



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 13, Nº 04, julho/agosto de 2016  
ISSN: 1983-9006

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## Efeito do transporte em peixes

Estresse, *Oreochromis niloticus*, Tilápia.

Emizael Menezes de Almeida<sup>1\*</sup>

Alan Soares Machado<sup>2</sup>

Anderli Divina Ferreira Rios<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Zootecnia da Universidade Federal Goiás – EVZ. [emizelmenezes@gmail.com](mailto:emizelmenezes@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor Doutor do Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres

<sup>3</sup>Doutora em Produção Vegetal EA/UFG.

### RESUMO

O objetivo dessa revisão de literatura foi elucidar o manejo no transporte de peixes. A espécie abordada foi tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*. Mesmo o transporte de peixes sendo um manejo rotineiro nas piscigranjas, a devida importância não lhe é atribuída. Quando esse manejo é realizado de forma não adequada desencadeia uma série de reações fisiológicas que podem, até mesmo, atrapalhar a produtividade animal como levar à morte. O estresse animal pode ser caracterizado em três estágios: primário (alterações hormonais), secundário (mudança dos parâmetros fisiológicos e bioquímicos) e terciário (mudanças comportamentais, comprometimento do desempenho e suscetibilidade a doenças). Após o transporte os animais necessitam de um ambiente adequado para retornarem ao seu estado de homeostase.

**Palavras-chave:** Estresse, *Oreochromis niloticus*, Tilápia.

### EFFECT OF TRANSPORTATION IN FISH

#### ABSTRACT

The purpose of this literature review was to elucidate the management in the transport of fish. The species was addressed to the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Even the transport of fish being a routine management in fish farms, due importance is not assigned. When this management is performed not properly triggers a series of physiological reactions that can even disrupt animal productivity and lead to death. The animal stress can be characterized in three stages: primary (hormonal changes), secondary (change of physiological and biochemical parameters) and tertiary (behavioral changes, performance impairment and susceptibility to disease). After transporting the animals need a suitable environment to return to their state of homeostasis.

**Keyword:** *Oreochromis niloticus*, Stress, Tilapia.

## INTRODUÇÃO

Segundo VINATEA (2004), o acelerado crescimento da população mundial tem levado ao aumento do problema da disponibilidade de alimento para suprir as necessidades dessa população. Neste contexto a criação de peixes é uma alternativa racional, de grande valor econômico e ecológico (FIGUEIREDO, 2007).

A aquicultura no Brasil tem sido desenvolvida muito modestamente, se comparada com outras partes do mundo (CAMARGO e POUHEY, 2005). A produção brasileira de peixes não corresponde ao potencial hídrico do país e tampouco a indústria nacional de pescado faz jus à imensa diversidade de espécies aquáticas nativas brasileiras (EMBRAPA, 2012).

Segundo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2012), a aquicultura brasileira vive um momento de expansão e transformação, com produção de 480.000 toneladas em 2010, aos quais 394.000 são referentes à produção continental. Segundo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2007), no cenário nacional, a produção aquícola continental mostra-se bastante desuniforme e concentrada em algumas regiões, sendo que o Sul o maior produtor nacional (30,6%), seguido do Nordeste (20,9%), Centro-Oeste (19,1%), Sudeste (17,0%) e Norte (12,4%). No Brasil, a piscicultura continental tem as carpas e tilápias como as espécies mais cultivadas e de maior produção nacional (MPA, 2012).

Na criação de peixes o transporte é um manejo, dentre outros que promovem o estresse, acarretando o comprometimento do desempenho produtivo. De acordo com CARNEIRO e URBINATI (2001), o tempo de transporte de peixes é variado, logo deverá ser realizado para que os animais cheguem com condições fisiológicas adequadas ao destino, para não comprometer seu desempenho.

Logo, alguns procedimentos deverão ser seguidos, como relata JARBOE (1995), à necessidade da depuração, por promover o esvaziamento do trato digestivo, fazendo com que os peixes, entrem nos tanques de transporte, reduzindo o impacto do material fecal na água de transporte.

Além do transporte, outro cuidado com os peixes que devemos nos preocupar é o povoamento dos viveiros, que segundo PROENÇA e BITTENCOURT (1994), ao chegar ao local os sacos deverão ser colocados ainda fechados e a flutuar por cerca de 20 minutos, até que se atinja o equilíbrio da água entre a temperatura interna e externa, e só após, as embalagens deverão ser abertas e a água do viveiro adicionada à água dos sacos.

## SITUAÇÃO ATUAL NO BRASIL

Para GUIMARÃES e STORTI FILHO (2004), a piscicultura no Brasil é uma atividade incipiente, pois é prática mais para fins de lazer do que gerar renda, mesmo se comparada com regiões de grande produção, pois nossa tradição é ínfima em contraposição a outros países onde a criação de peixes é uma prática milenar.

O Brasil, com mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup> tem uma das maiores reservas hídricas mundiais, com cerca de 14% da água doce disponível no planeta. A maior disponibilidade de corpos de água se situa na região Norte e Centro-Oeste que concentra cerca de 84% do potencial de águas superficiais do país. Na região Centro-Oeste existe uma das maiores áreas úmidas do mundo – o Pantanal, com cerca de 140.000 km<sup>2</sup>, onde poderiam ser desenvolvidos projetos de aquicultura com espécies nativas, desde que respeitadas às condições ambientais (DIEGUES, 2006).

A potencialidade nacional de produção de proteína de origem animal cresce a olhos vistos e estão longe de esgotar-se. Ao mesmo tempo, a competição aperta a margem de lucro. Em seu dia a dia, o produtor deve mostrar competência na definição de estratégias, na gestão dos recursos e na aplicação da tecnologia.

Considerando as qualidades nutritivas do pescado, o potencial de geração de empregos, o baixo custo de produção, a redução dos estoques naturais e o aumento da demanda de alimentos, a piscicultura se justifica como sendo uma alternativa viável, para o aumento dessa demanda de proteína animal de baixo custo (FAO, 2006). Além do que, o consumo per capita de pescado no Brasil é de 14,5 kg segundo o MPA (2013), valor esse abaixo do recomendado pela FAO (2006) de 16,2 kg.

O Brasil possui inúmeras espécies nativas para exploração pela aquicultura. No entanto, a grande maioria delas necessita ainda de uma série de aportes científicos e tecnológicos para colocá-las em um patamar de plena viabilidade zootécnica e econômica. Enquanto isso não acontece, a aquicultura brasileira é amplamente dominada pelas espécies exóticas, em especial a tilápia.

### CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

*Oreochromis niloticus*, conhecida como tilápia do Nilo, pertence à família Cichlidae, possui listras verticais na nadadeira caudal, coloração cinza azulada, corpo curto e alto, cabeça e caudas pequenas, de hábito alimentar fitoplanctófago e de baixo custo de produção (PÁDUA, 2001). A família Cichlidae reúne um grupo de peixes conhecidos genericamente como tilápias. Essas, em função do comportamento reprodutivo estão subdivididas em três importantes gêneros. O gênero *Tilápia*, cuja incubação se processa em ninhos; o gênero *Oreochromis* onde a incubação dos ovos ocorre na boca da fêmea e gênero *Sarotherodon* no qual o macho e ou a fêmea incubam os ovos na boca (HILISDORF, 1995).

No Brasil a primeira introdução oficial da espécie aconteceu no ano de 1971 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) (NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007). Com base nas informações e resultados alcançados em trabalho de revisão de literatura FIGUEIREDO JÚNIOR e VALENTE JÚNIOR (2008), retrataram que a tilápi-

cultura firmou-se como atividade empresarial a partir da década de 1980, quando surgiram os empreendimentos pioneiros. Estes foram inicialmente limitados por vários tipos de restrições, como falta de pesquisas, conhecimento incipiente das técnicas de cultivo, inexistência de rações adequadas e baixa qualidade dos alevinos, entre outras. E que houve intenso crescimento da produção de tilápias no período de 1996 a 2005, quando a atividade se consolidou de forma definitiva na aquicultura brasileira.

### TRANSPORTE DE PEIXES

O transporte é um procedimento traumático que consiste de uma sucessão de estímulos adversos, incluído a captura, o carregamento das unidades de transporte, o transporte em si, o descarregamento e a estocagem dos animais no viveiro destino (ROBERTSON et al., 1988).

GOMES et al. (2001), citam que embora o transporte seja uma das operações mais importantes da piscicultura, pouca atenção tem sido dada ao assunto no Brasil. O transporte como prática de manejo em piscicultura intensiva pode ter duração variada dependendo da finalidade. Os peixes vivos são transportados para diversos destinos, incluindo a indústria e os estabelecimentos voltados à pesca esportiva, no caso de peixes adultos; e estabelecimentos de criação de engorda, no caso de larvas e juvenis. Em todos os casos, os animais devem chegar em boas condições fisiológicas para satisfazer os critérios exigidos pelo comprador (URBINATI e CARNEIRO, 2001).

De acordo com CARNEIRO e URBINATI (2001), o tempo de transporte de peixes vivos é muito variado em função do destino, deslocamento entre propriedades, distribuição a estabelecimentos voltados à pesca esportiva, abatedouro, devendo ser realizado com cuidado para que os animais cheguem a melhores condições fisiológicas possíveis ao destino, visto que este procedimento é considerado traumático e capaz de gerar claras respostas de estresse, quer seja em animais adultos, como em jovens (URBINATI et al., 2004). Ao mesmo tempo em que é importante a adequação da den-

cidade de estocagem durante a operação para minimizar os custos envolvidos (Carneiro e Urbanati, 2002).

Segundo GROTTUM et al. (1997) e WEDEMEYER (1997), o principal fator de sucesso do transporte é conter a maior densidade de peixes no menor volume de água possível, sem que haja mortalidade, deterioração da qualidade da água e estresse. Para PÁDUA (2001), elevadas perdas no transporte de peixes reduzem a eficiência produtiva e o rendimento de uma piscicultura.

O sal comum (NaCl) é uma das substâncias mais utilizadas para reduzir a amplitude das respostas fisiológicas do estresse que este procedimento acarreta (WEIRICH et al., 1992). A adição do sal à água de transporte tem o objetivo de elevar a salinidade do meio externo a valores próximos à salinidade interna do animal, diminuindo assim o gradiente iônico e as respostas metabólicas e hormonais do estresse (TOMASSO et al., 1980).

Em trabalho de avaliação de densidade e concentração de sal (NaCl), no transporte de tambaqui (*C. macropomum*) GOMES et al. (2003), evidenciaram que o sal de cozinha na concentração de 8g/L é eficiente para causar uma supressão da liberação de cortisol e conseqüentemente glicemia.

### **AMBIENTE APÓS O TRANSPORTE**

No desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a determinação da densidade de estocagem a qual visa determinar os níveis ótimos de produtividade e crescimento por área. De acordo com GOMES et al. (2000), peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa, caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Já EL-SAYED (2002), relata que peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento e ficam estressados. IGUCHI et al. (2003), afirmam que peixes mantidos em alta densidades ficam mais estressados, e para CAVERO et al. (2003), estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo.

O potencial para crescimento de qualquer espécie animal depende das condições ambientais em que são cultivados, como competição por espaço, alimentos e oxigênio. De acordo com SIPAÚBA-TAVARES (2000), para se obter produção máxima de peixes, é importante o estudo das características físicas, químicas e biológicas da água dos viveiros e tanques de cultivo. A água de boa qualidade reflete positivamente na biomassa vivente. O inverso, no entanto, acarreta danos à criação, e até mesmo ao meio ambiente.

A maioria dos peixes tropicais apresenta bom desenvolvimento em águas com valores de concentração de oxigênio dissolvido na água variando entre 3,7 a 5,1 mg/L não observaram sinais de hipoxia para os juvenis de pacu (*Piractus mesopotamicus*).

### **ESTRESSE EM PEIXES**

Pode-se definir estresse ambiental como a soma de todas as respostas fisiológicas que ocorrem quando um organismo tenta restabelecer seu metabolismo aos níveis normais ou se manter vivo após mudanças ambientais, tais como o confinamento, transporte (BARTON et al., 2003), captura e ao manejo inadequado (SHRIMPION et al., 2001).

Os causadores do estresse em piscicultura são variáveis, aos sistemas de criação. Entre eles, estão: estação do ano, idade do animal, condições fisiológicas, fatores sociais (predação, competição intensiva por espaço, alimento ou parceiros sexuais), características individuais herdáveis ou adquiridas e mesmo linhagens ou espécies diferentes, bem como mudanças abruptas no ambiente físico (temperatura, qualidade da água, luminosidade, sanidade) e interferência humana, incluindo práticas de aquicultura (captura, manuseio, transporte, aumento da densidade) e poluição da água (metais pesados e químicos orgânicos) que vão levar a uma resposta típica (WENDELAAR BONGA, 1997). Tais fatores, individualmente ou juntos, podem desencadear considerável estresse no sistema fisiológico do peixe (ADAMS, 1990).

O estresse está presente em todas as fases envolvidas no procedimento do transporte. Diversos trabalhos relatam aumento das respostas fisiológicas ao manejo durante a embalagem (CARMICHAEL et al., 1983 e FORSBERG et al., 2001). Durante o transporte em sistemas fechados, outros fatores como acondicionamento em alta densidade, movimento irregular e água com elevada concentração de amônia e outras toxinas resultantes do metabolismo, atuam como agentes estressores.

Segundo CAMICHAEL et al. (1984), altas concentrações de CO<sub>2</sub> apresentam efeito sedativo. Em altas concentrações o CO<sub>2</sub> desacelera o metabolismo dos peixes, reduzindo o consumo de oxigênio, mantém baixa a concentração de corticosteroides no plasma e diminui a utilização da glucose, elevando a concentração da mesma no sangue (AMEND et al., 1982).

Além disso, o CO<sub>2</sub> livre na água reduz o pH, reduzindo o potencial tóxico da amônia durante o transporte. Segundo CHOW et al. (1994), um problema relacionado com o CO<sub>2</sub> é que o aumento dos níveis na água, reduz a velocidade de eliminação através da redução do gradiente de difusão do CO<sub>2</sub> através das brânquias, resultando em um aumento do CO<sub>2</sub> no sangue, afetando o equilíbrio ácido-base e o transporte de oxigênio das brânquias para os tecidos.

TAKAHASHI et al. (2006), em trabalho de avaliação de ambiente pós-transporte do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), encontraram que o ambiente de estocagem influencia o perfil de recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis após o manejo de transporte, sugerindo que a estocagem dos peixes em tanques de terra acelera a retomada da homeostase orgânica.

Os peixes respondem ao estresse de forma a refletir a severidade e a duração do estressor (BARTON e ZITZOW, 1995). Estas respostas preparam o organismo para a tentativa de escapar da adversidade, e podem variar de acordo com a intensidade e duração do agente estressor

(MORGAN e IWAMA, 1996). Conseqüentemente, as reações fisiológicas dos peixes a esses tipos agudos de estresse necessitam de análise, tanto em relação ao tipo de resposta, como à sua intensidade (KRIEGER-AZOLINI et al., 1989).

As respostas de estresse são divididas em três categorias: primária, secundária e terciária (BARTON, 2000). As respostas primárias são as hormonais, as secundárias são mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos decorrentes da ação dos hormônios e as terciárias são as de caráter crônico com o comprometimento no desempenho, mudanças no comportamento e aumento da suscetibilidade a doenças. O cortisol, principal corticosteróide em peixes, é considerado um bom indicador para avaliação de estresse primário (MOMMSEN et al., 1999).

Em peixes submetidos a estresse, as alterações hematológicas geralmente são acompanhadas de hiperglicemia (TAVARES e MORAES, 2004), relacionada com a liberação de cortisol e outros hormônios, principalmente catecolaminas (MOMMSEN et al., 1999). Os indicadores mais utilizados na avaliação do estresse e que normalmente fornecem uma boa resposta são a glicose e o cortisol plasmático. O cortisol é utilizado para caracterizar a resposta primária, e a glicose a resposta secundária (BARTON, 2000).

A elevação do valor de hematócrito pôde ser observada como resposta secundária hematológica a eventos estressantes, para diversas espécies (BARTON e IWAMA, 1991).

Dentre os fatores que auxiliam na prevenção do estresse, destaca-se a depuração dos peixes, pois a produção de amônia e o consumo de oxigênio aumentam consideravelmente após a alimentação. Segundo JARBOE (1995), recomenda-se um jejum de 48 horas antes do transporte, pois os peixes se recuperam mais rapidamente do estresse. Além disso, os peixes bem depurados entram nos tanques de transporte com o trato digestivo praticamente vazio, reduzindo impacto do material fecal na água de transporte.



GROTTUM et al. (1997), para minimizar estas respostas, indicam a necessidade durante o pré-transporte à restrição alimentar, que visa diminuir o consumo de oxigênio e a excreção de amônia e gás carbônico permitindo melhor qualidade da água durante o transporte.

Outro recurso é o uso do sal de cozinha (NaCl) na água para igualar o gradiente osmótico entre o meio ambiente externo ao peixe, fazendo com que haja redução na difusão de íons para água. Além disso, o sal serve para estimular a produção de muco sobre o epitélio das brânquias, dificultando a passagem de íons das membranas celulares (WURTS, 1995). O sal também possui efeito profilático, é de fácil obtenção e baixo custo, com eficácia provada em vários experimentos (BARTON e ZITZOW, 1995).

O uso do sal de cozinha como redutor de estresse é amplamente difundido na aquicultura para igualar o gradiente osmótico entre a água e o plasma do peixe, fazendo com que haja uma redução na difusão de íons para a água. O sal também estimula a secreção de muco sobre o epitélio branquial, dificultando a passagem de íons através das membranas celulares (WURTS, 1995). Segundo CARNEIRO E URBINATI (2001), utilizando diferentes concentrações de cloreto de sódio, observaram que em matrinxã (*Brycon cephalus*) o uso de 6g/L de NaCl diminuiu a resposta fisiológica ao agente estressor.

Já GOMES et al. (2003) relataram que para tambaqui o uso de sal no transporte na concentração de 8g/L de água foi o suficiente para diminuir a maioria das respostas aos estímulos estressores. A adição de cloreto de sódio na água pode minimizar a perda de íons do sangue pela diminuição do gradiente osmótico entre o plasma e o ambiente, reduzindo o custo energético dos processos osmorregulatórios.

OLIVEIRA et al. (2009) em estudo com diferentes concentrações de cloreto de sódio no transporte de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), observaram que o uso de 6 a 8g/L de NaCl diminuiu a resposta fisiológica e reduziu o estresse durante um período de 5 horas. Os mesmos autores concluíram que a benzocaína e o óleo de cravo são substâncias que podem ser utilizadas no transporte de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo, porém, quando comparadas ao NaCl essas substâncias tem custo elevado e difícil aquisição, assim o cloreto de sódio possui melhor custo-benefício.

Segundo ANJOS et al. (2011), no transporte de juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistemas fechados, o cloreto de sódio (sal comum) e o gesso nas doses de 2,0 e 0,3 g/L respectivamente, mostram-se eficientes anti-estressores, com tempo de até 14 horas em uma densidade de transporte de 40 indivíduos por litro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os agentes causadores de estresse na piscicultura são variáveis aos sistemas de criação. As práticas de manejo são consideradas as principais causadoras do estresse e precisam ser realizadas com cuidado para minimizá-lo. O transporte dos peixes deve ser realizado utilizando alguma substância, como sal, anestésicos ou gesso, para reduzir a resposta fisiológica e o estresse. Após o transporte os animais necessitam de um ambiente com condições adequadas para retornarem ao seu estado de homeostase.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, S. M. Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish. In: ADAMS, S. M. (ed). Biological indicator of stress in fish. **American Fisheries Society, Bethesda**, 1990, p.1-9.

- AMEND, N. F.; CROY, T. R.; GOVEN, B. A.; JOHNSON, K. A.; MCCARTHY, D. H. Transportation of fish in closed systems: methods to control ammonia, carbon dioxide, pH and bacterial growth. **Transactions of the American Fisheries Society, Bethesda**, v.111, p.603-611, 1982.
- ANJOS, G.M.; SOARES, E. C.; DANTAS, L. H. N.; SANTOS, R. B.; PINHEIRO, D. M.; ALBUQUERQUE, A. A. Eugenol, sal e gesso no transporte de tambaqui em sistemas fechados. **PUBVET**, v.5, n.10, 2011.
- BARTON, B. A. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. **North American Journal of Aquaculture, Bethesda**, v.62, n.1, p.12-18, 2000.
- BARTON, B. A.; HAUKENES, A. H.; PARSONS, B. G.; REED, J. R. Plasma cortisol and chloride stress responses in juvenile Walleyes during capture, transport and stocking procedures. **North American Journal Aquaculture, Bethesda**, v.65, p.210-219, 2003.
- BARTON, B. A.; IWANA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Diseases**, v.10, p.03-26, 1991.
- BARTON, B. A.; ZITZOW, R. E. Physiological responses of juvenile walleye to handling stress with recovery in saline water. **Progressive Fish-Culturist, Betheda**, v.57, p.267-276, 1995.
- CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F. Aquicultura – um mercado em expansão. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.11, n.4, p.393-396, 2005.
- CARMICHAEL, G. J.; WEDEMEYER, A.; MCCRAREN, J. P.; MILLARD, J. L. Physiological effects of handling and hauling stress on smallmouth bass. **Progressive Fish-Culturist**, v.45, n.2, p.110-113, 1983.
- CARMICHAEL, G. J.; TOMASSO, J. R.; SIMCO, B. A.; DAVIS, K. B. Confinement and water quality-induce stress in largemouth bass. **Transaction of the American Fisheries Society**, v.113, p.767-777, 1984.
- CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Teleostei:Characoidei) during transport. **Aquaculture Research**, v.32, p.297-304, 2001.
- CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. 2002 Transport stress in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei:Characidae) at different densities. **Aquaculture International**, v.10, p.221-229, 2002.
- CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GRANDA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. 2003 Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.38, p.103-107, 2003.
- CHOW, P. S.; CHEN, T. W.; TEO, L. H. Physiological responses of the common clownfish *Amphiprion acellaris* (Cuvier), to factors related to packaging and long-distance transport by air. **Aquaculture**, v.127, p.347-361, 1994.
- DIEGUES, A. C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. Banco Mundial, FAO artigos, São Paulo, 2006.
- EL-SAYED, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v.33, p.621-626, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Genética na piscicultura – Importância da variabilidade genética, marcação e coleta para análise de DNA**. Brasília, DF, 2012, 34 p.
- FIGUEIREDO, H. C. P. Sanidade aquícola. **Panorama da Aquicultura**, v.17, n.100, p.49-51, 2007.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual**. BNB, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. State of world aquaculture. **Fisheries Technical Paper**, Rome, 2006, 134 p.
- FORSBERG, J. A.; SUMMERFELT, R. C.; BARTON, B. A. Physiological and behavioural stress responses of walleyes transported in salt and buffered-salt solutions. **North American Journal of Aquaculture**, v.63, p.191-200, 2001.
- GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae) in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

- GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as anesthetic for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.31, n.4, p.426-431, 2001.
- GOMES, L. C.; LIMA, C. A. R. A.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C. Avaliação dos efeitos de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.38, n.2, p.283-290, 2003.
- GROTTUM, J. A.; STAURNES, M.; SIGHOLT, T. Effect of oxygenation, aeration and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L), kept at high during transport. **Aquaculture Research**, v.28, p.159-164, 1997.
- GUIMARÃES, S.F.; STORTI FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.3, p.293-296, 2004.
- HILISDORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas: uma revisão. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.22, p.73-84, 1995.
- IGUCHI, K.; OGAWA, K.; NAGAE, M.; ITO, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v.202, p.515-523, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Estatística da pesca – Brasil, grandes regiões e unidade da federação**. Brasília, DF, 2007, 151 p.
- JARBOE, H. H. Diet dissolved oxygen consumption and total ammonia nitrogen production by fingerling Channel catfish following feeding at different times. **Progressive Fish-Culturist**, v.57, p.156-160, 1995.
- KRIEGER-AZZOLINI, M. H.; DELATTRE, E.; CAROLSFELD, J.; CECCARELLI, P.; MENEZES, F. V. A time-course study of physiological indicators of handling stress in tropical fish *Piaractus mesopotamicus* (Pacu). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v.22, p.1019-1022, 1989.
- MINISTÉRIA DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, 2012, 129 p.
- MINISTÉRIA DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **A PESCA NO BRASIL**. 2013. Disponível em:< <http://www.mpa.gov.br/pesca>>. Acesso em: 10 de Março de 2016.
- MOMMSEN, T. P.; VIJAYAN, M. M.; MOON, T. W. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.*, v.9, p.211-268, 1999.
- MORGAN, J. D.; IWAMA, G. K. Cortisol induces changes in oxygen consumption and ionic regulation in coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki clarki*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.15, n.5, p.385-394, 1996.
- NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede**. Sebrae: Salvador, Bahia, 2007, 23 p.
- OLIVEIRA, J. R.; CARMO, J. L.; OLIVEIRA, K. K. C.; SOARES, M. C. F. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1163-1169, 2009.
- PADUA, D. M. C. **Fundamentos da piscicultura**. Ed. UCG: Goiânia, 2 ed., 2001, 341 p.
- PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. IBAMA: Brasília, 1994, 196 p.
- ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C. R. et al. Plasma cortisol and secondary stress responses of Red Drum to handling, transport, rearing density and disease outbreak. **Progress Fish Cultura**, v.49, p.1-12, 1988.
- SHRIMPTON, J. M.; ZYDLEWSKY, J. D.; MACCORMICK, S. M. The stress response of juvenile American Shad to handling and confinement is greater during migration in freshwater than in seawater. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.130, p.1203-1210, 2001.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Ecologia geral de viveiros e tanques de criação. In: **WORKSHOP SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NA AQUICULTURA**, 1996, Pirassununga, SP. Anais Pirassununga: CEPTA, 2000, 92 p.
- TAKAHASHI, L. S.; ABREU, J. S.; BILLER, J. D.; URBINATI, E. C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. **Acta Scienc Animal**, Maringá, v.28, n.4, p.469-475, 2006.
- TAVARES, M. D.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleosteos**. Ribeirão Preto, SP, 2004, 144 p.



- TOMASSO, J. R.; GOULDIE, C. A.; SIMCO, B. A.; DAVIS, K. B. Effects of environmental pH and calcium on ammonia toxicity in channel catfish. **Trans. Amer. Fish. Soc.**, v.109, p.229-234, 1980.
- URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Metabolic and hormonal responses of matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei:Characidae) to transport stress under influence of benzocaine. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v.16, n.1, p.75-85, 2001.
- URBINATI, E. C.; SAMPAIO, J. A.; CAMARGO, A. C. S.; LANDINES, M. A. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. **Aquaculture, Amsterdam**, v.229, p.389-400, 2004.
- VINATEA, A. L. **Fundamentos da aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004, 349 p.
- WEDEMEYER, G. A. 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.; SCHERECK, C. B. (Ed). **Fish stress and health in aquaculture**, Cambridge, 1997, 35-71 p.
- WEIRICH, C. R.; TOMASSO, J. R.; SMITH, T. I. J. Confinement and transport induce stress in white bass *Morone chrysops* x striped bass *M. saxatilis* hybrids: effect of calcium and salinity. **Journal of World Aquaculture Society**, v.23, p.49-57, 1992.
- WENDERLAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v.77, n.3, p.591-625, 1997.
- WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.26, n.3, p.80-81, 1995.