

# BENZOCAÍNA, MS-222, EUGENOL E MENTOL COMO ANESTÉSICOS PARA JUVENIS DE TAINHA *Mugil liza*\*

Reinaldo da Silva BRAZ<sup>1</sup>, Ivanildo de Oliveira SILVA<sup>2</sup>, Marcelo Borges TESSER<sup>1,3</sup>,  
Luís André SAMPAIO<sup>1,2</sup>, Ricardo Vieira RODRIGUES<sup>1,2</sup>

## RESUMO

A anestesia tem sido utilizada em aquicultura como técnica para facilitar a manipulação dos animais e amenizar o estresse causado pelos procedimentos de manejo. O presente estudo teve como objetivo determinar a eficiência de quatro fármacos como anestésico em juvenis de tainha *Mugil liza*. Os peixes ( $6,9 \pm 1,4$  g) foram submetidos individualmente (N=10 por concentração) à anestesia utilizando-se quatro concentrações de benzocaína (30, 40, 50 e 60 mg L<sup>-1</sup>), MS-222 (100, 125, 150 e 175 mg L<sup>-1</sup>), eugenol (50, 70, 90 e 110 mg L<sup>-1</sup>) e mentol (175, 200, 225 e 250 mg L<sup>-1</sup>). O critério utilizado para avaliação das melhores concentrações foi a faixa de tempo máximo de três e cinco minutos para anestesia e recuperação dos peixes, respectivamente. As concentrações mais eficientes foram: Benzocaína, 50 mg L<sup>-1</sup>; MS-222, 150 mg L<sup>-1</sup>; eugenol, 70 mg L<sup>-1</sup>; e mentol, 225 mg L<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** anestesia; aquicultura; peixe; sedação.

# BENZOCAINE, MS-222, EUGENOL AND MENTHOL AS ANESTHETICS FOR JUVENILE *Mugil liza*

## ABSTRACT

Anesthesia has been used as an aquaculture technique to facilitate the manipulation of the animals and to alleviate the stress caused due to the management procedures. The present study aimed to determine the anesthetic efficacy of four drugs in *Mugil liza* juveniles. Fish ( $6.9 \pm 1.4$  g) were individually anesthetized (N=10 by concentration) using four concentrations of benzocaine (30, 40, 50 and 60 mg L<sup>-1</sup>), MS-222 (100, 125, 150 and 175 mg L<sup>-1</sup>) eugenol (50, 70, 90 and 110 mg L<sup>-1</sup>) menthol (175, 200, 225 and 250 mg L<sup>-1</sup>). The criterion used to evaluate the best concentrations was the maximum time interval of 3 and 5 minutes for anesthesia and recovery of the fish, respectively. The most efficient concentrations were: Benzocaine 50 mg L<sup>-1</sup>, MS-222 150 mg L<sup>-1</sup>, eugenol 70 mg L<sup>-1</sup> and menthol 225 mg L<sup>-1</sup>.

**Key words:** anesthesia; aquaculture; fish; sedation.

---

**Artigo Científico:** Recebido em 29/06/2017; **Aprovado em** 20/10/2017

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande - FURG

<sup>2</sup> Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha (LAPEM), Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, CP 474, Rio Grande, RS, Brasil - CEP: 96201-900. E-mail: vr.ricardo@gmail.com (autor correspondente)

<sup>3</sup> Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, CP 474, Rio Grande, RS, Brasil - CEP: 96201-900.

\* Apoio Financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Projeto Universal).

## INTRODUÇÃO

A tainha *Mugil liza* é uma espécie encontrada em toda a costa ocidental da América do Sul, distribuindo-se desde o sul do mar do Caribe até a Argentina (MENEZES, 1983; SICCHA-RAMIREZ *et al.*, 2014). Muitos estudos com o intuito de desenvolver um pacote tecnológico para sua produção vêm sendo realizados. Pesquisas relacionadas ao controle da reprodução (GODINHO *et al.*, 1993), tolerância a parâmetros de qualidade de água (SAMPAIO *et al.*, 2002; OKAMOTO *et al.*, 2006; POERSCH *et al.*, 2007), aspectos nutricionais (CARVALHO *et al.*, 2010; ZAMORA-SILLERO *et al.*, 2013) e manejo alimentar da espécie (SILVA *et al.*, 2013) já foram desenvolvidas. A tainha é um peixe de baixo nível trófico, que pode ser produzida em viveiros em sistema de mono e policultivo (COSTA *et al.*, 2013) e, inclusive, em água doce (LISBOA *et al.*, 2015).

Na aquicultura, os peixes podem ser submetidos a vários procedimentos de manejo, como vacinação, indução à desova, transporte, marcação, biometria, dentre outros (ROSS e ROSS, 2008). A realização dessas práticas pode induzir estresse nos animais, desencadeando uma série de alterações fisiológicas no organismo e chegando, ainda, a causar prejuízos à saúde, reprodução, crescimento e sobrevivência (WENDELAAR BONGA, 1997). A anestesia surge como uma alternativa para facilitar a realização de procedimentos rotineiros na aquicultura e minimizar danos causados pelo manejo, atenuando o estresse provocado pela manipulação (WEBER *et al.*, 2009).

Um anestésico deve atender a critérios importantes para a disseminação de seu uso. Fácil utilização, apresentar baixa toxicidade nas concentrações necessárias para anestesia dos peixes e oferecer segurança aos animais e ao manipulador são requisitos essenciais para o uso de anestésico em aquicultura (ROSS e ROSS, 2008). Dentre os anestésicos sintéticos disponíveis, o MS-222 (tricaina metanosulfonato) é o único aprovado pela U.S. Food and Drug Administration (FDA) para anestesia de peixes e demais animais aquáticos ectotérmicos nos Estados Unidos (TRUSHENSKI *et al.*, 2013). A benzocaína (p-aminobenzoato de etila) é uma substância anestésica bastante utilizada no Brasil devido a seu baixo custo e fácil aquisição (GOMES *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Produtos naturais como óleos essenciais e compostos isolados destes mesmos óleos oriundos de plantas também têm demonstrado potencial

para anestesia de peixes (FAÇANHA e GOMES, 2005; GRESSLER *et al.*, 2014). O eugenol (4-Alil-2-metoxifenol), derivado do óleo de cravo, geralmente extraído de árvores do gênero *Eugenia*, é um dos anestésicos de origem natural utilizado no Brasil (ROUBACH *et al.*, 2005; ROTILI *et al.*, 2012). Pesquisas utilizando o eugenol demonstram o efeito deste como anestésico em peixes (HOSEINI *et al.*, 2015; MIRGHAED *et al.*, 2016), e que sua eliminação do organismo ocorre em até 24 horas, característica esta favorável à sua utilização (TRUSHENSKI *et al.*, 2013). O mentol (2-isopropil-5-metil-ciclohexanol), óleo essencial extraído de plantas do gênero *Mentha* (LORENZO *et al.*, 2002), também apresenta efeito anestésico em peixes (SIMÕES e GOMES, 2009; SEPULCRHO *et al.*, 2016), podendo ser facilmente encontrado e por baixo custo (FAÇANHA e GOMES, 2005). Para anestesia, a concentração ideal de cada produto varia de acordo com a espécie de peixe (CHAMBEL *et al.*, 2015), assim como com o método de utilização e as condições de uso (ROSS e ROSS, 2008). Como não existem informações sobre anestesia de juvenis de tainha *Mugil liza*, o presente estudo teve como objetivo determinar as concentrações mais eficientes de MS-222, benzocaína, eugenol e mentol para anestesia desta espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em uso animal da Universidade Federal do Rio Grande - FURG (Nº Pq 034/2016). Previamente à realização do experimento, os peixes (com aproximadamente 1 g cada um) foram aclimatados ao laboratório durante 45 dias em um sistema de recirculação de água, constituído de cinco tanques de 1000 L, até a realização do experimento (densidade 16 g L<sup>-1</sup>). O fotoperíodo artificial foi mantido em 12 h claro - 12 h escuro (período de luz: 7h às 19h).

A alimentação foi fornecida três vezes ao dia até a saciedade aparente, sendo constituída de ração comercial peletizada (38% de proteína bruta e 8% de lipídeos, Guabi, Brasil). Os peixes foram mantidos em jejum por um período de 24 h antes dos procedimentos experimentais. Para a realização dos experimentos foram utilizados dois aquários de vidro retangulares com capacidade de 35 L preenchidos com 25 L de água. Os parâmetros de qualidade da água foram mantidos nas mesmas condições do sistema em que os peixes foram aclimatados, sendo mensurados sempre antes do início dos

procedimentos experimentais: o oxigênio dissolvido permaneceu em  $5,70 \pm 0,30 \text{ mg L}^{-1}$  e a temperatura da água, em  $23,8 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , medidos utilizando oxímetro digital YSI Model 550A (Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, USA); o pH permaneceu em  $7,77 \pm 0,35$ , mensurado por meio de pHmetro digital de bancada (METTLER TOLEDO Five Easy FE20, Suíça); a salinidade foi de  $26 \pm 0,57\%$ , avaliada com refratômetro digital (ATAGO, PAL-06S, Japão); a alcalinidade,  $173,75 \pm 3,39 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ; a amônia total,  $0,16 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$  e o nitrito,  $0,12 \pm 0,06 \text{ mg L}^{-1}$ , mensurados conforme os métodos descritos em BAUMGARTEN *et al.* (2010).

#### Soluções anestésicas

A benzocaína (Henrifarma Produtos Químicos e Farmacêuticos LTDA, Brasil) utilizada foi dissolvida em acetona, de acordo com NEIFFER e STAMPER (2009), na proporção de 1:9. O eugenol (Asfer Indústria Química LTDA, Brasil) foi diluído em álcool etílico 96%, obtendo-se solução na proporção 1:2. O mentol puríssimo cristalizado (Vetec Química Final LTDA, Brasil) foi dissolvido em solução base com 100 mg para cada mL de álcool etílico 96%. A tricaína (MS-222, Western Chemical Inc., EUA) foi dissolvida diretamente na água, sendo também adicionado bicarbonato de sódio na mesma quantidade das concentrações de MS-222 (proporção 1:1), para evitar variação do pH (CARTER *et al.*, 2011).

#### Desenho experimental

Foram utilizados os seguintes anestésicos e concentrações: benzocaína (30, 40, 50 e  $60 \text{ mg L}^{-1}$ ), MS-222 (100, 125, 150 e  $175 \text{ mg L}^{-1}$ ), eugenol (50, 70, 90 e  $110 \text{ mg L}^{-1}$ ) e mentol (175, 200, 225 e  $250 \text{ mg L}^{-1}$ ), e um total de 160 peixes com comprimento total médio  $8,4 \pm 0,7 \text{ cm}$  e peso médio  $6,9 \pm 1,4 \text{ g}$  (10 peixes para cada concentração de cada anestésico).

As soluções empregadas na anestesia e a água para recuperação dos animais foram renovadas a cada cinco procedimentos, para evitar variação das concentrações de anestésico e acúmulo de metabólitos no aquário de recuperação. Os estágios de anestesia e recuperação foram modificados da descrição de BROWN (1985), podendo ser observados na Tabela 1.

Os peixes foram introduzidos individualmente no aquário de anestesia e o tempo de cada estágio foi mensurado com o auxílio de cronômetro digital. Após atingirem o estágio A3 de anestesia, os peixes foram retirados dos aquários, pesados, medidos e introduzidos no aquário de recuperação (sem anestésico), sendo o tempo medido até os peixes atingirem o estágio R3. Todos os peixes de cada tratamento “anestésico e concentração” foram alocados em tanques de 50 L, onde foi observada sua sobrevivência por 24 h. A verificação das melhores concentrações no estudo concentração-resposta foi realizada adotando como critério o tempo ideal de, no máximo, três minutos para indução do peixe à anestesia, e de cinco minutos para recuperação total dos animais (MARKING e MEYER, 1985).

#### Análise estatística

Os dados apresentados no presente estudo estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Os dados de tempo de anestesia e de recuperação foram submetidos aos testes de homocedasticidade de Cochran e normalidade de Shapiro-Wilk e à Análise de Variância (ANOVA) uma-via. Quando encontradas diferenças significativas foi aplicado o teste de Tukey. Os dados que não satisfizeram as premissas da ANOVA foram analisados por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, e as diferenças, verificadas através da comparação múltipla de médias. O nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) foi considerado para todas as análises, de acordo com BHUJEL (2008).

**Tabela 1.** Critérios de anestesia e recuperação utilizando MS-222, benzocaína, eugenol e mentol em juvenis de tainha *Mugil liza*.

ESTÁGIO	CARACTERÍSTICAS	
	ANESTESIA	
Sedação	A1 – Perda do equilíbrio	Natação errática
Narcorese	A2 – Redução dos movimentos natatórios e parada da natação	Permanência no fundo do aquário

continua...

...continuação Tabela 1

<b>Anestesia</b>	<b>A3</b> – Diminuição dos batimentos operculares e ausência de sensação tátil	Redução do batimento opercular e ausência de sensação tátil
<b>RECUPERAÇÃO</b>		
<b>Recuperação inicial</b>	<b>R1</b> – Normalização dos movimentos operculares	Retorno visível da movimentação opercular normal
<b>Recuperação parcial</b>	<b>R2</b> – Retorno da natação	Retorno da locomoção na coluna d'água
<b>Recuperação total</b>	<b>R3</b> - Recuperação total	Retorno do equilíbrio e resposta a estímulos externos

## RESULTADOS

Não foram observadas mortalidades durante os procedimentos de anestesia e 24 h após a manipulação dos peixes. Todos os anestésicos testados apresentaram redução do tempo para a desejada anestesia das tainhas com o aumento da concentração utilizada.

O tempo de recuperação dos peixes foi diretamente proporcional ao aumento da concentração de anestésico testada para a benzocaína, o MS-222 e o mentol. Entretanto, em relação ao eugenol, observou-se que o tempo de recuperação dos peixes anestesiados diminuiu com o aumento da concentração de anestésico (Tabela 2).

As concentrações de 50 e 60 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína foram eficientes para induzir, em juvenis de tainha, anestesia no estágios A3 e recuperação no R3 dentro de três e cinco minutos, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre as concentrações nesses estágios (Tabela 2).

Em relação ao MS-222, não se verificou diferença significativa entre os tempos de anestesia nas concentrações 150 e 175 mg L<sup>-1</sup> (158,7 e 161 s), sendo

estas as únicas concentrações dessa substância que possibilitaram anestesia dos peixes antes de três minutos. Entretanto, o tempo de recuperação dos animais expostos à concentração 175 mg L<sup>-1</sup> (351,4 s) foi superior a cinco minutos (Tabela 2).

Três concentrações de eugenol (70, 90 e 110 mg L<sup>-1</sup>) anestesiaram os juvenis de tainha em tempo inferior a três minutos. O tempo para anestesia com eugenol na concentração 110 mg L<sup>-1</sup> (119,7 s) foi menor que o registrado na concentração 70 mg L<sup>-1</sup> (170,1 s). Contudo, os tempos de recuperação dos peixes em todas as concentrações testadas de eugenol foram superiores a cinco minutos, não apresentando diferenças significativas no estágio R3 (Tabela 2).

O tempo de anestesia da concentração de mentol 250 mg L<sup>-1</sup> (102,3 s) foi menor quando comparado ao da concentração 225 mg L<sup>-1</sup> (153,7 s). Essas duas concentrações foram as únicas de mentol em que a anestesia dos animais ocorreu dentro da faixa ideal de tempo, porém não foram observadas diferenças entre as concentrações no tempo de recuperação R3 dos peixes, sendo que em todas as concentrações de mentol a recuperação total dos peixes foi conseguida em menos de 5 minutos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tempo (segundos; média ± desvio padrão) para anestesia e recuperação de juvenis de tainha *Mugil liza* expostos a diferentes anestésicos.

Anestésico	Concentração (mgL <sup>-1</sup> )	Anestesia (s)			Recuperação (s)		
		A1	A2	A3	R1	R2	R3
Benzocaína	30	145,9±21,3 <sup>a</sup>	354,0±44,0 <sup>a</sup>	477,1±38,8 <sup>a</sup>	9,6±3,4 <sup>b</sup>	37,0±6,1 <sup>b</sup>	119,8±11,6 <sup>b</sup>
	40	70,5±19,3 <sup>a</sup>	184,9±49,5 <sup>ab</sup>	236,5±63,7 <sup>ab</sup>	56,8±49,0 <sup>b</sup>	100,6±54,2 <sup>b</sup>	168,0±69,8 <sup>b</sup>
	50	38,2±5,7 <sup>b</sup>	95,6±41,9 <sup>bc</sup>	173,2±52,7 <sup>bc</sup>	37,0±30,5 <sup>ab</sup>	99,5±24,6 <sup>b</sup>	190,2±34,9 <sup>ab</sup>
	60	38,3±5,0 <sup>b</sup>	61,0±13,2 <sup>c</sup>	104,5±19,1 <sup>c</sup>	84,3±68,0 <sup>a</sup>	142,3±72,1 <sup>a</sup>	202,5±79,3 <sup>a</sup>

continua...

...continuação Tabela 2

<b>MS-222</b>	100	72,3±14,9 <sup>a</sup>	202,2±39,7 <sup>a</sup>	393,2±41,9 <sup>a</sup>	10,2±3,6 <sup>c</sup>	76,6±24,0 <sup>b</sup>	167,9±34,5 <sup>b</sup>
	125	52,8±11,3 <sup>ab</sup>	96,0±36,8 <sup>ab</sup>	210,2±20,1 <sup>a</sup>	21,4±15,4 <sup>bc</sup>	107,5±29,6 <sup>ab</sup>	189,1±25,5 <sup>ab</sup>
	150	41,0±4,4 <sup>bc</sup>	64,7±11,4 <sup>b</sup>	158,7±20,6 <sup>b</sup>	34,3±21,0 <sup>ab</sup>	123,3±68,5 <sup>ab</sup>	215,1±75,3 <sup>a</sup>
	175	33,4±4,7 <sup>c</sup>	70,5±15,1 <sup>b</sup>	161,0±14,6 <sup>b</sup>	144,8±84,5 <sup>a</sup>	198,2±84,6 <sup>a</sup>	351,4±112,2 <sup>a</sup>
<b>Eugenol</b>	50	33,6±2,7 <sup>a</sup>	64,0±4,6 <sup>a</sup>	204,0±20,4 <sup>a</sup>	108,4±28,6	201,6±36,3 <sup>b</sup>	389,9±44,4
	70	32,1±2,7 <sup>ab</sup>	57,1±12,1 <sup>ab</sup>	170,1±16,4 <sup>ab</sup>	74,9±36,7	265,85±54,2 <sup>a</sup>	407,7±73,6
	90	26,4±2,8 <sup>bc</sup>	48,8±6,1 <sup>bc</sup>	159,9±9,9 <sup>bc</sup>	67,6±32,5	265,6±71,0 <sup>a</sup>	360,1±59,9
	110	21,1±1,8 <sup>c</sup>	33,9±3,5 <sup>c</sup>	119,7±15,2 <sup>c</sup>	66,9±31,2	247,2±34,1 <sup>ab</sup>	353,2±51,8
<b>Mentol</b>	175	33,4±3,7 <sup>a</sup>	90,3±6,8 <sup>a</sup>	263,0±65,7 <sup>a</sup>	13,7±5,2	107,6±30,1 <sup>b</sup>	218,4±36,0
	200	31,0±3,8 <sup>a</sup>	71,6±16,3 <sup>b</sup>	199±48,2 <sup>b</sup>	10,6±2,2	100,9±24,5 <sup>b</sup>	206,8±36,8
	225	24,8±3,0 <sup>b</sup>	64,4±8,0 <sup>b</sup>	153,7±30,7 <sup>c</sup>	14,8±7,6	120,0±16,1 <sup>ab</sup>	226,5±53,4
	250	17,1±3,6 <sup>c</sup>	34,9±12,2 <sup>c</sup>	102,5±10,9 <sup>d</sup>	12,0±4,5	153,6±46,8 <sup>a</sup>	224,5±51,6

Diferentes letras na mesma coluna representam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as concentrações de cada anestésico.

## DISCUSSÃO

O aumento das concentrações dos anestésicos reduziu o tempo necessário para anestésiar os peixes quando expostos a benzocaína e MS-222. Segundo BOWKER *et al.* (2015), a concentração está entre os principais fatores que influenciam o tempo de anestesia e recuperação dos animais. A maior disponibilidade das substâncias no meio provoca uma rápida assimilação pelos peixes. Essa redução do tempo de anestesia com o aumento da concentração de anestésico também foi verificada em outras espécies de peixes submetidas às mesmas substâncias empregadas no presente estudo (GOMES *et al.*, 2001; BERLINSKY *et al.*, 2016; PEREIRA-DA-SILVA *et al.*, 2016). Entretanto, é possível que os resultados do tempo de recuperação dos peixes anestesiados com mentol e eugenol estejam relacionados às características farmacocinéticas dos anestésicos e à metabolização destes pelos peixes (Z AHL *et al.*, 2009). A recuperação lenta dos juvenis de *Mugil liza* anestesiados com eugenol pode estar relacionada às características físicas do anestésico. Por ser um óleo, pode aderir à superfície branquial, dificultando as trocas gasosas realizadas por este órgão e, assim, retardando a recuperação dos animais (SLADKY *et al.*, 2001). Contudo, a influência das substâncias anestésicas na recuperação dos peixes pode variar de acordo com a espécie (PEREIRA-DA-SILVA *et al.*, 2016). CHAMBEL *et al.* (2015) avaliaram o efeito

anestésico de MS-222 em quatro diferentes espécies de peixe, constatando que o aumento da concentração do anestésico ampliou o tempo de recuperação do "zebra fish" (*Danio rerio*), "guppy" (*Poecilia reticulata*) e acará-disco (*Symphysodon discus*), porém o mesmo não foi observado para o peixe-espada *Xiphophorus helleri*, pois o aumento da concentração reduziu o tempo de recuperação dos peixes, sendo esses resultados atribuídos à característica molecular do anestésico e a diferenças metabólicas e fisiológicas existentes entre as espécies de peixe.

Apenas uma concentração de MS-222 (150 mg L<sup>-1</sup>) foi eficiente na indução dos juvenis de *Mugil liza* à anestesia dentro da faixa de tempo utilizada como critério no presente estudo. Para a anestesia do linguado *Solea senegalensis* é recomendada a concentração de 75 mg L<sup>-1</sup> de MS-222 (WEBER *et al.*, 2009), enquanto que a faixa de 75 a 100 mg L<sup>-1</sup> de MS-222 é indicada para anestesia da savelha do mediterrâneo *Alosa pseudoharengus* (BERLINSKY *et al.*, 2016).

Com base no critério de tempo de MARKING e MEYER (1985), adotado neste estudo, duas concentrações (50 e 60 mg L<sup>-1</sup>) de benzocaína foram eficientes para anestésiar juvenis de tainha. Nesse caso, indica-se a menor concentração (50 mg L<sup>-1</sup>), pois resultará na redução da quantidade de anestésico necessário para efetuar a anestesia dos peixes. A concentração de benzocaína identificada no presente estudo para a tainha é menor que a de 100 mg L<sup>-1</sup>,

indicada para anestesia da piraputanga *Brycon hilarii* (FABIANI *et al.*, 2013), e igual à recomendada para a carpa *Ctenopharyngodon idella* (SHAKERI *et al.*, 2016) e para o pampo *Trachinotus marginatus* (OKAMOTO *et al.*, 2009).

Três concentrações de eugenol (70, 90 e 110 mg L<sup>-1</sup>) foram eficientes para anestésiar os juvenis de Mugil liza em menos de três minutos. No entanto, em todas as concentrações utilizadas no presente estudo, o tempo para recuperação total (R3) dos animais foi superior a cinco minutos. Estes resultados são semelhantes aos verificados no trabalho de OKAMOTO *et al.* (2009), em que nenhuma das concentrações de eugenol utilizadas (entre 25 e 75 mg L<sup>-1</sup>) para anestesia de juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* permitiu a recuperação dos peixes em um tempo de até cinco minutos.

Contudo, no presente estudo, os tempos de recuperação quando utilizado o eugenol permaneceram entre seis e sete minutos, abaixo de 10 minutos, considerado período crítico para recuperação total dos peixes (MARKING e MEYER, 1985). Para juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, a concentração de 37,5 mg L<sup>-1</sup> de eugenol foi eficiente para a anestesia (SOUZA *et al.*, 2012), enquanto a de 50 mg L<sup>-1</sup> é eficiente para anestesia de juvenis de pampo *Trachinotus marginatus* (OKAMOTO *et al.*, 2009) e do ariacó *Lutjanus synagris* (SOUZA *et al.*, 2015).

Duas concentrações de mentol foram eficientes (225 e 250 mg L<sup>-1</sup>) na anestesia dos juvenis de *Mugil liza*. Essas concentrações são superiores às de 100, 75 e 50 mg L<sup>-1</sup>, as quais são eficientes para anestesia de tambaqui *Colossoma macropomum* (FAÇANHA e GOMES, 2005), robalo-peva, *Centropomus parallelus* (SOUZA *et al.*, 2012), e lambari *Astyanax paranae* (PEREIRA-DA-SILVA *et al.*, 2016), respectivamente.

Segundo CHAMBEL *et al.* (2015), a variação das concentrações eficientes de um determinado anestésico para anestesia de peixes ocorre de forma espécie-específica. Além disso, diversos fatores bióticos (peso, tamanho, composição corporal) e abióticos (concentração e temperatura) também podem influenciar o tempo de anestesia e de recuperação dos peixes (AYDIN *et al.*, 2015; BOWKER *et al.*, 2015). Portanto, a ação desses fatores pode ser a explicação para a variação das eficiências de um mesmo anestésico para diferentes espécies de peixes, dessa forma, reforçando a importância da determinação das concentrações ideais a serem

utilizadas para indução de anestesia em cada espécie.

## CONCLUSÃO

As concentrações de 50 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína, 150 mg L<sup>-1</sup> de MS-222, 70 mg L<sup>-1</sup> de eugenol e 225 mg L<sup>-1</sup> de mentol são eficientes para anestesia de juvenis de tainha *Mugil liza*.

## REFERÊNCIAS

- AYDIN, I.; AKBULUT, B.; KÜÇÜK, E.; KUMLU, M. 2015 Effects of temperature, fish size and dosage of clove oil on anaesthesia in turbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(4): 899-904.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; WALLNER-KERSANACH, M.; NIENCHESKI, L.F.H. 2010 *Manual de Análises em Oceanografia Química*. 2. ed. Rio Grande: FURG. 132p.
- BERLINSKY, D.L.; WATSON, M.T; DIMAGGIO, M.A; BRETON, T.S. 2016 The use of tricaine methanesulfonate, clove oil, metomidate, and 2-phenoxyethanol for anesthesia induction in alewives. *North American Journal of Aquaculture*, 78(1): 84-91.
- BHUJEL, R.C. 2008 *Statistics for aquaculture*. Wiley-Blackwell, Estados Unidos. 222p.
- BOWKER, J.D.; TRUSHENSKI, J.T.; GLOVER, D.C.; CARTY, D.G. 2015 Sedative options for fish research: a brief review with new data on sedation of warm-, cool-, and coldwater fishes and recommendations for the drug approval process. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25(1): 147-163.
- BROWN, L.A. 1985 Anesthesia and restraint. In: STOKOPF, M. *Manual for the aquatic workshop*. American Association for Laboratory Animal Science. National Capital Area Branch, Washington, DC. p. 79-86.
- CARTER, K.M.; WOODLEY, C.M.; BROWN, R.S. 2011 A review of tricaine methanesulfonate for anesthesia of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(1): 51-59.

- CARVALHO, C.V.A.; BIANCHINI, A.; TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. 2010 The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet *Mugil platanus* (Gunther). *Aquaculture Research*, 41(4): 511-518.
- CHAMBEL, J.R.; PINHO, R.; SOUSA, R.; FERREIRA, T.; BAPTISTA, T.; SEVERIANO, V.; MENDES, S.; PEDROSA, R. 2015 The efficacy of MS-222 as anaesthetic agent in four freshwater aquarium fish species. *Aquaculture Research*, 46(7): 1582-1589.
- COSTA, L.C.; XAVIER, J.A.A.; NEVES, L.F.M.; AZAMBUJA, A.M.V.; WASIELESKY JR, W.; FIGUEIREDO, M.R.C. 2013 Polyculture of *Litopenaeus vannamei* shrimp and *Mugil platanus* mullet in earthen ponds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(9): 605-611.
- FABIANI, B.M.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; DIEMER, O.; BITTENCOURT, F.; NEU, D.H. 2013 Benzocaine and eugenol as anesthetics for *Brycon hilarii*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35(2): 113-117.
- FAÇANHA, M.F.; GOMES, L.C. 2005 Efficacy of menthol as an anesthetic for tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). *Acta Amazonica*, 35(1): 71-75.
- GODINHO, H.M.; KAVAMOTO, E.T.; ANDRADE-TALMELLI, E.F.; SERRALHEIRO, P.C.S.; PAIVA, P.; FERRAZ, E.M. 1993 Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* Günther, 1880 in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 20(1): 59-66.
- GOMES, L.C.; CHIPARRI-GOMES, R.A.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. 2001 Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(4): 426-431.
- GRESSLER L.T.; RIFFEL, A.P.K.; PARODI, T.V.; SACCO, E.M.H.; KOAKOSKI, G.; COSTA, S.T.; PAVANATO, M.A.; HEINZMANN, B.M.; CARON, B.; SCHMIDT, D.; LLESUY, S.F.; BARCELLOS, L.J.G.; BALDISSEROTTO, B. 2014 Silver catfish *Rhamdia quelen* immersion anaesthesia with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britton or tricaine methanesulfonate: effect on stress response and antioxidant status. *Aquaculture Research*, 45(6): 1061-1072.
- HOSEINI, S.M.; RAJABIESTERABADI, H.; TARKHANI, R. 2015 Anaesthetic efficacy of eugenol on iridescent shark, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) in different size classes. *Aquaculture Research*, 46(2): 405-412.
- LISBOA, V.; BACARCAROLLI, I.F.; SAMPAIO, L.A.; BIANCHINI, A. 2015 Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 447-452.
- LORENZO, D.; PAZ, D.; DELLACASSA, E.; DAVIES, P.; VILA, R.; CANIGUERAL, S. 2002 Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(4): 519-524.
- MARKING, L.L.; MEYER, F. P. 1985 Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, 10(6): 2-5.
- MENEZES, M.A. 1983 Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(1): 1-12.
- MIRGHAED, A.T.; GHELICHPOUR, M.; HOSEINI, S.M. 2016 Myrcene and linalool as new anesthetic and sedative agents in common carp, *Cyprinus carpio* - Comparison with eugenol. *Aquaculture*, 464: 165-170.
- NEIFFER, D.L.; STAMPER, M.A. 2009 Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: Considerations, methods, and types of drugs. *ILAR Journal*, 50(4): 343-360.
- OKAMOTO, M.H.; TESSER, M.B.; LOUZADA, L.R.; SANTOS, R.A.; SAMPAIO, L.A. 2009 Benzocaine and eugenol as anaesthetics for pompano juvenile *Trachinotus marginatus*. *Ciência Rural*, 39(3): 866-870.
- OKAMOTO, M.H.; SAMPAIO, L.A.; MAÇADA, A.P. 2006 Effect of temperature on growth and survival of juvenile mullet *Mugil platanus* Günther, 1880.

- Atlântica*, 28(1): 61-66.
- OLIVEIRA, J.R.; CARMO, J.L.; OLIVEIRA, K.K.C.; SOARES, M.C.F. 2009 Sodium chloride, benzocaine and clove oil in tilapia transport water. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(7): 1163-1169.
- PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; OLIVEIRA, R.H.F.; DEL NERO, B. 2016 Menthol as anaesthetic for lambari *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski 2000): attenuation of stress responses. *Aquaculture Research*, 47(5): 1413-1420.
- POERSCH, L.H.; SANTOS, M.H.S.; MIRANDA-FILHO, K.; WASIELESKY JR, K. 2007 Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(2): 247-252.
- ROSS, L.G.; ROSS, B. 2008 *Anesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. 3<sup>a</sup> ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 222p.
- ROTILI, D.A.; DEVENS, M.A.; DIEMER, O.; LORENZ, E.K.; LAZZARI, R.; BOSCOLO, W.R. 2012 Uso de eugenol como anestésico em pacu. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3): 288-294.
- ROUBACH, R.; GOMES, L.C.; FONSECA, F.A.L.; VAL, A.L. 2005 Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui *Collossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 36(11): 1056- 1061.
- SAMPAIO, L.A.; WASIELESKY, W.; MIRANDA-FILHO, K.C. 2002 Effects of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68(5): 668-674.
- SEPULCHRO, L.C.O.R.; CARVALHO, M.A.G.; GOMES, L.C. 2016 Salinity does not alter the effectiveness of menthol as an anesthetic and sedative during the handling and transport of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus*). *Brazilian Journal of Biology*, 76(3): 757-763.
- SHAKERI, M.; SADEGHPOUR, A.; KHARA, H. 2016 Anesthetic effect of xylazine and benzocaine on hematological parameters and stress indicators of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844). *Comparative Clinical Pathology*, 25(2): 357-362.
- SICCHA-RAMIREZ, R.; MENEZES, N.A.; NIRCHIO, M.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. 2014 Molecular identification of mullet species of the Atlantic South Caribbean and South America and the phylogeographic analysis of *Mugil liza*. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 22(1): 86-96.
- SILVA, E.M.; SAMPAIO, L.A.; MARTINS, G.B.; ROMANO, L.A.; TESSER, M.B. 2013 Growth performance and feeding costs of juvenile mullet subjected to feed restriction. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 906-912.
- SIMÕES, L.N.; GOMES, L.C. 2009 Menthol efficiency as anesthetic for juveniles Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science*, 61(3): 613-620.
- SLADKY, K.K.; SWANSON, C.R.; STOSKOPF, M.K.; LOOMIS, M.R.; LEWBART, G.A. 2001 Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachipomus*). *American Journal of Veterinary Research*, 62(3): 337-342.
- SOUZA, R.A.R.; CARVALHO, C.V.A.; NUNES, F.F.; SCOPEL, B.R.; GUARIZI, J.D.; TSUZUKI, M.Y. 2012 Comparative effect of benzocaine, menthol and eugenol as anesthetics for juvenile fat snook. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(3): 247-255.
- SOUZA, R.L.M.; VETTORAZZI, M.B.; KOBAYASHI, R.K.; NETO, M.A.F. 2015 Eugenol as an anaesthetic in the management of farmed lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758). *Revista Ciência Agronômica*, 46(3): 532-538.
- TRUSHENSKI, J.T.; BOWKER, J.D.; COOKE, S.J.; ERDAHL, D.; BELL, T.; MACMILLAN, J.R.; YANONG, R.P.; HILL, J.E.; FABRIZIO, M.C.; GARVEY, J.E.; SHARON, S. 2013 Issues regarding the use of sedatives in fisheries and the need for immediate-release options. *Transactions of the American Fisheries Society*, 142(1): 156-170.
- WEBER, R.A.; PELETEIRO, J.B.; GARCIA-MARTIN, L.O.; ALDEGUNDE, M. 2009. The efficacy of

2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858). *Aquaculture*, 288(1-2): 147-150.

WENDELAAR BONGA, S.E. 1997 The stress response in fish. *Physiological Reviews Published*, 77(3): 591-625

ZAHL, I.H.; KIESSLING, A.; SAMUELSEN, O.B.; HANSEN, M.K. 2009 Anaesthesia of Atlantic cod (*Gadus morhua*): effect of preanaesthetic sedation, and importance of body weight, temperature and stress. *Aquaculture*, 295(1-2): 52-59.

ZAMORA-SILLERO, J.; RAMOS, L.R.V.; ROMANO, L.A.; MONSERRAT, J.M.; TESSER, M.B. 2013 Effect of dietary dextrin levels on the growth performance, blood chemistry, body composition, hepatic triglycerides and glycogen of lebranche mullet juveniles (*Mugil liza* Valenciennes, 1836, Mugilidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 29(6): 1342-1347.