

MAGNUS AUGUSTO COUTINHO COSSI

ÓLEO DE CRAVO NO TRANSPORTE DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM DIFERENTES DENSIDADES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

MAGNUS AUGUSTO COUTINHO COSSI

ÓLEO DE CRAVO NO TRANSPORTE DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM DIFERENTES DENSIDADES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de julho de 2016

Prof. Antonio Policarpo Souza Carneiro

Pollyanna de Moraes França Ferreira

Profa. Ana Lúcia Salaro
Orientadora

Dedico este trabalho a minha família e a minha orientadora.

.

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar o meu caminho e ter me guiado até esse momento da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) por toda educação que venho recebendo desde o ensino médio.

Ao Departamento de Biologia Animal (DBA-UFV) pela estrutura disponibilizada e pela oportunidade de cursar o programa de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por financiar nossas pesquisas

A minha orientadora Profa. Dr^a. Ana Lúcia Salaro, por ter paciência comigo durante o mestrado. Pelos ensinamentos valiosos que levarei por toda a vida e pela grande oportunidade de adquirir conhecimento, de absorver as experiências e de amadurecer e, sem me esquecer da amizade.

Aos meus coorientadores Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon e Prof. Dr. Galileu Crovatto Veras por me ajudarem sempre que necessário e por todo o conhecimento adquirido com esse trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dr^a. Ana Lúcia Salaro, Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon e Dr^a. Pollyanna de Moraes França Ferreira, Por aceitarem o convite e por enriquecerem o meu trabalho com conselhos e sugestões.

Agradeço especialmente aos amigos e colegas de trabalho a Mestre Sendy Moreira Reis, ao graduando André Luiz Fialho Ladeira e ao Doutorando Fabrício Eugênio Araújo, pois sem vocês não conseguiria desenvolver o meu trabalho.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura da UFV, João Antônio de Oliveira e José Francisco Delfino.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Animal do Laboratório de Zoologia, Geraldo Pereira Filho e à Emília Wakain de Almeida Costa. Agradeço pelo tratamento e pela amizade.

Aos funcionários da Secretaria do Departamento de Biologia Animal Nilo Sérgio de Souza e Lúcia Helena Campos por estarem dispostos a ajudar sempre que precisei, pelos materiais fornecidos e dúvidas esclarecidas.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal Adnilson Antonio Brasileiro por me ajudar durante todo o mestrado solucionando minhas dúvidas ajudando nas questões relacionadas às disciplinas, matrículas, sempre com muita paciência.

A todos os amigos do setor de Piscicultura Doutorando Fabrício Eugênio Araujo, Mestre Sendy Moreira Reis, Mestrando José Carlos de Oliveira Junior, Mestrando Willian Chaves, Mestranda Mariana Molica Silveira, Graduando em zootecnia André Luiz Fialho Ladeira, Graduando José Francisco Luciano, por todo o trabalho desenvolvido. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

Agradeço ao meu pai Geraldo Cossi Junior e a minha mãe Hosana Celi da Costa Cossi pela paciência, calma, puxões de orelha, conselhos, orações, amor, amizade e dedicação durante essa fase conturbada da minha vida. Retribuirei cada segundo e cada carinho. Amo Vocês.

Ao meu irmão Marcus Vinicius Coutinho Cossi por estar do meu lado nos melhores anos da minha vida. Por brigar quando necessário e comemorar as conquistas sempre ao meu lado, com o melhor humor. Amo você.

A toda a minha família, base na qual me apoiei, apoio e sempre apoiarei, pois sei que vocês sempre estarão ao meu lado.

A minha avó Carmem, meu avô Walter Costa (*in memorian*), minha avó Therezinha Beleli (*in memorian*) e a meu avô Geraldo Cossi. Que da forma que puderam me

ajudaram. Na formação, nas orações, nos conselhos, nos carinhos, no amor, na dedicação, enfim, obrigado por tudo. Amo vocês.

A todos os amigos. Tanto os viçosenses quanto os mocoquenses, por fazerem parte da minha vida, todo dia e toda hora.!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
A tilápia-do-nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	2
Estresse em peixes.....	3
Óleo de cravo e eugenol como mitigadores de estresse em peixes.	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	6
4. RESULTADOS	8
5. DISCUSSÃO	13
6. REFERÊNCIAS	16

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Concentração de oxigênio dissolvido na água de peixes em diferentes densidades de estocagem	12
Fig. 2. Glicemia sanguínea (mg/dl) logo após, 12 e 24 horas após o transporte.....	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de mortalidade, glicemia e parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido, pH e amônia tóxica) antes e após o transporte de tilápia-do-nylo em diferentes densidades, concentrações de óleo de cravo e tempo após o trnasporte. . 11

RESUMO

COSSI, Magnus Augusto Coutinho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2016. **Óleo de cravo no transporte de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes densidades.** Orientadora: Ana Lúcia Salaro. Coorientadores: Jener Alexandre Sampaio Zuanon e Galileu Crovatto Veras.

Durante o ciclo produtivo, manejos corriqueiros como biometrias e transporte, por exemplo, podem expor os peixes a uma variedade de fatores estressantes, os quais podem interferir de forma negativa no desempenho produtivo e reprodutivo do animal. A fim de amenizar os problemas causados pelo estresse durante os diferentes tipos de manejo, várias substâncias podem ser adicionadas a água, destacando-se o óleo de cravo (92% de eugenol) pelo baixo custo, segurança e eficiência como anestésico. Portanto, com o presente estudo objetivou-se avaliar a eficácia do óleo de cravo como mitigador de estresse causado pelo transporte em tilápias-do-nilo. O delineamento experimental utilizado para os parâmetros de qualidade de água foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3, sendo três densidades de estocagem (20, 25 e 30 peixes/L) e três concentrações de óleo de cravo na água (0, 5 e 10 mg/L), com três repetições. Para a glicemia sanguínea, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3X3, sendo três densidades de estocagem (20, 25 e 30 peixes/L), três concentrações de óleo de cravo na água (0, 5 e 10 mg/L) e três tempos após o transporte (0, 12 e 24 horas após o transporte) também com três repetições. Juvenis de tilápia-do-nilo foram acondicionados em sacos plásticos (40x60cm) contendo dois litros de água e três litros e meio de oxigênio, de acordo com cada tratamento. Os sacos plásticos foram colocados no porta-malas de um carro e transportados por um período de oito horas. A glicemia sanguínea e a taxa de mortalidade dos peixes foram avaliadas imediatamente, 12 e 24 horas após o transporte. Os parâmetros de qualidade de água foram avaliados apenas antes e imediatamente depois do transporte. Não houve efeito da interação entre o óleo de cravo, densidade e tempos após o transporte sobre mortalidade e glicemia sanguínea, assim como da interação entre as densidades de estocagem e as concentrações de óleo de cravo. Observou-se efeito linear decrescente da densidade sobre a concentração de oxigênio dissolvido (OD) após o transporte. Houve efeito linear decrescente dos tempos após o transporte sobre a glicemia sanguínea dos peixes. Os valores observados imediatamente, 12 horas e 24 horas após o transporte foram 70,12; 46,93 e 45,62 mg/dl respectivamente, evidenciando recuperação ao estresse dos peixes com 12 horas após o transporte. Com base nos resultados,

concluiu-se que o óleo de cravo nas concentrações testadas, não foi capaz de mitigar as respostas ao estresse do transporte da tilápia-do-nilo em diferentes densidades

ABSTRACT

COSSI, Magnus Augusto Coutinho, M.Sc., Federal University of Viçosa, July 2016. **Clove oil in transportation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different stock densities.** Adviser: Ana Lucia Salaro. Co-adviser: Jener Alexandre Sampaio Zuanon and Galileu Crovatto Veras.

During the production cycle, ordinary managements as biometry and transport, for example, can expose fish to a variety of stressors, which can have a negative influence on productive and reproductive performance of the animal. In order to alleviate the problems caused by stress during the different types of management, various substances can be added to water, especially the oil of cloves (92% eugenol) at low cost, safety and efficiency as an anesthetic. Therefore, the present study aimed to evaluate the effectiveness of clove oil as stress mitigating caused by transport tilapia Nile. The experimental design for the parameters of water quality was completely randomized in a factorial scheme 3X3, three stocking densities (20, 25 and 30 fish / L) and three clove oil concentrations in water (0, 5 and 10 mg / L), with three replications. For blood glucose, the design was completely randomized in a factorial 3x3x3, three stocking densities (20, 25 and 30 fish / L), three clove oil concentrations in water (0, 5 and 10 mg / L) and three times after transport (0, 12 and 24 hours after the carriage) also with three replications. Juvenile Nile tilapia were packed in plastic bags (40x60cm) containing two liters of water and three and a half liters of oxygen, according to each treatment. Plastic bags were placed in the trunk of a car and transported for a period of eight hours. Blood glucose and fish mortality were assessed immediately, 12 and 24 hours after transportation. Water quality parameters were measured just before and just after the transport. There was no interaction effect between clove oil, density and time after transport on mortality and blood glucose levels, as well as the interaction between stocking densities and clove oil concentrations. There was decreasing density linear effect on the concentration of dissolved oxygen (DO) after transport. There was a decreasing linear effect of time after transport on blood glucose fish. The values observed immediately, 12 hours and 24 hours after transportation were 70.12; 46.93 and 45.62 mg / dl respectively, revealing the recovery stress of the fish 12 hours after transportation. Based on the results, it was concluded that clove oil in concentrations, was not able to mitigate the stress response of the transport of Nile tilapia at different densities.

1. Introdução

A produção aquícola mundial foi de 158 milhões de toneladas em 2012, das quais 136,2 milhões foram destinadas ao consumo humano. No Brasil, foram produzidas 707.461 toneladas de pescado em 2013 (FAO, 2014). Em senso realizado pelo IBGE em 2014, a piscicultura brasileira representou 82% da produção aquícola do país, dos quais 41,9% foram representados pela produção de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Esses dados mostram que a tilápia-do-nilo se destaca sendo a espécie mais produzida no país nos dias de hoje devido, principalmente, a sua qualidade e sabor da carne (Moreira et al., 2015), a aceitação pelos consumidores, a boa adaptabilidade ao cativeiro e à aceitação de dietas artificiais desde o estágio larval (Zimmermann e Fitzsimmons, 2004).

Durante o ciclo produtivo os peixes podem ser expostos às práticas corriqueiras de manejo, como por exemplo, o transporte, a biometria, o manuseio e a captura/despesca, que podem representar fatores estressantes aos peixes e afetar a produção. (Gonçalves et al., 2008). O estresse pode ser dividido em dois tipos, agudo e crônico. O estresse agudo é causado por estímulos intensos e mais breves como queda de temperatura, estímulos físicos, queda repentina do oxigênio dissolvido, entre outros. Em contrapartida, o estresse crônico é causado por estímulos duradouros com altas densidades, água com baixos teores de oxigênio, altos índices de amônia tóxica (Barcelos et al., 1999; Portz et al., 2006; Garcia et al., 2012).

Em decorrência do estresse, o peixe pode parar de alimentar, ficar mais susceptível a doenças chegando até ao aumento da mortalidade (Moreira et al., 2015). Outras respostas fisiológicas ao estresse podem ser notadas como distúrbios na regulação osmótica e iônica, aumento da taxa metabólica, aumento do catabolismo de proteínas, aumento do cortisol e da glicemia sanguínea, aumento da ventilação e absorção de oxigênio, maior excreção de amônia no ambiente (Barton, 2002; Portz et

al., 2006; Lima et al., 2009) e até mesmo a ativação dos sistemas antioxidantes dos peixes (Abele et al., 2012).

Durante o manejo de transporte os peixes são expostos a estímulos adversos (Iversen et al., 2005) e portanto esse processo pode se torna traumático e fonte de estresse para os peixes (Silveira et al., 2009). Somado a isso, a densidade de estocagem durante o transporte também pode agravar a situação de estresse a qual o peixe está sendo exposto (Ibrahim et al., 2015), pois afeta diretamente a qualidade da água de transporte pelo aumento da absorção de oxigênio e da excreção de amônia na água (Berka, 1986; Oliveira et al., 2009; Anjos et al., 2011).

Para minimizar os efeitos do estresse causado por essas práticas de manejo, pesquisadores veem testando algumas substâncias, entre elas, destacam-se o eugenol (principal componente do óleo de cravo) (Inoue et al., 2011; Delbon e Paiva, 2012; Diemer et al., 2012; Rotili et al., 2012; Souza et al., 2015), a benzocaína (Antunes et al., 2008; Gimbo et al., 2008; Bittencourt et al., 2012), o mentol (anches et al., 2014), a tricaína ou metano sulfonato (MS - 222) (Roubach et al., 2001) e o cloreto de sódio (Okoth et al., 2011; Tacchi et al., 2015).

Portanto, com o presente estudo objetivou-se avaliar a eficácia do óleo de cravo como mitigador de estresse causado pelo transporte em tilápias-do-nilo.

2. Considerações iniciais.

A tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus).

A tilápia-do-nilo é natural do continente africano, Israel e a Jordânia. São comumente encontradas nos lagos do centro-oeste africano, nas bacias dos rios Nilo, Tchade e Níger (Verani, 1980). Essa espécie apresenta um grande potencial para a piscicultura devido a sua fácil reprodução, produção já bem estudada, sua carne branca e de alta qualidade, baixos custos de produção (Vicente e Fonseca-Alves, 2013;

Vicente et al., 2014), se adapta facilmente ao cativeiro e aceita muito bem dietas artificiais desde os estágios larvais (Zimmermann e Fitzsimmons, 2004). Além disso, por não possuir espinhos em "Y" na musculatura, o seu filé é altamente valorizado pelas indústrias (Hildsorf, 1995).

No cenário mundial, a produção de peixes de água doce saiu de 42 milhões de toneladas em 2010 para 53,207 milhões de toneladas em 2014. Desse total, em 2010, a produção de tilápia-do-nylo representou 6,57%, passando para 7,33% em 2014 (FAO 2016). No Brasil, segundo o Ministério da pesca e Aquicultura (MPA, 2015), 38% do pescado produzido no país é proveniente do cultivo, atividade que gera um PIB de R\$ 5 bilhões e, segundo o IBGE (2014), a produção total brasileira no ano de 2014 foi 474.33 mil toneladas, onde 41,9%, a maior parte, é representada pela produção da tilápia-do-nylo, que mostrou um aumento de 17,3% em relação ao ano de 2013.

São vários os trabalhos desenvolvidos a fim de avaliar as repostas ao estresse dessa espécie frente a diferentes estímulos, como o manuseio durante a biometria (Deriggi et al., 2006; Simões, 2012), exposição ao ar (Barcelos et al., 1999; Silva et al., 2012), exposição a situações de hipóxia (Ishibashi et al., 2002) e transporte (Okamura et al., 2007; Akar, 2011; Moreira et al., 2015); além de trabalhos que avaliaram o efeito anestésico de algumas substâncias como sal (Oliveira et al., 2009), eugenol e óleo de cravo (Deriggi et al., 2006; Akar, 2011; Simões, 2011; Balamurungan, 2015; Moreira et al., 2015), benzocaína (oliveira et al., 2009) e vitamina C (Okamura et al., 2007).

Estresse em peixes.

O estresse é uma condição onde a homeostase interna do peixe é afetada negativamente por conta de um fator causador de estresse. As respostas à esses fatores em teleósteos podem ser manifestações primárias, secundarias e, em casos extremos, terciarias (Perry e Bernier, 1999; Barton. et al., 2002, Portz et al., 2006). A resposta

primária são definidas pela liberação de catecolaminas e corticosteroides, as secundárias são os efeitos dos hormônios liberados com a resposta primária no organismo e as terciárias se manifestam como inibição do crescimento, da reprodução e da resposta imune (Barton et al., 2002; Lima et al., 2006; Portz et al., 2006).

As respostas secundárias são os efeitos das catecolaminas e corticosteroides (cortisol principalmente) nos tecidos e sangue, onde as catecolaminas estimularão a hidrólise do glicogênio de reserva do fígado para a mobilização de energia, aumentando assim a glicemia sanguínea (Carneiro et al., 2001; Barton et al., 2002) enquanto o cortisol mantém a hiperglicemia aumentando a gliconeogênese e o catabolismo proteico (Thomas et al., 1990). Além disso, ocorre também aumento da frequência cardíaca, aumento da absorção de oxigênio e perturbação da homeorregulação (Barton et al., 1997; Barton 2002; Lima et al., 2009).

Se o estresse for intenso e prolongado, o organismo conta com uma terceira resposta onde ocorre a inibição do crescimento, da reprodução e das respostas imunes (Barton et al., 1997; Lima et al., 2006), tornando o organismo mais propenso a ataques de patógenos (Carneiro et al., 2001), o que pode levar ao aumento da mortalidade dos peixes.

Analizando os parâmetros hematológicos em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) expostas ao ar (Silva et al., 2012) ou submetidas a manejo de biometria (Simões et al., 2010; Silva et al., 2009), observou-se aumento da glicemia logo após a exposição ao estresse. Situação semelhante foi observado em jundiá após transporte em densidades superiores a 150g/L, em pirarucu (*Arapaima gigas*) após o transporte e adensamento (Brandão et al., 2006), em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) após manuseio para aplicação de anestésicos (Sanchez et al., 2014), tambaqui (*Colossoma macropomum*) após manuseio em banhos anestésicos (Inoue et al., 2011), matrinxã (*Brycon cephalus*) após transporte (Carneiro e Urbirati, 2001; Inoue et al., 2005),

pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) após captura com rede (Fagundes e Urbirati, 2008).

Óleo de cravo e eugenol como mitigadores de estresse em peixes.

Para evitar que ocorram perdas nas produções provenientes do estresse causado por práticas corriqueiras de manejo, pesquisadores vêm avaliando o óleo de cravo e o eugenol como mitigadores de estresse (Bowser, 2001; Deriggi, 2006; Soares et al., 2009; Moreira et al., 2015; Oliveira et al., 2009; Bizarro, 2006; Akar, 2011, Arreechon et al., 2009).

Não houve alterações nos índices glicêmicos de tilápias-do-nilo (58,6g) submetidas a concentração de 0; 20 e 80 mg/L de eugenol antes do manuseio (Deriggi et al., 2006). Concentrações 0, 9 e 18 mg/L de eugenol, durante o transporte de tilápias-do-nilo (0,5g) por 24 horas não foram capazes de amenizar o desequilíbrio osmótico causado pelo estresse (Simões, 2011).

Soares et al. (2009), utilizaram NaCl (2g/L), gesso (0,3g/L) e eugenol (4mg/L) na água do transporte de alevinos de tilápia (9,32g) e observaram que apenas o gesso e o sal foram capazes de diminuir significativamente a glicemia (76 e 82 mg/dL, respectivamente) em relação ao controle (126 mg/dL - transporte sem anestésicos). Entretanto, concentrações de 15mg/L de eugenol (92% do óleo de cravo) foram eficazes de mitigar o efeito do estresse em tilápia-do-nilo transportadas por quatro horas nas densidades de 140 e 275g/L (Moreira et al., 2015).

Utilizando o óleo de cravo (0, 2 e 5mg/L) na água de transporte de alevinos de tilápia (9.74g), Oliveira et al. (2009) também não observaram alterações significativas nos níveis de glicose dos peixes transportados com o anestésico nas diferentes dosagens. Contraditoriamente, Akar (2011), avaliando os efeitos do óleo de cravo (0, 0.2, 1, 2 e 3mg/L) como mitigador de estresse no transporte (72 horas) de tilápia azul (160g)

(*Oreochromis aureus*), concluiu que a concentração de 0,2 e 1 mg/L de eugenol, nesse caso, foi responsável por uma diminuição na glicose sanguínea dos animais. Houve uma maior sobrevivência em transporte de alevinos de tilápia-do-nilo também observou a sobrevivência de alevinos de tilápia após o transporte (5 horas) com óleo de cravo (2 e 5 mg/L), benzocaína (40 mg/L) e sal (5g/L) na água, recomenda o sal e o óleo de cravo nas concentrações testadas pois proporcionaram maiores valores de sobrevivência após o transporte.

3. Material e Métodos

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Bioclimatologia e Nutrição de Peixes do Setor de Piscicultura do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/UFV): processo nº 33/2016.

Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado para os parâmetros de qualidade de água foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3, sendo três densidades de estocagem (20, 25 e 30 peixes/L) e três concentrações de óleo de cravo na água (0, 5 e 10 mg/L) , com três repetições. Para a glicemia sanguínea, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3X3, sendo três densidades de estocagem (20, 25 e 30 peixes/L), três concentrações de óleo de cravo na água (0, 5 e 10 mg/L) e três tempos após o transporte (0, 12 e 24 horas após o transporte). As concentrações de 20, 25 e 30 peixes/L correspondem a 80, 100 e 120 g/L, respectivamente)

Para a avaliação do efeito da densidade e do óleo de cravo sobre os parâmetros de qualidade de água foi realizada análise de variância Two-Ways e regressão linear ao nível de 1% de probabilidade. Para esses parâmetros, foi desconsiderado o efeito dos tratamentos (óleo de cravo e densidade) nos tempos 12 e 24 horas após o transporte, uma vez que as leituras foram realizadas nos aquários de recuperação onde havia recirculação d'água. A recirculação eliminou o óleo de cravo da água e também manteve os parâmetros de qualidade de água, independente das densidades, todos em níveis ótimos.

Para a avaliação do efeito da densidade de estocagem, do de óleo de cravo e dos tempos 0, 12 e 24 horas após transporte sobre a glicemia sanguínea, foi realizada análise de variância Three-Ways seguida de regressão ao nível de 5% de probabilidade. Para escolha do modelo de regressão, em ambos os casos foi considerado a significância dos coeficientes de regressão, a magnitude dos coeficientes de determinação, bem como o comportamento das variáveis em estudo.

Para comparar os valores de glicemia sanguínea antes do transporte e nos três tempos após o transporte utilizou-se o teste tukey (1% de probabilidade). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software StatPlus Pro 5.9.8.

Peixes e condições experimentais

Juvenis de tilápia-do-nilo ($5\text{cm} \pm 0,5\text{cm}$ e $4 \pm 1\text{g}$) passaram por um período de 24 horas de jejum e em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos (40x60cm) contendo dois litros de água e três litros e meio de oxigênio de acordo com os seguintes tratamentos (Densidade (peixes/L)/óleo de cravo (mg/L)): 20/0; 25/0; 30/0; 20/5; 25/5; 30/5; 20/10; 25/10 e 30/10. Cada saco plástico foi considerado uma unidade experimental. Em seguida os mesmos foram colocados no porta-malas de um carro e

transportados durante um período total de 8 horas, em velocidade média de 40km/h, percorrendo uma distância de aproximadamente 250km.

Após o transporte dos peixes, os mesmos foram transferidos para aquários (60x40x30cm) contendo 20 litros d'água para a recuperação onde permaneceram por mais 24 horas em jejum. Os aquários eram dotados de aeração constante e recirculação de água.

3.1. Qualidade de Água e taxa de mortalidade dos peixes.

O monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e amônia tóxica, foram aferidos utilizando-se um termômetro de bulbo de mercúrio graduado, pHmetro da marca Kasvi, oxímetro da marca Instrutherm e kit para amônia Tóxica Labcon, respectivamente. Esses parâmetros foram aferidos antes do transporte nos sacos plásticos e imediatamente após.

A taxa de mortalidade dos peixes dos diferentes tratamentos foi avaliada imediatamente, 12 e 24 horas após o transporte.

3.2. Glicemia Sanguínea.

Foi avaliada a concentração de glicose sanguínea de quatro peixes de cada tratamento imediatamente, 12 e 24 horas após o transporte. Para isso, os mesmos foram eutanasiados com super dosagem de óleo de cravo (400 mg/L). Em seguida realizou-se corte no pedúnculo da nadadeira caudal com o auxílio de um bisturi modelo "ABC instrumentos nº4" e o sangue foi transferido diretamente para a tira reagente do aparelho monitor digital Accutrend® Plus Roche. No início do experimento, antes da realização do transporte, também foram amostrados a glicemia sanguínea de oito peixes.

4. Resultados

Não foi observada nenhuma mortalidade em nenhum dos tratamentos.

Não houve efeito da interação densidade/óleo de cravo/tempo decorrido após o transporte sobre a glicemia sanguínea dos peixes (Tabela 1). Também não se observou efeito significativo da interação densidade de estocagem/óleo de cravo para glicemia sanguínea, oxigênio dissolvido, pH e amônia tóxica da água (Tabela 1). Não houve efeito das interações densidade/tempo após o transporte e óleo de cravo/tempo após o transporte sobre a glicemia sanguínea (Tabela 1).

Para os níveis de oxigênio dissolvido, pH e amônia tóxica a interação densidade/óleo de cravo/tempo decorrido após o transporte, assim como as interações densidade/tempo após transporte e óleo de cravo/tempo após o transporte não se aplicam (Tabela 1), uma vez que após o transporte os peixes foram colocados em aquários de recuperação onde havia recirculação de água. A recirculação eliminou os possíveis resíduos do óleo de cravo da água de transporte, assim como manteve os parâmetros de qualidade de água dentro da faixa de conforto da espécie em estudo.

Houve efeito linear decrescente do oxigênio dissolvido em função do aumento da densidade (Tabela 1, Figura 1). A densidade não influenciou a glicemia sanguínea e pH (Tabela 1).

Não foi observado efeito significativo do óleo de cravo sobre a glicemia sanguínea dos peixes, assim como para o oxigênio dissolvido, pH e amônia tóxica (Tabela 1).

Houve diferença na glicemia sanguínea apenas no tempo imediatamente após o transporte. Não houve diferença significativa deste parâmetro nos tempos antes, 12 e 24 horas após o transporte (Tabela 1, Figura 2). Houve efeito linear decrescente do tempo após o transporte para a glicemia sanguínea.

Houve diferença significativa entre os valores de oxigênio dissolvido e amônia tóxica na água antes e após o transporte dos peixes. Para o oxigênio dissolvido mensurou-se valores de 8,2 mg/L e 4,2 mg/L antes e imediatamente após o transporte,

respectivamente. Para amônia os valores foram 0 e 0,12mg/L antes e após o transporte respectivamente.

Tabela 1. Valores médios de mortalidade, glicemia e parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido, pH e amônia tóxica) antes e após o transporte de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) nas densidades de 20,25 e 30 peixes/L, submetidos concentrações de 0; 5 e 10 mg/L de óleo de cravo observados nos tempos antes, imediatamente 12 e 24 horas após o transporte.

		Qualidade de água			
		Glicemia (mg/dL)	Oxigênio (mg/L)	pH	Amônia Tóxica (mg/L)
Densidade x Óleo Cravo x Tempo		ns	NA	NA	NA
Densidade x Óleo de Cravo		ns	ns	ns	ns
Densidade x Tempo		ns	NA	NA	NA
Óleo Cravo x Tempo		ns	NA	NA	NA
Efeito da densidade		ns	0.0092	ns	ns
Efeito do cravo		ns	ns	ns	ns
Efeito tempo após transporte		0.0063	NA	NA	NA
Densidade de estocagem (peixes/L)	20	54,79	5,26	6,87	0
	25	52,54	4,17	6,9	0,12
	30	55,33	3,17	6,76	0
Óleo de cravo (mg/L)	0	55,25	4,41	6,83	0
	5	52,57	4,8	6,94	0,12
	10	54,84	4,23	6,74	0
Tempo antes e após transporte (horas)	Antes	42a	8,2	7,34	0
	0	70,12b	4,2*	6,57	0,13*
	12	46,93a	NA	NA	NA
	24	45,62a	NA	NA	NA
CV (%)		12,56	18,03	3,72	11,23

NA - Não se aplica.

ns - não significativo pela análise de variância para modelos lineares e múltiplos.

*Indica que o valor é diferente do controle (Antes) segundo teste tukey. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa segundo o teste tukey $P < 0.01$.

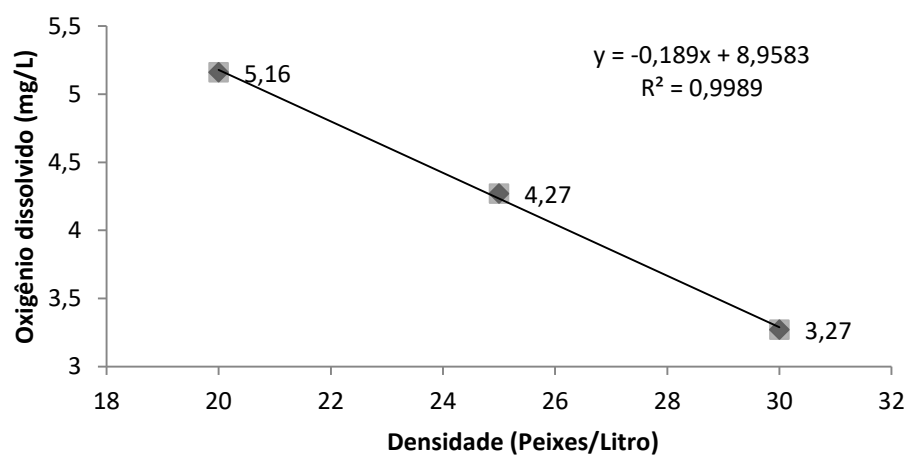


Fig. 1. Concentração de oxigênio dissolvido na água de peixes em diferentes densidades de estocagem

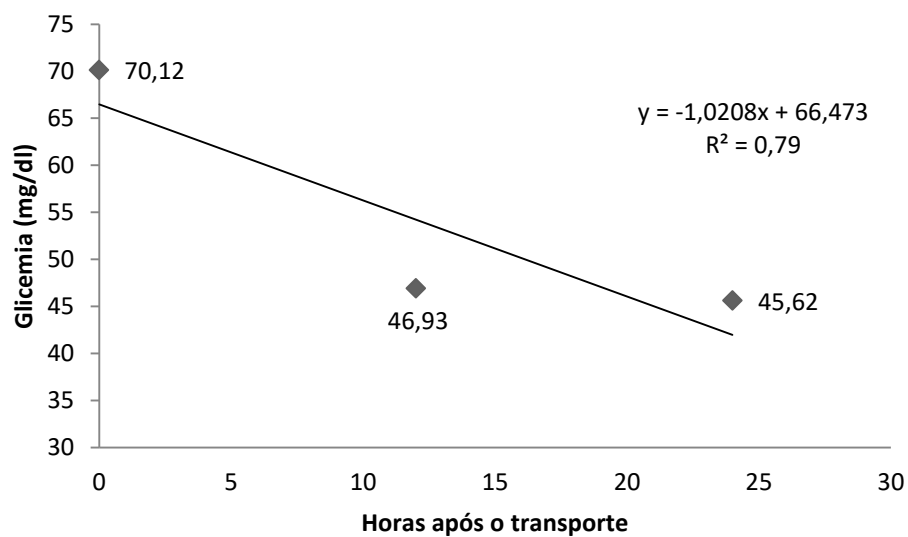


Fig. 2. Glicemia sanguínea (mg/dl) nos tempos após o transporte (0, 12 e 24 horas)..

5. Discussão

A diminuição do oxigênio dissolvido (OD) na água de transporte, em função do aumento da densidade, já era esperada. Uma vez que o aumento do número de peixes faz com que ocorra maior demanda de oxigênio pelos peixes (Berka, 1986; Gomes et al., 2003; Oliveira et al., 2009; Anjos et al., 2011). O aumento da densidade de estocagem (8, 16 e 24 peixes/L) também promoveu diminuição do oxigênio dissolvido durante o transporte de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 65g por 12 e 24 horas (Orina et al., 2014). Esse mesmo efeito da densidade sobre a demanda de oxigênio dissolvido na água, também foi observado durante o transporte do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Gomes et al., 2003) e do jundiá (*Rhamdia quelen*) (Carneiro et al., 2009). Para tilápia-do-nilo transportadas por apenas 4 horas, em diferentes biomassa (140, 245 e 350g/L) não houve queda no oxigênio dissolvido na água de transporte (Moreira et al., 2015), evidenciando que o tempo de transporte também pode levar ao aumento da demanda de oxigênio pelos peixes..

O aumento da glicemia sanguínea observado nos peixes após o transporte indica que o transporte causou estresse nos animais. Em situações de estresse ocorre a produção de catecolaminas levando ao maior metabolismo de proteínas e a hidrólise do glicogênio hepático (Portz et al., 2006; Lima et al., 2009; Simões et al., 2012). Diversos autores também observaram esse aumento da glicemia sanguínea em tilápia-do-nilo após algum tipo de estímulo estressante, como o manuseio durante a biometria (Deriggi et al., 2006; Simões, 2012), exposição ao ar (Barcelos et al., 1999; Silva et al., 2012), exposição a situações de hipóxia (Ishibashi et al., 2002) e transporte (Okamura et al., 2007; Akar, 2011; Moreira et al., 2015). Situação semelhante foi observado em jundiá após transporte em densidades superiores a 150g/L, em pirarucu (*Arapaima gigas*) após o transporte e adensamento (Brandão et al., 2006), em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) após manuseio para aplicação de anestésicos (Sanchez et al., 2014), tambaqui

(*Colossoma macropomum*) após manuseio em banhos anestésicos (Inoue et al., 2011), matrinxã (*Brycon cephalus*) após transporte (Carneiro e Urbirati, 2001; Inoue et al., 2005), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) após captura com rede (Fagundes e Urbirati, 2008).

Após 12 horas do transporte, os níveis de glicemia sanguínea dos peixes foram equivalentes aos níveis dos peixes antes do transporte, indicando a capacidade de recuperação dos peixes ao estresse sofrido durante o transporte. A recuperação ao estresse pode variar com a espécie e com o tipo de estresse sofrido (Portz et al., 2006). O estresse agudo é causado por estímulos intensos e mais breves como queda de temperatura, estímulos físicos, queda repentina do oxigênio dissolvido, entre outros. Em contrapartida, o estresse crônico é causado por estímulos duradouros com altas densidades, água com baixos teores de oxigênio, altos índices de amônia tóxica (Barcelos et al., 1999; Portz et al., 2006; Garcia et al., 2012). Neste sentido, a recuperação ao estresse de pirarucus durante o transporte e diferentes densidades, ocorreu em 24 e seis horas, respectivamente (Brandão et al., 2006). O tambaqui mostrou recuperação em 24 horas após manuseio para aplicação de banhos anestésicos e após transporte de 3 horas (Inoue et al., 2011; Gomes et al., 2003). Para matrinxã, o tempo de recuperação após quatro horas de transporte foi de 24 horas (Carneiro e Urbirati, 2005). Em transporte de oito horas com tilápias-do-nilo de 9,97g, a recuperação ao estresse ocorreu com 24 horas (Moreira et al., 2015).

O nível mais baixo de OD e o aumento da amônia tóxica observados logo após a abertura dos sacos, independente da densidade de estocagem, podem estar relacionados ao estresse sofrido pelos peixes pelo transporte. Em situações de estresse, ocorre aumento do metabolismo e da taxa de ventilação dos peixes, levando ao aumento do consumo de oxigênio e do catabolismo de proteínas a fim de atender a maior demanda energética para reestabelecer sua homeostasia (Barton, 2002; Portz et al., 2006; Lima et

al., 2009). O aumento da amônia tóxica e a diminuição do oxigênio dissolvido foram encontrados na água de transporte de tilápia-do-nilo (Soares et al., 2009; Moreira et al., 2015). Para espécies como o matrinxã e o jundiá, quatro horas de transporte já foram suficientes para provocarem aumento na demanda de oxigênio dissolvido e da excreção de amônia pelos peixes (Inoue et al., 2005; Carneiro et al., 2009).

As concentrações de óleo de cravo utilizadas neste estudo não foram capazes de minimizar o estresse dos peixes após o transporte. Concentrações de 4 e 8mg/L de óleo de cravo também não foram eficientes na diminuição do estresse de tilápia-do-nilo submetidas ao transporte (Soares et al., 2009; Oliveira et al., 2009). Entretanto, concentrações de 15mg/L de eugenol (92% do óleo de cravo) foram eficazes de mitigar o efeito do estresse em tilápia-do-nilo transportadas por quatro horas nas densidades de 140 e 275g/L (Moreira et al., 2015).

Outro fator que pode influenciar na resposta ao anestésico é a espécie em estudo (Portz et al., 2006; Moreira, 2012). Em tilápias azuis (*Oreochromis aureus*) transportadas por 96 horas, as concentrações de 0,2 e 1,0 mg/L de óleo de cravo proporcionaram menores taxas de glicemia sanguínea nos peixes, se comparadas as taxas atingidas nas concentrações 2,0 e 3,0mg/L (Adel, 2011). Para matrinxã (*Brycon cephalus*), a concentração de 5mg/L foi capaz de diminuir a glicemia sanguínea dessa espécie, após o transporte de quatro horas na densidade de 80g/L (Inoue et al., 2005). Peixes palhaços (*Amphiprioninae sp.*) transportados na densidade de 33,5g/L, não sofreram danos nas brânquias, típicos da exposição a altos níveis de amônia tóxica, pois a concentração de 17,5mg/L foi capaz de diminuir a excreção desse composto na água pelos peixes (Balamurugan et al., 2015).

De acordo com os resultados desse trabalho, conclui-se que o óleo de cravo, nas concentrações de 5 e 10 mg/L, não foi capaz de amenizar as respostas ao estresse causado pelo transporte de oito horas em diferentes densidades de tilápia-do-nilo.

6. Referências Bibliográficas

- ABELE, D.; MEDINA, J. P. V.; SAVIN, T. Z. **Oxidative Stress in Aquatic Ecosystems**. 2012. John Wiley & Son, 548 p.
- AKAR M. A. A. Effects of clove oil on the response of blue tilapia (*Oreochromis aureus*) by transportation stress. 2011. **Journal of arabian aquaculture society**, v.6, 77-86.
- ANTUNES, M. I. P. P.; SPURIO, R. S.; GODOI, D. A.; GRUMADAS, C. E. S. Cloridrato de benzocaína na anestesia de carpas (*Cyprinus carpio*). 2008. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, 151-156.
- AREECHON, N.; SRISAPOOME, P.; CHANTASART, D. Efficacy of synthetic eugenol as an anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). 2009. **Kasetsart journal - natural science**, v. 43, 132-140.
- BALAMURUGAN, J.; KUMAR, T. T. A.; PRAJASH, S.; MEENAKUMARI, B. Clove extract: A potential source for stress free transport of fish. 2015. **Aquaculture**, n. 454, 171-175.
- BARTON, B. A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. 2002. **Integrate Comparative Biology** v.42, 517–525.
- BARTON, B. A. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. Adams SM (eds) Biological indicators of aquatic ecosystem stress. 1997. **American Fisheries Society**, 111–148.
- BERKA, R. The transport of live fish. A review. 1986. **EIFAC Technical Paper**, 48-52.
- BITENCOURT, F.; SOUZA, B. E.; BOSCOLO, W. R.; RORATO, R. R.; FEIDEN, A.; NEU, D. H. Benzocaína e eugenol como anestésicos para quinguio (*Carassius auratus*). 2012. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.6, 1597-1602.

BIZARRO, Y. W. S. Associação de anestésico Óleo-de-cravo (eugenol), Benzocaína e Cloreto de sódio em diferentes concentrações para tilápia-do-nilo no transporte. 2011. **Monografia (Graduação em Medicina veterinária)**. Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Brasília, 42 p.

BOWSER, P.R. Anesthetic options for fish. 2001. **International Veterinary Information Service**, Ithaca, p.223-241

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

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

CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. Stress e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. 1999. **III simpósio internacional sobre manejo e nutrição de peixes, Campinas, Anais**. p. 25 - 40.

DELBON, M. C.; PAIVA, M. J. T. R. Eugenol em juvenis de tilápia-do-nilo: concentrações e administrações sucessivas. 2012. **Bol. Inst. Pesca**, v.38, n.1, p.43–52

DERIGGI, G.F.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus): assessment of eugenol as an alternative anesthetic. 2006. **Acta Sci. Biol. Sci.** v.28, n. 3, 269-274.

DIEMER, O.; NEU, D. H.; BITENCOURT, F.; SIGNOR, A. Eugenol como anestésico para jundiá (*Rhamdia voulezi*) em diferentes pesos. 2012. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, 1495-1500.

EMBRAPA. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aqüicultura. 2007. **Comunicado Técnica**, v. 44, 5p.

EMBRAPA. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para manejo rentável. 2009. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**, Cap. 08. 226-247.

FAO. The estate of world fisheries and Aquaculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2014. Roma. 243p.

FAO - Fisheries and aquaculture information and statistic service: Global aquaculture production. 2016 [citado em 2016]. Disponível em: <<http://www.fao.org/figis>>.

GIMBO, R. Y.; SAITA, M. V.; NASCIMENTO, A. F.; TAKAHASHI, L. S. Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do lambari do rabo amarelo. 2008. **Rev. Bras. Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, 350-357.

GOMES, L. C. Effect of fish density during transportation on stress and mortality of Juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. 2003. **Journal of the world aquaculture society**, v. 34, n. 1, 76-84.

HILDSORF, A.W.S. - Genética e cultivo de tilapias-vermelhas: uma revisão. 1995. **Boletim do Instituto de Pesca**, vol. 22, 73-84.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal. 2014. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Brasil. 36 p.

IBRAHIM A. A. M., Effect of different stocking densities on survival rates of nile tilapia fingerlings transported in plastic bags. 2015. **Online journal of animal and feed research**. v. 5, p. 160-164.

INOUE, L. A. K. A.; AFONSO, L. O. B.; IWAMA, G. K.; MORAES, G. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. 2005. **Acta amazonica**. v. 35(2), p289 - 295.

INOUE, L. A. K. A.; BOIJINK, C. L.; RIBEIRO, P. T.; SILVA, A. M. D.; AFFONSO, E. G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) exposto ao eugenol em banhos anestésicos. 2011. **Acta. Amazonica**, v. 41, n. 2, 327-332.

IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; MCKINLEY, R. S.; ELIASSEN, R. A.; CARISEN, K.T. Stress responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts during commercialwell boat

transports, and effects on survival after transfer to sea. 2005. **Aquaculture**, v. 243, 373–382.

LIMA, L. C.; RIBEIRO, L. P.; LEITE, R. C.; MELO, D. C. Estresse em peixes. 2006. **Rev Bras Reprod Anim**, v.30, n3/4, p.113-117.

MARTINS, T. P. Efeito do L-Triptofano na medição de estresse de transporte e social do matrinxã. 2013. **Dissertação (Mestrado em aquicultura)**. Programa de Pós Graduação em aquicultura do centro de aquicultura da UNESP. 56 p.

MOREIRA, A. G. L.; COELHO A. A. C.; ALBUQUERQUE, F. G.; MOREIRA, R. T., FARIAS, W. R. L. Efeito do eugenol como agente mitigador do estresse no transporte de juvenis de tilápia-do-nilo. 2015. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 35, n.11, 893-898.

MPA - Ministério da pesca e aquicultura. Plano de desenvolvimento da aquicultura brasileira. 2015 [citado em 2016]. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/12/governo-federal-investe-no-melhoramento-genetico-da-tilapia>>.

OKAMURA D.; ARAÚJO, F. G.; LOGATO, P. V. R.; MURGAS, L. D. S.; FREITAS, R. T. F.; ARAÚJO, R. V. Efeito da vitamina C sobre o hematócrito e glicemia de alevinos de tilápia-do-nilo em transporte simulado. 2007. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 4, 883-888.

OLIVEIRA, J. R. Sobrevivência de alevinos e juvenis de tilápia, linhagem chitralada, sob a ação do cloreto de sódio, benzocaína e óleo-de-cravo para transporte. 2007. **Dissertação (Mestrado em recursos pesqueiros e aquicultura)**. Programa de Pós Graduação em Recursos pesqueiros e aquicultura. 55 p.

OLIVEIRA, J. R.; CARMO, J. L.; OLIVEIRA, K. K. C.; SOARES, M. C. F. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. 2009. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, 1163-1169.

OYOO-OKOTH, E.; CHEROP, L.; NGUGI, C. C.; KARISA, H. C. Survival and physiological response of *Labeo victorianus* (Pisces: Cyprinidae, Boulenger 1901) juveniles to transport stress under a salinity gradient. 2011. **Aquaculture**, n.319, p.226–231.

ROTILI, D. A.; DEVENS, M. A.; DIEMER, O.; LORENZ, E. K. Uso de eugenol como anestésico de pacu. 2012 **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 42, n. 3, 288-294.

ROUBACH, R., GOMES, L. C., VAL, A. L. Safest level of tricaine methanesulfonate (ms-222) to induce anesthesia in juveniles os matrinxã (*Brycon cephalus*). 2001. **Acta Amazonica**, v.31, n.1, 159-163.

SANCHEZ, M. S. S.; RODRIGUES, R. A.; NUNES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. S.; FANTINI, L.M. Efeito do mentol e eugenol sobre as respostas fisiológicas do pacu *Piracatus mesopotamicus*. 2014. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, 2799-2808.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Fatores estressantes em peixes. 2009. **Revista eletrônica nutritime**, v. 6, n. 94, 1001-1017.

SHABANI, F.; ULF, E.; BELI, E.; REXHEPI, A. Live transport of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and subsequent live storage in market: Water quality, stress and welfare considerations. 2016. **Aquaculture**, n.453, 110-115.

SILVA R.D., ROCHA L.O., FORTES B.D.A., RODRIGUES C.P.F., LOBO J.R., FALEIRO M.B.R., DE PAULA F.G. & VIEIRA D. Determinação de glicose plasmática em exemplares adultos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) por glicosímetro digital portátil e por método enzimático. 2009. **6º Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão, Goiânia, Anais**. 5914-5919.

SILVA, R. D.; ROCHA, L. O.; FORTES, B. D. A.; VIEIRA, D.; FIORAVANTI, M. C. S. Parametros hematológicos e bioquimicos da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) sob estresse por exposição ao ar. 2012. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 32, n. 1, 99-107.

SIMÃO, F. P.; SHIMODA E. Otimização da densidade de estocagem na logística de transporte de tilápias. 2009. **XXIX Encontro nacional de engenharia de produção, Salvador, Anais**. 12p.

SIMÕES, L. N.; PAIVA, G.; GOMES, L. C. Óleo de cravo como anestésico em adultos de tilápia-do-nilo. 2010. **Pesq. agropec. bras.**, v. 45, n. 12, 1472-1477.

SIMÕES, L. N.; LOMBARDI, D. C.; GOMILDE A. T. M. Efficacy of clove oil as an anesthetic in handling and transportation of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* juveniles. 2011. **Zoologia**, v. 28, n. 3, 285-290.

SILVA R.D., ROCHA L.O., FORTES B.D.A., RODRIGUES C.P.F., LOBO J.R., FALEIRO M.B.R., DE PAULA F.G. & VIEIRA D. Determinação de glicose plasmática em exemplares adultos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) por glicosímetro digital portátil e por método enzimático. 2009. **6º Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão, Goiânia, Anais**. 5914-5919.

SOARES, E. C.; ANJOS, G. M.; LINO, J. J. S.; BARBOSA, J. M.; SANTOS, N. L.; SANTOS, R. B.; PINHEIRO, D. M.; ALBUQUERQUE, A. A. Estresse no transporte de juvenis de tambaqui e tilápia-do-nilo. 2009. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v. 4, n. 2, 79-88.

TACCHI, L., LOWREY, L.; MUSHARRAFIEH, R.; CROSSEY, K.; LARRAGOITE, E. T.; SALINAS, I. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 2015. **Aquaculture**. n.435, 120–127.

THOMAS, P. Molecular and biochemical response of fish to stressors and their potential use in environmental monitoring. Biological indicators of stress in fish. 1990. **Bathesda: American Fisheries society**, 9-28.

VERANI, J. R. Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris*

(Schneider, 1801) – aspectos quantitativos. 1980. **Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)**. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 116 p.

ZIMMERMANN, S. e FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. 2004. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**, TecArt, p. 239-266.