

## EFEITO COMPARATIVO DA BENZOCAÍNA, MENTOL E EUGENOL COMO ANESTÉSICOS PARA JUVENIS DE ROBALO PEVA

Roberto Almeida Rêgo de SOUZA <sup>1</sup>; Cristina Vaz Avelar de CARVALHO <sup>2</sup>; Fabrício Flores NUNES <sup>3</sup>; Bruno Ricardo SCOPEL <sup>3</sup>; Juliano Delfim GUARIZI <sup>1,3</sup>; Mônica Yumi TSUZUKI <sup>1</sup>

### RESUMO

Foram avaliadas diferentes concentrações de benzocaína, eugenol e mentol na indução anestésica em juvenis do robalo peva (*Centropomus parallelus*), a fim de determinar o produto mais adequado em termos de tempo de indução e recuperação e o mínimo ótimo de cada anestésico. Foram testadas as concentrações de 50, 75, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína, 25, 37,5, 50 e 62,5 mg L<sup>-1</sup> de eugenol e 50, 100, 150 e 200 mg L<sup>-1</sup> de mentol a 21 °C. Durante o procedimento de anestesia, quatro estágios, da redução dos movimentos operculares até a perda total de reação ao estímulo, foram monitorados. Enquanto anestesiados, os peixes foram submetidos ao processo de biometria e, em seguida, foram colocados em um aquário com água limpa, sem anestésico, para observação do tempo de recuperação. As concentrações de 75, 37,5 e 150 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína, eugenol e mentol, respectivamente, foram consideradas ótimas. Por apresentar diversas qualidades como anestésico e poder ser utilizado com eficiência (tempo de anestesia em aproximadamente três minutos e recuperação em menos de cinco minutos) em baixas concentrações, o eugenol apresentou a melhor relação custo benefício para a anestesia de juvenis de robalo peva.

**Palavras chave:** Anestesia; manejo; peixe marinho; *Centropomus parallelus*

## COMPARATIVE EFFECT OF BENZOCAINE, MENTHOL AND EUGENOL AS ANESTHETICS FOR JUVENILE FAT SNOOK

### ABSTRACT

The present study evaluated different concentrations of benzocaine, eugenol and menthol for induction of anesthesia in juveniles fat snook (*Centropomus parallelus*), aiming to determine the most suitable product in terms of induction and recovery time, and the minimum optimal anesthetic dose for each anesthetic. Concentrations of 50, 75, 100 and 150 mg L<sup>-1</sup> of benzocaine; 25, 37.5, 62.5 and 50 mg L<sup>-1</sup> of eugenol and 50, 100, 150 and 200 mg L<sup>-1</sup> of menthol were tested at 21°C. During the procedure of anesthesia, four stages, from reduction of opercular movements to total loss of reaction to stimulus were monitored. While anesthetized, fish were subjected to biometric procedure and then were placed in an aquarium anesthetic free, to observe the recovery time. Concentrations of 75, 37.5 and 150 mg L<sup>-1</sup> of benzocaine, eugenol and menthol, respectively, were considered optimal. By presenting several qualities as an anesthetic and also because it can be used efficiently (time to anesthesia in approximately three minutes and recovery in less than five minutes) at low concentrations, eugenol is the most recommended for anesthesia of juvenile fat snook.

**Key words:** Anesthesia; management; marine fish; *Centropomus parallelus*

---

**Artigo Científico:** Recebido em 23/02/2012 - Aprovado em 11/09/2012

<sup>1</sup> Laboratório de Piscicultura Marinha II, Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. CP: 476 - CEP: 88.040-970 - Florianópolis - SC - Brasil. e-mails: almeidarsouza@gmail.com; mtsuzuki@cca.ufsc.br (Autor correspondente)

<sup>2</sup> Laboratório de Piscicultura Marinha I, Universidade Federal de Santa Catarina. e-mail: cvacarvalho@gmail.com

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Aquicultura - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina

\* Aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (Protocolo PP00750 - CEUA/PRPE)

## INTRODUÇÃO

Diversas práticas realizadas na piscicultura frequentemente expõem os peixes a uma variedade de fatores estressantes, que têm o potencial de afetar seu desempenho zootécnico (sobrevivência, crescimento e reprodução) (BARTON, 1997). Sendo assim, durante práticas como transporte, biometria, marcação, análise patológica e extrusão de gametas, é importante anestésiar os peixes, a fim de facilitar o manejo, reduzir o estresse e evitar possíveis danos físicos aos animais (ROSS e ROSS, 1999; MARŠIĆ-LUCIĆ *et al.*, 2005), como perda de escamas e lesões, podendo resultar na entrada de patógenos.

A escolha de um anestésico para peixes geralmente está relacionada com a sua eficácia na indução e na recuperação dos animais, sua disponibilidade no mercado, segurança durante o uso e seus possíveis efeitos colaterais aos peixes, seres humanos e ao meio ambiente (MARKING e MEYER, 1985). Além disso, deve-se ponderar a viabilidade econômica e considerações legais quanto ao uso destes produtos (IWAMA e ACKERMAN, 1994), embora, no Brasil, ainda não exista legislação específica para o uso de anestésicos para a piscicultura (ROUBACH e GOMES, 2001). Segundo SYLVESTER (1975), um anestésico deve apresentar ação rápida sobre o sistema nervoso, sem complicações posteriores para o peixe, como letargia ou redução na ingestão de alimentos. Deve-se considerar que o tempo de indução à anestesia pode ser influenciado pela concentração do anestésico (maiores concentrações resultam em menor tempo de indução) (PARK *et al.*, 2008), pela temperatura da água, (há redução no tempo de indução com a elevação da temperatura) (WALSH e PEASE, 2002) e pelo tamanho do peixe, (quanto maior o animal, são necessárias concentrações mais elevadas de anestésico para induzir os indivíduos) (WOODY *et al.*, 2002).

Diversos produtos químicos são utilizados como anestésicos para peixes, sendo os mais comuns a tricaina metanosulfato (MS-222), a quinaldina (2-4 metilquinolina) e o 2-fenoxietanol (MGBENKA e EJIOFOR, 1998; ROSS e ROSS, 1999; HOVDA e LINLEY, 2000). No Brasil, a benzocaína (ethyl-p-aminobenzoato) é o anestésico mais utilizado (GOMES *et al.*, 2001).

Além de ter baixo custo e boa margem de segurança para os peixes (GILDERHUS e MARKING, 1987; GILDERHUS, 1989), esse anestésico atende a maioria dos critérios estabelecidos por ROSS e ROSS (1999), como eficácia e tempos de indução e recuperação apropriados para os peixes. Os produtos químicos são usados extensamente, mas podem causar danos até irreversíveis aos peixes, como perda de muco, irritação da brânquia e lesões na córnea (INOUE *et al.*, 2003).

O uso de produtos naturais, como óleos essenciais derivados de plantas, tem se mostrado uma alternativa viável para anestesia de peixes (FAÇANHA e GOMES, 2005; CUNHA, 2007). Os principais anestésicos naturais utilizados no Brasil são o eugenol, ou óleo de cravo, extraído das folhas e dos brotos de árvores do gênero *Eugenia*, e o mentol, extraído de plantas do gênero *Mentha* (SIMÕES e GOMES, 2009). Estes produtos são facilmente encontrados no mercado nacional e apresentam baixo custo (FAÇANHA e GOMES, 2005; ROUBACH *et al.*, 2005).

O óleo de cravo tem como substância ativa o eugenol, conhecido depressor do sistema nervoso central em peixes (ANDERSON *et al.*, 1997), sendo considerado seguro para o meio ambiente e para o manipulador (IVERSEN *et al.*, 2003). Além disso, apresenta vasto uso na odontologia, características antissépticas e eliminação relativamente rápida do organismo, o que estimula ainda mais sua utilização em peixes (WOODY *et al.*, 2002).

O mentol é extraído de óleos essenciais da planta *Mentha* (*Mentha arvensis* L.) (MATOS, 2000). Conhecida também como hortelã, esta planta é medicinal e aromática, tem várias aplicações industriais, como aromatizante em balas e chicletes, e farmacêuticas, com propriedade anti-inflamatória em medicamentos (LORENZO *et al.*, 2002).

O robalo peva (*Centropomus parallelus*) é um peixe de grande importância comercial no Brasil, naturalmente encontrado ao longo da costa Oeste do oceano Atlântico, da Florida, nos Estados Unidos, até o estado de Santa Catarina, no Brasil (RIVAS, 1986). Esta espécie apresenta potencial para a piscicultura marinha, principalmente pela boa qualidade de sua carne (FERRAZ *et al.*, 2002), fácil adaptação a diversos ambientes salinos

(TSUZUKI *et al.*, 2007) e ao cativeiro, aceitando altas densidades de estocagem e rações inertes e, apresentando pacote tecnológico desenvolvido para a produção de alevinos (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009).

Dentre os anestésicos mais utilizados no Brasil atualmente, a benzocaína é o produto mais comum no manejo (anestesia e sedação) do robalo peva (FERRAZ *et al.*, 2004; TSUZUKI *et al.*, 2007; TSUZUKI e BERESTINAS, 2008), porém, pesquisas que verifiquem a eficácia de diferentes anestésicos naturais para esta espécie são escassas. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito e a eficácia de diferentes concentrações de benzocaína, eugenol e mentol sobre juvenis de robalo peva, a fim de determinar o produto mais adequado e a concentração ideal de cada anestésico para uma eficiente manipulação em procedimentos de rotina da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura Marinha II (LAPMAR II), Universidade Federal de Santa Catarina, em dezembro de 2008. Foram utilizados 120 juvenis de robalo peva (*C. parallelus*), produzidos em laboratório segundo metodologia descrita por ALVAREZ-LAJONCHÈRE *et al.* (2002), com comprimento total e peso médio de  $15,05 \pm 0,7$  cm (média  $\pm$  DP) e  $28,5 \pm 1,2$  g, respectivamente.

Para avaliação do efeito destes produtos na indução à anestesia, foram testados três anestésicos, com diferentes concentrações, determinadas com base na literatura e em estudos preliminares: 1) benzocaína (marca Farmanilquima) nas concentrações de 50, 75, 100, 150 mg L<sup>-1</sup>; 2) mentol (Vetec Química Fina Ltda) nas concentrações de 50, 100, 150, 200 mg L<sup>-1</sup> e 3) eugenol (Vetec Química Fina Ltda) em 25, 37,5, 50, 62,5 mg L<sup>-1</sup>.

Foram utilizados dois aquários de vidro contendo 20 L de água com salinidade de 35 e temperatura de 21 °C. Um aquário foi utilizado para a indução à anestesia e o outro para a observação da recuperação. Os testes foram realizados sempre da menor para a maior concentração, sendo que os aquários foram lavados com água do mar antes de se avaliar uma nova concentração.

Os peixes utilizados neste experimento foram retirados de um tanque de 1.000 L e transferidos individualmente para o aquário, onde foram expostos às diferentes concentrações de cada anestésico, sendo testada uma concentração de cada vez. Para cada concentração foram utilizados 10 diferentes peixes coletados aleatoriamente.

Para obtenção das respectivas concentrações de cada anestésico, foram preparadas soluções estoques a partir da diluição de 1:10 do químico em etanol (100 g L<sup>-1</sup> de etanol 92,8%). Logo após a adição e homogeneização do anestésico na água, os peixes foram expostos às diferentes concentrações de cada anestésico, sendo visualmente monitorado e computado o tempo para se atingir cada um dos quatro estágios de anestesia: Estágio 1 - diminuição do movimento opercular; Estágio 2 - início de perda de equilíbrio, caracterizado pelo movimento natatório na posição normal intercalado por movimentos de lado; Estágio 3 - perda total de equilíbrio, correspondendo ao movimento natatório de lado, sem coordenação; Estágio 4 - perda total de reação ao estímulo (WOODY *et al.*, 2002).

Ao atingirem o Estágio 4, os peixes foram submetidos à biometria. Na sequência, foram acondicionados individualmente em aquários com água limpa, sem anestésico e com aeração constante, onde foi monitorado o tempo de recuperação, considerado como o período necessário para que os peixes recuperassem a capacidade de manter a posição normal de nado. Os tempos de anestesia e de recuperação foram obtidos por meio de um cronômetro digital. Complementarmente, os peixes foram monitorados por 24 h após a anestesia quanto a possíveis mortalidades.

Os resultados médios foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA One-Way) e, quando encontradas diferenças significativas, foi aplicado o Teste de Tukey. Para todas as análises utilizou-se nível de significância de 95%.

A fim de verificar o valor econômico de cada processo anestésico, foi realizada uma cotação para os três produtos utilizados (valor de setembro 2011, RJ), da qual se verificaram os valores de R\$ 161,50, R\$ 196,45 e R\$ 44,50 para

100 g de benzocaína, 100 mL de eugenol e 100 g de mentol, respectivamente. Para a formulação das diluições utilizadas no experimento, foi utilizado álcool etílico 92,8%, com valor estimado em R\$ 5,00 o litro.

## RESULTADOS

Os resultados sobre o tempo de anestesia e recuperação dos juvenis de robalo peva expostos às diferentes concentrações de benzocaína, eugenol e mentol, podem ser observados nas Tabelas 1, 2 e 3. Todos os peixes utilizados no experimento atingiram o Estágio 4 de anestesia para todas as concentrações utilizadas dos três anestésicos. Não houve mortalidade durante e após os testes.

Com o uso da benzocaína, os peixes atingiram o Estágio 4 (estágio final de anestesia), em três faixas de tempo distintas, sendo que a concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> resultou em maior tempo (5,4 min) para atingir este estágio e a concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> foi significativamente a mais rápida (1,12 min) (Tabela 1). No período de recuperação, pôde-se observar que a concentração utilizada foi diretamente proporcional ao tempo, onde o tratamento com a concentração mais baixa apresentou a recuperação mais rápida, porém este não diferiu significativamente dos tratamentos que utilizaram as concentrações de 75 e 100 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1). Somente diferiram em tempo de recuperação, a maior (2,79 min) e a menor concentração (1,92 min) ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Tempo de indução (em minutos) aos estágios de anestesia e recuperação de juvenis de robalo peva, expostos às diferentes concentrações de benzocaína (mg L<sup>-1</sup>).

Concentrações	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Recuperação
50	1,09 ± 0,12 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,10 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,17 <sup>a</sup>	5,40 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,92 ± 0,15 <sup>a</sup>
75	0,63 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,94 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,24 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,01 ± 0,17 <sup>b</sup>	2,21 ± 0,17 <sup>ab</sup>
100	0,61 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,11 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,62 ± 0,12 <sup>b</sup>	2,46 ± 0,24 <sup>ab</sup>
150	0,77 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,09 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,12 ± 0,05 <sup>c</sup>	2,79 ± 0,23 <sup>b</sup>

\* Valores médios ± desvio padrão. Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Utilizando-se o eugenol como anestésico, pôde-se observar que os peixes atingiram o Estágio 1 de anestesia significativamente mais rápido quando foram expostos à concentração de 37,5 mg L<sup>-1</sup>. Já a indução ao Estágio 4 foi mais rápida nos peixes expostos à concentração de 62,5 mg L<sup>-1</sup>, apresentando diferença significativa com relação às outras concentrações (Tabela 2).

Durante a recuperação, o padrão evidenciado para a benzocaína não se repetiu para os peixes anestesiados com eugenol, sendo alcançada mais rapidamente pelos peixes expostos às concentrações mais baixa e mais alta. Em nenhuma das concentrações de eugenol testadas os peixes ultrapassaram quatro minutos para a recuperação.

**Tabela 2.** Tempo de indução (em minutos) aos estágios de anestesia e recuperação de juvenis de robalo peva, expostos às diferentes concentrações de eugenol (mg L<sup>-1</sup>).

Concentrações	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Recuperação
25	0,35 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,52 ± 0,17 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,35 <sup>a</sup>	2,54 ± 0,13 <sup>a</sup>
37,5	0,27 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,70 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,02 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,74 ± 0,10 <sup>b</sup>	3,90 ± 0,20 <sup>b</sup>
50	0,44 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,79 ± 0,06 <sup>ab</sup>	0,98 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,58 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,46 ± 0,18 <sup>bc</sup>
62,5	0,37 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,76 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,97 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,28 ± 0,04 <sup>c</sup>	3,03 ± 0,16 <sup>ac</sup>

\* Valores médios ± desvio padrão. Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os peixes anestesiados com mentol atingiram o Estágio 1 significativamente mais rápido quando expostos à concentração de 150 mg L<sup>-1</sup>, se comparado às menores concentrações deste anestésico (50 e 100 mg L<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Esta mesma concentração, juntamente com 200 mg L<sup>-1</sup>, possibilitou aos peixes atingirem o Estágio 4

mais rapidamente. Já o tempo para atingir o mesmo estágio obtido pelos peixes expostos à concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> foi três vezes maior. Durante a fase de recuperação, não houve diferença significativa em tempo para as diferentes concentrações deste anestésico (Tabela 3).

**Tabela 3.** Tempo de indução (em minutos) aos estágios de anestesia e recuperação de juvenis de robalo peva, expostos às diferentes concentrações de mentol (mg L<sup>-1</sup>).

Concentrações	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Recuperação
50	1,06 ± 0,19 <sup>a</sup>	1,73 ± 0,20 <sup>a</sup>	2,77 ± 0,36 <sup>a</sup>	5,05 ± 0,46 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,30
100	0,81 ± 0,06 <sup>ab</sup>	1,34 ± 0,11 <sup>a</sup>	2,49 ± 0,24 <sup>a</sup>	3,37 ± 0,19 <sup>b</sup>	3,31 ± 0,32
150	0,44 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,82 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,16 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,07 <sup>c</sup>	3,01 ± 0,26
200	0,58 ± 0,06 <sup>bc</sup>	0,95 ± 0,07 <sup>b</sup>	1,28 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,71 ± 0,08 <sup>c</sup>	3,82 ± 0,38

\* Valores médios ± desvio padrão. Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A partir das concentrações mais eficazes em relação ao tempo de indução e recuperação e dos valores de mercado observados para cada anestésico, pôde-se calcular o valor econômico de cada processo anestésico em tanques de 20 L. Assim, a concentração de 75 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína custou R\$ 2,50; a concentração de 37,5 mg L<sup>-1</sup> de eugenol, R\$ 1,51, e a concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> de mentol custou R\$ 1,49.

## DISCUSSÃO

O anestésico mais utilizado no Brasil é a benzocaína (GOMES *et al.*, 2001). Na concentração indicada no presente trabalho (75 mg L<sup>-1</sup> - tempo intermediário para atingir Estágio 4 e menor tempo de recuperação com relação à dose mais baixa), este produto proporcionou a anestesia dos peixes em aproximadamente dois minutos, tempo relativamente inferior ao encontrado por OKAMOTO *et al.* (2009) para indução ao estágio de latência de juvenis de pampo (*Trachinotus marginatus*), utilizando esta mesma concentração. Estes mesmos autores observaram tempo de recuperação elevado para esta concentração (aproximadamente 6,67 min), fato não observado no presente trabalho, que evidenciou uma recuperação relativamente rápida pelo robalo (cerca de 2,22 min).

O eugenol pode ser considerado uma alternativa eficiente para anestesia em peixes. Segundo INOUE *et al.* (2011), este produto tem sido recomendado para peixes por ser natural e aparentemente com poucos riscos de intoxicação, além de apresentar vantagens sobre outros anestésicos, principalmente pelo baixo custo, necessidade de concentrações baixas para anestesia, fácil disponibilidade (SOTO e BURHANUDDIN, 1995; INOUE *et al.*, 2003; CUNHA, 2007) e grande eficácia, com ampla margem de segurança para o peixe e ausência de toxicidade para o operador (KEENE *et al.*, 1998). Este fármaco é metabolizado e excretado rapidamente no organismo do animal, não requerendo tempo de carência (WAGNER *et al.*, 2002).

Diversos autores verificaram a eficiência do eugenol como anestésico para diferentes espécies de peixes como o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (WATERSTRAT, 1999), matrinxã (*Brycon cephalus*) (INOUE *et al.*, 2003), salmão do Atlântico (*Salmo salar*) (IVERSEN *et al.*, 2003), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (KEENE *et al.*, 1998; VALISEK *et al.*, 2005a), carpa comum (*Cyprinus carpio*) (VALISEK *et al.*, 2005b), tambaqui (*Colossoma macropomum*) (ROUBACH *et al.*, 2005), surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) (VIDAL *et al.*, 2006), tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (VIDAL *et al.*, 2008) e lambari (*Astyanax*

*altiparanae*) (SILVA *et al.*, 2009). No entanto, dados que reportam concentrações ideais de eugenol para induzir a anestesia de peixes marinhos tropicais são escassos. Além disso, concentrações elevadas deste anestésico têm sido reportadas em causar complicações aos peixes. SLADKY *et al.* (2001) observaram que pacus (*Piaractus brachyomus*) submetidos a anestesia com eugenol nas concentrações de 100 mg L<sup>-1</sup> e 200 mg L<sup>-1</sup> apresentaram tempo de recuperação acima de 10 minutos e alguns precisaram de auxílio de oxigenação extra, perto da cavidade opercular, para serem reanimados. OKAMOTO *et al.* (2009) encontraram valores próximos aos 10 minutos para a recuperação de juvenis de pampo (*Trachinotus marginatus*) submetidos à concentração de 75 mg L<sup>-1</sup> de eugenol, mas não houve necessidade de auxílio para o retorno da anestesia. MARKING e MEYER (1985) apontam que um período maior que 10 minutos é considerado crítico para recuperação total dos animais.

Da mesma forma que a benzocaína e o eugenol, o mentol foi eficiente na indução à anestesia dos juvenis de robalo peva, porém este produto necessitou de concentrações mais elevadas para que os peixes fossem anestesiados com segurança. No presente trabalho, a concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> se mostrou mais adequada para anestesia dos juvenis de robalo, mais elevada do que a sugerida por FAÇANHA e GOMES (2005) e GONÇALVES *et al.* (2008), estudando juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), respectivamente. De acordo com RUPPERT e BARNES (1996), o mentol é amplamente utilizado na anestesia de invertebrados marinhos, porém, não é um anestésico regulamentado para uso em peixes, e tampouco se conhece seu período de carência no tecido dos animais (SIMÕES e GOMES, 2009).

Segundo FAÇANHA e GOMES (2005), diversas características qualificam o mentol como um anestésico a ser testado quanto à eficiência e segurança, a fim de subsidiar as autoridades responsáveis pela regulamentação de anestésicos para peixes no Brasil. Porém, deve-se levar em consideração que este fármaco, em sua concentração adequada, pode causar um aumento na glicose sanguínea, caracterizando

estresse no peixe e, portanto não deve ter uso preferencial nesses animais (SIMÕES e GOMES, 2009). Apesar de o mentol ser proveniente de uma planta medicinal, ainda não se sabe sobre a existência de resíduos no músculo ou de alteração do sabor, bem como sobre as alterações fisiológicas nos peixes decorrentes do uso deste produto (GONÇALVES *et al.*, 2008).

A escolha de um anestésico implica em diversas considerações importantes, tais como a eficiência (rapidez na anestesia e recuperação), o custo, a viabilidade e a facilidade no seu uso, bem como a toxicidade para os peixes, seres humanos e para o meio ambiente (IWAMA e ACKERMAN, 1994). Esta escolha também deve levar em consideração a natureza do experimento ou manejo e a espécie de peixe utilizada. Biologicamente, o procedimento tem por objetivo anestésiar os peixes sem causar nenhum problema no crescimento e na reprodução (GIMBO *et al.*, 2008).

De acordo com MARKING e MEYER (1985), a eficiência de um anestésico está no curto tempo de latência (aproximadamente três minutos) e na rápida recuperação dos peixes (aproximadamente cinco minutos). Seguindo tal recomendação, os três produtos utilizados no presente trabalho mostraram-se eficazes. Além desta recomendação, deve-se levar em consideração o menor valor econômico no processo anestésico. Com isso, pode-se sugerir as concentrações de 75, 37,5 e 150 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína, eugenol e mentol, respectivamente, como mais adequadas para a anestesia de juvenis de robalo peva. Do ponto de vista econômico, a utilização de uma dose correta do anestésico é fundamental para evitar desperdícios ou a morte dos peixes pelo excesso de exposição ao produto (ROUBACH e GOMES, 2001).

O eugenol pode ser utilizado com eficiência em concentrações baixas (CHAROENDAT *et al.*, 2009). Este fato pôde ser corroborado no presente trabalho, no qual o eugenol induziu a anestesia dos peixes com a menor concentração (37,5 mg L<sup>-1</sup>) entre os três produtos testados, em comparação às concentrações de 75 e 150 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína e mentol, respectivamente.

De acordo com os valores de mercado encontrados no presente trabalho, o eugenol

apresentou o melhor custo benefício, com um valor de R\$ 1,51 para a concentração indicada. Porém, este valor foi superior ao encontrado por VIDAL *et al.* (2008), que verificaram um custo de R\$ 0,065 por litro de água para uma concentração de 75 mg L<sup>-1</sup> na indução anestésica da tilápia-donilo (*Oreochromis niloticus*).

Em relação à recuperação, o eugenol e o mentol foram os anestésicos que apresentaram maior tempo de recuperação, o que pode ser positivo em práticas cirúrgicas, de biometria e de desova, pois, de acordo com PRINCE e POWELL (2000), nessas manipulações é necessário que o peixe permaneça anestesiado por um longo período de tempo depois de ser removido da solução anestésica.

Não existem normas internacionais relacionadas à utilização de anestésicos químicos em peixes destinados ao consumo humano (VIDAL *et al.*, 2008). Porém, países como Estados Unidos e Nova Zelândia já possuem regulamentação referente ao uso do eugenol e benzocaína: os peixes anestesiados com eugenol não necessitam de depuração, enquanto que os peixes expostos à benzocaína devem ser depurados por 21 dias nos Estados Unidos (ROSS e ROSS, 2008).

Apesar de o mentol e o eugenol serem provenientes de plantas medicinais, ainda não se sabe sobre a existência de resíduos na carcaça ou alteração de sabor, da necessidade de tempo de carência, bem como de alterações fisiológicas nos peixes submetidos a estes produtos. Desta forma, outros estudos devem ser realizados.

## CONCLUSÕES

Observando a eficiência e o valor econômico de cada processo anestésico, e o conhecimento (tempo de carência, alterações fisiológicas) a respeito do produto, pode-se sugerir que o eugenol é o produto que apresenta melhor relação custo benefício para a anestesia de juvenis de robalo-peva *C. parallelus*, sendo a concentração mais adequada a de 37,5 mg L<sup>-1</sup>.

Além do eugenol, a benzocaína e o mentol também podem ser utilizados, com boa margem de segurança, nas concentrações recomendadas de 75 e 150 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S.; CERQUEIRA, V.R.; SILVA, I.D.; ARAÚJO, J.; REIS, M.A. 2002 Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 33(4): 506-516.
- ANDERSON, W.G.; MCKINLEY, R.S.; COLAVECCHIA, M. 1997 The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. *North American Journal of Fisheries Management*, Bethesda, 17(2): 301-307.
- BARTON, B.A. 1997 Stress in finfish: past, present and future - a historical perspective. In: IWAMA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. *Fish stress and health in aquaculture*. Society for Experimental Biology, Seminar Series 62, Cambridge: Cambridge University Press. p.1-33.
- CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. 2009. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, 35: 17-28.
- CHAROENDAT, U.; AREECHON, N.; SRISAPOOMEL, P.; CHANTASART, D. 2009 Efficacy of synthetic eugenol as an anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). *Kasetsart Journal: Natural Science*, Thailand, 43: 132-140.
- CUNHA, M.A. 2007 *Anestesia em jundiás (Rhamdia quelen) expostos a substâncias isoladas de plantas*. Santa Maria. 65p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria). Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/ppgz/conteudo/Defesas/Dissertacoes/Mauro\\_Alves\\_da\\_Cunha.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgz/conteudo/Defesas/Dissertacoes/Mauro_Alves_da_Cunha.pdf)> Acesso em: 15 dez. 2011.
- FAÇANHA, M.F. e GOMES, L.C. 2005 A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). *Acta Amazônica*, Manaus, 35: 71-75.
- FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R.; ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; CANDIDO, S. 2002 Indução da desova do robalo-peva *Centropomus parallelus*, através de injeção e implante de LHRHa. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28(2): 125-133.
- FERRAZ, E.M.; ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; CERQUEIRA, V.R.; CANDIDO, S. 2004 Validation of an ovarian biopsy method for

- monitoring oocyte development in the fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860 in captivity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 47(4): 643-648.
- GIMBO, R.Y.; SAITA, M.V.; GONÇALVES, A.F.N.; TAKAHASHI, L.S. 2008 Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do lambari-do-rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 9(2): 350-357.
- GILDERHUS, P.A. 1989 Efficacy of benzocaine as an anesthetic for salmonid fishes. *North American Journal of Fisheries Management*, Bethesda, 9: 150-153.
- GILDERHUS, P.A. e MARKING, L.L. 1987 Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, Bethesda, 7: 288-292.
- GOMES, L.C.; CHIPPAR-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. 2001 Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 32(4): 426-431.
- GONÇALVES, A.F.N.; SANTOS, E.C.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 Animal Science*, Maringá, 30(3): 339-344.
- HOVDA, J. e LINLEY, T.J. 2000 The potential application of hypothermia for anesthesia in adult Pacific salmon. *North American Journal of Aquaculture*, Bethesda, 62: 67-72.
- INOUE, L.A.K.A.; SANTOS-NETO, C.; MORAES, G. 2003 Clove oil anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). *Ciência Rural*, Santa Maria, 33(5): 943-947.
- INOUE, L.A.K.A.; BOIJINK, C.L.; RIBEIRO, P.T.; SILVA, A.M.D.; AFFONSO, E.G. 2011 Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. *Acta Amazônica*, Manaus, 41(2): 327-332.
- IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; MCKINLEY, R.S.; ELIASSEN, R.A. 2003 The efficacy of metomidate, clove oil, Aqui-S™ and Benzoak® as anesthetics in Atlantic salmon (*Salmo solar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*, Amsterdam, 221: 549-566.
- IWAMA, G. e ACKERMAN, A. 1994 Anaesthetics. In: HOCHACHKA, P.W. e MOMMSEN, T.P. *Analytical techniques in biochemistry and molecular biology of fishes*. 3ª ed. Amsterdam: Elsevier Science. p.1-5.
- KEENE, J.L.; NOAKES, D.L.G.; MOCCIA, R.D.; SOTO, C.G. 1998 The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, Oxford, 29(2): 89-101.
- LORENZO, D.; PAZ, D.; DELLACASSA, E.; DAVIES, P.; VILA, R.; CAÑIGUERAL, S. 2002 Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Brazilian Archives of Biology Technology*, Curitiba, 45(4): 519-524.
- MARKING, L.L. e MEYER, F.P. 1985 Are better fish anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, Bethesda, 10(6): 2-5.
- MARŠIĆ-LUCIĆ, J.; MLADINEO, I.; TUDOR, M. 2005 Comparative effectiveness of 2-phenoxyethanol and propiscin as anesthetics for juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture International*, Dordrecht, 13: 543-553.
- MATOS, F.J.A. 2000 *Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil*. 2ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária-UFC. 344p.
- MGBENKA, B.O. e EJIORFOR, E.N. 1998 Effects of extracts of dried leaves of *Erythrophleum suaveolens* as anesthetics on clariid catfish. *Journal of Applied Aquaculture*, Binghamton, 8: 3-80.
- OKAMOTO, M.H.; TESSER, M.B.; LOUZADA, L.R.; SANTOS, R.A.; SAMPAIO, L.A. 2009 Benzocaína e eugenol como anestésicos para juvenis do pampo *Trachinotus marginatus*. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(3): 866-870.
- PARK, M.O.; HUR, J.W.; IM, S.Y.; SEOL, D.W.; LEE, J.; PARK, I.S. 2008 Anaesthetic efficacy and physiological responses to clove oil anaesthetized kelp grouper *Epinephelus bruneus*. *Aquaculture Research*, Oxford, 39(8): 877-884.
- PRINCE, A.; POWELL, C. 2000 Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, Bethesda, 20(4): 1029-1032.

- RIVAS L.R. 1986 Systematic review of the perciforms fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*, 3: 579-611.
- ROSS, L.G. e ROSS, B. 1999 *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. Oxford: Blackwell Science. 159p.
- ROSS, L.G. e ROSS, B. 2008 *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford: Blackwell Science. 236p.
- ROUBACH, R. e GOMES, L.C. 2001 O uso de anestésicos durante o manejo de peixes. *Revista Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, 11(66): 37-40.
- ROUBACH, R.; GOMES, L.C.; FONSECA, F.A.L.; VAL, A.L. 2005 Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, Oxford, 36: 1-6.
- RUPPERT, E.E. e BARNES, R.D. 1996 *Zoologia dos invertebrados*. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Roca. 1029p.
- SIMÕES, L.N. e GOMES, L.C. 2009 Eficácia do mentol como anestésico para juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 61(3): 613-620.
- SILVA, E.M.P.; OLIVEIRA, R.H.F.; RIBEIRO, M.A.R.; COPPOLA, M.P. 2009 Efeito anestésico do óleo de cravo em alevinos de lambari. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(6): 1851-1856.
- 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 an anaesthetic in red pacu (*Piaractus brachypomus*). *American Journal of Veterinary Research*, Schaumburg, 62(3): 337-342.
- SOTO, C.G. e BURHANUDDIN, G. 1995 Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture Research*, Oxford, 136(1-2): 149-152.
- SYLVESTER, J.R. 1975 Factors influencing the efficacy of MS-222 to striped mullet (*Mugil cephalus*). *Aquaculture*, Amsterdam, 6(2): 163-169.
- TSUZUKI, M.Y.; CERQUEIRA, V.R.; TELES, A.; DONEDA, S. 2007 Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, 55(1): 1-5.
- TSUZUKI, M.Y. e BERESTINAS, A.C. 2008 Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34(4): 535-541.
- VALISEK, J.; SVOBODOVÁ, Z.; PIACKOVÁ, V. 2005a Effects of clove oil on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinari BRNO*, Brno, 74: 139-146.
- VALISEK, J.; SVOBODOVÁ, Z.; PIACKOVÁ, V.; GROCH, L.; NEPEJCHALOVA, L. 2005b Effects of clove oil anaesthesia on common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Veterinární Medicína, Praha*, 50(6): 269-275.
- VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; MECÊDO, G.R. 2006 Utilização do eugenol como anestésico para o manejo de juvenis de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). *Acta Scientiarum Biological Science*, Maringá, 28(3): 275-279.
- VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; LIRA, A.D.; ALMEIDA, T.R.; SANTOS, G.B. 2008 Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43(8): 1069-1074.
- WAGNER, E.; ARNDT, R.; HILTON, B. 2002 Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anaesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. *Aquaculture*, Amsterdam, 211(1-4): 353-366.
- WALSH, C.T.; PEASE, B.C. 2002 The use of clove oil as an anaesthetic for the longfinned eel, *Anguilla reinhardtii* (Steindachner). *Aquaculture Research*, Oxford, 33: 627-635.
- WATERSTRAT, P. 1999 Induction and recovery from anesthesia in channel catfish *Ictalurus punctatus* fingerlings exposed to clove oil. *Journal of World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 30(2): 250-255.
- WOODY, C.A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. 2002 Clove oil as an anesthetic for adult sockeye salmon: field trials. *Journal of Fish Biology*, London, 60: 340-347.