

Efeito do eugenol como agente mitigador do estresse no transporte de juvenis de tilápia do Nilo¹

Antonio G.L. Moreira^{2*}, Anderson A.C. Coelho², Leonardo F.G. Albuquerque²,
Renato T. Moreira² e Wladimir R.L. Farias³

ABSTRACT- Moreira A.G.L., Coelho A.A.C., Albuquerque L.F.G., Moreira R.T. & Farias W.R.L. 2015. [Eugenol effect as a mitigate agent of stress in transport of Nile tilapia juveniles.] Efeito do eugenol como agente mitigador do estresse no transporte de juvenis de tilápia do Nilo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(11):893-898. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Morada Nova, Av. Santos Dumont s/n, Júlia Santiago, Morada Nova, CE 62900-000, Brazil. E-mail: antonio.glaydson@ifce.edu.br

Brazil stands out in the American scene as one of the countries with the greatest potential for fish farming mainly in fresh water. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stands out being the most cultivated fish species in our country. Methodologies to reduce the interference of stressors agents in vital and physiological functions of fishes are important during handling. This study aimed to evaluate the effect of eugenol in the metabolic and ionic responses of juvenile Nile tilapia, submitted to transport in plastic bags, at different densities in order to verify the efficiency of the product as an mitigate agent of stress. Eugenol was used at a concentration of 15mg L⁻¹ in water. The evaluated densities were 4, 7 and 10 fish L⁻¹, which were equivalent to 140, 245 and 350g L⁻¹. After four hours of transport the metabolic (glucose and lactate) and ions parameters (chloride, magnesium and calcium) were evaluated, as well as the water quality in the plastic bags. For the two metabolic parameters, the use of the eugenol in order to reduce the stress response was not satisfactory. There was an increase in blood glucose level at the densities of 140 and 350g L⁻¹ immediately after termination of the transport, and the level of fish lactate content at the density of 245g L⁻¹ had increased after 24 hours indicating that the animals could not maintain the initial homeostasis. Among the concentrations of the evaluated ions magnesium suffered the greater variation. We can conclude that the addition of 15 mg L⁻¹ of eugenol in the water during the transport of juvenile Nile tilapia at densities of 140, 245 and 350g L⁻¹ was not able to minimize stress responses.

INDEX TERMS: Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, eugenol, stress, transport.

RESUMO.- O Brasil se destaca no cenário americano como um dos países com maior potencial para a piscicultura, principalmente a dulcícola. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca sendo a espécie mais cultivada em nosso país. Metodologias para diminuir a interferência de agentes estressores nas funções vitais e fisiológicas dos peixes são importantes durante o manejo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do eugenol nas

respostas metabólicas e iônicas de juvenis de tilápia do Nilo, submetidos ao transporte em sacos plásticos, em diferentes densidades, a fim de verificar a eficiência do produto como agente mitigador do estresse. O eugenol foi utilizado na concentração de 15mg/L em água. As densidades avaliadas foram 4, 7 e 10 peixes L⁻¹, equivalente a 140, 245 e 350g L⁻¹. Após quatro horas de transporte foram avaliados os parâmetros metabólicos (glicose e lactato) e iônicos (cloreto, magnésio e cálcio), bem como a qualidade da água nos sacos plásticos. Em relação aos dois parâmetros metabólicos, o uso do eugenol com o intuito de diminuir as respostas do estresse não foi satisfatório. Houve elevação no nível de glicose nas densidades 140 e 350g L⁻¹ imediatamente ao término do transporte, e o teor de lactato dos peixes na densidade 245g L⁻¹ aumentou 24 horas depois, indicando que

¹ Recebido em 15 de abril de 2015.

Aceito para publicação em 14 de novembro de 2015.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Morada Nova, Av. Santos Dumont s/n, Júlia Santiago, Morada Nova, CE 62900-000, Brasil. *Autor para correspondência: antonio.glaydson@ifce.edu.br

³ Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará (UFCE), Campus do Pici, Fortaleza, CE 60356-600, Brasil.

os animais não conseguiram manter a homeostase inicial. Dentre as concentrações de íons avaliados, o magnésio foi o que sofreu maior variação. Podemos concluir que a adição de 15mg L⁻¹ de eugenol na água durante o transporte de juvenis de tilápia do Nilo nas densidades de 140, 245 e 350g L⁻¹ não foi capaz de minimizar as respostas ao estresse.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Tilápia de Nilo, *Oreochromis niloticus*, eugenol, estresse, transporte.

INTRODUÇÃO

O cultivo em cativeiro de organismos aquáticos, conhecido como aquicultura, é um dos setores da produção animal que mais se expandiu no mundo, principalmente o cultivo de peixes. Neste contexto, o Brasil se destaca no cenário americano como um dos países com maior potencial para a piscicultura, principalmente a dulcícola. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca sendo a espécie mais cultivada em nosso país.

Seu cultivo é realizado principalmente no sistema intensivo, caracterizado pelas altas densidades de estocagem. Além desta característica, práticas realizadas rotineiramente, como biometria, captura e transporte, expõem os peixes a diversos fatores estressantes (Urbinati et al. 2004, Gonçalves et al. 2008), desencadeando a diminuição da alimentação e do crescimento, além do aumento da mortalidade.

Metodologias para diminuir a interferência de agentes estressores nas funções vitais e fisiológicas dos peixes são importantes durante o manejo. Nos últimos anos, agentes naturais e sintéticos surgiram como ferramentas importantes na aquicultura no intuito de diminuir o nível de estresse e a mortalidade dos peixes (Mamangkey et al. 2009).

No Brasil, não existem leis que regulamentem o uso de substâncias, sejam naturais ou sintéticas, para peixes, então se procura seguir as recomendações da Food and Drug Administration (FDA), órgão governamental dos Estados Unidos da América, que cita o MS222 como o único agente sintético aprovado para peixes (Matsche 2011, Velisek et al. 2011). Desta forma, justifica-se a busca por alternativas seguras para procedimentos visando a diminuição de estresse de peixes no Brasil, o que servirá como subsídio para as autoridades responsáveis por este tipo de regulamentação. Para tanto, se faz necessário mais pesquisas, pois essas substâncias varia dentre e entre as espécies (Vidal et al. 2007, Zahl et al. 2009), além do mais a concentração ideal de cada agente também dependerá do tamanho do peixe (Moreira et al. 2010).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do eugenol nas respostas metabólicas e iônicas de juvenis de tilápia do Nilo, submetidos ao transporte em sacos plásticos, em diferentes densidades, a fim de verificar a eficiência do produto como agente mitigador do estresse.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura (CEBIAQUA) do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (UFC), no mês de julho de 2014. Os peixes utilizados foram provenientes da Estação de Pis-

cicultura Professor Raimundo Saraiva da Costa (UFC), onde foram mantidos em um tanque de alvenaria de 5.000 L, sendo alimentados com ração comercial (32%) duas vezes ao dia até a saciedade aparente, durante 30 dias até atingirem comprimento médio de 8,53±1,09cm e peso médio de 9,97±0,92g.

O agente anestésico natural utilizado foi o eugenol que, devido sua natureza hidrofóbica, foi diluído em álcool 99,8%, resultando em uma solução mãe na concentração de 100mg L⁻¹. Para a realização deste experimento, foi a concentração de 15mg L⁻¹ de água. Esta dosagem foi determinada a partir de um experimento prévio, levando em consideração apenas aspectos comportamentais e mostrou-se ser a mais indicada para este tipo de manejo. Os peixes foram transferidos do tanque de alvenaria para três caixas de polietileno (caixas de depuração) com volume útil de 100 L, sendo estocados nas densidades 4, 7 e 10 peixes L⁻¹, equivalente a 140, 245 e 350g L⁻¹, respectivamente, onde foram alimentados duas vezes ao dia até a saciedade aparente e permaneceram, durante uma semana, para aclimação. Cada caixa continha um sistema de aeração contínuo, composto por um compressor de ar e pedra porosa. Para cada densidade foram utilizadas 4 repetições durante o transporte.

Antes do transporte, cinco peixes do tanque de aclimação foram coletados aleatoriamente para constituir o grupo controle. Em seguida, os peixes foram transferidos na mesma densidade que se encontravam nas caixas de depuração para sacos plásticos de 15 L de volume útil, contendo 4 L de água mais a solução contendo o eugenol. Os animais restantes em cada caixa foram descartados e os sacos foram inflados com oxigênio puro e amarrados com ligas de borracha, sendo dispostos lado a lado. Os peixes foram submetidos durante quatro horas ao estresse ocasionado pelo transporte. Após este período, os peixes de cada densidade foram transferidos para as mesmas caixas que foram utilizadas antes do transporte para o monitoramento da recuperação e avaliação dos parâmetros fisiológicos.

Para avaliar as concentrações de glicose sanguínea, lactato, íons cloreto, magnésio e cálcio nos juvenis, foram coletadas amostras de sangue nos animais provenientes do tanque de aclimação (controle: antes do transporte - AT), imediatamente após as quatro horas de transporte (PT), 24 e 96 horas após o transporte (24 PT e 96 PT, respectivamente), sendo utilizadas amostras de cinco peixes por tratamento. O sangue dos peixes foi coletado via punção caudal com seringas de 3mL e, em seguida, centrifugado a 12.000xg por 5 minutos para obtenção do plasma. As concentrações de glicose sanguínea e lactato foram mensuradas utilizando um medidor digital, enquanto para os níveis de cloreto, magnésio e cálcio foram utilizados kits específicos (Labtest®).

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados nas caixas de depuração e nos sacos plásticos imediatamente após o transporte. A temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica foram mensurados através de uma sonda modelo Hanna (HI S838), enquanto a amônia total foi determinada pelo método de Nessler, utilizando espectrofotometria. A amônia tóxica foi estimada de acordo com a metodologia de Emerson et al. (1975), a partir da seguinte equação:

$$\% \text{NH}_3^+ = \frac{100}{1 + 10^{(2755 / (273 + T) - \text{pH})}}, \text{ onde}$$

T = Temperatura da água;

pH = Potencial hidrogeniônico da água.

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). Quando o valor de F indicou diferença significativa (p<0,05), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados estão apresentados como médias ± desvio padrão e todas as análises foram realizadas pelo programa BioEstat, versão 4.0.

RESULTADOS

A densidade de estocagem de juvenis de tilápia durante o transporte acarretou em diferenças significativas dos tratamentos em relação ao grupo controle em todos os parâmetros avaliados (Quadro 1). Contudo, o oxigênio dissolvido, temperatura, pH e amônia tóxica não mostraram diferença ($p > 0,05$) entre as densidades utilizadas, enquanto a amônia total e a condutividade revelaram diferença entre os tratamentos.

Quadro 1. Parâmetros físico-químicos da água após quatro horas de transporte em sacos plásticos sob influência de diferentes densidades

Parâmetro	Valor inicial (controle)	Final do transporte (Densidades testadas)		
		140 g L ⁻¹	245 g L ⁻¹	350 g L ⁻¹
O ₂ D (mg L ⁻¹)	4,85	11,45±0,20*	11,42±0,35*	10,99±0,16*
Temperatura (°C)	25,36	28,13±0,29*	28,29±0,25*	28,40±0,23*
pH	7,30	6,06±0,07*	6,05±0,04*	5,99±0,06*
Amônia Total (mg L ⁻¹)	0,07	4,24±0,25a*	4,90±0,37a*	6,30±0,58b*
Amônia Tóxica (mg L ⁻¹)	0,0008	0,0035±0,0006*	0,0041±0,0002*	0,0045±0,0008*
Condutividade (µS cm ⁻¹)	61,0	73,25 ± 1,89a*	76,75±5,74ab*	82,10±3,92b*

* Indica diferença significativa quando comparado com o valor inicial antes do transporte. Diferentes letras minúsculas nas linhas indicam diferença significativa entre os tratamentos após o transporte pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O perfil de glicemia apresentado pelos juvenis de tilápia submetidos ao transporte nas densidades de 140 e 350g L⁻¹ mostrou que, imediatamente após a abertura dos sacos, os animais apresentaram alterações típicas do estresse (Fig.1). Estes dois tratamentos registraram 172,6±77,27 e 194, 80±75,77mg dL⁻¹, respectivamente, diferindo significativamente do grupo controle, que apresentou 70,0±25.7mg dL⁻¹, confirmando a resposta metabólica

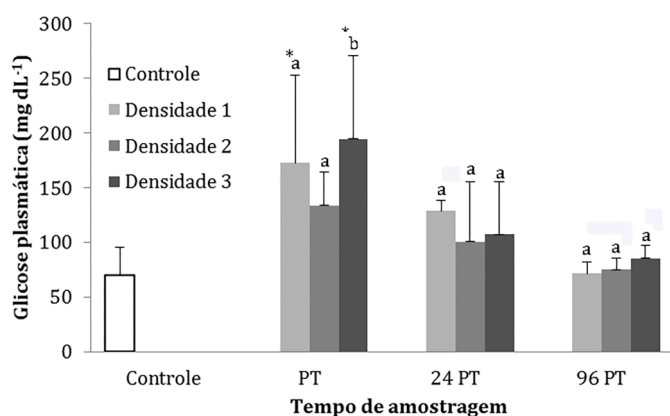


Fig.1. Efeito do eugenol na glicose plasmática de juvenis de tilápia submetidos ao transporte em sacos plásticos em diferentes densidades. *indica diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Diferentes letras minúsculas nas barras indicam diferença significativa entre os tratamentos (densidade 1 = 140g L⁻¹; densidade 2 = 245g L⁻¹; densidade 3 = 350g L⁻¹) dentro de cada tempo avaliado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PT = imediatamente após o transporte; 24 PT e 96 PT = 24 e 96 horas após o transporte, respectivamente.

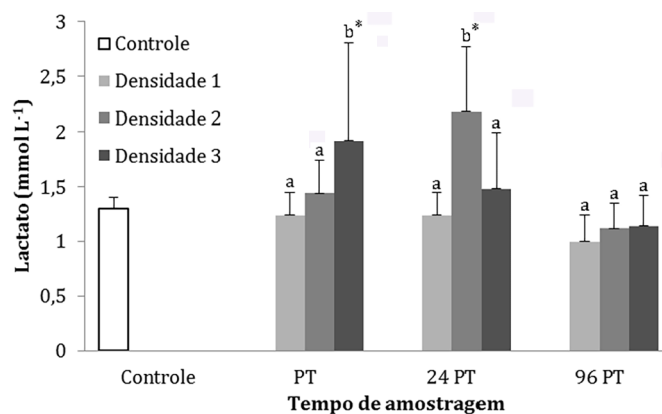


Fig.2. Efeito do eugenol no lactato plasmático de juvenis de tilápia submetidos ao transporte em sacos plásticos em diferentes densidades. *indica diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Diferentes letras minúsculas nas barras indicam diferença significativa entre os tratamentos (densidade 1 = 140g L⁻¹; densidade 2 = 245g L⁻¹; densidade 3 = 350g L⁻¹) dentro de cada tempo avaliado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PT = imediatamente após o transporte; 24 PT e 96 PT = 24 e 96 horas após o transporte, respectivamente.

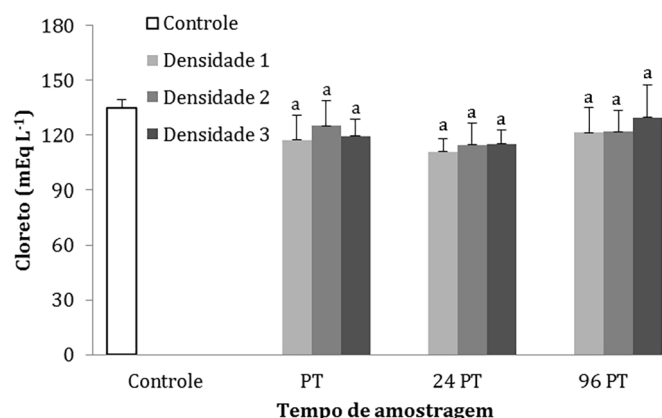


Fig.3. Efeito do eugenol no cloreto plasmático de juvenis de tilápia submetidos ao transporte em sacos plásticos em diferentes densidades. *indica diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Diferentes letras minúsculas nas barras indicam diferença significativa entre os tratamentos (densidade 1 = 140g L⁻¹; densidade 2 = 245g L⁻¹; densidade 3 = 350g L⁻¹) dentro de cada tempo avaliado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PT = imediatamente após o transporte; 24 PT e 96 PT = 24 e 96 horas após o transporte, respectivamente.

secundária do estresse. Os animais que estavam na densidade de 245 g L⁻¹ apresentaram uma elevação no teor de glicose (133,80±30,88mg dL⁻¹), no entanto não foi diferente estatisticamente em relação aos animais do grupo controle.

Os peixes submetidos ao tratamento com a maior densidade (350g L⁻¹), amostrados imediatamente após o transporte, apresentaram um aumento nos teores de lactato, alcançando 1,92±0,69mmol L⁻¹, que diferiu significativamente das outras duas densidades e do grupo controle (1,3±0,1mmol L⁻¹). A densidade intermediária apresentou, em média, 1,44±0,30mmol L⁻¹, não diferindo dos animais da menor densidade, que registraram 1,24±0,21mmol L⁻¹ (Fig.2).

Os níveis de cloreto não registraram nenhuma mudança significativa nos peixes submetidos ao transporte indepen-

dente da densidade utilizada. Os teores de cloreto foram menores ($p>0,05$) quando comparados ao grupo controle ($135,1\pm 4,2\text{mEq L}^{-1}$) em todas as amostragens realizadas independente da densidade (Fig.3).

A quantidade de magnésio no plasma dos juvenis de tilápia antes do transporte apresentou, em média, $4,0\pm 1,4\text{mg dL}^{-1}$. Após as quatro horas de transporte, os peixes das três densidades testadas aumentaram o teor do íon Mg^{+2} , não diferindo estatisticamente ($p>0,05$) entre si, entretanto, o valor obtido na maior densidade (350g L^{-1}) foi significativamente ($p<0,05$) mais elevado em relação ao controle, alcançando $14,47\pm 7,44\text{mg dL}^{-1}$ (Fig.4).

Em relação ao teor de cálcio, o grupo controle apresentou $14,8\pm 2,2\text{mg dL}^{-1}$. Imediatamente após o transporte houve uma redução ($p>0,05$) deste valor para $12,73\pm 0,94$,

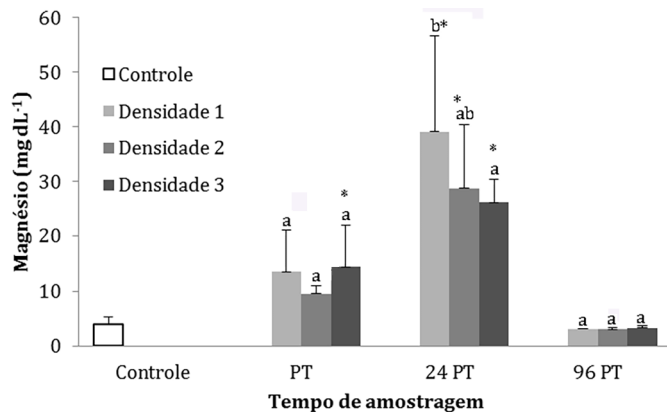


Fig.4. Efeito do eugenol no magnésio plasmático de juvenis de tilápia submetidos ao transporte em sacos plásticos em diferentes densidades. *indica diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Diferentes letras minúsculas nas barras indicam diferença significativa entre os tratamentos (densidade 1 = 140g L^{-1} ; densidade 2 = 245g L^{-1} ; densidade 3 = 350g L^{-1}) dentro de cada tempo avaliado pelo teste de Tukey ($p<0,05$). PT = imediatamente após o transporte; 24 PT e 96 PT = 24 e 96 horas após o transporte, respectivamente.

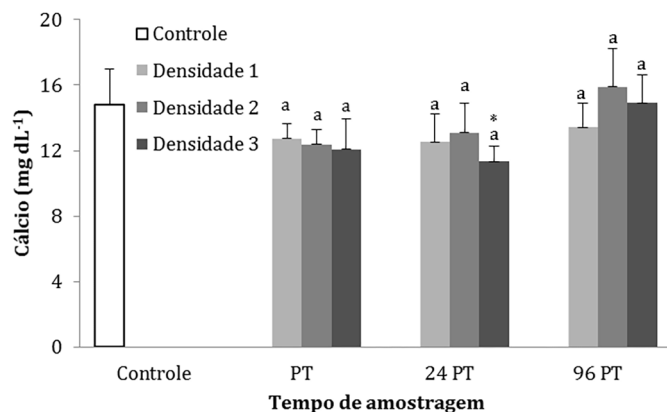


Fig.5. Efeito do eugenol no cálcio plasmático de juvenis de tilápia submetidos ao transporte em sacos plásticos em diferentes densidades. *indica diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Diferentes letras minúsculas nas barras indicam diferença significativa entre os tratamentos (densidade 1 = 140g L^{-1} ; densidade 2 = 245g L^{-1} ; densidade 3 = 350g L^{-1}) dentro de cada tempo avaliado pelo teste de Tukey ($p<0,05$). PT = imediatamente após o transporte; 24 PT e 96 PT = 24 e 96 horas após o transporte, respectivamente.

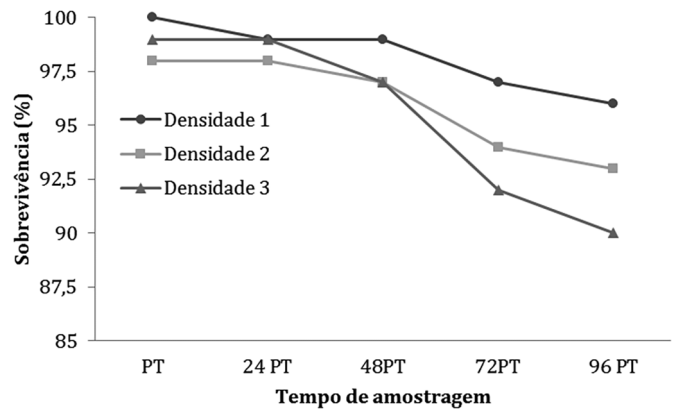


Fig.6. Efeito do eugenol na sobrevivência de juvenis de tilápia após o transporte em sacos plásticos em diferentes densidades (densidade 1 = 140g L^{-1} ; densidade 2 = 245g L^{-1} ; densidade 3 = 350g L^{-1}).

$12,37\pm 0,90$ e $12,09\pm 1,86\text{mg dL}^{-1}$, para os tratamentos 140, 245 e 350g L^{-1} , respectivamente, não havendo diferença significativa dentre eles, nem em relação ao controle. Vinte e quatro horas após o transporte, esses níveis mantiveram-se nas duas menores densidades, enquanto os peixes submetidos à maior densidade reduziram significativamente a concentração de cálcio no plasma para $11,33\pm 0,96\text{mg dL}^{-1}$, diferindo ($p<0,05$) em relação ao controle e restabeleceram seu nível basal 96 horas depois do transporte (Fig.5).

No presente estudo, a sobrevivência foi monitorada desde a abertura dos sacos até 96 horas após o término do experimento (Fig.6). A menor densidade apresentou uma sobrevivência de 96%, enquanto a densidade intermediária teve sobrevivência de 93% e, finalmente, os peixes submetidos à maior densidade alcançaram uma sobrevivência de 90%.

DISCUSSÃO

Em relação à qualidade da água após o transporte, apenas o pH encontrou-se em faixa desconfortável para os peixes, conforme Boyd & Tucker (1998), porém não letal. A diminuição do pH já era esperado devido a respiração dos peixes, resultando na liberação de CO_2 e consequente acidificação do meio. No presente trabalho foi verificado o aumento da amônia total, este mesmo comportamento foi evidenciado com juvenis de jundiás, *Rhamdia quelen*, submetidos ao transporte de três horas nas densidades de 75, 150, 250 e 350g L^{-1} (Carneiro et al. 2009). Níveis de amônia total acima de $0,5\text{mg L}^{-1}$ podem ser considerados prejudiciais aos peixes (Golombieski et al. 2005). A utilização do eugenol foi incapaz de minimizar este problema independente da densidade. Segundo Gonçalves et al. (2010), elevadas concentrações deste composto são preocupantes, pois como agente estressor, este composto pode desencadear a liberação de corticosteróides na circulação sanguínea, desencadeando respostas metabólicas, iônicas e hematológicas características do estresse.

O aumento do teor de glicose na corrente sanguínea indica um maior consumo de energia e uma resposta metabólica mais elevada (Moreira et al. 2011). No presente estudo, os animais de todos os tratamentos apresentaram

concentrações de glicose semelhantes ($p > 0,05$) ao do grupo controle após 24 horas, demonstrando que a tilápia pode restabelecer sua condição normal de forma relativamente rápida, desde que o estresse agudo seja removido. Juvenis de jundiás demonstraram o mesmo comportamento quando submetidos ao transporte durante quatro horas nas densidades de 75, 150, 250 e 350g L⁻¹ (Carneiro et al. 2009).

Após 24 horas, o teor de lactato dos peixes da densidade intermediária (245g L⁻¹) apresentou um aumento significativo ($p < 0,05$) em relação aos outros dois tratamentos e ao grupo controle. Esse aumento pode estar relacionado ao intenso trabalho realizado pelo metabolismo anaeróbio, sendo o lactato o principal metabólito produzido (Barbosa et al. 2007). Segundo os mesmos autores, isso ocorre quando a demanda energética é tão alta que o metabolismo aeróbio sozinho não é capaz de sustentar suas necessidades energéticas. Juvenis de pirarucu apresentaram respostas diferentes ao transporte de três horas em sacos plásticos, pois os valores de lactato diminuíram logo após o desafio imposto (Brandão et al. 2006).

Distúrbios osmorregulatórios podem ser induzidos pelo estresse (Macdonald & Milligan 1997). A regulação iônica, mantendo as concentrações dos fluidos em certos limites, pode ser utilizada como medida de estresse, sendo a extrapolação desses limites uma situação estressante característica.

Dentre os tratamentos, o pico de cloreto foi registrado 96 horas após o transporte ao utilizar a maior densidade, alcançando 129,52±18,18mEq L⁻¹, enquanto o menor valor registrado foi de 110,87±7,08mEq L⁻¹, 24 horas após o desafio ao utilizar a menor densidade. A simulação de transporte de juvenis de jundiás, *Rhamdia quelen*, em sacos plásticos em quatro densidades, também não resultou em diferença significativa nos valores de cloreto, apresentando valores variando entre 117,1±5,8 e 126,9±6,4mEq L⁻¹ (Carneiro et al. 2009). Em contrapartida, diferentes densidades utilizadas no transporte de alevinos de *Labeo rohita*, resultaram em mudanças significantes na concentração deste eletrólito (Hasan & Bart 2007).

A concentração de magnésio plasmático apresentou um aumento logo após o transporte. Iversen et al. (2009) ao submeterem o salmão, *Salmo salar*, com peso médio de 71,8g ao transporte utilizando o eugenol, também observaram que imediatamente após o desafio imposto, houve um aumento significativo de magnésio no plasma dos peixes comparado ao grupo controle (antes do transporte). Vinte quatro horas após o transporte, o teor de Mg⁺² no plasma dos peixes alcançou o pico em todas as densidades testadas, sendo registrado o maior valor na menor densidade (39,10±17,60mg dL⁻¹), que também foi significativamente maior ($p < 0,05$) quando comparado ao obtido no tratamento de maior densidade (26,16±4,19mg dL⁻¹). Os peixes da densidade intermediária apresentaram valores de 28,68±11,69mg dL⁻¹, não diferindo ($p > 0,05$) dos demais tratamentos. Nossos resultados estão de acordo com os de Iversen & Eliassen (2009) que avaliaram as respostas secundárias de salmões, com peso médio de 56,9g, submetidos ao transporte na presença do anestésico sintético

"AQUI-S". No presente trabalho, os valores de Mg⁺² retornaram aos níveis basais 96 horas após o transporte nas três densidades testadas.

Em relação ao cálcio, a pouca oscilação nos seus níveis também foi evidenciada por Velisek et al. (2011) ao comparar o efeito de quatro anestésicos (2-fenoxietanol, eugenol de cravo, MS222 e propiscina) na truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, imediatamente após a anestesia e 24 horas depois. Em contrapartida, exemplares de pirarucu, *Arapaima gigas*, apresentaram modificações significativas na concentração de cálcio plasmático ao serem submetidos ao transporte durante três horas na presença de diferentes quantidades de sal na água (Gomes et al. 2006).

Os peixes possuem a capacidade osmorregulatória que lhes conferem a capacidade de manter a pressão osmótica constante independente do meio externo estabelecendo a homeostase. Neste sentido, as brânquias possuem um importante papel, pois são responsáveis pelo balanço eletrolítico e homeostático dos teleósteos. No presente estudo, com exceção do Mg⁺² que apresentou alterações significativas em seu perfil, a utilização de 15 mg L⁻¹ de eugenol nas três densidades, minimizou o distúrbio iônico do Cl⁻ e Ca⁺² causado pelo transporte.

Segundo Urbinati et al. (2004), a diminuição no ganho de peso, o aumento da susceptibilidade a doenças e desequilíbrios iônicos provenientes do estresse, podem levar os peixes à mortalidade imediata ou posterior. Nossos resultados de sobrevivência foram semelhantes aos de Gonçalves et al. (2010), ao submeterem juvenis de curimatá, *Prochilodus lineatus*, ao transporte em três densidades, e diferentes dos resultados de Fagundes & Urbinati (2008), que não obtiveram nenhuma mortalidade ao transportar juvenis de pintados, *Pseudoplatystoma corruscans*.

CONCLUSÕES

Podemos concluir que a adição de 15mg L⁻¹ de eugenol na água durante o transporte de juvenis de tilápia do Nilo nas densidades de 140, 245 e 350g L⁻¹ não foi capaz de minimizar as respostas ao estresse.

Os animais submetidos ao transporte apresentaram alterações metabólicas e iônicas compatíveis com um quadro de estresse.

Diferentes relações entre a concentração utilizada e a densidade de estocagem, além de mais parâmetros fisiológicos, podem ser testadas e avaliadas para elaboração de um protocolo para transporte de juvenis de tilápias.

REFERÊNCIAS

- Barbosa L.G., Moraes G. & Inoue L.A.K.A. 2007. Respostas metabólicas do matrinxã submetido a banhos anestésicos de eugenol. *Acta Scientiarum, Biol. Sci.* 29(3):255-260.
- Boyd C.E. & Tucker C.S. 1998. *Pond aquaculture water quality management*. Kluwer Academic, Boston. 700p.
- Brandão F.R., Gomes L.C. & Chagas E.C. 2006. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazonica* 36(3):349-356.
- Carneiro P.C.F., Kaiseler P.H.S., Swarofsky E.A.C. & Baldisserotto B. 2009. Transport of jundiá *Rhamdia quelen* juveniles at different loading densities: water quality and blood parameters. *Neotrop. Ichthyol.* 7(2):283-288.

- Emerson K., Russo R.C., Lund R.E. & Thurston R.V. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *J. Fish. Res. Board of Canada* 32(12):2379-2383.
- Fagundes M. & Urbinati E.C. 2008. Stress in pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) during farming procedures. *Aquaculture* 276:112-119.
- Golombieski J.I., Marchezan E., Monti M.B., Storck L., Camargo E.R. & Santos F.M. 2005. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. *Ciência Rural* 35(6):1263-1268.
- Gomes L.C., Chagas E.C., Brinn R.P., Roubach R., Coppati C.E. & Baldisserotto B. 2006. Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. *Aquaculture* 256:521-528.
- Gonçalves A.F.N., Santos E.C., Fernandes J.B.K. & Takahashi L.S. 2008. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. *Acta Scientiarum, Anim. Sci.* 30:339-344.
- Gonçalves A.F.N., Takahashi L.S., Urbinati E.C., Biller J.D. & Fernandes J.B.K. 2010. Transporte de juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus* em diferentes densidades. *Acta Scientiarum, Anim. Sci.* 32(2):205-211.
- Hasan M. & Bart A.N. 2007. Effects of capture, loading density and transport stress on the mortality, physiological responses, bacterial density and growth of rohu *Labeo rohita* fingerlings. *Fish Physiol. Biochem.* 33:241-248.
- Iversen M., Eliassen R.A. & Finstad B. 2009. Potential benefit of clove oil sedation on animal welfare during salmon smolt, *Salmo salar* L. transport and transfer to sea. *Aquacult. Res.* 40:233-241.
- Iversen M. & Eliassen R.A. 2009. The effect of AQUI-S® sedation on primary, secondary, and tertiary stress responses during salmon smolt, *Salmo salar* L., transport and transfer to sea. *J. World Aquacult. Soc.* 40(2):216-225.
- McDonald G. & Milligan C.L. 1997. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress, p.119-144. In: Iwama G.W., Pickering A.D., Sumpter J.P. & Schrech C.B. (Eds), *Fish Stress and Health in Aquaculture*. University Press, Cambridge.
- Mamangkey N.G.F., Acosta-Salmon H. & Southgate P.C. 2009. Use of anaesthetics with the silver-lip oyster, *Pinctada maxima* (Jameson). *Aquaculture* 288:280-284.
- Matsche M.A. 2011. Evaluation of tricaine methanesulfonate (MS-222) as a surgical anesthetic for Atlantic Sturgeon *Acipenser oxyrinchus*. *J. Appl. Ichthyol.* 27:600-610.
- Moreira A.G.L., Teixeira E.G., Carreiro C.R.P. & Moreira R.L. 2010. Eficácia do eugenol extraído da planta *Eugenia aromatica* como anestésico para realização de biometrias em adultos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scient. Anim. Sci.* 32(4):419-423.
- Moreira A.G.L., Teixeira E.G., Moreira R.L. & Farias W.R.L. 2011. Glicose plasmática em juvenis de tilápia do Nilo anestesiados com óleo de cravo. *Revta Bras. Saúde Prod. Anim.* 12(3):794-804.
- Urbinati E.C., Abreu J.S., Camargo A.C.S. & Landines M.A. 2004. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. *Aquaculture* 229:389-400.
- Velisek J., Stara A., Li Z.H., Silovska S. & Turek J. 2011. Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. *Aquaculture* 310:369-375.
- Vidal L.V.O., Albinati R.C.B., Santos Neto E.B., Deus B.T. & Albinati A.C.L. 2007. Influência do peso de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*) e tambaqui (*Collossoma macropomum*) à ação anestésica do eugenol. *Revta Bras. Saúde Prod. Anim.* 8(3):212-216.
- Zahl I.H., Kiessling A., Samuelsen O.B. & Hansen M.K. 2009. Anaesthesia of Atlantic cod (*Gadus morhua*) - effect of pre-anaesthetic sedation, and importance of body weight, temperature and stress. *Aquaculture* 295:52-59.