de energia. Entretanto, os efeitos adversos na saúde dos peixes, causados por pelo estresse ambiental, aumentam rapidamente quando os limites de tolerância se aproximam ou são ultrapassados.

Entre todas as condições que afetam a produtividade de um cultivo de peixes, as condições de manejo e de qualidade de água são provavelmente as mais importantes.

A qualidade da água é, normalmente, a primeira a proporcionar uma relação entre peixe e ambiente que vai promover saúde e condições fisiológicas. Ainda que os peixes possam sobreviver a condições adversas de qualidade de água, devido a sua capacidade de compensação fisiológica, um manejo que favoreça a saúde e a produção deve ser estimulado.

A inexistência de pesquisas sobre o limiar tóxico de amônia e oxigênio dissolvido para as espécies nativas de peixes de água doce dificulta o manejo dos viveiros e de transporte, entre outros, o que reflete negativamente sobre a produção destas espécies.

Situações de altas concentrações de amônia e de hipoxia ocorrem facilmente em viveiros de cultivo. Apesar de não haver, em condições reais de cultivo, relatos de concentrações de amônia tão altas quanto alguns valores testados, devemos levar em consideração que aumentos na concentração de amônia, geralmente, estão associados a reduções nos níveis de oxigênio, o que favorece a sua toxicidade e, portanto, não podemos subestimar a sua letalidade, haja visto que neste estudo os valores de oxigênio dissolvido foram mantidos altos. Segundo Heath (1995), o oxigênio é muitas vezes baixo em ambientes poluídos e, numa revisão feita pelo mesmo autor, fica evidenciado o aumento da toxicidade de substâncias químicas em baixos níveis de oxigênio.

Os resultados deste trabalho fornecem informações individuais de limite agudo de tolerância para amônia e para oxigênio dissolvido, mas podem servir como base para condições gerais de qualidade de água para cultivo de peixes tropicais.

É interessante relatar aqui algumas observações feitas durante os pré-testes que foram realizados antes de iniciar cada experimento.

O pré-teste de oxigênio foi feito colocando-se exemplares em ambientes sem aeração e foi observado, com redução gradual da concentração de oxigênio, até que ponto os peixes suportavam sem demonstrar sinais de estresse (aumento dos batimentos operculares e "boqueamento"). O mais interessante foi que a concentração em que foi observado este comportamento foi em torno de 1,5 mg/L, o que se mostrou bem diferente do apresentado no experimento. Talvez isto tenha ocorrido devido uma situação de estresse por manejo e alta densidade, enquanto que no experimento houve um período de adaptação dos peixes ao tanque e a densidade foi bem mais baixa.

No pré-teste para o experimento de amônia, exemplares de dourado foram colocados em diferentes ambientes com distintas concentrações de amônia, e observados durante quanto tempo agüentariam sem alterar o comportamento. Foi interessante observar que, após um comportamento com breve convulsão e aparente "desmaio", os peixes que foram colocados de volta à água de boa qualidade apresentaram boa recuperação em questão de minutos, e voltaram à atividade alimentar normal em menos de 24h. Foi observado também, durante estes pré testes, o efeito direto do aumento da temperatura na toxicidade da amônia e do oxigênio.

A necessidade de prover água de boa qualidade para cultivo de peixes é evidente. Como já foi mostrado anteriormente, altas concentrações de amônia e baixas concentrações de oxigênio dissolvido afetam significativamente a produtividade de várias espécies. O desconhecimento dos níveis máximos de amônia e mínimos de oxigênio aceitáveis para o crescimento do dourado é, sem dúvida, um dos entraves para um melhor rendimento no cultivo desta espécie de grande potencial para piscicultura no Brasil. Este trabalho oferece bases para realização de novos trabalhos neste sentido (efeito crônico da amônia e do oxigênio dissolvido) e também para estudos de interação entre eles e, de forma mais direta, para estudos sobre as alterações histológicas provocadas, sendo que, para isso, os peixes usados neste trabalho foram fixados para posterior análise.

#### *Conclusões Finais*

Pode se concluir, a partir dos resultados apresentados neste trabalho, que alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*, são bastante resistentes a altas concentrações de amônia e a baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução e Considerações Finais)

- ALDERSON, R. The effect of ammonia on the growth of juvenile dover sole, *Solea solea*, (L.) and turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) Aquaculture, 17, 1979. p. 291-309.
- APHA - Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18 ed. American Public Health Association, Washington, 1992. 1v.
- ARANA, L.V. Princípios Químicos de Qualidade de Água em Aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Editora da UFSC, Florianópolis, 1997. 166p.
- ARMSTRONG, D.A.; CHIPPENDALE, D.; KNIGHT, A. W.; COLT, J.E. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Biology Bulletin, 154, 1978. p. 15-31.
- BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Ed. UFSM, Santa Maria, 2002. 212p.
- BOYD, C.E.; ROMAIRE, R.P.; JOHNSTON, E. Water quality in channel catfish production ponds. Journal of Environmental Quality, 8 (3), 1979. p.423-429.
- BOYD, C.E.; WATTEN, B.J. Aeration Systems in Aquaculture. Reviews in Aquatic Sciences, 1 (3), 1989. p. 425-472.
- BURKHALTER, D.E.; KAYA, C.M. Effects of prolonged exposure to ammonia on fertilized eggs and sac fry of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Transactions of the American Fisheries Society, 106, 5, 1977. p. 470-475.

- COLT, J.E.; ARMSTRONG, D.A. Nitrogen Toxicity to Crustaceans, Fish and Molluscs. In: L. Allen and E. Kinney, eds. Proceedings of the Bio-Engineering Symposium for Fish Culture. Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Maryland USA, 1981. p. 34-47.
- COLT, J.; TCHOBANOGLOUS, G. Evaluation of the short term toxicity of nitrogenous compounds to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 8. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1976. p.209-224.
- COLT, J.; TCHOBANOGLOUS, G. Chronic exposure of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, to ammonia: effects on growth and survival. *Aquaculture*, 15, 1978. p. 353-372.
- COMMITTEE ON METHODS FOR TOXICITY TESTS WITH AQUATIC ORGANISMS. Methods for Acute Toxicity Tests with Fish, Macroinvertebrates, and Amphibians. Ecol. Res. Ser., EPA-660/3-75-009. U.S. Environmental Protection Agency, 1975.
- CUENCO, M.L.; STICKNEY, R.R.; GRANT, W.E. Fish bioenergetics and growth in aquaculture ponds: II Effects of interactions among size, temperature, dissolved oxygen, unionized ammonia and food on growth of individual fish. *Ecological Modelling*, 27, 1985. p. 191-206.
- EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Water Quality criteria for the protection of Aquatic life and its uses: ammonia. Final Draft. Office of Research and Development, Environmental Research Laboratory, Duluth, MN, 1983. 189pp.

- EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Permit Writer's Guide to Water Quality-Based Permitting for Toxic Pollutants. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1987.
- EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Technical Support Document for Water Quality-Based Control. EPA-505/2-90-001 (PB91- 127415), Off. Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1991.
- FOSTER,R.P.; GOLDSTEIN, L. Formation of excretory products. In: W.S. HOAR AND D.J. RANDALL (Edditors), *Fish Physiology*, 1. Academic Press, New York, 1969. p. 313-350.
- FROMM, P.O.; GILLETTE, J.R. Effect of ambient ammonia on blood ammonia and nitrogen excretion of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 26 , 1968. p.887-896.
- HEATH, A.G. *Water Pollution and Fish Physiology* – 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1995.
- HOLT, G.J.; ARNOLD, C.R. Effects of ammonia and nitrite on growth and survival of red drum eggs and larvae. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112, 1983. p. 314-318.
- KINNE, O. *Marine Ecology*, 3, part 1. John Wiley e Sons, New York, 1976. 577p.
- KROM, M.D.; PORTER, C.; GORDIN, H. Causes of fish mortalities in semi intensively operated seawater ponds in Eliat, Israel. *Aquaculture*, 49, 1985. p. 159-177.
- KROM, M.D.; VAN RIJIN, J. Water quality process in fish culture systems: problems and solutions. In: N. De Pauw, E. Jaspers, H.Ackefors; N.Wikins (Editors) *Aquaculture* –

- Biotechnology in Progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, 1989. p.1091-1111.
- PARMA DE CROX, M.J. Metabolic rate and oxygen consumption requirements of some fish species from the middle Parana River. *Acta Biol.Venez*, 15 (2). 1994. p. 1-10.
- PARMA DE CROX, M.J. Tolerancia respiratoria de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae) a condiciones críticas de oxígeno. *Iheringia, Sér. Zool.*, 79. Porto Alegre, 1995. p. 135-140.
- PERSON-LE RUYET, J.; GALLAND, R.; LE ROUX, A.; CHARTOIS, H. Chronic Ammonia Toxicity in Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus*) *Aquaculture*, 154. 1997. p. 155-171.
- RANTIN, F.T.; MARINS, M.A. Como os teleósteos respondem à hipoxia ambiental – uma revisão. *Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura III, São Carlos, 1984.* p.673-693.
- ROWLAND, S.J.; ALLAN, G.L.; HOLLIS, M.; PONTIFEX, T. Production of the Australian freshwater silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell), at two densities in earthen ponds. *Aquaculture*, 130, 1995.p.317-328.
- RUSSO, R.; THURSTON, R. The acute toxicity of nitrite to fishes. In: R. TUBB (editor) *Recent Advances in Fish Toxicology*. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/3 – 77 – 085. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1977. p.118-131.
- SMITH, H.W. The excretion of ammonia and urea by the gills of fish. *Journal of Biology and Chemistry*, 81. p. 727-742, 1929.

- SODERBERG, R.W.; FLYNN, J.B.; SCHIMITTOU, H.R. Effects of ammonia on growth and survival of rainbow trout in intensive static water culture. Transactions of the American Fisheries Society, 112, 1983. p. 448-451.
- SPOTTE, S. Fish and Invertebrate Culture. Wiley Interscience. New York, 1970. 145p.
- THURSTON, R.; PHILLIPS, G.; RUSSO, R. Increased toxicity of ammonia to rainbow trout, *Salmo gairdneri*, resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences., 38, 1981. p. 983-988.
- THURSTON, R.V.; RUSSO, R.C.; MEYN, E.L.; ZAJDEL, R.K.; SMITH, C.E. Chronic toxicity of ammonia to fathead minnows. Transactions of the American Fisheries Society, 115. 1986. p. 196-207.
- WAJSBROT, N.; GASITH, A.; KROM, M.D.; POPPER, D.M. Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparatus aurata* under reduced oxygen. Aquaculture, 92, 1991. p. 277-288.
- WEDEMEYER, G.A. Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Copyright by Chapman & Hall, New York, 1996. 232p.
- WOOD, C.M. Toxic responses of the gill. In:Schlenk, D. Benson, W.H. Target organ toxicity in marine and freshwater teleosts, 1. Organs Taylor & Francis, London, 2001. p.1-89.



ANEXOS

Anexo 1 - exemplar de juvenil de Dourado, *Salminus brasiliensis*



*Anexo 2- Carta de aprovação da comissão de Ética no Uso de Animais – Pró Reitoria  
de Pesquisa e Pós Graduação*



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Departamento de Apoio à Pesquisa

Comissão de Ética no Uso de Animais

Fone: (048) 331-9206 Fax: (048) 331-9579

e-mail: [dap@critica.ufsc.br](mailto:dap@critica.ufsc.br)

OE nº 061/CEUA/DAP/PRPG/2002

Florianópolis, 10 de julho de 2002.

Prezado Professor,

Em relação ao Protocolo de Pesquisa sob sua responsabilidade, cadastrado sob o número 170/CEUA e 23080.013385/2002-51, intitulado "Efeito do oxigênio dissolvido e da amônia na sobrevivência e crescimento do dourado (*Salminus maxillosus*)", em reunião do dia 05/07/2002 a CEUA, deliberou o seguinte:

- **APROVADO** por 2 (dois) anos, a contar desta data;

O pedido de revalidação do presente credenciamento, caso seja do interesse de V.Sa, deverá vir acompanhado de relatório detalhado relacionando o uso de animais no Projeto desenvolvido à resultados objetivos (por exemplo, anexando cópias dos resultados obtidos tais como trabalhos em revistas indexadas ou não, teses ou dissertações, resumos em congressos, capítulos de livro, processos e patentes, etc.) e/ou benefícios resultantes da pesquisa para seres humanos e/ou para animais, sejam estes benefícios de natureza acadêmica, aplicada, industrial, etc.

resultados objetivos (por exemplo, anexando cópias dos resultados obtidos tais como trabalhos em revistas indexadas ou não, teses ou dissertações, resumos em congressos, capítulos de livro, processos e patentes, etc.) e/ou benefícios resultantes da pesquisa para seres humanos e/ou para animais, sejam estes benefícios de natureza acadêmica, aplicada, industrial, etc.

Atenciosamente,

  
Presidente - CEUA/PRPG/UFSC  
Prof. Dr. Jamil Asadmy

Ao Prof. Dr. Evoy Zaniboni Filho  
Departamento de Aquicultura-CCA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC  
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO-PRPG  
 COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS-CEUA

**FOLHA DE ROSTO PARA PROTOCOLO DE PESQUISA ENVOLVENDO ANIMAIS**

1. Título do Projeto de Pesquisa Efeito do oxigênio dissolvido e da amônia na sobrevivência e crescimento de Dourado ( <i>Salminus maxillosus</i> ) – CHARACIDAE		
<b>COORDENADOR RESPONSÁVEL</b>		
2. Nome/Departamento/Centro Evoy Zaniboni Filho /Depto. de Aquicultura/Centro de Ciências Agrárias		
3. Identidade/Passaporte 6R 466 414	4. CPF 342.920.125-20	
5. Cargo Professor Adjunto		
6. Maior Titulação Doutor		
7. Endereço Profissional Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) Rod. SC-406, nº 3832, Armação, Florianópolis, CEP 88066-292, junto à CASAN.		
8. Fone 389-5216	10. FAX 389-5216	
11. email evoyzaniboni@ufsc.br		
<b>Termo de Compromisso</b> Declaro que conheço e que cumpro os requisitos da legislação em vigor e aceito a responsabilidade pela condução técnico-científica do protocolo em questão. Data 22/5/2002 Assinatura  Prof. Evoy Zaniboni Filho, D. <small>DEPTO. AQUICULTURA/UFSC</small>		
<b>CEUA</b>		
Data de Entrada 09/06/02	Protocolo 2002.013585/2002-51	
Aprovado (X) Data 05/07/02	Não-Aprovado ( ) Data	Com Pendência ( ) Qual/Prazo
Relatório Final previsto para Data 05/07/04		
Presidente da CEUA Assinatura e Data  05/07/02		
Documentos a serem encaminhados juntamente com o Protocolo: A - Folha de Rosto; B - Projeto de Pesquisa detalhado (em Português); C - CV do Pesquisador Responsável (modelo Lattes CNPq); D - Artigos publicados que o Coordenador do Protocolo julgar relevantes para auxiliar a análise pela CEUA (Até 4 artigos). * Até 60 dias para resolução		



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Comissão de Ética no Uso de Animais  
Fone: (048) 331-9514 - Fax: (048) 331-9599  
e-mail: [ppg@ufsc.br](mailto:ppg@ufsc.br)

**CERTIFICADO DE CREDENCIAMENTO**

Certificamos que o Protocolo de Pesquisa/Ensino cadastrado sob os números 170/CEUA e 23080.013585/2002-51, intitulado "Efeito da oxigênio dissolvido e da amônia na sobrevivência e crescimento do dourado (*Salminus maxillosus*), sob a responsabilidade do(a) Profl(a) Dr(a) Evoy Zaniboni Filho, do Departamento de Aquicultura, do Centro de Ciências Agrárias, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), tendo sido aprovado pela Comissão de Ética no Uso do Animal (CEUA)/UFSC em reunião de 05/07/2002.

Este certificado expira em 05/07/2004.

Florianópolis, 10 de julho de 2002.

  
Presidente da CEUA

  
Professor responsável

*Anexo 3 –Resumo enviado ao Encontro da Word Aquaculture Society (WAS 2003)*

## EFFECT OF DISSOLVED OXYGEN CONCENTRATION IN DOURADO *Salminus brasiliensis* FINGERLING (CHARACIDAE) SURVIVAL

Ana Cecilia Gazzola \*, Raphael de Leão Serafíni, Marcos Weingartner, Evoy Zaniboni Filho

Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce  
Departamento de Aquicultura  
Universidade Federal de Santa Catarina – C.P. 476  
88040 – 900 Florianópolis, SC – Brazil  
[gazzola@zootecnia.zzn.com](mailto:gazzola@zootecnia.zzn.com)

Low dissolved oxygen concentration in the water is the main limiting factor for intensive aquaculture. Although aquatic organisms have a large variety of physiological responses to minimize the effect of hypoxia, the use of these mechanisms results in energy waste. Dourado (*Salminus brasiliensis*) is found in the major Brazilian hydrographic basins: Paraná, Paraguai, and Uruguai except the Amazon basin. Among the Brazilian native species, is the most appreciated for sport fisheries but is also highly appreciated as food fish. The aim of this study was to determine the average lethal dissolved oxygen concentration (CL50 – 96h) for dourado fingerlings to deeper the knowledge about tropical native species biology and aquaculture requirements.

The trial lasted for 96 h and the dissolved oxygen concentrations tested were: 0.6, 0.72, 1.0, 1.90, and 7.27 mg.l<sup>-1</sup>. Each treatment was run in triplicate. Thirty fingerlings (20.03 ± 0.48g and 12.65 ± 0.18cm) were used in each of the experimental units, which consisted of 150-L fiberglass tanks supplied with a water flow of 300 ml.min<sup>-1</sup>. Dissolved oxygen was monitored every two hours, and nitrogen or air supply was provided accordingly to maintain desired levels.

All fish submitted to 0.6 mg.l<sup>-1</sup> dissolved oxygen died in the first 12 hours. Survival rate after 96 h was 47.8% and 96.7% on the 0.72 mg dissolved oxygen.l<sup>-1</sup> and 1.0 mg.l<sup>-1</sup> respectively. Fish submitted to 1.9 mg.l<sup>-1</sup> and 7.27 mg.l<sup>-1</sup> dissolved oxygen concentration had 100% survival.

The average CL 50 (96h) dissolved oxygen, registered during the trial ranged from 0.66 mg.l<sup>-1</sup> to 0.75 mg.l<sup>-1</sup>, indicating that the oxygen concentration responsible for death of 50% of the fish increased according to the time to the lethal condition exposure.

