

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ - REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EM AQUICULTURA CONTINENTAL

**Diferentes biomassas no acondicionamento de tilápias sp. após  
transporte sobre o retorno a homeostase**

Alan Soares Machado

Zootecnista

Goiânia - GO  
2009

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ - REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EM AQUICULTURA CONTINENTAL

**Diferentes biomassas no acondicionamento de tilápias sp. após  
transporte sobre o retorno a homeostase**

Alan Soares Machado - Zootecnista

**Orientadora:** Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Padua

**Co-Orientadora:** Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati

Dissertação apresentada ao Mestrado  
Profissional – Tecnologia em Aquicultura  
Continental, como parte das exigências  
para a obtenção do título de Mestre em  
Tecnologia em Aquicultura Continental.

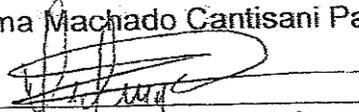
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ - REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EM AQUICULTURA CONTINENTAL

**Diferentes biomassas no acondicionamento de tilápias sp. após  
transporte sobre o retorno a homeostase**

Autor: Alan Soares Machado

Defesa Pública de Dissertação DEFENDIDA e APROVADA, na cidade de GOIÂNIA -  
GO, em 27 de Fevereiro de 2009, pela banca examinadora constituída pelos  
professores:

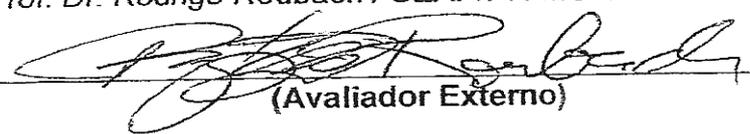
Prof. Dra. Delma Machado Cantisani Padua / UCG

  
\_\_\_\_\_  
(Presidente)

Prof. Dra. Ana Christina Sanches / UCG

  
\_\_\_\_\_  
(Avaliadora Interna)

Prof. Dr. Rodrigo Roubach / SEAP/PR-MCT/INPA

  
\_\_\_\_\_  
(Avaliador Externo)

## A MENINA QUE DIZIA FALAR COM DEUS

(O perdão definitivo)

Os habitantes da vida que souberam de sua experiência começaram a ficar excitados, e a história chegou ao palácio episcopal. O bispo, preocupado com santos não-autorizados andando por ali, indicou um monsenhor para investigar a história da menina. Então ela foi levada para o palácio episcopal para uma série de entrevistas. No final da terceira sessão, o monsenhor, frustrado, exclamou: “Eu simplesmente não sei. Não sei o que pensar! Não sei se é verdade ou mentira. Mas há um teste difícil. A próxima vez que você falar com Deus; quero que pergunte o que confessei na minha última confissão. Acha que pode fazer isso?” A menina disse que sim. Quanto voltou para a sua nova entrevista, na semana seguinte, o monsenhor perguntou ansioso: “Então, querida, você esteve com Deus esta semana?” E ela respondeu: “sim padre, falei”. Ele continuou: “quando você falou com Deus esta semana lembrou-se de perguntar-lhe o que havia confessado na minha última confissão”? Outra vez ela respondeu”. Sim padre, perguntei”.

“Bom, o que Deus disse?” Então a menina respondeu: “Deus disse que se esqueceu”.

*Quando esquecermos definitivamente o mal daqueles que Deus colocou sobre os nossos caminhos para serem os instrumentos de nossos sofrimentos, estaremos colocando nossa paciência à prova e praticando a mais penosa e, conseqüentemente, a mais meritória das caridades: O perdão.*

*DEDICO*

Ao Grande Arquiteto do Universo, por consentir minha matrícula nesta magnífica disciplina que é a Vida e pela graça de poder desfrutá-la, com Respeito, Amor e Esperança, na busca da evolução espiritual;

Ao meu pai João Gonçalves Machado Neto (*in memoriam*) pelo exemplo de Humildade e Dedicação e, em especial a minha mãe Arlete Soares Machado pelo Amor Incondicional, Respeito, Honra e Perseverança.

Ao meu grande amor, pela compreensão e dedicação. Valeu Anderli, TE AMO.

## HOMENAGEM A ORIENTADORA

*Era uma vez um estudante que estava com seu professor havia muitos anos. Quando o professor estava prestes a aposentar, quis fazer até de seu egresso uma lição. Naquela noite, pegou uma lanterna, e chamou o estudante e saiu com ele para a floresta, onde o professor apagou a lanterna sem explicação.*

*“O que aconteceu?” Perguntou o estudante. “A lanterna apagou, respondeu o professor e se afastou”.*

*“Mas...” gritou o estudante cheio de medo, “vai me deixar aqui na escuridão?”*

*“Não! Não vou deixá-lo na escuridão”, veio do escuro a voz do professor.*

*“Vou deixá-lo procurando a luz”.*

Delma,

*Muito obrigado:*

*Pela orientação...*

*Pelo*

*exemplo...*

*Por nossa amizade...*

## AGRADECIMENTOS

*A amiga Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Padua e ao Prof. Dr. João Teodoro pelo apoio, disposição, confiança e incentivo;*

*A Banca de qualificação: Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati e Dr. Rodrigo Roubach pela disponibilidade e valiosas sugestões e correções deste trabalho;*

*A todos os professores do mestrado, e em especial as Profas. MSc. Luciane Sperandio, Dra. Ana Christina Sanches e Dra. Maria Eloísa Cardoso da Rosa pela contribuição na elaboração desta dissertação e ao Prof. Dr. Paulo César da UFG pelos ensinamentos e ajuda;*

*Aos colaboradores e amigos pela realização deste trabalho; Cristiane, Thawber, Diogo, Rodolfo, Guttenberg e você Rayanne pela precisão e dedicação. Valeu, vocês são os melhores!*

*Ao Professor Mauro e ao Cláudio pela ajuda e dedicação na realização das análises no LAS/UCG;*

*Ao grande amigo e “fraterno” Ricardo de Matos Morais, pelos momentos de reflexão e descontração;*

*Aos meus amigos, Cássio, César, Júlio César, Oscar, Hélber, Ilcinéia, Cleiton Mateus e Ivanir, pelos momentos de dedicação e compreensão;*

*Aos meus novos amigos, João Paulo, Nilva Rabelo, Coraci, Ivânia, Janeth, Shaytner, Cabral, Marcos, Mária de Fátima, Caroline e Érico pelo auxílio imprescindível à realização deste trabalho, dedicação e amizade;*

*Ao Prof. Welington de Arruda Passarinho pela oportunidade creditada em mim;*

*Ao meu Anjo da Guarda, que protegeu – me nas dezenas de viagens de Ceres a Goiânia, obrigado por fazer parte da minha vida;*

*A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.*

**SUMÁRIO**

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
CAPITULO I.....	1
1 Revisão de Literatura.....	2
1.1 Apresentação.....	2
1.2 Situação Atual do Brasil.....	2
1.3 Caracterização da espécie.....	3
1.4 Transporte de peixes.....	4
1.5 Ambiente após o transporte.....	5
1.6 Estresse em peixes.....	6
2 Referências Bibliográficas.....	9
CAPITULO II.....	13
1 RESUMO.....	14
2 ABSTRAT.....	15
3 Introdução.....	16
4 Material e Métodos.....	17
4.1 Instalações e Animais.....	17
4.2 Monitoramento da água.....	18
4.3 Coleta de Sangue e Análises Laboratoriais.....	18
4.4 Análise Estatística.....	20
5 Resultados e Discussão.....	20
5.1 Parâmetros físicos e químicos da água.....	20
5.2 Variáveis Fisiológicas.....	23
6 Conclusão.....	30
7 Referências Bibliográficas.....	31
8 Anexo.....	36

**LISTA DE TABELAS**

Tabela		Página
1	Valores dos parâmetros físicos e químicos da água da caixa de transporte pré e pós – transporte, na caixa reservatório e na caixa dos tratamentos.....	20
2	Parâmetros físicos e químicos da água obtidos nas caixas com diferentes biomassas ao longo do estudo.....	21
3	Limites de alguns parâmetros de qualidade de água recomendados em piscicultura intensiva.....	21
4	Valores médios e desvio padrão das características hematológicas analisadas no pré e pós – transporte.....	23
5	Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e médias por quadrados mínimos das características hematológicas de juvenis de tilápia, <i>O. niloticus</i> , acondicionadas em diferentes biomassas, após o transporte, em períodos determinados de tempo.....	24
6	Eritrograma de <i>O. niloticus</i> em cativeiro.....	28

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Perfil de comportamento da glicemia nas biomassas investigadas ao longo do tempo.....	25
2	Perfil de comportamento do hematócrito nas biomassas investigadas ao longo do tempo.....	26

# **CAPITULO I**

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Apresentação

Na criação de peixes o transporte é um manejo, dentre outros que promovem o estresse. O estresse acarreta comprometimento do desempenho produtivo. De acordo com Carneiro & Urbinati (2001), o tempo de transporte de peixes é variado, logo deverá ser realizado para que os animais cheguem nas 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 & 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, os mesmos embalagens deverão ser abertas e a água do viveiro adicionada à água dos sacos.

### 1.2. Situação atual no Brasil

Para Guimarães & Storti Filho (2004), a piscicultura no Brasil é uma atividade incipiente, pois é praticada 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 aquíicultura com espécies nativas, desde que respeitadas às condições ambientais (Diegues, 2006).

Segundo a FAO (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 apertada 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. Além do que, o consumo per capita de pescado no Brasil ainda é baixo, menos de 7 kg, comparada à média mundial de 14 kg, e do valor recomendado pelo mesmo órgão, 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.

### 1.3. 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 (Padua, 2001). A família Cichlidae reúne um grupo de peixes conhecido 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 (DNOCS) Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (Nogueira & Rodrigues, 2007).

Com base nas informações e resultados alcançados em trabalho de revisão de literatura Figueiredo - Júnior & Valente - Júnior (2008), retrataram que a tilapicultura 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 consolidou-se de forma definitiva na aquicultura brasileira.

#### 1.4. Transporte de peixes

O transporte é um procedimento traumático que consiste de uma sucessão de estímulos adversos, incluindo 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 & Carneiro, 2001).

De acordo com Carneiro & 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 às 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, é importante a adequação da densidade de estocagem durante a operação para minimizar os custos envolvidos (Carneiro & Urbinati, 2002).

Segundo Grottum *et al.* (1997) & 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 Padua (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). O cloreto e o sódio são responsáveis pela manutenção do balanço elétrico em

crustáceos; o  $\text{Na}^+$  é trocado pelo  $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{H}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  pelo  $\text{HCO}_3^-$  (Mantel & Farmer, 1983).

Em trabalho de avaliação de densidade e concentração de sal (Na Cl), 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.

### 1.5. 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 densidade 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 o 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 superior a 3,0 mg/L. Souza *et al.* (2002), trabalhando com concentração de oxigênio dissolvido na água variando entre 3,7 e 5,1, mg/L não observaram sinais de hipoxia para os juvenis de pacu (*Piractus mesopotamicus*).

## 1.6. 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 vivos após mudanças ambientais, tais como o confinamento (Barton *et al.*, 2003), a captura (Shrimpton *et al.*, 2001), o transporte (Barton *et al.*, 2003) e o manejo inadequado (Shrimpton *et al.*, 2001).

Os causadores do estresse em piscicultura são variáveis, aos sistemas de criação. Entre estes, 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 ou extremas no ambiente físico (temperatura, qualidade da água, luminosidade, sanidade) e interferência humana, incluindo práticas de aquicultura (captura, manuseio, transporte, aumento de 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 artigos relatam aumento das respostas fisiológicas ao manejo durante a embalagem (Carmichael *et al.*, 1983 & 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 corticosteróide no plasma e diminui a utilização da glicose, 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. Outro problema relacionado com o CO<sub>2</sub>, segundo Chow *et al.* (1994), 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 de 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 & 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 & 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 & Morais, 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 plasmáticos. 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 & 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 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 de sal de cozinha (cloreto de sódio) na água para igualar o gradiente osmótico entre o meio ambiente externo ao peixe e o plasma, 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 & 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.

## 2. REFÊRENCIA BIBLIOGRÁFICA

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

AMEND, D. 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, 1982. v.111, p. 603-611.

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 of Aquaculture**, 65: 2003 p. 210 - 219.

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, 2000, p. 12-18.

BARTON, B. A.; ZITZOW, R.E. Physiological responses of juvenile walleye to handling stress with recovery in saline water. **Progressive Fish-Culturist**, Bethesda. 1995. v. 57, p. 267-276.

BARTON, B.A.; IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Ver Fish Dis.**, v.1 1991, p. 3-26.

CARMICHAEL, G.J., WEDEMEYER, A., MCCRAREN, J.P., MILLARD, J.L. Physiological effects of handling and hauling stress on smallmouth bass. **Progressive Fish- Culturist** 1983, v. 45, n. 2, p. 110-113.

CARMICHAEL, G.J., TOMASSO, J. R.; SIMCO, B. A.; DAVIS, K. B. Confinement and water quality-induced stress in largemouth bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, 1984. v. 113, p.767-777.

CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Transport stress in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) at different densities. **Aquaculture International**. 2002. v. 10, p. 221-229.

CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Teleostei: Characoidei) during transport. **Aquaculture Research**. 2001. v.32, p. 297-304.

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 2003, p. 103-107.

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**, 1994. v.127, p. 347-361.

DIEGUES, A. C. **Para uma aquicultura sustentável do Brasil**. Banco Mundial / FAO Artigos n. 3 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, 2002, p.621-626.

FIGUEIREDO JÚNIOR C. A.; VALENTE JÚNIOR A. S. **Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual**. BNB. FORTALEZA - CE – BRASIL. 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. FAO. **State of world aquaculture: 2006**. Fisheries Technical Paper, nº 500. Rome. 2006. 134p.

FORSBERG, J.A., SUMMERFELT, R.C., BARTON, B.A., 2001. Physiological and behavioural stress responses of walleyes transported in salt and buffered-salt solutions. **North American Journal of Aquaculture** v. 63, 2001, p. 191-200.

GUIMARÃES, S.F. STORTI - FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.3, 2004, p.293-296.

GOMES, L.C.; LIMA, C.A.R.M.A.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. 2003. v. 38, n. 2, p. 283-290.

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, 2000, p.73-81.

GOMES, L. C.; CHIPPARI-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, 2001, p. 426-431.

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, 1997. p.159-164.

HILISDORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas: uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, 1995, p. 73 - 84.

JARBOE, H.H. Diet Dissolved Oxygen consumption and total ammonia nitrogen production by fingerling Chamel catfish following Feeding at different times. *The Progressive Fish Culturist*, 1995. v.57, p.156-160.

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 *Piractus mesopotamicus* (Pacu). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo. 1989. v. 22, p. 1019-1022.

MANTEL, L.H., FARMER, L.L. **Osmotic and ionic regulation**. 1983. In: BLISS, D.E. (Ed.). *The biology of crustacea*. New York: Academic Press, 1983, p. 54 – 143.

MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T.W. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. **Fish Biological Fish.**, v.9, 1999, p.211-268.

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**. 1996, v. 15, n. 5, p. 385-394.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES T. **Criação de tilápias em tanques-rede** – Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23 p.

PADUA, D.M.C. **Fundamentos da piscicultura** 2 ed. Ed. UCG. Goiânia- GO. 2001, 341p.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C.R. et al. Plasma cortisol and secondary stress responses of Red Drum to handling, transport, rearing density, and a disease outbreak. **Progresso Fish Cultura**. v.49, 1987, p. 1-12.

SHRIMPTON, J. M; ZYDLEWSKI, J. D. MCCORMICK, S. The stress response of juvenile America Shad to handling and confinement is greater during migration in freshwater than in seawater. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.130. 2001, p. 1203 – 1210.

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.

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

TAKAHASHI, L. S., ABREU, J. S. DE; BILLER, J. D.; URBINATI, E. C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. **Acta Science Animal. Maringá**, v. 28, n. 4, 2006 Oct./Dec., p. 469-475.

TAVARES, M.D.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: SP, 2004, 144p.

TOMASSO, J. R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science**, Amsterdam, 1994, v. 2, n. 1, p. 291-314.

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**. 2004. v. 229, p. 389-400.

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**. 2001. v. 16, n. 1, p.75-85.

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.; SCHRECK, C. B. (Ed.). **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, (Society for Experimental Biology Seminar Series, 62).1997, p. 35-71.

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, 1992, p. 49 - 57.

WENDERLAAR BONGA, S.E. **The stress response in fish**. **Physiological Reviews**. 1997. v. 77, n. 3, p. 591-625.

WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 26, 1995. p. 80-81.

## **CAPITULO II**

## Diferentes biomassas no acondicionamento de tilápias sp. após transporte sobre o retorno a homeostase

### 1. RESUMO

A biomassa é um dos fatores para o sucesso no povoamento de viveiros após o transporte de peixes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a biomassa de estocagem e seu efeito sobre o tempo de retorno de juvenis de tilápia à homeostase após o transporte. Para tal, 490 juvenis de tilápia de  $51,42 \pm 8,28$ g foram colocados em caixa de transporte apropriada e, realizado o transporte por cinco horas. Ao final deste manejo os peixes foram acondicionados em 18 caixas de PVC de 500L, preenchidas com água e mantidas com volume de 100L, e com vazão média de 0,05L/s. Os juvenis de tilápia foram distribuídos aleatoriamente nas caixas compondo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas biomassas 10,3 e 15,4 g/L e, três amostragens no tempo, 24, 68 e 168 horas após transporte, com três repetições. Os parâmetros físicos e químicos da água foram analisados na caixa de transporte antes e após o transporte, na água do reservatório de abastecimento, e nas caixas de PVC, durante todo o estudo. O sangue foi coletado por punção do vaso caudal, para determinação das seguintes variáveis fisiológicas: glicemia, hemoglobina, hematócrito, número total de eritrócitos, volume corpuscular médio, cortisol e íons, Na e K. O sangue foi centrifugado, e o soro armazenado a  $-20^{\circ}$  C até a realização das análises. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com  $0,01 < P \leq 0,05$ , e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Concluiu-se que a glicemia foi o parâmetro de melhor diagnóstico da ocorrência de estresse fisiológico em juvenis de tilápia. A maior biomassa de povoamento após o transporte reduziu o teor glicêmico da tilápia, contrariando a expectativa. Houve interação entre biomassas e tempo de estocagem após transporte para as variáveis glicemia e hematócrito. Isto indica a importância do período e da condição de condicionamento adequado dos peixes após transporte para o retorno a homeostase, procedimento que poderia ser adotado para maior segurança em manejo subsequente ao transporte nas pisciculturas. Pode-se sugerir ainda novas pesquisas testando biomassas em intervalos superiores aos avaliados.

**Palavras chaves:** Cortisol, população, densidade, estresse, hematologia, glicose, *Oreochromis niloticus*,

## **Biomass in different packaging of tilapia sp. after transport on the return to homeostasis**

### **2. ABSTRACT**

Fish biomass is one of the success factors during fish transport and pond stocking. This study aimed to evaluate the effect of tilapia stocking density on the time to homeostasis recovery of tilapia after transport. For that, 490 tilapia juvenile around  $51,42 \pm 8,28$ g were placed in adapted transport box and transported during five hours. At the end of this period, fish were placed in 500L 18 PVC boxes, filled with water and maintained with a volume of 100L, and a mean water flow of 0.05L/s. The tilapia juvenile were randomly distributed in boxes in an entirely random factorial outline of 2 x 3, with two biomasses 10.3 and 15.4 g/L and, three samplings in time, 24, 68 and 168 hours after transport, with three repetitions each. Water physical and chemical parameters were analyzed before and after transport, in the water used from the reservoir, and in the PVC boxes, during the study. Fish blood was collected by puncture from the caudal vasculature, for the determination of the following variables: glucose, hemoglobin, hematocrit, total number of erythrocytes, mean corpuscular volume, cortisol and ions, Na and K. The blood was centrifuged, and the serum stored  $-20^{\circ}\text{C}$  until the analyses. The obtained data were submitted to an analysis of variance with  $P > 0.01$  and the averages compared with the Tukey test at 5%. It was concluded that glucose was the best parameter for the diagnosis of the occurrence of physiological stress in juvenile tilapia, contrary to expectations. The largest biomass of stock after transport reduced the glycemic content of tilapia, contrary to expectation. There was interaction between biomass and time of storage after transport to the variables blood glucose and hematocrit. This indicates the importance of the period and the condition of proper fish conditioning after transporting on the returning to homeostasis, a procedure that could be used for increased safety in handling subsequent transport in fish farms. You can suggest new research biomass testing at intervals greater than assessed.

**Key Words:** Cortisol, population density, stress, hematology, glucose, *Oreochromis niloticus*,

### 3. INTRODUÇÃO

A biomassa é um dos fatores para o sucesso no povoamento de viveiros após o transporte de peixes. Para Gomes *et al.*, (2000) peixes criados em baixas densidades apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa. Iguchi *et al.* (2003) afirmam que peixes mantidos em alta densidade ficam mais estressados, e para Caverro *et al.* (2003) os peixes estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho mais heterogêneo, portanto indesejável do ponto de vista da produção, que visa o crescimento e engorda de lotes uniformes.

As respostas de estresse de acordo com Barton (2000): primárias (hormonais), secundárias (mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos) e as terciárias (de caráter crônico com o comprometimento no desempenho, mudanças no comportamento e aumento da suscetibilidade a doenças). Estas respostas preparam o organismo para a chamada luta ou fuga, logo, as reações fisiológicas necessitam de análise, tanto em relação ao tipo de resposta, como à sua intensidade (Krieger-Azolini *et al.*, 1989).

Os indicadores mais utilizados na avaliação do estresse são o cortisol plasmático e a glicose (Barton & Iwama, 1991). O cortisol em excesso diminui as proteínas musculares, a função imune, o desempenho do animal, e ao mesmo tempo aumenta o balanço hidromineral, o glicogênio hepático e ácido graxo (Mommsen *et al.*, 1999). A glicemia tem o papel de proporcionar energia para a fuga ou enfrentamento da situação adversa (Wendelaar Bonga, 1997).

É evidenciado que, o tempo após o estresse promove a recuperação nas variáveis hematológicas, como ocorre com as concentrações de cortisol descritos por Pickering & Pottinger, (1989) que em diferentes espécies de peixes normalmente se elevam alguns minutos após a exposição a um estressor, atingem um pico e retornam a valores basais dentro de, aproximadamente, 6 horas. Confirmando o que Urbinati & Carneiro, (2004) descreveram como o perfil de resposta de alguns parâmetros fisiológicos sofrem variações em uma mesma espécie, diferindo devido ao tamanho, idade, linhagens, e também devido à severidade, duração do estresse e procedimentos experimentais adotados. A mobilização da glicose em resposta ao estresse é geralmente interpretada como o suprimento de energia necessária durante situação adversa e está relacionada à liberação de catecolaminas e cortisol (Morgan & Iwama, 1997).

A avaliação do efeito do estresse em peixes após o transporte poderá viabilizar áreas de entrepostos das pisciculturas para comercialização de juvenis de peixes em centros urbanos. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a biomassa de estocagem de juvenis de tilápia sobre o retorno a homeostase após o transporte em períodos determinados de tempo.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **4.1 Instalações e Animais**

O trabalho foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás – UCG, situado no município de Goiânia – GO. As determinações das variáveis fisiológicas hematológicas foram realizadas no Laboratório de Análises Clínica (LAS) da UCG.

Foram utilizados 490 juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de  $51,42 \pm 8,28$ g oriundos do Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Prévio ao desafio do transporte os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas, sendo amostrados 20 peixes, aleatoriamente, para determinação das variáveis fisiológicas hematológicas constituindo o controle pré-transporte.

Posteriormente, os 470 juvenis de tilápia restante, foram acondicionados em caixa própria para o transporte, com capacidade de 400L, aerada por um sistema de mangueiras e cilindro de oxigênio. Após o monitoramento da qualidade físico e químico da água, foi realizado o transporte rodoviário por cinco horas.

Ao final do período de transporte, na chegada ao Laboratório de Piscicultura da UCG, foram retiradas 20 tilápias, com o auxílio de puçá, para coleta de sangue, e determinação dos parâmetros hematológicos de controle pós-transporte.

Na chegada também foram determinados os parâmetros físicos e químicos da água da caixa de transporte, e das 18 caixas de PVC de capacidade de 500L, as quais estavam niveladas para um volume de 100L de água, e preparadas para o acondicionamento dos peixes, instaladas em uma estufa de 80 m<sup>2</sup>. As caixas foram abastecidas por água de represa situada à montante, previamente estocada em reservatório de 15m<sup>3</sup>. Todas as caixas continham torneiras com filtro de malha, a fim de reduzir a entrada de material sólido em suspensão, e possuíam vazão média de 0,05L/s.

O povoamento das caixas foi realizado de acordo com as recomendações de Proença & Bittencourt (1994).

Os peixes restantes foram distribuídos aleatoriamente nas 18 caixas de PVC, compondo um experimento em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas biomassas, 10,3 g/L e, 15,4 g/L e, três amostragens no tempo 24, 68 e 168 horas após transporte, com três repetições.

Assim, foram constituídos os seguintes tratamentos:

T1 = 24h x 15,4 g/L	T4 = 68h x 10,3 g/L
T2 = 24h x 10,3 g/L	T5 = 168h x 15,4 g/L
T3 = 68h x 15,4 g/L	T6 = 168h x 10,3 g/L

Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente, com ração comercial.

#### 4.2 Monitoramento da qualidade da água

As amostras de água foram coletadas na caixa de transporte antes e depois do transporte e ainda duas vezes por dia na caixa de reservatório e caixas dos tratamentos, para avaliação dos seguintes parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, temperatura instantânea, amônia total, amônia ionizada (cálculo da amônia total, pH e temperatura), condutividade e turbidez. Na amostragem de 168 horas, a água foi coletada apenas pela manhã. Para a análise de temperatura máxima e mínima foi utilizado o termômetro digital com função de máxima e mínima, registrada no período da tarde.

#### 4.3 Coleta de Sangue e Análises Laboratoriais

Para determinar a condição dos controles pré e após transporte, antes da coleta do sangue nos tempos analisados, foi respeitado o tempo de 24h de jejum. Após a coleta do sangue os peixes foram sacrificados e as caixas desprezadas. Durante o estudo não foi registrada mortalidade. Os peixes foram capturados aleatoriamente, com auxílio de um puçá e levados em baldes até o laboratório de piscicultura, onde foram anestesiados em água com benzocaína 1g/15L, e, após cerca de 5 minutos para o início da coleta de sangue, sendo 20 peixes no controle e na chegada, e nas três amostragens foram utilizados 12 peixes de cada biomassa.

As variáveis hematológicas analisadas foram: glicemia, hematócrito, hemoglobina, eritrócito, VCM, cortisol e os íons (Na e K).

Foram coletados aproximadamente 1,5 mL de sangue/peixe, através de punção dos vasos caudais, realizada com o auxílio de seringas de 5mL, sem anticoagulante, com agulhas de 26 x 7mm e, posteriormente foram sacrificados pelo rompimento da coluna vertebral. Cerca de 0,5mL/sangue foi inserido em um *eppendorfe* com 20µL de EDTA para a realização das análises de:

- Glicose – A concentração de glicose foi determinada com auxílio de um medidor digital. Para isto aproximadamente 10µL de sangue foram colocados na fita de leitura do aparelho, que por meio de uma análise eletroquímica da amostra, apresentou a concentração em g/dL.

-Hematócrito - As amostras de sangue foram transferidas para tubos de microhematócrito sem heparina, e centrifugadas em centrífuga de microhematócrito por 10 minutos a 10.000 rpm, sendo a leitura feita em percentual de sedimentação com o auxílio de uma escala de leitura do percentual de hematócrito.

- Hemoglobina – A concentração de hemoglobina foi determinada por meio de um *Kit* comercial Lab Test. Tal procedimento consistiu em misturar 20µL de sangue em 5mL de líquido de Drabkin, em tubo de ensaio que depois de homogeneizado, foi levado a um espectrofotômetro com absorvância de 540nm, sendo os valores expressos em g/dL.

- Eritrócito – A contagem das células vermelhas foi realizada em câmara de Neubauer, onde foi diluído 20µL de sangue em 4mL de líquido de Hayen, assim a contagem se deu com o auxílio de um microscópio óptico e um contador mecânico, e os valores expressos em milhões de células por milímetros cúbicos de sangue ( $10^6 \text{ mm}^3$ ).

-Volume Corpuscular Médio (VCM) - Calculado através do número de hematócrito/número de eritrócito x 10. O restante do sangue foi colocado em outro *eppendorfe*, sem anticoagulante, para a realização das análises no soro, que foi obtido após coagulação do sangue no *eppendorfe* e transferidos em tubos de vidro e congelados a  $-20^\circ\text{C}$ , até a realização das análises de:

- Cortisol – A dosagem de cortisol foi realizada utilizando a técnica de Quimimunoensaio com *kit* comercial de cortisol, utilizando o *Kit* Cortisol COMBO 300T ACS 180 e cerca de 200µL de soro. Os resultados foram expressos em ug/dL.

- Íon (sódio e potássio) – A determinação dos íons foi realizada com fotômetro de chamas BFC 150, que depois de calibrado, iniciou a leitura utilizando copos descartáveis de plástico do tipo café com a presença de 50µL de soro/amostra, e os resultados foram expressos em mg/dL.

#### 4.4 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo SAS e as médias comparada, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros físicos e químicos da água

De acordo com Sipaúba-Tavares (2000), para uma produção máxima de peixes, é importante o estudo das características físicas, químicas e biológicas da água dos viveiros e tanques de cultivo. Resultados obtidos no estudo, sobre a qualidade da água se encontram nas Tabelas 1 e 2. Os limites de qualidade da água, para a criação de peixes se encontram na Tabela 3.

**Tabela 1.** Valores dos parâmetros físicos e químicos da água no tempo controle, na chegada do transporte, na caixa reservatório e na caixa dos tratamentos.

Tempo	pH	OD <sup>1</sup> mg/L <sup>6</sup>	Turbidez NTU <sup>7</sup>	Cond. <sup>2</sup> μS/cm <sup>8</sup>	A.T. <sup>3</sup> mg/L	A.N.I <sup>4</sup> mg/L	T.I <sup>5</sup> (°C <sup>9</sup> )
Controle	6,9	6,2	1,8	41,5	0,1	0,001	26,0
Chegada do transporte	5,6	5,4	4,7	42,8	2	0,005	26,9
Caixa Reservatório	7,3	6,8	3,6	57,2	0,11	0,003	26,9
Caixa dos tratamentos	7,0	6,6	3,5	56,2	0,11	0,003	26,4

<sup>1</sup>Oxigênio Dissolvido; <sup>2</sup>Condutividade; <sup>3</sup>Amônia Total; <sup>4</sup> Amônia não ionizada. <sup>5</sup>Temperatura instantânea. <sup>6</sup>miligramas por litro. <sup>7</sup> unidade nefelométrica de turbidez. <sup>8</sup>microsimens por centímetro. <sup>9</sup>temperatura em graus Celsius.

Durante o estudo, o pH refletiu a estabilidade do meio, alcançando média próximo de 7,0 (Tabela 1 e 2) tendendo à alcalinidade, ficando dentro da faixa de crescimento adequado para tilápias (Tavares, 1994). Portanto, se não ocorreu variações bruscas no pH, significa que o sistema conseguiu absorver as alterações causadas pelo

cultivo mesmo entre as diferentes biomassas, promovendo ambiente propício para o desenvolvimento de peixes (Esteves, 1998). Em transporte com recipientes fechados, o pH e o oxigênio dissolvido decrescem, enquanto concentrações de amônia e dióxido de carbono aumentam (Vadhyar *et al.* 1992).

**Tabela 2.** Parâmetros físicos e químicos da água nas diferentes biomassas ao longo do estudo.

Variáveis	Biomassa (g/L)	
	10,3	15,4
pH	7,1 ± 0,2	7,1 ± 0,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,6 ± 0,4	5,5 ± 1,0
Turbidez (NTU)	4,2 ± 0,7	5,5 ± 1,0
Condutividade (µS/cm)	56,6 ± 0,7	56,5 ± 0,4
Amônia Total (mg/L)	0,2 ± 0,07	0,3 ± 0,01
Amônia não ionizada (mg/L)	0,002 ± 0,01	0,002 ± 0,01
Temperatura Instantânea (T°C)	26,2 ± 1,00	25,9 ± 0,9
Temperatura Máxima (T°C)	29,4 ± 0,85	25,5 ± 0,84
Temperatura Mínima (T°C)	26,1 ± 1,0	26,2 ± 0,6

**Tabela 3.** Limites de alguns parâmetros de qualidade de água recomendados em piscicultura intensiva.

Parâmetros	Limites Recomendados
pH	6,5 a 9,0
Alcalinidade Total	>30 mg/L
Dureza Total	< 0,02 mg/L
Amônia não ionizada	6,5 a 9,0 mg/L
CO <sub>2</sub>	<5,0 – 10,0 mg/L

Fonte: Boyd (1996)

Referindo se ao parâmetro amônia não ionizada (Tabela 2), verificou que nesse estudo, foram obtidos níveis aceitáveis a sobrevivência da espécie estudada, entretanto

Bergmann (1994) alerta para o fato de que a toxicidade é resultado da sua interação com outros parâmetros, principalmente o pH, a amônia ionizada e a atividade microbiana que ocorre no sedimento, podendo apresentar variações diurnas de acordo com a intensidade dos processos de fotossíntese e respiração que ocorrem no ambiente, de modo que os resultados apresentados são relativos às condições experimentadas.

Frasca-Scorvo *et al.* (2001), afirmam que a temperatura ideal para produção da maioria das espécies de clima tropical está entre 25 e 28°C, e que com a variação da temperatura para além da faixa ideal, os peixes reduzem ou cessam a alimentação. Rocha *et al.* (2001) denominaram de faixa de independência térmica o intervalo de temperatura que aparentemente não afeta a demanda de energia para o metabolismo. Edsall *et al.* (1993), afirmaram que a taxa metabólica para maior crescimento dos peixes é mantida nos níveis ideais, para cada espécie, apesar da variação de  $\pm 2^\circ\text{C}$  em relação à temperatura ótima.

Os peixes quando submetidos a temperaturas fora da faixa de conforto térmico apresentam alteração na velocidade das funções metabólicas, redução no crescimento e podem vir a óbito (Camargo, 1995). Para peixes tropicais a faixa é de 25°C a 35°C (Parker & Davis, 1981). A faixa de conforto térmico pode ser alterada durante o crescimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos, havendo diferenças nos limites de tolerância para os diferentes estádios do ciclo da vida dos peixes. Já, as tilápias nativas do continente africano e da Ásia menor, são peixes que predominam em águas quentes e a temperatura da água para o cultivo pode variar de 20 a 30°C (Nogueira & Rodrigues, 2007).

Por meio do monitoramento da qualidade da água pode – se verificar que as condições ambientais permaneceram dentro dos limites de conforto da espécie.

## 5.2 Variáveis Fisiológicas

A determinação dos parâmetros hematológicos pré e pós – transporte estão apresentados na Tabela 4, e foram considerados como controle neste estudo. Nota – se que o desafio do transporte elevou os valores das variáveis analisadas, o que pode determinar o manejo de transporte como estímulo de estresse em juvenis de tilápia.

De acordo com a análise de variância (Tabela 5) as variáveis que demonstram diferença significativa quanto ao fator tempo são: glicemia, hemoglobina, VCM, cortisol, sódio e potássio. Para o fator biomassa, somente a glicemia sofreu diferença

significativa entre as variáveis analisadas e a interação tempo e biomassa teve diferença significativa na variável glicemia e hematócrito.

**Tabela 4.** Valores médios e desvio padrão das características hematológicas analisadas no controle pré e pós - transporte.

Variáveis analisadas	Controle pré - transporte	Controle pós- transporte
Glicemia (g/dL <sup>1</sup> )	249,0 ± 61,0	276,9 ± 68,3
Hemoglobina (g/dL)	5,39 ± 1,4	6,82 ± 1,6
Hematócrito (%)	19,3 ± 5,5	26,8 ± 6,8
Eritrócito (10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> )	1,32 ± 3,4 x 10 <sup>5</sup>	1,56 ± 4,7 x 10 <sup>5</sup>
VCM (fL <sup>2</sup> )	149,0 ± 38,0	179,1 ± 45,6
Cortisol (µg/dL <sup>3</sup> )	14,0 ± 9,0	14,06 ± 6,6
Sódio (mg/dL)	126,2 ± 11,0	131,4 ± 6,0
Potássio (mg/dL <sup>4</sup> )	5,2 ± 1,66	6,4 ± 1,5

<sup>1</sup>gramas por decilitro, <sup>2</sup>fentolitro, <sup>3</sup>micrograma por decilitro, <sup>4</sup>micrograma por decilitro.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância, coeficientes de variação e médias por quadrados mínimos das características hematológicas de juvenis de tilápia, *O. niloticus*, acondicionadas em diferentes biomassas, e tempos, após o desafio de transporte, em períodos determinados de tempo.

Causas de Variação	GL	Pr > F							
		Glicemia (g/dL)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)	Eritrócito (10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> )	VCM (fL)	Cortisol (ug/dL)	Na (mg/dL)	K (mg/dL)
Tempo (T)	2	0,0001	0,0001	0,9357	0,4698	0,0029	0,0001	0,0001	0,0001
Biomassa (B)	1	0,0244	0,5128	0,2228	0,2025	0,8836	0,6557	0,6790	0,2056
T x B	2	0,0327	0,3090	0,0338	0,8331	0,5856	0,9727	0,6743	0,1797
Repetição	2	0,9472	0,5894	0,3739	0,3106	0,4781	0,6524	0,0298	0,9073
Resíduo	64	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV</b>		34,35	15,55	19,16	33,35	32,31	70,31	7,61	43,56
<b>Médias:</b>									
<b>Tempo</b>									
24 h		123,75 <sup>a 1/</sup>	6,70 <sup>b</sup>	23,29	1,45	170,10 <sup>b</sup>	14,51 <sup>a</sup>	125,83 <sup>a</sup>	1,60 <sup>c</sup>
68 h		118,37 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	23,42	1,29	185,64 <sup>b</sup>	4,63 <sup>b</sup>	112,96 <sup>c</sup>	11,43 <sup>a</sup>
168 h		64,04 <sup>b</sup>	5,61 <sup>c</sup>	23,75	1,37	232,92 <sup>a</sup>	5,60 <sup>b</sup>	118,62 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>
<b>Biomassa</b>									
10,3 g/L		111,58 <sup>a</sup>	6,48	22,83	1,30	197,32	7,94	118,69	6,36
15,4 g/L		92,53 <sup>b</sup>	6,64	24,14	1,44	195,12	8,55	119,58	5,57

Pr > F: Pr ≤ 0,01 = significativo a 99 % de probabilidade; Pr > 0,01 ≤ 0,05 = significativo a 95 % de probabilidade.

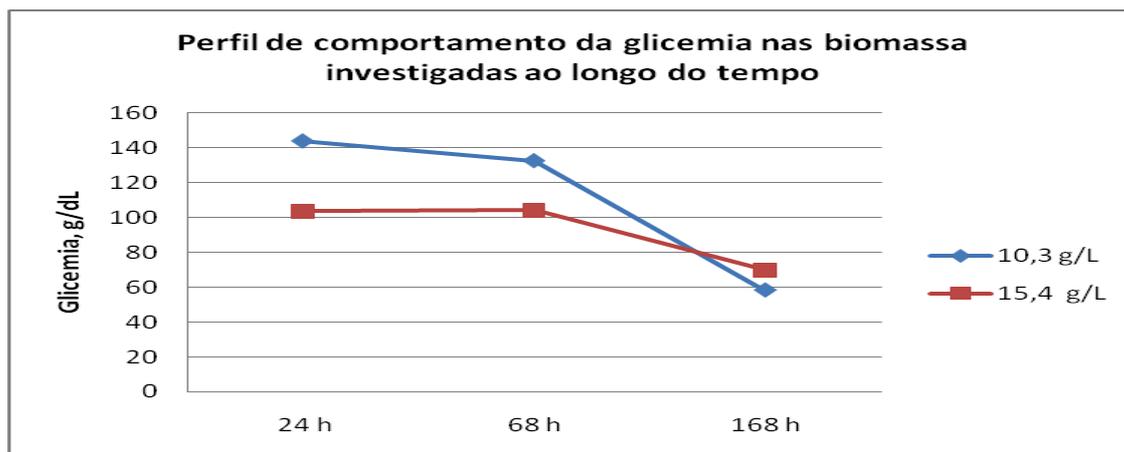
<sup>1/</sup> Valores seguidos de mesma letra em mesma coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em peixes estressados as alterações hematológicas, geralmente, são acompanhadas de hiperglicemia decorrente da liberação aumentada de cortisol

(Urbinati & Carneiro, 2001) o que também foi verificado nesse estudo. Os indicadores mais utilizados na avaliação do estresse e que normalmente dão uma boa resposta são a glicose e o cortisol plasmáticos (Robertson *et al.*, 1987; & Barton, 2000). O cortisol é utilizado para caracterizar a resposta primária, e a glicose a resposta secundária.

Os resultados da análise de glicemia demonstram que no período de 24h após o transporte, foi o que apresentou maior valor para o nível glicêmico (123,75 g/dL). Elevações semelhantes na glicemia foram observadas por Ishibashi *et al.* (2002) ao submeter alevinos de tilápia do Nilo a condições de estresse, criadas em ambiente com baixa concentração de oxigênio. Robertson *et al.* (1988) observaram, em *Sciaenops ocellatus* e *Perca fluviatilis* L., respectivamente, que os procedimentos de transporte podem ser responsáveis pelo aumento do nível de glicose no sangue, como resposta secundária ao estresse. A dosagem da glicose sanguínea é considerada um método valioso no diagnóstico da ocorrência de estresse fisiológico em peixes (Acerete *et al.*, 2004), por sua precisão e praticidade.

Neste estudo verificou que a tilápia apresentou progressiva diminuição na glicose circulante em relação à concentração registrada imediatamente após o transporte (64,04 e 276,9 g/dL), o que evidenciou ser um parâmetro de real sensibilidade ao fator estresse (transporte). Na interação tempo e biomassa, observou-se que a glicemia teve influência, sendo que o nível caiu com o aumento do tempo nas biomassas e se manteve em maior nível na biomassa menor (Figura 1).



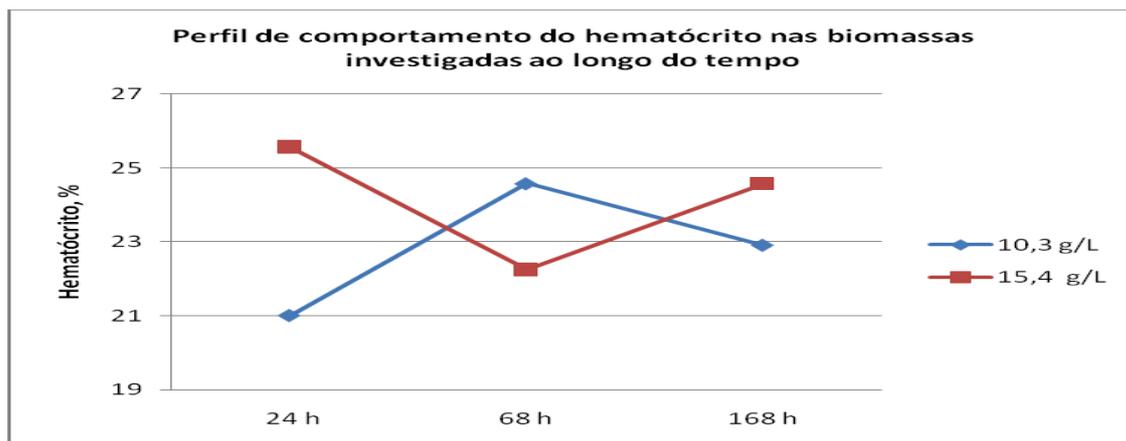
**Figura 1.** Perfil de comportamento da glicemia nas biomassas investigadas ao longo do tempo.

Assim como ocorre com o cortisol, as alterações na glicose provocada por um agente estressor podem variar dependendo das características da: espécie, tamanho,

sexo, linhagem e do estressor aplicado, como tipo, severidade e intensidade. Da mesma forma, pode variar a capacidade de retorno às condições basais quando cessa o estímulo estressor. Em pirarucu (*Arapaima gigas* e tambaqui (*C. macropomum*) (Gomes *et al.*, 2003; Gomes *et al.*, 2006), e juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicum*) (Urbinati *et al.*, 2004), foi observado elevação da glicose sanguínea imediatamente após o transporte com retorno aos níveis basais 24 horas depois, enquanto que no salmão (*Salmo salar* L.), a glicose elevada após a captura permaneceu elevada até 48 horas após o procedimento (Iversen *et al.*, 1998). Já em matrinxã adulto, transportado por 4 horas em caixas plásticas, a glicose sanguínea foi aumentada após o transporte e só retornou às condições basais 96 horas depois (Carneiro & Urbinati, 2002).

Com relação à concentração de hemoglobina observa-se que à medida que o tempo após transporte foi aumentando (24h, 68h e 168h), o nível da hemoglobina decresceu (6,7/7,38 e 5,61g/dL), logo evidencia que a hemoglobina também foi um parâmetro em que relacionou com o estresse no manejo do transporte, e devendo ser mais um parâmetro relacionado na identificação do estresse. O resultado observado segue uma estratégia de adaptação ao estresse, onde um aumento de glóbulos vermelhos estaria favorecendo o transporte de oxigênio, necessário na degradação de glicose. Em peixes estressados, as alterações hematológicas, geralmente, são acompanhadas de hiperglicemia e aumento de hemoglobina, decorrente da liberação aumentada de cortisol, que induz incremento da gliconeogênese hepática (Carneiro & Urbinati, 2001).

Os resultados mostraram que a média geral do percentual de hematócrito e do número de eritrócitos das tilápias no fator tempo e biomassa não obtiveram diferença significativa. Entretanto, na interação tempo e biomassa observou diferença significativa em relação ao hematócrito (Figura 2), ao mesmo tempo em que o valor na biomassa menor aumentou, na biomassa maior diminuiu, caracterizando o que Val *et al.* (1990) afirmam que peixes adaptados a baixos níveis de oxigênio exibem elevados valores de hematócrito, concentração de hemoglobina e número de eritrócitos, provavelmente para carrear mais eficientemente o pouco gás disponível.



**Figura 2.** Perfil de comportamento do hematócrito nas biomassas investigadas ao longo do tempo.

Assim como neste estudo, Barcellos *et al.* (2003) & Urbinati *et al.* (2004) não encontraram no pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alterações no número de eritrócitos durante as amostragens analisadas, assim como em jundiá (*Rhandia quelen*) submetido a estressores agudos e em matrinxã juvenil transportado por 4 horas em sacos plásticos.

Todavia em tambaqui a hipóxia promoveu elevação do número de eritrócitos (Affonso *et al.*, 2002), evidenciando a necessidade de oxigênio do peixe. Os eritrócitos maduros são as células mais numerosas no sangue. A função dessas células consiste no transporte de oxigênio e gás carbônico, desempenhado pelo seu componente principal a hemoglobina (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

Observou-se que, o VCM das tilápias teve crescimento ao longo dos tempos, 24h, 68h e 168h após o transporte, (170,1/185,64 e 232,92 fL, respectivamente) e isto pode ser justificado pelo aumento das alterações eletrolíticas e pelo influxo de água na célula (McDonald & Milligan, 1997).

Os diferentes tipos de estressores presentes no processo produtivo, entre eles o transporte, são capazes de provocar nos peixes respostas fisiológicas características que incluem aumento da concentração de cortisol circulante (Urbinati *et al.*, 2004). Em tambaqui, o cortisol plasmático foi aumentado após 3 horas de transporte, em sistema fechado, retornando aos níveis basais 96 horas depois (Gomes *et al.*, 2003). Já em juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*), Urbinati *et al.* (2004), observaram a ocorrência de elevação da glicose sanguínea imediatamente após o transporte com retorno aos níveis basais 24 horas após transporte. Nesse estudo, observou-se que a redução do cortisol aconteceu 68 horas após o transporte.

Em geral os peixes jovens possuem menor tamanho e a mesma quantidade de hemoglobina por eritrócito que peixes maiores e com mais idade. Porém os jovens

possuem maior número de eritrócitos (Allen, 1994). Indivíduos de tamanhos diferentes liberam energia em quantidade também diversa, de acordo com o seu tamanho corporal, podendo interferir com o seu quadro hematológico (Tavares-Dias *et al.*, 2000).

O perfil de resposta do cortisol pode variar em uma mesma espécie, diferindo devido ao tamanho, idade e linhagens, e também devido à severidade, duração do estresse e procedimentos experimentais adotados (Urbinati & Carneiro, 2004). Em peixes como matrinxãs adultos (Carneiro & Urbinati, 2002) e em juvenis (Urbinati *et al.*, 2004), encontraram que o retorno do cortisol aos valores basais ocorreu em 24 horas, mas em outras espécies isto levou mais tempo ou não ocorreu.

Em salmão (*Salmo salar*), o cortisol foi aumentado após o transporte e não retornou às condições basais em 48 horas, embora uma progressiva diminuição tenha sido observada (Iversen *et al.*, 1998).

No pirarucu, não foi observada alteração significativa no cortisol até 24 horas após transporte de 6 horas, mas em tambaqui, o cortisol plasmático foi aumentado após 3 horas de transporte, em sistema fechado e retornou aos níveis basais 96 horas depois (Gomes *et al.*, 2003). Já na perca (*Perca fluviatilis*), a concentração de cortisol aumentou três vezes em relação ao valor basal após o transporte e só recuperou esse valor entre 7 e 14 dias depois (Acerete *et al.*, 2004).

De acordo com Mazeaud *et al.* (1977), o principal componente do desequilíbrio iônico é o aumento na permeabilidade da membrana, que favorece a perda de cloreto e sódio para o meio externo menos concentrado, por gradiente de concentração. Como no presente trabalho, em que foi observada uma perda do íon sódio ao longo do tempo de recuperação, porém evidenciou um aumento após 68h do transporte.

Durante o estresse, o peixe apresenta aumento no fluxo sanguíneo e na permeabilidade das brânquias, principalmente por ação de catecolaminas e cortisol, o que facilita o transporte de oxigênio para atender a demanda biológica dos tecidos. Entretanto, a mudança da permeabilidade branquial leva à perda de eletrólitos sanguíneos e distúrbios osmorregulatórios nos peixes de água doce, assim como alterações nos níveis de potássio e cálcio, indicam distúrbios na regulação iônica após o estresse do transporte (McDonald & Milligan, 1997).

Para Mazeaud *et al.* (1977) o potássio é o principal cátion intracelular, e neste estudo teve um acréscimo em sua concentração nos tempos 24, 68 e 168h após transporte, com menor concentração registrada no tempo de 24h (1,60, 11,43, 4,87 mg/dL respectivamente). No caso do potássio, a recuperação dos valores basais do

matrinxã, similar ao presente estudo, ocorreu 24h após o transporte (Carneiro & Urbinati, 2001). O desequilíbrio eletrolítico que ocorre no estresse pode induzir mudanças na osmolalidade (McDonald & Milligan, 1997).

Em eritrograma de *Oreochromis niloticus* descrito na (Tabela 6), adaptado de Tavares-Dias & Moraes (2004), os níveis das principais variáveis hematológicas estão próximas à deste estudo.

**Tabela 6.** Eritrograma de *O. niloticus* em cativeiro.

Eritrócito 10 <sup>6</sup> <sub>mm</sub> <sup>3</sup>	Hemoglobina g/dL <sup>1</sup>	Hematócrito %	VCM fL <sup>2</sup>	Autor
1,31	6,4	32,3	246,4	Alkahem (1994)
2,35	7,0	27,8	118,6	Ueda <i>et al</i> (1997)
2,47	8,5	30,6	133,7	Tavares Dias & Faustino (1998)
1,35	5,0	18,5	138,6	Adeparusi & Ajayi (2000)
2,10	9,1	33	157,5	Rodrigues <i>et al</i> (2002)
1,56	6,8	26,8	179,1	* chegada transporte
1,5	6,7	23,3	170,0	* 24h após transporte
1,3	7,4	23,4	185,6	* 68h após transporte
1,4	5,6	23,7	232,9	* 168h após transporte

Fonte: Tabela adaptada de Tavares Dias & Moraes (2004). \* Dados do presente estudo.<sup>1</sup> gramas por decilitro. <sup>2</sup>fentolitro.

Takahashi *et al.* (2006) encontraram que o ambiente de estocagem influencia o perfil de recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis após o manejo de transporte, sugerindo a estocagem dos peixes em tanques de terra para a retomada da homeostase.

A variável glicemia no fator biomassa demonstrou diferença significativa, resultando em um valor menor para a biomassa maior, o que pode ser representado provavelmente ao maior número de indivíduos presentes nestes tratamentos, fazendo com que houvesse disputa por espaço.

## 6. Conclusão

Esse trabalho demonstrou não haver diferença significativa entre as biomassas analisadas, sobre o retorno a homeostase após o transporte em períodos determinados de tempo. Verificando ainda que há interação entre o tempo de estocagem após o transporte e as biomassas, para as variáveis, glicemia e hematócrito.

Além do que, a glicemia foi o parâmetro de melhor diagnóstico da ocorrência de estresse fisiológico em juvenis de tilápia. A maior biomassa de povoamento após o transporte reduziu o teor glicêmico da tilápia, contrariando a expectativa. Pode-se sugerir novas pesquisas testando biomassas em intervalos superiores aos avaliados. Houve interação entre biomassas e tempo de estocagem após transporte para as variáveis glicemia e hematócrito. Isto indica a importância do período e da condição de condicionamento adequado dos peixes após transporte para o retorno à homeostase, procedimento que poderia ser adotado para maior segurança em manejo subsequente ao transporte nas pisciculturas.

## 7. Referência Bibliográfica

ACERETE, L.; BALASCH, J.C.; ESPINOSA, E. et al. Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L.) subjected to stress by transport and handling. **Aquaculture**, v. 237, 2004, p. 167–178.

AFFONSO, E. G. *et al.* Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v, 2002. 133, p. 375-382.

ALLEN, P. Changes in the haematological profile of the cichlid *Oreochromis aureus* (Steindachner) during acute inorganic mercury intoxication. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 108C, n. 1, 1994, p. 117-121.

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; RODRIGUES, L.B. et al. Short Communication Haematological and biochemical characteristics of male jundia (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after acute stress. **Aquaculture Research**, v. 34, 2003, p. 1465-1469.

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, 2000, p. 12-18.

BARTON, B.A.; ZITZOW, R.E. Physiological responses of juvenile walleye to handling stress with recovery in saline water. **Progressive Fish-Culturist**, Bethesda. 1995. v. 57, p. 267-276.

BARTON, B.A.; IWAMA, G.K. 1991 Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review Fish**. 1991. p. 3-26.

BERGMANN, U. Chronic toxicity of ammonia to the amphipod *Hyaella azteca*: importance of ammonium ion and water hardness. **Environment Pollution**, 1994, v. 86, p. 329-335.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn: Auburn University, 1996. 482 p.

BOYCE, S. J. Nitrogenous excretion in the Antarctic plunderfish. **Journal of Fish Biology**, 1999, v. 54, n. 1, p. 72-81.

CAMARGO, A.C.S. **Níveis de Energia metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo**. Tese (Mestrado em Zootecnia), Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 55p.

CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Transport stress in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) at different densities. **Aquaculture International**. 2002. v. 10, p. 221-229.

CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Teleostei: Characoidei) during transport. **Aquaculture Research**. 2001. v.32, p. 297-304.

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.2003, p.103-107.

DIEGUES, A. C. **Para uma aquicultura sustentável do Brasil**. Banco Mundial / FAO Artigos n.º 3 São Paulo. 2006

EDSALL, T. A.; SELGEBY, J.H.; DESORCIE, T.J.; FRENCH III, J.R.P. Growth-temperature relation for young-of-the-year ruffe. **Journal Great Lakes Research**, 1993. v. 19, n.3, p. 630-633.

ESTEVES, F, A. **Fundamentos de limnologia**. FINEP. 1998. 575p

FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v 27, n1: 2001. p.1-5.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em <http://www.fao.org>, Acessado em 15 de outubro de 2008.

FRISCH, A.J.; ANDERSON, T.A. The response of coral trout (*Plectropomus leopardus*) to capture, handling and transport and shallow water stress. **Fish Physiology and Biochemistry**. v.23, 2000, p.23-34.

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, 2000, p. 73-81.

GOMES, L.C.; LIMA, C.A.R.M.A.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. 2003. v. 38, n. 2, p. 283-290.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E.C.; BRINN, R.P.; ROUBACH, R.; COPPATI, C.E.; BALDISSEROTTO, B. Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. **Aquaculture**, v. 256, 2006, p. 521 – 528.

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, 2003, p.515-523.

ISHIBASHI, Y.; EKAWA, H.; HIRATA, H. Stress response and energy metabolism in various tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to hypoxic conditions. **Fish. Science**, v.68, 2002, p.1374–1383.

IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; NISSEN, K.J. RECOVERY from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. **Aquaculture**, 168, 1998, p.387-394.

JARBOE, H.H. Diet Dissolved Oxygen consumption and total ammonia nitrogen production by fingerling Channel catfish following Feeding at different times. **The Progressive Fish Culturist**, 1995. v.57, p.156-160.

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 *Piractus mesopotamicus* (Pacu). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo. 1989. v. 22, p. 1019-1022.

MCDONALD, G.; MILLIGAN, L. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. In: IWANA, G. W.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P.; SCHRECK, C. B. (Eds.). **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: University Press, 1997, p. 119-144.

MAZEAUD, M. M.; MAZEAUD, F.; DONALDSON, E.M. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. **Transactions of the American Fisheries Society**. 106 (3).1977, p. 210 - 212.

MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T.W. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. **Fish Biochemistry**. v.9, 1999, p. 211-268.

MORGAN, J. D.; IWANA, G. K. Measurements of stressed states in the field. In: IWANA, G. W.; PICKERING, A. D.; SUMPTER, J. P.; SCHRECK, C. B. (Eds.). **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: University Press, 1997, p. 247-270.

NOGUEIRA, A.C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede** – Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23 p.

OLIVEIRA, R.P.C.; SILVA, P.C.; PADUA, D.M.C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H., MACHADO, N P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R.H. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4 out./dez. 2007, p. 705-711.

PADUA, D.M.C. **Fundamentos da piscicultura**. 2 ed. Ed. UCG. Goiânia- GO. 2001, 341p.

PARKER, N.; DAVIS, K. Requirements of warm water fish. In: L. ALLEN and E. KINNEY (Eds). Proceedings of the Bioengineering Symposium for Fish Culture. Bethesda, Maryland, USA: **Fish Culture Section of the American Fisheries Society**, 1981, p. 21-28.

PROENÇA, C. E. M. de; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília. IBAMA, 1994, 196p.

ROBERTSON, L.; THOMAS, P.; ARNOLD, C.R. Plasma cortisol and secondary stress response of cultures red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. **Aquaculture**, Amsterdam. 1988. v. 68, p. 115-130.

ROCHA, A.J.S.; GOMES, V.; NGAN, P.V.; PASSOS, M.J.A.C.R. 2001 Variações na demanda de energia metabólica de juvenis de *Haemulon steindachneri* (Perciformes, Haemulidae) em função da temperatura. **Revista brasileira de oceanografia**, São Paulo, 2001. 49(1-2): 87-97p.

RUANE, N.M.; CARBALLO, E.C.; KOMEN, J. Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp (*Cyprinus carpio L.*). **Aquaculture Research**, v. 33, 2002, p. 777-784.

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. DE.; BILLER, J. D.; URBINATI, E. C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. **Acta Science Animal**. Maringá, v. 28, n. 4, 2006 Oct./Dec., p. 469-475.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S. H.; C.; SILVA, E. D. MARTINS, M. L. MORAES, F.R. Características Hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) Cultivada Intensivamente em “Pesque – Pague” no município de Franca, São Paulo, Brasil. **ARS Veterinária**. Jaboticabal, v.16. 2000, p.76 – 82.

TAVARES-DIAS, M.D.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: SP, 2004, 144p.

TAVARES, L, H, S. **Limnologia Aplicada á Aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1994, 70p.

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. 2004. v. 229, p. 389-400.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D.M.; Castagnolli, N. (Eds), Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e biologia**. Editora Tecart, São Paulo, 2004, p.171-193.

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 Aquaculture in the Tropics**. 2001.16(1), p.75-85.

VADHYAR, K.J.; C.M; SINGH, I.S.; JOSHI, K. Effect of habitat materials on the safe duration of survival of oxygen – packed seed of *Macrobrachium rosenbergii* at different packing densities. In: SILAS, E.G. (ed). *Freshwater Prawns*, Thrissur, India: Kerala Agriculture University, 1992, p. 159 – 164.

VAL, A. L.; ALMEIDA – VAL, V. M. F; AFFONSO, E.G. Adaptative features of Amazon fishes: hemoglobin, hematology, intraerythrocytic of *Pterygoplichthys multiradiatus* (Siluriformes). **Biochemistry Physiological**, 97B (3): 1990, p. 435- 440..

WENDERLAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**. 1997. v. 77, n. 3, p. 591-625.

WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture, Baton Rouge**, v. 26, 1995. p. 80-81.

## 8. ANEXOS

### *Anexo I – Documentação Fotográfica*



Figura 1- Local do Experimento/ Piscicultura UCG



Figura 2- Despesca no Raceway da UFG.



Figura 3- Filtro de malha instalado nas caixas com diferentes biomassas



Figura 4 – Animal anestesiado com benzocaína

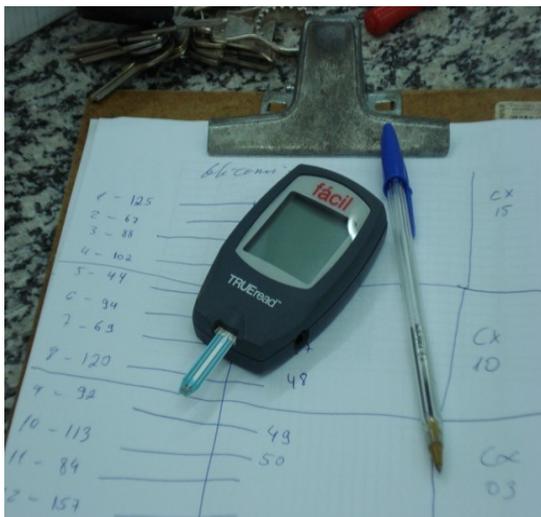


Figura 5 - Glicosímetro portátil digital



Figura 6- Colheita de sangue.

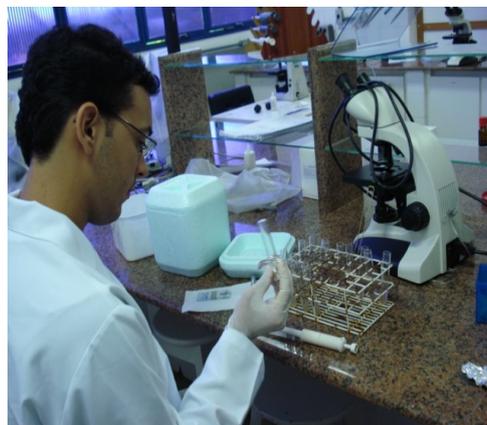


Figura 7- Análises laboratoriais



Figura 8- Análise física da água.

M149d Machado, Alan Soares.

Diferentes biomassas no acondicionamento de tilápias sp. após transporte sobre o retorno a homeostase/ Alan Soares Machado. – 2009.

48 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Departamento de Zootecnia, 2009.

“Orientadora: Profa. Dra. Delma Machado Cantisani Pádua”.

“Co-orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati”.

1. Peixe – manejo - estresse. 2. Tilápia - viveiro - biomassa de povoamento. 3. Piscicultura. 4. Aqüicultura. I. Título.

CDU: 639.3(043)