

ESTRESSE NO TRANSPORTE DE JUVENIS DE TAMBAQUI E TILÁPIA-DO-NILO

Emerson Carlos SOARES^{1*}; Genilson Maurício dos ANJOS¹; José Jadson dos Santos LINO¹; José Milton BARBOSA²; Nadjane Leite dos SANTOS¹; Robson Batista dos SANTOS¹; Denise Maria PINHEIRO³; Álvaro de Assis de ALBUQUERQUE⁴

¹Curso de Engenharia de Pesca, Pólo Penedo, Universidade Federal de Alagoas-UFAL

²Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE,

³Departamento de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas-UFAL

⁴Estação de Piscicultura do Itiúba, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba-CODEVASF

*e-mail: emerson.soares@pq.cnpq.br

Recebido em 27 de julho de 2009

Resumo - Os objetivos deste trabalho foi o de determinar a eficácia do sal, gesso e eugenol e a melhor densidade de transporte em sistemas fechados para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). No primeiro experimento foram testadas três densidades de transporte (40, 60 e 80 ind/L). No segundo, foram testadas diferentes substâncias no transporte (sal, gesso e eugenol). A densidade de 40 indivíduos por litro de água apresentou os melhores índices de sobrevivência e qualidade água para as duas espécies. O melhor redutor de estresse para o tambaqui foi o gesso e o sal, enquanto que para a tilápia, o sal foi o mais promissor.

Palavras-chave: Peixes, *Colossoma macropomum*, *Oreochromis niloticus*, tranquilizantes, sobrevivência.

STRESS IN TRANSPORT OF TAMBAQUI AND TILAPIA JUVENILES

Abstract - The objectives of this work is evaluate the efficiency of salt, gypsum and eugenol and to determine the best transportation density in closed oxygen filled plastic bags (closed system) for tambaqui (*Colossoma macropomum*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. In the first experiment, fish were transported in plastic bags using densities three (40, 60 and 80 ind/L), and in the second experiment, was tested substance different (2 g of salt/L, 0,3 g of gypsum/L and 4 µL of eugenol/L) of water. The tambaqui and tilapia transported at a density of 40 ind/L presented the bests results. The best stress reductor for tambaqui were gypsum and table salt, while for tilapia, the salt was more efficient.

Keywords: Fishes, *Colossoma macropomum*, *Oreochromis niloticus*, tranquilizing, survival.

INTRODUÇÃO

O transporte de peixes é uma etapa fundamental do manejo em pisciculturas que tem por finalidade a criação, produção de juvenis com a finalidade de engorda, manutenção e formação de matrizes com fins reprodutivos, estabelecimentos tipo pesque-pagues e indústria processadora (Gomes et al., 2003; Baldisseroto & Gomes, 2005).

O uso de substâncias redutoras de estresse e mortalidade é amplamente utilizado na piscicultura (Wedemeyer, 1981; Gomes, et al., 2003; Peçanha & Gomes, 2005), por apresentar características benéficas aos peixes, tendo como atribuições possibilitar a concentração de sais semelhante às do sangue, facilitando a regulação osmótica e estimular a produção de muco (Wurts, 1995; Soares & Araújo-Lima, 2003).

O cultivo de tilápias apresentou nos últimos anos um aumento expressivo (Ostrensky, et al., 2008). Diante do desenvolvimento da tilapicultura tem-se procurado intensificar os esforços para o manejo profissional em todas as etapas da cadeia produtiva, surgindo interesse por parte dos piscicultores na busca de linhagens de desempenho superior e formas de transporte, bem como manejo adequado dos juvenis (Oliveira, 2007).

Por ser o tambaqui uma espécie bastante consumida e a necessidade de incentivar sua criação, mobiliza pesquisadores a buscar soluções que mitiguem o estresse causado a criação desta espécie em cativeiro. Assim, como etapa inicial de sua produção em sistema intensivo se faz necessário a adoção de técnicas de manejo adequadas, entre elas o transporte dos juvenis até o produtor.

Segundo Lima & Gomes (2005) juvenis de tambaqui geralmente são transportados em sacos plásticos lacrados contendo água e oxigênio e acondicionados em caixas de papelão ou isopor. Além desta condição o transporte destes organismos vem sendo otimizado por técnicas de privação alimentar, manuseio correto dos exemplares ou substâncias que funcionam como redutores de mortalidade (cloreto de sódio, sulfato de cálcio e anestésicos como eugenol e benzocaína) (Ross e Ross, 1999; Vidal et al. 2008).

O uso de sais e anestésicos durante o transporte foi recomendado por vários autores, entre eles Ross e Ross, (1999), entre os mais utilizados e geralmente adotados por várias instituições e piscicultores, destacam-se: sal de cozinha, gesso, benzocaína e óleo de cravo, devido o seu baixo custo e a facilidade na sua obtenção. O sal e o gesso são utilizados para reduzir o gradiente osmótico entre o peixe e água do transporte (Wedemeyer, 1997), mantendo a saúde dos peixes durante o transporte.

Existem poucos relatos sobre a densidade, tempo e concentrações ideais para o transporte de juvenis, no sentido de otimizar sua sobrevivência. Portanto, este trabalho tem o objetivo de

determinar um protocolo de transporte seguro, através do uso de substâncias e densidade de transporte em sistema fechado para juvenis das duas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de outubro a dezembro de 2008 nas dependências do CERAQUA (Centro de Referência em Aquicultura), CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba). Para a primeira etapa foram utilizados dois mil e setecentos juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), com peso inicial de $14,5 \pm 1,86$ g, obtidos de duas desovas induzidas e juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de $1,5 \pm 0,45$ g e comprimento médio de $4,5 \pm 0,5$ cm.

Os animais experimentais foram aclimatados em tanques de depuração de $4,5 \text{ m}^3$, com aeração e renovação de água constante, onde passaram por um período de privação alimentar de 36 horas para depuração gastrointestinal.

Foram realizados três experimentos para cada espécie, utilizando um delineamento experimental 3×4 (três densidades de estocagem, 40, 60 e 80 ind/L) com quatro repetições por tratamento. As unidades experimentais, sacos plásticos, continham uma capacidade de 30 litros, sendo utilizados 20% de seu volume.

Os parâmetros de qualidade de água medidos no tanque de aclimação foram: pH (peagâmetro digital), oxigênio e temperatura (oxímetro YSI 55), fosfato, amônia (kit de análise de água) e condutividade elétrica (condutivímetro).

Na segunda etapa, o experimento foi realizado com doze mil e oitocentos juvenis de tambaqui e tilápia com peso médio de $16,1 \pm 1,5$ g e $2,4 \pm 0,3$ g, respectivamente. Os tratamentos e concentrações utilizadas foram: tratamento 1 (água e oxigênio), tratamento 2 (NaCl na concentração de 2,0 g/L), tratamento 3 (gesso 0,3 g/L) e tratamento 4 (eugenol $4\mu\text{l/L}$). O experimento foi conduzido por intermédio de um delineamento experimental constando de quatro tratamentos (dois sais, um anestésico mais o controle), com quatro repetições por tratamento. Os tempos pós-transporte utilizados foram: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 horas. O experimento foi repetido quatro vezes, utilizando-se sacos plásticos como unidades experimentais (sistema de transporte fechado). Os sacos eram monitorados a cada duas horas e observados minuciosamente com objetivo de realizar a quantificação dos indivíduos mortos. Os parâmetros de qualidade de água medidos foram semelhantes ao da primeira etapa do trabalho.

Para determinação da densidade de estocagem e melhor substância anti-estresse, foi utilizada uma ANOVA ($p < 0,05$), para avaliar o melhor tratamento foi utilizado um teste de Tukey 5%. As

análises foram realizadas por intermédio do programa estatístico Systat 12.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1- DENSIDADE NO TRANSPORTE DO TAMBAQUI

Os parâmetros médios de qualidade de água nas duas etapas do experimento medidos nos tanques de aclimatação e sacos plásticos foram: pH $5,63 \pm 0,5$, temperatura $27,5 \pm 1,0$ °C, fosfato $< 0,001$ mg/L, condutividade $99,0 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e oxigênio dissolvido $6,8 \pm 0,7$ mg/L.

Independentemente da densidade de estocagem utilizada, os valores finais do pH, temperatura e condutividade elétrica não se alteraram em relação aos dados iniciais do experimento ($p < 0,05$). Entretanto, o aumento do tempo pós-transporte em 12 horas influenciou significativamente na queda dos níveis de oxigênio dissolvido e aumento dos níveis de amônia não ionizada (NH_3) nos sacos de transporte. Os valores de amônia diferiram estatisticamente entre as densidades de estocagem de 40, 60 e 80 ind/L (Tukey, $p < 0,05$). Os melhores índices limnológicos foram detectados na densidade de estocagem de 40 ind/L (200 indivíduos/5L).

Cerca de 90% dos produtos nitrogenados eliminados pelas brânquias em peixes, corresponde a fração de amônia letal e quando associada ao pH mais elevado, pode potencializar seu efeito sobre o sistema (JOBLING, 1994). Em sistemas de transporte fechado, onde não ocorre renovação da água, tão pouco aeração do ambiente, este parâmetro de qualidade de água, conjuntamente com o oxigênio e o tempo pós-transporte são as variáveis mais limitantes para sobrevivência de peixes.

A melhor densidade de estocagem observada para o transporte foi a de 40 indivíduos por litro de água por um período de 12 horas de transporte, indicando menores índices de mortalidade e de amônia em relação aos dois outros tratamentos, que não obtiveram diferenças estatísticas significativas um do outro (ANOVA, teste de Tukey, $p < 0,05$).

É possível, em experimentos com menores densidades, obtermos melhores índices de sobrevivência de juvenis de tambaqui. Gomes et al. (2006) sugerem para o transporte desta espécie com tempo de 12 horas, uma densidade de 20 ind/L. Segundo estes autores, conforme seja aumentada a densidade, o tempo de transporte deve ser reduzido.

EXPERIMENTO 2- DENSIDADE NO TRANSPORTE DA TILÁPIA

Os valores médios dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água medidos nos tanques de aclimatação e sacos plásticos foram: pH $6,7 \pm 0,4$, temperatura $27,4 \pm 0,5$ °C, Amônia $0,011 \pm 0,005$ mg/L, condutividade $87 \pm 10 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e oxigênio dissolvido $6,8 \pm 0,8$ mg/L.

Os valores finais de pH não se alteraram em relação aos dados iniciais do experimento

(Tukey, $p < 0,05$). Entretanto, ocorreu uma diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido e aumento dos níveis de amônia não ionizada (NH_3) nos sacos de transporte com o aumento do tempo pós-transporte superior a 12 horas, estes valores permaneceram semelhantes em todas as densidades de estocagem utilizada. Os valores de amônia diferiram estatisticamente entre as densidades de estocagem de 40, 60 e 80 ind/L (Tukey, $p < 0,05$).

O aumento de amônia deve-se principalmente a excreção de metabólitos dos juvenis confinados em ambientes fechados. Segundo (Colt & Armstrong, 1981) a amônia é o principal composto nitrogenado excretado por animais aquáticos e pode ser por meio da difusão branquial durante transporte ativo com sódio e mediante a uréia (Arana, 2004). Os compostos nitrogenados elevados correspondem à fração de amônia letal e quando associada ao pH mais elevado pode potencializar seu efeito.

Os melhores índices limnológicos foram detectados na densidade de estocagem de 40 ind/L (200 indivíduos/5L) Gomes et al. (2006), obteve melhores índices de sobrevivência de juvenis de tambaqui em experimentos com menores densidades. A temperatura não variou entre os tratamentos mantendo-se em $26,0 \pm 0,5$ °C.

EXPERIMENTO 3 - USO DE SAIS E ANESTÉSICO DURANTE O TRANSPORTE DE TAMBAQUI

Os níveis de amônia nos sacos de transporte que continham gesso e eugenol foram significativamente maiores do que nos outros tratamentos. Este mesmo padrão foi encontrado por Bendhacker (2004) com *Brycon amazonicum* e Bendhacker (2004) e Iwama (1997) com trutas.

Os tratamentos que continham gesso, sal e eugenol não obtiveram diferenças significativas ($p < 0,05$), apresentando os maiores valores de pH. Bendhacker (2004) encontrou este mesmo padrão para embalagens que continham CaSO_4 .

No presente experimento, o uso de sal e gesso no transporte de tambaquis provaram ser os mais adequados agentes redutores de estresse, por reduzir a mortalidade, obter bons níveis de pH e condutividade e menores níveis de glicose (ANOVA; Teste Tukey, $p < 0,05$) (Figura 1).

O sucesso do sal como redutor de estresse pode estar atrelado ao efeito mantenedor do gradiente osmótico entre a água e o plasma sanguíneo do peixe. O íon cloreto, constituinte da molécula de sal, atua nas junções de células pavimentares, possibilitando a eficiência no controle iônico (Carneiro & Urbinati, 2001).

Bendhacker (2004) e Iwana (1997), concluíram ao utilizarem CaSO_4 durante o transporte de matrinxãs e trutas, que a regulação dos níveis de cloreto nestes animais, transportados com maiores concentrações de gesso apresentaram um melhor desempenho fisiológico. Esta hipótese é reforçada por Macdonald e Robinson (1993) quando sugerem que o cálcio controla a perda de íons em

situações de estresse dos peixes, já que o cálcio é essencial nos processos que envolvem à osmorregulação.

O eugenol, conjuntamente com o tratamento controle apresentaram índices inferiores de sobrevivência e níveis de glicose em relação ao uso do gesso e sal (Tabela 1).

Tabela 1. Índices de mortalidade e níveis de glicose por tratamento após 12 horas de transporte.

| Variáveis | Controle | Eugenol | Sal | Gesso |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Mortalidade média (N. de ind.)/2h | 8,5 ± 2,0 ^a | 7,3 ± 2,5 ^a | 1,9 ± 1,0 ^b | 2,3 ± 0,9 ^b |
| Mortalidade total/12h | 56,0 ± 10,5 ^a | 46,0 ± 9,0 ^a | 12,0 ± 2,0 ^b | 14,0 ± 1,5 ^b |
| Níveis médios de glicose (mg/dL) | 126 ± 12,0 ^a | 118 ± 17,0 ^a | 82 ± 7,0 ^b | 76 ± 5,0 ^b |

* Letras iguais indicam não ocorrer diferenças significativas.

EXPERIMENTO 4: MELHOR SUBSTÂNCIA NO TRANSPORTE DA TILÁPIA

Os valores finais de pH e oxigênio dissolvido não apresentou alteração entre os tratamentos. A condutividade elétrica e a amônia apresentaram diferenças significativas, o melhor índice de condutividade foi encontrado no experimento controle, nos outros tratamentos os resultados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). O tratamento controle apresentou os menores valores de amônia, seguido pelo sal. Já entre os tratamentos eugenol e gesso não ocorreram diferenças significativas (Tukey, $p < 0,05$).

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos da qualidade de água após experimento.

| Parâmetros | pH | Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Amônia (mg/L) | O.D (mg/L) |
|------------|------------------------|---|----------------------------|------------------------|
| Eugenol | 6,0 ^a ± 0,2 | 249 ^a ± 22 | 0,042 ^a ± 0,004 | 1,8 ^a ± 0,3 |
| Sal | 6,1 ^a ± 0,2 | 425 ^b ± 31 | 0,031 ^b ± 0,003 | 1,5 ^a ± 0,3 |
| Gesso | 5,9 ^a ± 0,3 | 189 ^c ± 15 | 0,05 ^a ± 0,002 | 1,4 ^a ± 0,4 |
| Controle | 6,5 ^a ± 0,3 | 121 ^d ± 10 | 0,024 ^c ± 0,003 | 1,4 ^a ± 0,2 |

*Letras iguais indicam não ocorrer diferenças significativas.

Por intermédio da análise da mortalidade pelo tempo de transporte foi observado que o sal foi obteve os melhores resultados (ANOVA, teste de Tukey $p < 0,05$), independentemente do tipo de substância utilizada no transporte, os tempos de 2, 4, 14 horas pós-transporte ocasionaram maior mortalidade de juvenis, sendo o período de 14 horas, o ponto crítico para a sobrevivência dos exemplares. O fato dos tempos de 2 e 4 horas serem fundamentais na sobrevivência dos exemplares, deve-se ao manuseio inicial dos peixes, gerando condições estressantes para os juvenis transportados.

As unidades experimentais submetidas ao tratamento com sal apresentaram diferenças significativas na sobrevivência dos juvenis em comparação com os outros 3 tratamentos, obtendo menores índices de glicose e mortalidade (Tabela 3). O mesmo resultado foi encontrado por Oliveira (2007), que avaliou a sobrevivência de alevinos de tilápia *Oreochromis niloticus*, sob ação de três substâncias redutoras de mortalidade para o transporte, o mesmo observou que o sal apresentou a melhor resposta a sobrevivência dos peixes, quando comparadas com dois anestésicos; benzocaína e óleo-de-cravo, durante o período de 5 horas. O estudo dos níveis de glicose plasmática em peixes como indicador dos níveis de estresse tem sido objeto de vários trabalhos. Segundo Wood et al. (2008), o tambaqui apresentou rápida recuperação glicêmica em situação de estresse quando submetidos a transporte utilizando sal. Tal fato explica por que dados de glicose para avaliar o nível de estresse em peixes.

Os dados de Gomes et al. (2003), reforçam os resultados encontrados no presente experimento, onde demonstrou que o sal de cozinha na concentração de 8 mg/L de água diminuiu as respostas fisiológicas do estresse de tambaquis, e conseqüentemente, a sua mortalidade.

O eugenol e o controle apresentaram índices de mortalidade e níveis de glicose superiores em relação ao uso do sal. Entretanto, o tratamento utilizando gesso foi o que apresentou maiores índices de glicose e mortalidade (ANOVA, teste de Tukey, $p < 0,05$).

Tabela 3- Índices de mortalidade e níveis de glicose por tratamento após 2 e 14 horas de transporte.

| Variáveis | Controle | Eugenol | Sal | Gesso |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Mortalidade média (N. de ind.)/2h | 2,71 ± 1,2 ^{a*} | 5,14 ± 0,5 ^b | 0,71 ± 0,3 ^c | 9,28 ± 2,7 ^b |
| Mortalidade total/14h | 19,0 ^a | 36,0 ^b | 5,0 ^c | 65,0 ^d |
| Níveis médios de glicose (mg/dL) | 98 ± 9 ^a | 82 ± 5 ^a | 45 ± 4 ^b | 110 ± 12 ^c |

*Letras iguais indicam não ocorrer diferenças significativas.

CONCLUSÃO

A densidade de 40 indivíduos por litro de água é a mais recomendada para o transporte de juvenis de tilápia e tambaqui.

O gesso e o sal nas concentrações de 0,3 g/L e 2,0 g/L, são os mais indicados para o transporte de juvenis de tambaqui em tempos de transporte de até 12 horas.

Para a tilápia, o sal na concentração de 2,0 g/L, se mostrou a melhor substância no tempo de até 14 horas pós-transporte.

AGRADECIMENTOS

A CODEVASF, por disponibilizar o espaço do CERAQUA e os juvenis de tambaqui e tilápia para execução do trabalho, ao Engenheiro de Pesca Eduardo Mota pela colaboração.

REFERÊNCIAS

Anjos, G. M.; Martins, A. S.; Soares, E. C.; Melo, J; Santos, E. J. S.; Dantas, L. H. N. (2008). Mortalidade no transporte do curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*. 3: 91- 96.

Arana, L. V. (1999). *Princípios químicos de qualidade de da água em aquíicultura: uma visão para peixes e camarões*. Florianopolis: UFSC.

Brandão, F. R.; Gomes, L. C.; Crescêncio, R.; Carvalho, E. S. (2008). Uso de sal durante o transporte de juvenis (1kg) de pirarucu (*Arapaima gigas*), *Acta Amazonica*, 38 (4): 410- 416.

Baldisseroto, B. & Gomes, L.C. 2005. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM.

Bendhack, F. (2004). Uso de sulfato de cálcio como redutor de estresse no transporte de matrinxãs (*Brycon cephalus*). [Dissertação de mestrado], Jaboticabal: UNESP.

Carmichael, G.J.; Wedemeyer, A.; McCraren, J.P.; Millard, J.L. (1983). Physiological effects of handling and hauling stress on smallmouth bass. *Progressive Fish-Culturist*. 45(2): 110-113.

Carneiro, P.C.F. & Urbinati, E.C. (2001). Salt as a stress response mitigator of matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther), during transport. *Aquaculture Research*. 32: 297-304.

Colt, J & Armstrong, D. (1981). Nitrogen toxic to crustaceans, fish and mollusks. In: Allen, L; Kinney, E. (Ed), Proceedings of the bioengineering symposium for fish culture. Fish culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.

Gomes, L. C.; Araujo-Lima, C. A. R. M.; Chippari-Gomes, A. R.; Roubach, R. (2006). Transportation of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a closed system. *Brazilian Journal of Biology*. 66 (2): 374-384.

Gomes L. C.; Araújo-Lima, C. A. R. M; Roubach, R.; Urbinati, E. C. (2003). Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38 (2): 110-116.

Gomes, L.C., Araújo-Lima, C.A.R.M., Roubach, R., Chiparri-Gomes, A.R., Lopes, N.P., Urbinati, E.C. (2003). Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui

Colossoma macropomum. *Journal of Aquaculture Society*. 34: 76-84.

Iwama, G.K., McGeer, J.C., Wright, P.A., Wilkie, M.P., Wood, C.M. (1997). Divalent cations enhance ammonia excretion in Lahontan cutthroat trout in highly alkaline water. *Journal of fish Biology*. 50: 1061-1073.

Jobling, M. (1994). *Fish bioenergetics*. London: Chapman & Hall.

Lima, C.A.R.M. & Gomes, L.C. (2005). Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisseroto, B. & Gomes, L.C. (Eds). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM.

McDonald, D.G. & Robinson, J.G. (1993). Physiological responses of lake trout to stress effects of water hardness and genotype. *Trans. Am. Fish. Soc.* 122: 1146-1155.

Oliveira, J. R. (2007). Sobrevivência de alevinos e juvenis de tilápia, *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada, sob a ação do cloreto de sódio, benzocaína e óleo-de-cravo-da-índia para transporte, [Dissertação de mestrado], Jaboticabal: UNESP.

Ostrenskys, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. (2008). *Aquicultura no Brasil: O desafio de crescer*. Brasília: SEAP.

Peçanha, M. F. & Gomes, L. C. A. (2005). Eficácia do mentol como analgésico para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), [Monografia de conclusão do curso de Ciências biológicas], Manaus: ESBAM.

Ross, L.G. & Ross, B. (1999). *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. Oxford: Blackwell Science.

Soares, E. C. S.; Lima, C. A. R. M. A. (2003). Influencia do Tipo do alimento e da temperatura na Evacuação Gástrica da Piranha caju (*Pygocentrus nattereri*). *Acta Amazonica*. 34 (1): 35-45.

Vidal, L.V.O.; Albinati, R.C.B.; Albinati, A.C.L. et al. (2008). Eugenol como anestésico para a tilapia-do-nilo. *Pesq. Agropec. Bras.* 43: 1069-1074.

Wedemeyer, G. A. & McLeay, D. J. (1981). *Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors*. In: PICKERING, A. D. (Ed.). *Stress and fish*. London: Academic.

Wedemeyer, G. A. (1997). Effect of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama, G. K.; Pickering, A. D.; Sumpter, J. P.; Schreck, C. B. (Ed.). *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.

Wood, C. M.; Wilson, R. W.; Gonzalez, R. J.; Patrick, M. L.; Bergman, H. L.; Narahara, A.; Val, A.

L. (1998). Responses of an Amazonian teleost, the tambaqui (*Colossoma macropomum*), to low pH in extremely soft water. *Physiological Zoology*. 71 (6): 658-670.

Wurts, W. A. (1995). Using salt to reduce handling stress in channel catfish. *World Aquaculture*. 26: 80-81. ❄