

UNIVERSIDADE ESTADUAL NORTE FLUMINENSE “DARCY RIBEIRO” – UENF

JOSÉ GILMAR DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DE TRÊS SUBSTÂNCIAS NA SEDAÇÃO E TRANSPORTE DE
JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2015

JOSÉ GILMAR DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DE TRÊS SUBSTÂNCIAS NA SEDAÇÃO E TRANSPORTE DE
JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, na Área de Concentração de Aquicultura.

ORIENTADOR: Professor Dalcio Ricardo de Andrade

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2015

JOSÉ GILMAR DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DE TRÊS SUBSTÂNCIAS NA SEDAÇÃO E TRANSPORTE DE
JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, na Área de Concentração de Aquicultura.

Aprovada em 03 de fevereiro de 2015.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Pierro Mendonça (D. Sc., Ciência Animal) – IFES

Prof.^a. Dr^a. Fernanda Antunes (D. Sc., Medicina) - UENF

Prof. Dr. Manuel Vazquez Vidal Júnior (D. Sc., Zootecnia) – UENF

Prof. Dr. Dalcio Ricardo de Andrade (D. Sc., Morfologia) – UENF Orientador

Ao meu avô, José de Oliveira Souza (*In Memoriam*).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

- ❖ Aos meus pais, Fernando (“Véio”) e Conceição (“Véia”), pelo carinho e apoio incondicional;
- ❖ Ao meu irmão, Francisco (“Chiquinho”), pelo incentivo e amizade;
- ❖ À Camila, pelo companheirismo e amor;
- ❖ À Luciana Cesquini, pelo incentivo e amizade;
- ❖ À Senhora Marisa e ao Senhor Alzemir pela hospedagem durante os experimentos;
- ❖ Aos antigos colegas da Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura do Espírito Santo (e hoje amigos), Selma, Gilvânia e João Francisco, pelo incentivo;
- ❖ Aos amigos Antônio de Jesus, Douglas Camata e Douglas Bahiense pelo apoio e amizade;
- ❖ Aos colegas de república Rafael (“Pancinha”), Gedison (“Cisquinho”), Nardele (“Dedele, o rebuscado”), Ana Kesia e Clara pela amizade e momentos de diversão;
- ❖ Aos amigos da República Toca da Lontra: João Victor (“Pixote”), Luiz Otávio e Marcelo (“Daróis”) pelo apoio durante os experimentos e pelos momentos de diversão;
- ❖ Aos colegas do Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/ Campus de Alegre: Lucas (“Bananeira”), Pattryk, Braulio (“Brau Brau”), Paula (“Paulinha”), Leonardo (“Léozão”), Bruno (“Brunão”), Aline, Roberta e Ana Paula pelo apoio nos experimentos e pelo conhecimento compartilhado;
- ❖ Aos colegas de laboratório da UENF: Samuel, Jonas, João Victor (“Pézão”), Marcella, Douglas (“Jabota”), João (“Joãozinho”), Leonardo, André, Rafael e Ticiane pela convivência agradável;
- ❖ Aos amigos da República Xicreti – UNESP Jaboticabal/SP: “Riniti”, “Siriri”, “Cafu”, “Totó”, “Puro Love”, “Jamal”, “Dentinho” e “Busta” pela hospedagem durante os estudos no Centro de Aquicultura da UNESP;

- ❖ Aos professores Dalcio, Manuel e Pedro pela orientação e ensinamentos transmitidos durante o planejamento, execução, análise e discussão de dados dos experimentos executados durante o curso;
- ❖ À professora Fernanda Antunes pelo apoio para a execução dos experimentos;
- ❖ Às funcionárias da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Jovana e Conceição pela boa vontade e prontidão para ajudar no que foram solicitadas;
- ❖ Aos funcionários do setor de Aquicultura do IFES/ Campus de Alegre-ES, Isaías e Dário pela boa vontade sempre que solicitados;
- ❖ À Coordenação de Aperfeiçoamento Profissional de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;
- ❖ À Universidade Estadual Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” pela oportunidade de aperfeiçoamento pessoal e profissional.

A todos, muito obrigado!

“Devemos conhecer nossos limites, mas não deixar que eles nos limitem”.

Monja Coen

Resumo

O objetivo do presente experimento foi descrever a ação do eugenol, do mentol e do propofol como anestésico para juvenis de matrinxã e verificar seus efeitos como redutores do estresse no transporte destes peixes na referida fase de desenvolvimento. Primeiramente realizou-se um experimento com o objetivo de definir as doses ótimas para sedação de juvenis de matrinxã com o mentol, o eugenol e o propofol. Neste experimento, os peixes foram submetidos à sedação e recuperação e para definição dos tempos de ação esperada dos anestésicos considerou-se o tempo de permanência em estado normal, tempo para completa anestesia, tempo de permanência em anestesia cirúrgica e tempo necessário para a recuperação. Os três anestésicos se mostraram eficientes na sedação dos animais, possibilitando a definição de doses seguras para a sedação dos peixes. Após tal experimento, realizou-se um segundo com o objetivo verificar o efeito do eugenol, mentol e propofol como redutores de estresse no transporte de juvenis de matrinxã. A simulação do transporte foi realizada utilizando peixes embalados em sacolas plásticas na densidade de 10 peixes/litro. Na embalagem, os anestésicos foram adicionados à água em diferentes doses. A temperatura da água se manteve abaixo da faixa de conforto da espécie e ao final da simulação, os níveis de amônia total na água atingiram níveis muito acima da faixa de tolerância para a maioria dos peixes. Os demais parâmetros de qualidade de água se mantiveram na faixa de conforto para o matrinxã. Para o transporte com eugenol e propofol, as doses controle (sem anestésico) proporcionaram os maiores tempos de transporte e maior percentual de sobrevivência após 24 horas. Para estes anestésicos as doses não influenciaram nos níveis glicêmicos após o transporte e após o período de recuperação (24 horas). No transporte com mentol, as doses de 0 e 6 mg/L proporcionaram os maiores tempos de transporte e percentual de sobrevivência 24 horas. As doses de mentol não influenciaram na glicemia após o transporte, mas após o período de recuperação as doses de 2 e 6 mg/L proporcionaram melhor recuperação dos níveis basais de glicemia. Para o eugenol e propofol, a dose controle se mostrou mais eficiente e dentre os anestésicos testados, o mentol na dose de 6mg/L melhor agiu como redutor do estresse no transporte simulado de juvenis de matrinxã.

Palavras - chave: Estresse, glicemia, anestésicos.

Abstract

The aim of this study was to describe the action of eugenol, menthol and propofol as an anesthetic for juvenile matrinxã and check its effects as stress reducer in the transport of these fish in that development stage. First we performed a study in order to define the optimal dose for sedation of juvenile using menthol, eugenol and propofol. The fishes are sedated and recovered and to define the expected action times of anesthetics were considered the residence time in a normal state, time to complete anesthesia, length of stay in surgical anesthesia and time required for recovery. The three anesthetics were effective sedative to the fishes, allowing the definition of safe doses for sedation of the juvenile matrinxã. After the first experiment, there was a second experiment to evaluate the effect of eugenol, menthol and propofol as stress reducers in the transport of juveniles matrinxã. The simulation of the transport was performed using juvenile matrinxã, packed in plastic bags in the density of 10 fish.L⁻¹. In packaging, the anesthetics were added to water at different doses. The temperature of the water is below the comfort range of species (21.3±0.37°C) and the end of the simulation, the total ammonia levels in the water reached levels far above the tolerance range for most fish. The others water quality parameters remained in the comfort range to matrinxã. For transportation eugenol and propofol control dose provide higher transmission times and a higher percentage of survival after 24 hours. For these anesthetic doses had no effect on blood glucose levels after transport and after the recovery period (24 hours). When transporting with menthol, doses of 0 and 6 mg/L provided higher transport times and percentage of survival after 24 hours. The doses of menthol did not influence blood glucose after transportation, but after doses of 2 and 6 mg/L showed improved recovery of basal blood glucose levels. For eugenol and propofol the control was more effective among the tested and anesthetics, menthol at a dose of 6mg/L acted as best stress reducer in simulated transport juvenile mantrinxã.

Keywords: Stress, blood glucose, anesthetics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Comparação entre as melhores doses dos anestésicos testados na sedação de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) para os tempos de permanência em estado normal, tempos necessários para a completa anestesia, tempos de permanência em anestesia total e tempo necessário para completa recuperação..... 47

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Oxigênio dissolvido (A) e pH (B) da água das sacolas com peixes e sem peixes após o fim do transporte simulado..... 61

Figura 2 - Condutividade elétrica (A) e Amônia Total (B) da água das sacolas com peixes e sem peixes após o fim do transporte simulado..... 62

Figura 3 - Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de eugenol em diferentes doses..... 63

Figura 4 - Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses de eugenol..... 64

Figura 5 - Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de mentol em diferentes doses..... 65

Figura 6 - Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses de mentol..... 66

Figura 7 - Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de propofol em diferentes doses..... 67

Figura 8 - Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses ($\mu\text{g/L}$) de propofol. 68

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Doses de eugenol, mentol e propofol utilizadas na sedação de juvenis de matrinxã.....	39
Tabela 2 - Estágios de sedação observados utilizando eugenol, mentol e propofol como anestésico para juvenis de matrinxã.....	40
Tabela 3 - Valores dos parâmetros de qualidade de água verificados durante experimentos de sedação de juvenis de matrinxã com eugenol, mentol e propofol.....	41
Tabela 4 - Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com eugenol em diferentes doses (mg/L).....	42
Tabela 5 - Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com mentol em diferentes doses (mg/L).....	43
Tabela 6 - Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com propofol em diferentes doses (mg/L).....	45
CAPÍTULO 2	
Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água antes após o transporte de juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) com diferentes anestésicos em diferentes doses.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 MATRINXÃ (<i>Brycon amazonicus</i>).....	15
2.2 TRANSPORTE DE PEIXES.....	17
2.3 ESTRESSE.....	21
2.4 USO DE ANESTÉSICOS NO TRANSPORTE DE PEIXES.....	23
2.5 BEM-ESTAR DE PEIXES.....	24
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
3 CAPÍTULO 1	24
3.1 DOSE ÓTIMA PARA SEDAÇÃO DE MATRINXÃ (<i>Brycon amazonicus</i>) COM EUGENOL, MENTOL E PROPOFOL.....	35
3.1.1 Resumo	35
3.1.2 Introdução	36
3.1.3 Material e métodos	40
3.1.4 Resultados e discussão	41
3.1.4.1 Sedação com eugenol.....	41
3.1.4.2 Sedação com mentol.....	43
3.1.4.3 Sedação com propofol.....	44
3.1.4.4 Comparação entre os anestésicos testados.....	46
3.1.5 Conclusão	48
3.1.6 Referências bibliográficas	49
4 CAPÍTULO 2	54
4.1 DIFERENTES ANESTÉSICOS NO TRANSPORTE SIMULADO DE JUVENIS DE MATRINXÃ (<i>Brycon amazonicus</i>).....	55
4.1.1 Resumo	55
4.1.2 Introdução	56
4.1.3 Material e métodos	58
4.1.4 Resultados e discussão	60
4.1.5 Conclusões	70
4.1.6 Referências bibliográficas	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

1 INTRODUÇÃO

A Aquicultura pode ser definida como a produção comercial de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, com intervenção humana para manutenção da atividade. Ou ainda como produção de organismos que possuem ciclo de vida, total ou parcial, em meio aquático (CAMARGO; POUHEY, 2005). Segundo dados da FAO (2014), o quantitativo de pescado produzido, mundialmente, pela aquicultura apresentou crescimento nos anos de 2006 a 2012. No Brasil, segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2012), durante o mesmo período, mostrou-se um cenário similar ao cenário mundial havendo acréscimo da oferta de pescado, principalmente devido à expansão da piscicultura.

Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2012), mais de 60% da produção de peixes cultivados foi oriunda de espécies exóticas, principalmente carpas e tilápia. Conforme a mesma fonte, nos anos de 2008, 2009 e 2010, o matrinxã (*Brycon amazonicus*) está elencado entre as espécies nativas mais produzidas no país, apresentando produção crescente neste mesmo período, um crescimento de 28,5%. Na região norte do Brasil, onde é autóctone, é uma espécie com grande potencial para a produção devido à sua rentabilidade e à sua adaptação à alimentação formulada (IZEL *et al.*, 2004).

Com a expansão da aquicultura surgiu a necessidade de máxima eficiência nas rotinas de manejo. Sobretudo nas atividades entendidas como críticas, como o transporte de peixes vivos. Esta atividade ocorre durante ou no final do ciclo de produção dos peixes, e um dos objetivos é que não ocorra mortalidade dos indivíduos transportados desde o embarque nas unidades de transporte até o desembarque nas unidades de criação. Os principais fatores que interferem na eficiência do transporte são a carga de peixe (kg) transportada, a qualidade da água e o estado fisiológico dos peixes, principalmente jejum.

Os fatores citados podem gerar estresse nos peixes transportados, o que pode causar a mortalidade durante e após o transporte. O controle dos agentes causadores do estresse diminui a mortalidade após o transporte e o risco de surgimento de doenças, aumentando a eficiência da produção. É crescente a preocupação com o bem-estar dos animais na aquicultura. Mesmo para aqueles que

terão como destinação final a alimentação humana, o mercado consumidor está mais seletivo e prefere produtos que prezem pelo manejo racional que causam menor sofrimento aos peixes. O uso de anestésicos durante rotinas que causam estresse nos peixes é considerado uma medida de redução do sofrimento (ZAHL; SAMUELSEN, 2012).

Devido a gama de anestésicos e de espécies de peixes, existe a demanda de informação sobre os efeitos dos anestésicos sobre os peixes bem como a sua aplicação em rotinas de manejo da piscicultura. O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é uma espécie com menor tolerância ao manejo de transporte, quando comparada com espécies como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carpa-comum (*Cyprinus carpio*). A utilização de substâncias anestésicas é uma alternativa para melhorar a eficiência do transporte dos juvenis de matrinxã (*B. amazonicus*).

Existem estudos que descrevem os efeitos do eugenol, do mentol, do propofol e outros anestésicos para muitas espécies de peixes, porém para o matrinxã estas informações ainda são escassas. O presente experimento objetivou estudar os efeitos do propofol, do eugenol e do mentol sobre juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) e avaliá-los como redutores de estresse durante o transporte de juvenis da referida espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

Taxionomia do matrinxã (*Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1829):

Classe: Osteichthyes;

Sub classe: Actinopterygii;

Ordem: Characiformes;

Família: Bryconidae;

Gênero: Brycon;

Espécie: *Brycon amazonicus*.

O gênero Brycon é de peixes de água doce que possui cerca de 40 espécies catalogadas (ARIAS, 2006). O matrinxã é um peixe tropical, nativo das Bacias Hidrográficas Amazônica, Orinoco e Essequibo (CRUZ-CASALLAS *et al.*, 2006). É um peixe migratório, que se reproduz durante o período chamado piracema (HAINFFELNER, 2012). Possui corpo em formato fusiforme, com cauda crescente e pedúnculo caudal estreito, adaptações presentes em peixes com grande atividade natatória (ARBALAEZ-ROJAS *et al.*, 2011).

É uma espécie de grande importância econômica para a pesca artesanal e esportiva na região amazônica (SANTOS-FILHO; BATISTA, 2009). Seu comportamento agressivo na pesca esportiva fez com que ganhasse destaque entre as muitas espécies da região e despertasse o interesse para a criação em cativeiro (INOUE *et al.*, 2008). Assim como outras espécies nativas, o matrinxã destaca-se pelo rápido crescimento, boa conversão alimentar e facilidade na indução hormonal para reprodução artificial, estas características indicam o matrinxã como uma espécie que possui potencial para a aquicultura (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999).

Na natureza, o matrinxã é uma espécie que se alimenta de frutas, folhas, sementes e insetos, sendo classificado como uma espécie onívora, e adapta-se facilmente à alimentação formulada (PIZANGO-PAIMA *et al.*, 2001). Seus bons resultados na criação fizeram com que se tornasse uma espécie de interesse para estudos em diversas áreas da piscicultura. Abaixo serão citados alguns destes.

Muitos estudos investigam o aspecto reprodutivo da espécie, desde trabalhos que estudam desde a maturação gonadal, como o de Camargo *et al.* (2008) que investigaram os efeitos da restrição alimentar sobre a maturação gonadal das fêmeas de matrinxã até estudos de larvicultura, a exemplo o trabalho de Jomori *et al.* (2013), que constataram que a água levemente salinizada, 2 g/L, proporciona melhor desenvolvimento para larvas de matrinxã. A larvicultura da matrinxã é considerada uma fase crítica da produção devido ao elevado índice de canibalismo durante esta fase, Pedreira *et al.* (2008) citam que muitos são os esforços para minimizar os prejuízos nesta etapa da produção, as estratégias variam, uso de alimentos de diferentes tipos e tamanhos, diferentes formatos de aquários, diferentes densidades de estocagem e de diferentes cores de ambiente durante a larvicultura.

Izel *et al.* (2004) avaliaram os níveis proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã, e concluíram que o nível de 28% de proteína bruta atende as exigências nutricionais dos peixes na fase em que foram trabalhados. Frasca-Scorvo *et al.* (2007) estudaram o efeito do manejo alimentar no desempenho da espécie em tanques de cultivo, utilizando peixes com peso médio de 322,25 g, e concluíram que o horário de maior consumo de ração coincidiu com o horário de maior concentração de oxigênio dissolvido na água, que a taxa alimentar média foi de 1,34% do peso vivo ao dia e, que nas condições experimentais propostas pelo trabalho, uma alimentação ao dia é suficiente para o pleno desenvolvimento da espécie.

Além das temáticas anteriormente citadas, porém em menor número, encontram-se estudos que abordam o processamento da carne do matrinxã. Macedo-Viegas *et al.* (2000) estudaram o efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento. Gomiero *et al.* (2003), investigaram o rendimento de carcaça do matrinxã nos diferentes cortes de cabeça. Franco *et al.* (2010), estudaram os efeitos do processo de defumação a quente e a frio sobre as propriedades organolépticas, rendimento e composição de filé. Nascimento *et al.* (2008), observaram bons resultados no uso de hidrolisados proteicos feitas a base de cabeças de matrinxã na alimentação de surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*).

Apesar da importância dos muitos estudos em diversas áreas do conhecimento para a criação do matrinxã, a maior dificuldade na criação deste peixe é sua reação negativa ao estresse, cujos sinais são observados já nas fases jovens. E devido a este fato tem sido objeto de estudo em trabalhos que investigam os

efeitos de agentes estressores e alteradores de comportamento. Muitos trabalhos estudam os valores dos indicadores metabólicos de estresse, principalmente níveis de cortisol e glicemia sanguíneos, em diferentes situações da rotina de manejo na aquicultura. Hoshiba *et al.* (2009), estudaram as respostas fisiológicas de estresse no matrinxã durante a captura. Abreu *et al.* (2006) estudaram as respostas fisiológicas da espécie alimentada com diferentes níveis de vitamina C e submetidas ao estresse de exposição ao ar. Na busca de atenuar os efeitos negativos do estresse, alguns trabalhos estudam os efeitos de sedativos para matrinxã durante as rotinas da produção que exijam manuseio dos peixes (INOUE, *et al.*, 2004; BARBOSA *et al.*, 2007).

2.2. TRANSPORTE DE PEIXES

O transporte de peixes é uma atividade rotineira na piscicultura, seja para comercialização e no povoamento inicial das unidades de criação ou para traslado dos animais dentro da unidade de produção para formação de novos lotes (repicagem). Na maioria das vezes o transporte ocorre quando os peixes estão na fase jovem, etapas em que os índices de mortalidade são elevados (OKAMURA *et al.*, 2007). É uma atividade que merece grande atenção e necessita ser realizada de forma profissional para evitar prejuízos, para isso devem-se observar fatores como: biologia da espécie transportada, estado sanitário dos peixes, jejum adequado, controle de temperatura durante o transporte, adequada oferta de oxigênio aos peixes transportados e adição de profiláticos (KUBITZA, 2009).

O oxigênio é vital para os peixes, e é um elemento cuja deficiência afeta diretamente o bem-estar dos animais durante o transporte (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007). A carência aguda de oxigênio pode causar alterações metabólicas nos peixes (PANEPUCCI *et al.*, 2001) e lesões celulares que podem levar a morte (ALVES *et al.* 1999) e dentro das estruturas em que os peixes são transportados, em sacolas plásticas ou em caixas isotérmicas, o oxigênio é adicionado a fim de promover melhor bem estar dos peixes e maior sobrevivência e o gás será consumido pelos peixes e decomposição para a dos metabólitos liberados na água durante o transporte.

Dentre os fatores de influência no transporte de peixes, a temperatura da água é um dos mais relevantes. Este destaque se dá em virtude dos peixes serem animais ectotérmicos, ou seja, a temperatura corporal dos organismos varia em função da temperatura ambiente (BONE; MOORE, 2008). A temperatura corporal dos peixes é regulada através do fluxo sanguíneo, no processo respiratório, pois, quando o sangue passa pelas brânquias, o calor metabólico gerado é perdido para o ambiente, através da água (PIEDRAS *et al.* 2004). Ferreira *et al.* (2009), ao avaliar a interferência da temperatura da água sobre a taxa metabólica de carpa-comum (*Cyprinus carpio*) constataram que quanto maior a temperatura da água, maior é a taxa metabólica dos peixes, conseqüentemente o consumo de oxigênio foi maior. As recomendações técnicas para o transporte de peixes são de que a temperatura da água deve estar ligeiramente abaixo da temperatura de conforto dos animais (KUBITZA, 1998). Antes de se realizar a qualquer mudança ambiental dos peixes é necessário que se faça a aclimação na água que irá recebê-los. Este procedimento é importante tanto na embalagem dos peixes quanto na soltura deles no destino de transporte.

A idade e espécie dos peixes transportados influenciam diretamente a biomassa e o tempo de transporte (ADAMANTE *et al.*, 2008). Formas jovens consomem mais oxigênio da água durante o transporte do que peixes adultos devido ao seu acelerado metabolismo, para fins de exemplificação, a recomendação de densidade de transporte de bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*), por oito horas, temperatura da água a 23°C e com adição de oxigênio, é de 640 Kg/m³ para peixes com mais de 20 cm de comprimento, e para peixes de 2,5 cm de comprimento a densidade de transporte recomendada é reduzida para 100 Kg/m³ (KUBITZA, 1997).

Cada espécie de peixe possui características fisiológicas e comportamentais particulares como comportamento territorialista e velocidade metabólica. Algumas espécies são mais agressivas do que outras e reagem de forma negativa ao estresse, demandando cuidados especiais. Peixes como o dourado (*Salminus brasiliensis*) e peixes do gênero *Brycon*, por exemplo, apesar da grande adaptabilidade às rotinas de manejo da aquicultura, merecem especial atenção durante o transporte, ao ponto de se recomendar menores densidades de transporte para peixes deste gênero (KUBITZA, 1998). Brandão *et al.* (2008) trabalharam com transporte de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*) com peso médio de 1,0 kg, enquanto Gomes *et al.* (2003) realizou testes com transporte de tambaqui

(*Colossoma macropomum*) na mesma fase de desenvolvimento, porém o peso médio dos animais desta espécie na fase de juvenil é foi de 20 gramas. Peixes de espécies diferentes, com distintas particularidades e que exigem diferentes condições de transporte. No experimento com pirarucu (*A. gigas*) as estruturas de transporte foram muito maiores do que as utilizadas no trabalho com tambaqui (*C. macropomum*), e o fato de o pirarucu ser um peixe de respiração aérea fez com que os autores do primeiro trabalho considerassem que não foi necessária a adição de oxigênio à água de transporte, ao contrário do experimento com tambaqui.

Outro fator limitante no tempo de transporte é a excreção de metabólitos, principalmente fezes e amônia. Peixes recém alimentados consomem mais oxigênio do que peixes não alimentados (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Kubitza (1998) descreve que a amônia é tóxica aos peixes e é produto do metabolismo da proteína ingerida pela alimentação que é eliminada pelas brânquias na forma de gás. O mesmo autor cita ainda que a degradação das fezes é uma fonte secundária de amônia para a água dos peixes. As recomendações para jejum pré-transporte é variável, Luz *et al.*(2013) utilizou este tempo de 24 horas de jejum para o transporte de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) com peso médio de 2,52 gramas. Okamura *et al.* 2007, utilizaram o mesmo tempo de jejum pré-transporte na simulação realizada para verificar a interferência da vitamina C sobre o hematócrito de alevinos de tilápia-do-Nilo. Oliveira *et al.* (2009) determinaram o tempo ótimo de jejum no pré-transporte de juvenis de tilápias e definiram que, em função do montante de fezes liberadas pelos peixes e pela variação dos parâmetros de qualidade de água durante o transporte durante o transporte simulado, o tempo de 21,5 horas de jejum prévio ao transporte é o suficiente para manutenção da boa qualidade de água durante o transporte. A carga de transporte está relacionada ao aporte de amônia no sistema de transporte; Gonçalves *et al.*, 2010 realizaram um trabalho com densidade de transporte com juvenis de curimatá (*Prochilodus lineatus*), com peso médio de 25,1g, testando três densidades (100; 150 e 250 g/L), avaliando parâmetros sanguíneos indicadores de estresse, e concluíram que a pior densidade de transporte foi a de 250 g/L e a mais adequada, encontrada por inferência matemática, foi a de 200 g/L.

Os parâmetros de qualidade da água de transporte (principalmente: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, amônia ionizada e não-ionizada, alcalinidade, dureza e condutividade elétrica) devem estar dentro da faixa de conforto estabelecida para a espécie transportada, devendo observar, principalmente, a

temperatura da água, os níveis de amônia e a concentração de oxigênio na água. Kubitza (1998) recomenda que a temperatura da água deve estar ligeiramente abaixo da temperatura de conforto dos peixes em transporte de modo a reduzir a velocidade do metabolismo dos animais.

O transporte pode ser uma atividade estressante para os peixes que se não realizada de forma correta pode causar, de forma indireta, doenças e mortalidade dos peixes após soltura nas unidades de criação. A adição de substâncias profiláticas e anestésicos na água de transporte são medidas que permitem reduzir prejuízos após o transporte. O cloreto de sódio (Na^+Cl^-) é o profilático de uso mais popular na aquicultura. Possui baixo custo e facilidade de aquisição, de fácil acesso no mercado e, se adicionado na quantidade correta, ajuda a manter o equilíbrio osmótico, estimula a produção de muco nos peixes, atuando no controle de doenças causadas por bactérias e fungos, e pode ser utilizado em diversas rotinas da piscicultura (KUBITZA, 2007). Urbinati; Carneiro (2006), estudando a ação do sal sobre o estresse durante o transporte de matrinxã (*Brycon amazonicus*) observaram que a quantidade de 6g/L de sal na água foi o suficiente para atenuar o estresse dos animais. Além do sal, o uso de medicamentos é outra medida para conter agentes patogênicos que podem se aproveitar da fragilidade imunológica causada pelo estresse do manejo. Carvalho *et al.* (2009) utilizaram o probiótico Efinol®L no transporte de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e observaram melhor retorno à normalidade nos parâmetros indicadores de estresse do que nos peixes transportados sem o probiótico.

Outro grupo de substâncias que estão sendo amplamente estudadas como mitigadores do estresse no manejo dos peixes são os anestésicos, que, de forma generalizada, atuam sobre o sistema nervoso de forma a diminuir a reação dos animais aos agentes estressores. Devido à temática deste trabalho, estas substâncias serão abordadas a parte nesta revisão, no item 2.4.

2.3 ESTRESSE

Estresse, de forma geral, pode ser definido como uma resposta não específica do organismo a uma situação a qual é submetido, e esta resposta quase

sempre acarreta um gasto extra de energia para a adaptação à condição submetida e restabelecimento da homeostase (MARTÍNEZ-PORCHAS *et al*, 2009). Contudo, se estes estiverem sujeitos a estresse intenso ou prolongado, a homeostasia pode não ser reestabelecida, ocorrendo prejuízos ao seu estado de saúde (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007).

A rotina de manejo da aquicultura como despesca, embalagem, vacinação e transporte submetem os peixes ao estresse que em demasia pode acarretar redução de crescimento, doenças e mortalidade (BENDHACK, 2004). Segundo Brandão *et al* (2006), as respostas ao estresse podem ser divididas em: Respostas Primárias: caracterizadas por alterações hormonais; Respostas Secundárias: mudanças de parâmetros bioquímicos e fisiológicos; Respostas Terciárias: Comprometimento do desempenho, mudanças no comportamento e aumento da susceptibilidade a doenças.

As respostas primárias são consideradas reações de alarme, que se caracteriza por uma rápida alteração fisiológica, que é seguida pelas respostas secundárias, fase em que o organismo tenta se adaptar às modificações ambientais com o objetivo de recuperar a homeostase, e se o agente estressor for muito persistente ocorre a exaustão, caracterizada pelas respostas terciárias (DINIZ; HONORATO, 2012).

Primeiramente, os agentes estressores são detectados pelo organismo e a informação chega ao encéfalo e ocorre a liberação das catecolaminas (adrenalina e neuroadrenalina) e corticosteroides, principalmente cortisol; a presença das catecolaminas e corticosteroides na corrente sanguínea acarretam as alterações secundárias como a elevação da taxa de captação de oxigênio, hiperglicemia e alterações no fluxo de íons na corrente sanguínea (MARTINS *et al*, 2000; OBA *et al*, 2009).

A diminuição dos efeitos negativos do estresse são objetivos relevantes especialmente para espécies com comportamento agressivo. Merighe *et al*. (2004) estudando a interferência da cor do ambiente sobre as respostas metabólicas de estresse em tilápias, peixes conhecido pelo seu comportamento territorialista, constatou que existe a interferência da cor das estruturas de criação sobre os indicadores de estresse em tilápias, recomendando as cores preta e verde para manutenção da espécie.

A tolerância ao estresse e, conseqüentemente, maior resistência aos seus efeitos nocivos está relacionada ao estado sanitário dos peixes antes do contato com o agente estressor. Luz (2007), em seu trabalho com larvas de apaiari (*Astronotus ocellatus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e surubim (*Pseudoplatystoma corrunscans*) constatou que larvas que foram alimentadas com alimento vivo de melhor qualidade nutricional (*Artemia salina*) apresentaram melhor sobrevivência após passarem por situação de estresse. Muitas pesquisas são feitas para averiguar os efeitos negativos do estresse mesmo após a exposição ao agente estressor. Takahashi *et al.* (2006), investigaram o efeito do ambiente de estocagem sobre os parâmetros sanguíneos indicadores de estresse após o transporte de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e observaram que existe uma influência do ambiente de estocagem sobre os níveis de cortisol e glicose sanguínea dos peixes, sendo que viveiros de terra demonstraram ser mais efetivos em trazer os peixes ao estado de homeostasia.

O estresse é apontado, juntamente com nutrição deficiente e má qualidade de água de criação, como um dos principais agentes facilitadores da ação de organismos patogênicos como bactérias do gênero *Streptococcus*, causadoras de enfermidades que podem levar a sérios prejuízos financeiros (FIGUEIREDO; LEAL, 2008). Então, é importante para o sucesso da criação que o estresse causado pelo manejo dos peixes seja mínimo e utilizar métodos para controle dos efeitos negativos do estresse durante e após as atividades de manejo e uma das opções para tal é o uso de substâncias indutoras à anestesia como uma opção (HOLLOWAY *et al.*, 2004; BENOVIĆ *et al.*, 2012; BECKER *et al.*, 2012).

Carter *et al.* (2011) citam que o uso de anestésicos durante o manejo dos peixes interfere nos parâmetros indicativos de estresse e podem atenuar os efeitos negativos do estresse. Fato que foi observado por Small (2003) que constatou a eficácia de diferentes anestésicos, naturais e sintéticos, sobre os níveis de cortisol de juvenis de bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*). Apesar de o uso de anestésicos representar uma boa alternativa para a redução do estresse dos peixes na aquicultura, seu uso deve ser feito com cautela, Bressler; Ron (2004), estudando os efeitos do óleo de cravo e da benzocaína sobre os indicadores de estresse e sobre o sistema imunológico inato de *Sparus aurata* observou que houve uma ação de redução nos níveis de cortisol sanguíneo dos peixes para ambos os anestésicos, porém, a benzocaína causou depressão no sistema imunológico inato dos peixes.

2.4 USO DE SUBSTÂNCIAS ANESTÉSICAS NO TRANSPORTE DE PEIXES

O uso de técnicas de sedação e anestesia datam da antiguidade. Jones (2002) cita que os relatos mais antigos do emprego destas técnicas datam do século XV a.C., na Babilônia. Anestésicos, de forma geral, são utilizados para reduzir a atividade mental e física de forma a facilitar o manejo e reduzir o sofrimento gerado pelas rotinas que possam representar riscos aos animais. Hötzel; Pinheiro Machado Filho (2004), no ensaio intitulado “Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI”, citam que em qualquer atividade que possa gerar algum desconforto aos animais devem-se buscar estratégias para mitigar o sofrimento destes, e indica o uso de substâncias anestésicas e sedativas como um destes métodos.

Como dito, na piscicultura os peixes estão sujeitos a situações potencialmente estressoras, dentre elas o transporte. Para a minimização do estresse e seus efeitos durante e após o transporte, muitos estudos recomendam o uso de substâncias anestésicas adicionadas à água do transporte em dosagens específicas para cada anestésico, com a finalidade de desacelerar a taxa metabólica dos peixes em transporte (ROUBACH; CARVALHO, 2001; ANTUNES *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2012). De forma geral, os anestésicos afetam o sistema nervoso central, porém todas as substâncias indutoras podem possuir particularidades no seu mecanismo de ação (LONGLEY, 2008).

Segundo Coyle *et al.* (2004), a indução à anestesia em peixes ocorre em estágios, que de forma geral podem ser classificados em: sedação, anestesia, anestesia cirúrgica e, se não posto para retorno em água sem o anestésico, morte. Os mesmos autores afirmam que um bom anestésico para peixes é aquele que induz e possibilita o retorno ao estado normal de forma rápida. Diferentes autores descrevem estes estágios de forma mais detalhada ou criam sub-estágios: Sedação Leve; Sedação Profunda; Narcose; Anestesia Profunda; Anestesia Profunda e Colapso Medular, definindo os sinais de cada estágio (TEIXEIRA *et al.*, 2011). Ou definem a descrição dos sinais de reação do peixe em cada estágio e os denominam através de números (BITTENCOURT *et al.*, 2012).

A principal forma de administração de anestésicos para peixes é pela adição na água, de forma que a substância seja absorvida pelas brânquias. Hockzaryk; Inoue (2009), trabalhando com pirarucus com peso médio de 6,1 kg, tiveram resultados satisfatórios aspergindo anestésico diretamente nas brânquias dos peixes. São conhecidas muitas substâncias com finalidade de indução à anestesia em peixes, dentre as sintéticas as mais conhecidas são: a benzocaína, a quinaldina, a tricaína metassulfonato (MS-222) e o 2-fenoxietanol (ROUBACH *et al.*, 2001; INOUE *et al.*, 2004; FAÇANHA; GOMES, 2005).

Além dos estudos sobre a eficiência de novas substâncias anestésicas de origem sintética, muitos estudos objetivam desenvolver protocolos de sedação e anestesia de peixes com substâncias naturais. O principal motivador destes esforços em desenvolver tecnologias com base em produtos naturais é a preocupação com os efeitos que substâncias sintéticas podem gerar no meio ambiente (SILVA *et al.*, 2005). Existem experiências bem sucedidas de sedação de peixes com muitos anestésicos naturais como o eugenol, mentol e outros extratos de plantas com propriedades sedativas (INOUE; MORAES, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2008; BENOVIĆ *et al.*, 2012; BECKER *et al.*, 2012).

2.5 BEM-ESTAR DE PEIXES

Bem-estar animal é a noção ética relacionada ao tratamento com os animais e, apesar do recente destaque que é dado a este conceito, não se trata de um conjunto de valores novos para a humanidade (SILVA *et al.*, 2011). Broom (2011) destaca que a origem do conceito de bem-estar animal se baseia na filosofia consequencialista, ou seja, de que existe a responsabilidade do agente sobre todas as consequências de uma ação, sejam elas intencionais ou não. E atualmente esta preocupação tem criado barreiras no mercado consumidor internacional, o que tem despertado, no Brasil, a atenção dos criadores para este tema (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Existem diferentes esforços para estudar os indicadores de bem estar animal nas distintas áreas da agropecuária, principalmente devido às restrições comerciais. Malafaia *et al.* (2011) estudaram os distúrbios comportamentais não associados a

doenças em ruminantes e atribuem que estes distúrbios estão associado ao bem-estar dos animais. Nordi *et al.*, (2012) estudaram o bem-estar de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em diferentes sistemas de confinamento. Ainda estudando o grau de bem-estar em aves, Bonamigo *et al.* (2011) estudaram a influencia de diferentes densidades de lotação no bem-estar de frangos de corte. Assim como para as outras criações, na aquicultura também existe esta preocupação. Na aquicultura os animais podem sofrer, principalmente, com elevadas densidades de estocagem e má qualidade de água, porém, comparando com outros animais de criação, são poucas das informações sobre estes problemas sobre o bem-estar dos peixes e como solucioná-los (MATHENY; LEAHY, 2007).

Apesar da pouca informação sobre os indicativos de bem-estar animal para animais aquáticos, as pesquisas para definição destes existem e são crescentes. Dentro da aquicultura, o principal segmento é a piscicultura representando a maior parte da produção aquícola no mundo e segundo Galhardo; Oliveira (2006), a preocupação com o bem-estar para peixes é tão válida quanto para outros animais de produção.

As particularidades comportamentais e fisiológicas das espécies de peixes podem representar um desafio aos estudos do bem-estar de peixes. Volpato (2007), em seu ensaio sobre considerações metodológicas sobre os testes no bem-estar de peixes, cita que a capacidade de captar estímulos nocivos, seja dor ou qualquer outro sinal de sofrimento, tem sido o balizador para estudos em bem-estar e que estudos comportamentais são necessários para convalidar a presença de sofrimento.

Muitas pesquisas em bem-estar animal são recentes, e a comunidade científica está cada vez mais atenta aos métodos empregados nos testes com animais dentro das instituições de pesquisa (MOLENTO, 2007). Segundo Borges *et al.*, (2013), as instituições de ensino são responsáveis pela postura ética dos profissionais formados com elas, no que diz respeito ao bem-estar animal. Para a utilização dos animais em trabalhos científicos, a Lei nº 11.794/ 2008, orienta de forma clara os procedimentos para execução de experiências científicas com animais de forma a reduzir o sofrimento das cobaias, inclusive determina a criação dos comitês de ética para avaliar os métodos empregados em testes com animais. Entretanto, quando se trata de bem-estar para animais em criação, a legislação -

Instrução Normativa MAPA nº 56/ 2008 - ainda é insipiente e não estabelece parâmetros técnicos para a criação consciente dos animais para consumo humano.

Na União Europeia a legislação vigente sobre bem-estar animal é vasta, ao ponto de haver um plano estratégico que define diretrizes dos investimentos em estratégias para o bem estar animal (EUROPEAN COMMISSION, 2012). O que reflete a preocupação do mercado consumidor com a origem e a forma com que os peixes consumidos foram criados. Apesar de estudos apontarem que o mercado consumidor brasileiro não é tão exigente com relação ao bem-estar dos animais na decisão de compra, como acontece em outros países (BONAMIGO *et al.*, 2012), a comunidade científica brasileira já reage negativamente à projetos de pesquisa que não obedecem as diretrizes para o bem-estar animal nas pesquisas acadêmicas (FEIJÓ, 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. S.; SANABRIA-OCHOA, A. I.; GONÇALVES, F. D.; URBINATI, E. C. Stress response of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. **Revista Ciência Rural**, v. 38, n. 5, 2008.

ADAMANTE, W. B.; NUÑER, A. P. O.; BARCELLOS, L. J. G.; SOSO, A. B.; FINCO, J. A. Stress in *Salminus brasiliensis* fingerlings due to different densities and times of transportation. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, 2008.

ALVES, M. I. M.; SOUZA, P. C. G.; SILVA, P. R. R.; MESQUITA, P. E. C. Estratégia respiratória do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), em condições de hipóxia. **Revista Científica de Produção Animal**, v.1, n.2, 1999.

ANTUNES, M. I. P. P.; SPURIO, R. S.; GODOI, D. A.; GRUMADAS, C. E. S.; ROCHA, M. A. Cloridrato de benzocaína na anestesia de carpas (*Cyprinus carpio*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, 2008.

ARIAS, J. A. Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*. **Revista Colombiana de Ciências Pecuarias**, v.19, n.2, 2006.

ARBALÁEZ-ROJAS, G. A.; AOKI INOUE, L. A. K.; MORAES, G. Atividade proteolítica e crescimento de matrinxã em natação sustentada e alimentado com dois níveis de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, 2011.

BARBOSA, L. G.; MORAES, G.; INOUE, L. A. K. A. Respostas metabólicas do matrinxã submetido a banhos anestésicos de eugenol. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, n.3, p. 255-260, 2007.

BECKER, A. G.; PARODI, T. V.; HELDWEIN, C. G.; ZEPPEFELD, C. C.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. **Fish Physiology and Biochemist**, v.38, 2012.

BENDHACK, F. **Uso de sulfato de cálcio como redutor de estresse no transporte de matrinxãs (*Brycon cephalus*)**. Dissertação. UNESP. 2004.

BENOVIT, S. C.; GRESSLER, L. T.; SILVA, L. L. GARCIA, O. L.; OKAMOTO, M. H.; PEDRON J. S.; SAMPAIO, L. A.; RODRIGUES, R. V.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Anesthesia and transport of Brazilian Flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with essential oil of *Aloisia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. **Journal of the Aquaculture Society**, v. 43, n. 6, 2012.

BITTENCOURT, F.; SOUZA, B. E.; BOSCOLO, W. R.; RORATO, R. R.; FEIDEN, A.; NEU, D. H. Benzocaína e eugenol como anestésicos para o quinguio (*Carassius auratus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, 2012.

BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C. B. S. S.; MOLENTO, C. F. M. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, 2012.

BONE, Q.; MOORE, R. H. **Biology of Fishes**. 3ª Ed. Taylor & Francis Group. 2008.

BORGES, T. D.; SANS, E. C. O.; BRAGA, J. S.; MACHADO, M. F.; MOLENTO, C. F. M. Ensino de bem-estar e dor animal em cursos de medicina veterinária no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, 2013.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Resposta de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v.36, n.3, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa nº 56, de 06 de novembro de 2008. Estabelece os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico - REBEM, abrangendo os sistemas de produção e o transporte.

BRASIL. Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei nº 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília. 2012.

BRESSLER, K.; RON, B. Effect of anesthetic on stress and the innate immune system of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.56, n.1, 2004.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. **Revista Colombiana de Ciência Pecuária**. v.24. n.3. 2011.

CAMARGO, A. C. S.; ZAIDEN, S. F.; URBINATI, E. C. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas a restrição alimentar. **Ciência Rural**, v.38, n.4, 2008.

CARTER, K. M.; WOODLEY, C. M.; BROWN, R. S. A review of tricaine methanesulfonate for anesthesia of fish. **Fish Biology Fisheries**, v.21, n.51, 2011.

CARVALHO, E. S.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CRESCÊNCIO, R.; CHAGAS, E. C.; ANSELMO, A. A. S. Uso do probiótico Efinol®L durante o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.6, 2009.

CRUZ-CASALLAS, P. E.; MEDINA-ROBLES, V. M.; VELASCO-SANTAMARIA, Y. M. Protocolo para la crioconservación de semen de yamú (*Brycon amazonicus* Spix & Agassiz 1829). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.19, n.2, 2006.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C. A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo - revisão. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 15, n. 2, 2012.

EUROPEAN COMMISSION. **European Union Strategy for Protection and Welfare of animals 2012-2015**. 2012.

FAÇANHA, M. F.; GOMES, L. C. A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). **Acta Amazonica**, v.35, n.1, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture-2014**. FAO. Roma. 2014.

FEIJÓ, A. G. S. A função dos comitês de ética institucionais ao uso de animais na investigação científica e docência. **Revista Bioética**, v.12, n.2, 2006.

FERREIRA, P. M. F.; BARBOSA, J. M.; SANTOS, E. L.; LIMA, M. R.; CABRAL, G. A. L. Efeito da temperatura sobre a taxa metabólica da carpa-comum (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.1, n.10, 2009.

FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Tecnologias aplicadas em sanidade de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, Suplemento especial, 2008.

FRANCO, M. L. R. S.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; KRONKA, S. N.; VIDOTTI, R. M.; ASSANO, M.; GASPARINO, E. Effects of hot and cold smoking processes on organoleptic properties, yield and composition of matrinxã fillet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, 2010.

FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amazonica**, v.37, n.4, 2007.

GALHARDO, L.; OLIVEIRA, R. Bem-estar animal: um conceito legítimo para peixes?. **Revista de Etologia**, v.8, n.1, 2006.

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

GOMIERO, J. S. G.; RIBEIRO, P. A. P.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. Rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, 2003.

GONÇALVES, A. F. N.; SANTOS, E. C. C.; FERNANDES, J. B. K.; TAKAHASHI, L. S. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. **Acta Scientia Animal Science**. Maringá. v.30. n.3. 2008.

GONÇALVES, A. F. N.; TAKAHASHI, L. S.; URBINATI, E. C.; BILLER, J. D.; FERNANDES, J. B. K. Transporte de juvenis de curimatá, *Prochilodus lineatus*, em diferentes densidades. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.2, 2010.

HAINFFELNER, P.; DE SOUZA, T. G.; MUÑOZ, M. E.; FREITAS, G. A.; BATLOUNI, S. R. Spawning failure in *Brycon amazonicus* may be associated with ovulation and not with final oocyte maturation. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, 2012.

HOLLOWAY, A. C.; KEENE, J. L.; NOAKES, D. G.; MOCCIA, R. D. Effects of clove oil and MS-222 on blood hormone profiles in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum. **Aquaculture Research**, v.35, 2004.

HONCKZARYK, A.; AOKI INOUE, L. A. K. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. **Ciência Rural**. v.39. n.2. 2009.

HOSHIBA, M. A.; GONÇALVES, F. D.; URBINATI, E. C. Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (*Brycon amazonicus*) após exercício físico intenso durante a captura. **Acta Amazonica**, v.39, n.2, 2009.

HÖTZEL, M. J.; PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C. Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. **Revista Etologia**, v.6, n.1, 2004.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES G. Avaliação dos anestésicos 2-phenoxyethanol e benzocaína no manejo de matrinxã, *Brycon cephalus*, (Günther,1869). **Biodiversidade Pampeana**, v. 2, p. 10- 15, 2004.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. **Óleo essencial de cravo: um anestésico alternativo para manejo de peixes**. EMBRAPA. Documentos. n.51. Manaus. AM. 2007.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G.; IWAMA, G. K.; AFONSO, L. O. B. Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxã (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. **Acta Amazonica**, v.38, n.3, 2008.

IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, v.34, n.2, 2004.

JOMORI, R. K.; LUZ, R. K.; TAKATA, R.; FABREGAT, T. H. P. PORTELLA, M. C. Água levemente salinizada aumenta a eficiência da larvicultura de peixes neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.8, 2013.

JONES, R. S. A history of veterinary anesthesia. **Anales de Veterinaria de Murcia**, v.18, 2002.

KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 7, nº. 43, 1997.

KUBITZA, F. **Técnicas de Transporte de Peixes Vivos**. Campo Grande. 1998.

KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Revista Panorama da Aquicultura**. setembro/ outubro. 2007.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes: boas práticas no transporte de peixes vivos. **Panorama da Aquicultura**, v. 19, n. 114, 2009.

LONGLEY, L. **Anesthesia for exotic pets**. 1ª ed. Ed. Elsevier Saunders. 2008.

LUZ, R. K. Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentadas com diferentes dietas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.1, 2007.

LUZ, R. K.; COSTA, L. S.; RIBEIRO, P. A. P.; SILVA, R. F.; ROSA, P. V. Influência do tempo de transporte para juvenis de pacamã (*Lopholisurus alexandri*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.6, 2013.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; OLIVEIRA, C. M. C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.9, 2011.

MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; RAMOS-ENRIQUEZ, R. Cortisol and Glucose: Reliable indicators of fish stress?. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4, n.2, 2009.

MATHENY, G.; LEAHY, C. Farm-Animal Welfare, Legislation and Trade. **Law and Contemporary Problems**. 2007.

MERIGHE, G. K. F.; PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; NEGRÃO, J. A.; RIBEIRO, S. Efeito da Cor do Ambiente sobre o Estresse Social em Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, 2004.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: qual a novidade?. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.35, Suplemento 2, 2007.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; VIDOTTI, R. M.; SECCO, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, 2000.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R.; MORAES, J. R. E.; MALHEIROS, E. B. Falha na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, 2000.

NASCIMENTO, J. H. P.; VERRESCHI, D. C.; JESUS, R. S. Hidrolisados proteicos de peixe em dietas para alevinos de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.2, n.2, 2008.

NORDI, W. M.; YAMASHIRO, K. C. E.; KLANK, M.; LOCATELLI-DITTRICH, MORAIS, R. N.; REGHELIN, A. I.; MOLENTO, C. F. M. Quail (*Coturnix coturnix*

japonica) welfare in two confinement systems. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, 2012.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. Estresse em peixes cultivados: atenuantes e agravantes para manejo rentável. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. Embrapa Amapá. Macapá. 2009.

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 (*Oreochromis niloticus*) em transporte simulado. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, 2007.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.77-86, 2007.

OLIVEIRA, P. C.; SHIMODA, E.; FREITAS DE SÁ, W. L.; RIBEIRO, J. V. Determinação do tempo ótimo de jejum necessário no transporte de juvenis de tilápias. In **Anais** do XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA. 2009. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_107_713_13006.pdf, acessado em: 20 de dezembro de 2014.

PANEPUCCI, R. A.; PANEPUCCI, L.; FERNANDES, M. N.; SANCHES, J. R.; RANTIN, F. T. The effect of hypoxia and recuperation on carbohydrate metabolism in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Brazilian Journal of Biology**, v.61, n.4, 2001.

PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K. ; SANTOS, J. C. E. ; MATTIOLI, C. C.; SILVA, C. L. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, 2008.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n.2, 2004.

PIZANGO-PAIMA, E. G.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Composição corporal do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.31, n.3, 2001.

QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA-FILHO, J. A. D.; ALBIERO, D.; BRASIL, D. F.; MELO, R. P. Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, 2014.

ROUBACH, R.; GOMES, L. C. Uso de anestésicos durante o manejo de peixes. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 66, 2001.

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

SANTOS-FILHO, L. C.; BATISTA, V. S. Dinâmica populacional da matrinxã (*Brycon amazonicus*) na Amazônia Central. **Zoologia**. v.26. n.2. 2009.

SILVA, R. B. T. R.; NÄÄS, I. A.; BROOM, D. M.; O' DISCROLL, K. Poultry Welfare Scenario in South America: Norms and Regulations. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, n.2, 2011.

SMALL, B. C. Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.218, 2003.

SOUZA, R. A. R.; CARVALHO, C. V. A.; NUNES, F. F.; SCOPEL, B. R.; GUARIZI, J. D.; TSUZUKI, M. Y. Efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, n.3, 2012.

TAVARES-DIAS, M.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros: parâmetros eritroleucoétricos, trombométricos e glicemia do matrinxã (*Brycon cephalus Günther*, 1869) (OSTEICHTHYES: CHARACIDAE). **Ars Veterinária**, v.15, n.3, 1999.

TEIXEIRA, E. G.; MOREIRA, A. G. L.; MOREIRA, R. L.; LIMA, F. R. S. Mentol como anestésico para diferentes classes de tamanho de tilápia-do-nilo. **Archives of Veterinary Science**. v.16. n.2. 2011.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Sodium chloride added to transport water and physiological responses of Matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleost: Characidae). **Acta Amazonica**, v.34, n.4, 2006.

VOLPATO, G. Considerações metodológicas sobre os testes de preferência na avaliação do bem-estar em peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Suplemento especial, 2007.

ZAHL, I. H.; SAMUELSEN, O. Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. **Fish Physiology Biochemichy**. v. 38, n. 201, p. 201-208, 2012.

CAPÍTULO 1

3.1 DOSE ÓTIMA PARA SEDAÇÃO DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*) COM EUGENOL, MENTOL E PROPOFOL.

3.1.1 Resumo

Dentre os anestésicos disponíveis o eugenol, o mentol e o propofol são substâncias de fácil aquisição e já utilizados na anestesia de algumas espécies de peixes, porém, para espécies nativas, a literatura sobre o tema ainda é escassa. O objetivo do presente trabalho foi definir as doses ótimas para sedação de juvenis de matrinxã com o mentol, o eugenol e o propofol. Os peixes foram submetidos à sedação e recuperação em aquários distintos, com oxigenação constante. Para definição dos tempos de ação esperada dos anestésicos considerou-se o tempo de permanência em estado normal, tempo para completa anestesia, tempo de permanência em anestesia cirúrgica e tempo necessário para a recuperação. Os parâmetros de qualidade de água se mantiveram dentro da faixa de conforto da espécie. Os três anestésicos se mostraram eficientes na sedação dos animais, possibilitando a definição de doses seguras para a sedação dos peixes e as doses testadas influenciaram nos tempos necessários para a completa sedação e recuperação.

Palavras-chave: Estágios de sedação; Recuperação; Anestésicos sintéticos e naturais.

3.1.2 Introdução

A aquicultura é a alternativa para atender a crescente demanda mundial por carne de pescado e sua atividade em âmbito mundial apresenta franco crescimento enquanto o montante da produção oriunda da captura está estagnado (FAO, 2014). No Brasil, o consumo de carne de pescado ainda está abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde, recomenda-se o consumo 12 kg/habitante/ano, porém o consumo de pescado no Brasil passou de cerca de 6,5 kg para 9,0 kg/habitante/ na última década (SIDONIO *et al.*, 2012). A produção aquícola nacional cresceu cerca de 40% no triênio 2008-2010, este crescimento está ligado ao desenvolvimento tecnológico e expansão do setor (MPA, 2012).

O matrinxã é um peixe nativo da Bacia Amazônica, de grande importância econômica para a pesca comercial e esportiva nessa região (SANTOS-FILHO; BATISTA, 2009). Destaca-se pelo rápido crescimento, boa conversão alimentar e facilidade na indução hormonal para reprodução artificial, estas características indicam o matrinxã como uma espécie com potencial para a aquicultura (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999). A maior dificuldade na criação deste peixe é seu comportamento naturalmente agressivo, cujos sinais são observados já nas fases jovens. E devido a este fato, a espécie tem sido objeto de estudo em muitos trabalhos que buscam a redução dos efeitos negativos do estresse (ABREU *et al.*, 2006; HOSHIBA *et al.*, 2009).

Durante a criação os peixes estão sujeitos a muitos agentes estressores que, em casos extremos, podem afetar a saúde e o bem-estar dos animais; o uso de anestésicos é uma alternativa para a redução dos efeitos nocivos do estresse sobre os animais (ASHLEY, 2006). No mercado existem vários anestésicos sintéticos e naturais que podem ser utilizados como sedativos de peixes, por exemplo a benzocaína, 2-phenoxyetanol, tricaína metano-sulfonato e, mais recentemente, óleos essenciais de plantas com propriedades sedativas (INOUE *et al.*, 2004; HOLLOWAY *et al.*, 2004; FAÇANHA *et al.*, 2005; BECKER *et al.*, 2012; BENOVIĆ *et al.*, 2012). Assim, muitas destas substâncias anestésicas com potencial para utilização na piscicultura são de fácil aquisição no mercado, porém a literatura sobre o tema ainda é escassa.

O eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$) é um óleo essencial extraído de plantas do gênero *Eugenia* que possui múltiplos usos, sendo utilizado principalmente como antisséptico e anestésico local. Existem muitas experiências positivas de sua utilização como anestésico para muitas espécies de peixes como o lambari, esturjão, tilápia e a piraputanga (PEREIRA-DA-SILVA *et al.*, 2009; IMAPOOR *et al.*, 2010; DELBON; RANZANI PAIVA, 2012; FABIANI *et al.*, 2013). Por ser um composto de baixa solubilidade em água, para utilizar o eugenol é comum que seja feita a diluição em etanol (SOUZA *et al.*, 2012).

Outro composto natural, mentol ($C_{10}H_{20}O$) pode ser utilizado como sedativo para peixes. Oriundo de plantas do gênero *Mentha*, é um composto ceroso, cristalino de cor branca ou transparente e é comumente utilizado na indústria de perfumaria (RIZZO *et al.*, 2009). Sua função anestésica já foi constatada em tilápia-do-Nilo, dourado, tambaqui e cachara (SIMÕES; GOMES, 2009; PÁDUA *et al.*, 2010; SANCHEZ *et al.*, 2014^A; SANCHEZ *et al.*, 2014^B). Dada a sua natureza sólida, a sua utilização requer prévia dissolução, geralmente utilizando-se o etanol como diluente. Apesar de seu efeito sedativo, segurança na manipulação e facilidade na aquisição, o mentol é pouco utilizado e a literatura sobre seus efeitos sobre os peixes ainda é escassa.

O propofol ($C_{12}H_{18}O$) é um anestésico amplamente utilizado na medicina humana e veterinária. É um fármaco cuja ação é de curta duração e é rapidamente eliminado do organismo, sendo geralmente administrado de forma intravenosa (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Devido à sua pouca solubilidade em água, o propofol é normalmente comercializado sob a forma de emulsão (1%) (TAMANHO *et al.*, 2013). O propofol é lipofílico e é metabolizado predominantemente no fígado (IVANO *et al.*, 2010). Quanto à sua aplicação na piscicultura, Gregory *et al.* (2003) tiveram sucesso na sedação de esturjão do México utilizando o propofol associado à outras drogas sintéticas, Gressler *et al.* (2012) constataram sua eficiência na sedação de jundiá. GholipourKanani; Ahadzadeh (2013) observaram sucesso na sedação de kinguio com sua utilização. Apesar das experiências positivas, a literatura que aborda a ação deste fármaco na sedação de peixes é muito mais escassa quando comparada ao quantitativo de trabalhos que foram realizados para outros anestésicos como a benzocaína e a tricaína metano-sulfonato (MS-222).

A sedação nos peixes ocorre em diferentes estágios que vão desde a diminuição da resposta a estímulos externos até a completa perda de equilíbrio,

movimentos corporais e respiratórios (PARODI *et al.*, 2012). O estado normal de atividade é o ponto de partida para as avaliações do comportamento dos peixes ao ter contato com o anestésico. O primeiro sinal de anestesia é a redução dos batimentos operculares e perda de reação a estímulos externos, como o toque e estímulos visuais, neste estágio não ocorre perda de equilíbrio (GIMBO *et al.*, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2011). Após este estágio, ocorrem as alterações no equilíbrio natatório do peixe (SIMÕES *et al.*, 2010), inicialmente a natação é comprometida, torna-se irregular e desorientada até que o peixe perde totalmente o equilíbrio natatório. Após a perda total do equilíbrio o peixe não se movimenta, os batimentos operculares se tornam mínimos e, caso a sedação seja continuada, o peixe pode morrer (ANSCHAU *et al.*, 2014).

Da mesma forma que a sedação, a recuperação também ocorre em estágios sequenciais, iniciando com a regularização dos batimentos operculares, posteriormente iniciam-se os movimentos corporais, início de recuperação da natação e recuperação de natação normal (Z AHL; SAMUELSEN, 2012). O objetivo deste trabalho foi definir a dose ótima para anestesia cirúrgica de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) utilizando eugenol, mentol e propofol.

3.1.3 Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus de Alegre - ES. Os peixes foram obtidos por meio de reprodução induzida por extrato de hipófise de carpa-comum (*Cyprinus carpio*) seguindo o método descrito por Woynarovich; Horvath (1983), e posteriormente levados para crescimento em tanques-rede de malha 1 mm instalados em viveiros escavados na dependências do IFES Campus de Alegre - ES.

A alimentação foi realizada duas vezes ao dia, com ração extrusada (32%PB) fornecida a lanço até a saciedade. Antes do experimento, os juvenis permaneceram por 24 horas sem alimentação. No experimento foi utilizada água tratada posta para decantação em caixa d'água de polietileno por 48 horas para eliminação do cloro.

Foram utilizados 120 juvenis com peso médio de $4,44 \pm 0,95$ g e comprimento total médio de $7,29 \pm 0,47$ cm. Os peixes foram medidos com paquímetro analógico e pesados em balança digital com precisão de 0,0001g. Oxigênio dissolvido e temperatura da água foram monitorados com oxímetro microprocessado modelo DO-5519, o pH da água foi mensurado com peagâmetro digital modelo PH-0016.

Os peixes foram, individualmente, submetidos à indução anestésica em aquário de vidro contendo um litro de água contendo as doses dos anestésicos testados (Tabela 1) e após o fim do último estágio de sedação, foram rapidamente deslocados para recuperação em outro aquário contendo 13 litros de água, sem anestésico e com oxigenação constante. Foram observados os estágios de sedação e recuperação descritos na tabela 2.

Tabela 1: Doses de eugenol, mentol e propofol utilizadas na sedação de juvenis de matrinxã.

Anestésico	Dose (mg/L)
Eugenol	50,0; 100,0; 150,0; 200,0.
Mentol	100,0; 125,0; 150,0; 175,0.
Propofol	2,0; 4,0; 6,0; 8,0.

Para determinar o tempo de sedação e permanência em cada estágio de sedação pré-definido, foi utilizado um cronometro digital. Adotou-se o tempo máximo de observação de 30 minutos para os peixes no aquário de recuperação, aqueles

que não se recuperassem neste tempo foram considerados como não recuperados (VIDAL *et al.*, 2008).

Tabela 2. Estágios de sedação observados utilizando eugenol, mentol e propofol como anestésico para juvenis de matrinxã.

Estágio	Descrição do estágio
Normal	Reações e natação normal
Sedação leve	Perda de reação a movimentos visuais e ao toque.
Anestesia leve	Perda parcial de equilíbrio.
Anestesia profunda	Perda total de equilíbrio.
Anestesia cirúrgica	Movimento mínimo dos opérculos, e peixes estáticos.
Recuperado	Natação normal.

Foi realizado um experimento para cada anestésico. Todos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e considerando cada peixe como uma repetição (n=10). O eugenol (1000 mg/L) e os cristais de mentol foram adquiridos em farmácia de manipulação e diluídos em álcool 93° na proporção de 1:10. As ampolas de propofol foram mantidas sob refrigeração, conforme recomendação do fabricante. Os dados referentes ao tempo para a sedação completa (anestesia cirúrgica), tempo de permanência em anestesia cirúrgica e tempo de recuperação foram analisados utilizando software Sisvar 5.3®.

3.1.4 Resultados e discussão

Os valores dos parâmetros de qualidade água avaliados durante o presente experimento (Tabela 3) se mantiveram na faixa de conforto para a espécie (KUBITZA, 2003).

Tabela 3: Valores dos parâmetros de qualidade de água verificados durante experimentos de sedação de juvenis de matrinxã com eugenol, mentol e propofol.

Etapa de sedação	Parâmetros de qualidade de água			
	Temp. indução (°C)	Temp. recuperação (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Ph
Sedação com eugenol	26,9±0,78	25,2±1,60	6,7±0,80	7,8±0,31
Sedação com mentol	24,9±0,37	24,5±0,28	6,5±1,30	7,9±0,17
Sedação com propofol	23,9±0,36	23,9±0,39	6,9±0,84	7,9±0,44

Média ± Desvio padrão.

3.1.4.1 Sedação com eugenol

Não houve mortalidade durante o experimento de sedação com eugenol. Ao serem postos para sedação, os peixes apresentaram hipertatividade caracterizada pela movimentação eufórica no aquário, que diminuiu à medida que a sedação foi intensificada. Este fenômeno também foi observado na utilização do eugenol em algumas outras espécies de peixes (VIDAL *et al.*, 2008; SANCHEZ *et al.*, 2014^A).

As doses de 50 e 100 mg/L apresentaram os maiores tempos de permanência em estado normal, ocorrendo, a partir de 100 mg/L, diminuição progressiva nesta variável com o aumento da dose (Tabela 4). Observou-se que quanto menor a dose, maior foi o tempo necessário para anestesia total. O aumento da concentração do anestésico na água pode ter acelerado o processo de sedação, este efeito também foi observado na utilização do eugenol na sedação de juvenis de matrinxã (VIDAL *et al.*, 2007), pirapitinga (SLADKI *et al.*, 2001) e piraputanga (FABIANI *et al.*, 2013).

Tabela 4: Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com eugenol em diferentes doses (mg/L).

Dose	Variáveis			
	Permanência em Normal (CV)	Anestesia Total (CV)	Permanência em Anestesia Total (CV)	Recuperação (CV)
50	10,4 (18,85%)*	247,6 (15,29%)	152,1±38,81 (25,52%)	201,2 (12,32%)*
100	11,2 (30,89%)*	65,9 (32,37%)	39,2±16,14 (41,86%)	289,9 (28,89%)**
150	7,4 (16,22%)	47,4 (33,38%)	28,2±14,48 (51,35%)	302,4 (29,09%)**
200	5,8 (27,59%)	33,6 (46,64%)	10,2±2,64 (25,88%)	199,0 (37,83%)*

Médias acompanhadas com o mesmo número de asteriscos (*,**) não diferem entre si, nas colunas, por ANOVA ($p < 0,05$). Permanência em Normal: $\hat{Y} = -0,0002X^2 + 0,0248X + 10,1$; $R^2 = 87,98\%$. Anestesia Total: $\hat{Y} = 0,0168X^2 - 5,5185X + 473,63$; $R^2 = 95,83\%$. Permanência em Anestesia Total: $\hat{Y} = 0,0095X^2 - 3,2459X + 285,23$; $R^2 = 95,21\%$. Recuperação: $\hat{Y} = -0,0192X^2 + 4,8143X + 6,525$; $R^2 = 99,15\%$.

Para a recuperação (tabela 4) observou-se que as doses de 50 e 200 mg/L causaram os menores tempos para retorno, enquanto as doses de 100 e 150 mg/L levaram os peixes à um tempo maior para completa recuperação. Em carpa-comum, Bittencourt *et al.* (2013) observaram que não houve diferença significativa entre os tempos de recuperação, independente da dose de eugenol à qual os peixes foram submetidos. Apesar de não se conhecer de forma aprofundada o metabolismo do eugenol no organismo dos peixes, o efeito ocorrido neste experimento pode estar ligado à forma com que o eugenol é metabolizado pelo organismo, podendo existir uma faixa que potencialize o tempo de permanência na sedação de matrinxã com eugenol retardando sua recuperação.

Com base na equação obtida para o tempo necessário para a completa sedação, observou-se que 164,24 mg/L foi a dose que causou o menor tempo para a anestesia cirúrgica, cerca de 20 segundos. Porém, esta dose oferece pouco tempo de permanência no estágio de anestesia total o que reflete em uma margem de segurança muito curta, cerca de 8 segundos. Baseando-se na equação para a completa recuperação, a dose que causou maior tempo de recuperação foi 125,37 mg/L, esta dose causou tempo de retorno de 308 segundos, para esta dose o tempo necessário para anestesia total foi de 45 segundos e o tempo de permanência em anestesia cirúrgica (margem de segurança) foi de 27 segundos. Comparando estes valores com os valores exibidos na tabela 4, observa-se que a dose de 100 mg/L foi mais efetiva do que as demais, por propiciar rápida sedação e recuperação e uma boa margem de segurança.

3.1.4.2 Sedação com mentol

Ao entrar em contato com a água com anestésico, os peixes apresentaram aumento na frequência de batimentos operculares, o que se normalizou no decorrer da sedação. Durante o experimento de sedação com mentol ocorreu mortalidade nas doses de 125 e 150 mg/L, 1 peixe em cada tratamento. A literatura sobre a utilização do mentol como anestésico em matrinxã ou mesmo peixes do gênero *Brycon* é escassa, mas para outras espécies não há relatos de que o uso do mentol, nas mesmas doses utilizadas no presente trabalho, tenha causado mortalidade dos peixes (FAÇANHA *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2011). A mortalidade ocorrida neste experimento, mesmo que muito baixa, ocorreu nos tratamentos que permaneceram por mais tempo em anestesia total e pode estar relacionada à prolongada exposição ao anestésico.

Tabela 5: Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com mentol em diferentes doses (mg/L).

Dose	Variáveis			
	Permanência em Normal (CV)	Anestesia Total (CV)	Permanência em Anestesia Total (CV)	Recuperação (CV)
100	10,5 (30,76%)*	200,9 (77,57%)	98,8 (54,63%)	199,6 (16,58%)
125	18,8 (36,91%)	285,4 (53,57%)	204,2 (5,90%)	373,5 (5,34%)*
150	15,2 (21,18%)	430,7(41,55%)	346,2 (8,45%)	379,3 (3,99%)*
175	10,6 (16,98%)*	304,7 (31,10%)	110,5 (18,89%)	304,7 (3,83%)

Médias acompanhadas com o mesmo número de asteriscos (*) não diferem entre si, nas colunas, por ANOVA ($p < 0,05$). Permanência em Normal: $\hat{Y} = -0,0052X^2 + 1,4058X - 77,935$; $R^2 = 87,65\%$. Anestesia Total: $\hat{Y} = -0,0842X^2 + 24,982X - 1471,9$; $R^2 = 79,59\%$. Permanência em Anestesia Total: $\hat{Y} = -0,1326X^2 + 36,83X - 2179,2$; $R^2 = 73,11\%$. Recuperação: $\hat{Y} = -0,0994X^2 + 28,619X - 1664,0$; $R^2 = 98,17\%$.

Observou-se que o aumento da dose da solução de mentol não reduziu os tempos de permanência em estado normal, anestesia total e permanência em anestesia total. Diferente do que foi observado em outras espécies, cujos tempos para anestesia total decresceram à medida que a dose foi aumentada (PÁDUA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2012). Para a recuperação, as doses que geraram os maiores tempos para completo retorno, foram aquelas que apresentaram maiores

tempos de permanência em anestesia total, efeito que pode estar relacionado à maior quantidade de anestésico absorvida durante o processo de sedação.

Ao utilizar o mentol em dourado (*Salminus brasiliensis*), Pádua *et al*, 2010 não observaram esta relação. Como sedativo para tilápia (*Oreochromis niloticus*), Gonçalves *et al*. (2008) não observaram diferença significativa no tempo de retorno entre as diferentes doses de mentol testadas. Porém, na sedação de robalo (*Centropomus paralellus*) com mentol, Souza *et al*, 2012 observaram que quanto maior a dose de mentol utilizada sobre os peixes, maior foi o tempo necessário para recuperação dos movimentos normais. O mecanismo de ação do mentol como anestésico para peixes é pouco conhecido, necessitando de maiores esclarecimentos sobre o seu metabolismo nas diferentes espécies de peixes.

A equação encontrada para o tempo de anestesia total e recuperação apontam que a dose que causou maior tempo para anestesia total foi 146,95 mg/L, esta dose levaria os peixes à anestesia cirúrgica em 381 segundos, margem de segurança (permanência em anestesia cirúrgica) de 369 segundos e recuperação em 395 segundos. A equação de recuperação mostrou que a dose que apresentou maior tempo para a recuperação foi 143,1 mg/L, esta dose sedaria os peixes, até a anestesia cirúrgica, em 378 segundos, tem como margem de segurança o tempo de 375 segundos e possibilita a recuperação em 396 segundos. Comparando os valores dos estágios de sedação avaliados apresentados na tabela 12 e os valores obtidos através das equações de tempo de anestesia total, tempo de permanência em anestesia (margem de segurança) e tempo para a recuperação, constatou-se que a dose de 100 mg/L de mentol proporcionou rápida sedação e recuperação, bem como uma boa margem de segurança aos peixes para a sedação, sendo portanto recomendada para a sedação de juvenis de matrinxã.

3.1.4.3 Sedação com propofol

Não ocorreu mortalidade dos peixes durante o teste de sedação de juvenis de matrinxã com o propofol, e não foi observado nenhum tipo de hiperatividade dos peixes ao entrarem em contato com a água com anestésico, mesmo nas maiores doses. Tanto no tempo de anestesia total quanto na permanência em anestesia total

(tabela 6), o aumento da dose utilizada reduziu os tempos destas variáveis. Porém, para o tempo de recuperação, não ocorreu diferença significativa entre as doses testadas.

GholipourKanani; Ahadizadeh (2013), avaliando diferentes doses de propofol em *Caracius auratus*, observaram efeito similar e constataram que houve efeito aditivo da dose sobre os tempos para completa anestesia e que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o tempo de recuperação. Com o aumento da dose, a concentração de propofol na água também aumenta, podendo causar redução nos tempos de latência. O propofol é um anestésico lipofílico, de rápida ação e eliminação do organismo (SIMONI *et al.*, 2013), fato que pode ter colaborado para que não tenha ocorrido diferença significativa entre os tempos de recuperação.

Gressler *et al.* (2012) observaram, utilizando propofol em juvenis de jundiás de diferentes faixas de peso, que os tempos de recuperação não diferiram entre animais com a mesma faixa de peso, porém houve diferença significativa entre as diferentes faixas de peso avaliadas. Gomulka *et al.* (2014) avaliaram os parâmetros fisiológicos do *Coregonus lavaretus* e observaram que mesmo causando estresse moderado nos peixes, o propofol é um anestésico seguro pois as alterações fisiológicas observadas se normalizaram após 24 horas de recuperação.

Tabela 6: Tempos, em segundos, de permanência em estado normal, para anestesia total, de permanência em anestesia total e de recuperação da natação normal de juvenis de matrinxã sedados com propofol em diferentes doses (mg/L).

Dose	Variáveis			
	Permanência em Normal (CV)	Anestesia Total (CV)	Permanência em Anestesia Total (CV)	Recuperação (CV)
2,0	20,60 (34,32%)	683,2 (33,75%)	484,0 (43,00%)	338,8 (37,63%)*
4,0	10,78 (23,84%)	205,1 (9,31%)	129,5 (16,73%)	373,1 (43,25%)*
6,0	7,80 (20,51%)	174,9 (14,79%)	119,8 (21,33%)	372,3 (16,01%)*
8,0	6,40 (21,25%)	104,9 (14,43%)	74,1 (16,59%)	328,7 (31,79%)*

Médias acompanhadas com o mesmo número de asteriscos (*) não diferem entre si, nas colunas, por ANOVA ($p < 0,05$). Permanência em Normal: $\hat{Y} = 0,5264X^2 - 7,5428X + 33,317$; $R^2 = 98,87\%$. Anestesia Total: $\hat{Y} = 0,0039X^2 + 0,019X + 7,2245$; $R^2 = 93,04\%$. Permanência em Anestesia Total: $\hat{Y} = 12,063X^2 - 166,88X + 633,6$; $R^2 = 94,17\%$. Recuperação: $\hat{Y} = 0,696X^2 - 0,8119X + 6,8421$; $R^2 = 93,03\%$.

Baseando-se nas equações calculadas para o tempo necessário para anestesia total, tempo de permanência em anestesia cirúrgica e tempo de recuperação observou-se que a dose que causou menor tempo para a sedação completa foi 6,73 mg/L, esta também apresentou margem de segurança de

aproximadamente 56,0 segundos e tempo de recuperação de 360,3 segundos. Seguindo a mesma base para cálculo, a dose que causou maior tempo de recuperação foi 4,8 mg/L, 377,6 segundos, esta dose possibilitou a sedação em 179,2 segundos e sua margem de segurança foi 115,8 segundos. A dose de 6,0 mg/L apresentou valores intermediários às estes, sendo a dose mais apropriada para a sedação dos juvenis de matrinxã com o propofol.

3.1.4.4 Comparação entre os anestésicos testados

Para a sedação de juvenis de matrinxã com eugenol o experimento de Vidal *et al.* (2007) concluíram que a dose de 100 mg/L é suficiente para a anestesia cirúrgica dos peixes, corroborando com os resultados do presente trabalho. Para o mentol, o presente trabalho recomenda a dose de 100 mg/L. Esta dose é indicada para a anestesia cirúrgica e utilização na biometria de juvenis de algumas outras espécies (GONÇALVES *et al.*, 2008; FAÇANHA; GOMES, 2005. No presente trabalho, verificou-se que a dose de propofol de 6 mg/L foi a que melhor levou os juvenis de matrinxã à anestesia cirúrgica; em *Carassius auratus*, GholipourKanani; Ahadizadeh (2013) observaram que a dose de 7 mg/L foi a mais indicada e Gomulka *et al.* (2014) tiveram resultados positivos com a dose de propofol de 10 mg/L na sedação de *Coregonus lavaretus*. O que sugere que a espécie é um dos fatores de influência na ação deste anestésico.

Na sedação de peixes, um bom anestésico deve oferecer segurança ao manipulador e aos peixes, rápida sedação e recuperação, bem como boa margem de segurança na sedação para reduzir o risco de mortalidade dos peixes durante a utilização do sedativo. As doses indicadas para os anestésicos testados atenderam aos parâmetros estabelecidos para boa eficiência do sedativo. A figura 1 mostra a comparação entre os valores dos parâmetros relacionados aos estágios de sedação observados nas melhores dosagens.

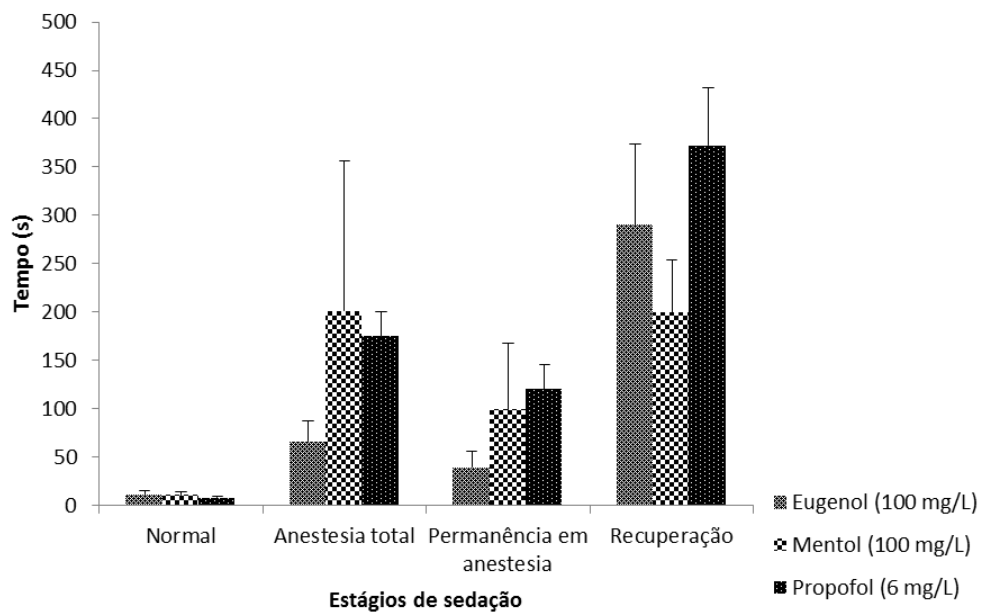


Figura 1: Comparação entre as melhores doses dos anestésicos testados na sedação de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) para os tempos de permanência em estado normal, tempos necessários para a completa anestesia, tempos de permanência em anestesia total e tempo necessário para completa recuperação.

A carência de informações sobre o metabolismo dos anestésicos naturais ainda é um fator limitante para a pesquisa sobre a utilização destes compostos como redutores de estresse para os peixes. Porém, os três anestésicos testados, nas doses indicadas anteriormente, apresentam total segurança aos peixes e demonstraram eficiência na sedação dos juvenis de matrinxã, porém outros fatores devem ser considerados na escolha do anestésico para a utilização na rotina da piscicultura.

O mentol e o eugenol são compostos naturais de fácil aquisição e baixo custo. Além destes fatores, a sua aquisição não necessita de prescrição, lembrando que é necessário fazer a diluição dos anestésicos em etanol. Por outro lado, o propofol, apesar da disponibilidade no mercado e custo relativamente baixo, é um fármaco de compra controlada e sua aquisição depende do receituário da prescrição de um médico veterinário, fator que pode onerar a utilização deste fármaco.

3.1.5 Conclusão

Para a utilização de eugenol, mentol e propofol para a anestesia total de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) são recomendados as doses de: 100 mg/L para o eugenol e o mentol e 6 mg/L para anestesia total com propofol.

3.1.6 Referências bibliográficas

- ABALAÉZ-ROJAS, G. A.; MORAES, G. Interação do exercício de natação sustentada e da densidade de estocagem no desempenho e na composição corporal de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus*. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.201-208, 2009.
- ABREU, J. S.; URBINATI, E. C. Physiological responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*) fed different levels of vitamin C and submitted to air exposure. **Acta Amazonica**, v.36, n.4, 2006.
- ANSCHAU, D. L.; LAZZARI, R.; COSTA, S. T.; DECARLI, J. A.; UCZAY, J. LOEBENS, L. Produtos anestésicos para juvenis de carpa húngara ("*Cyprinus carpio*"). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.2, p.406-414, 2014.
- ASHLEY, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, 37p. 2006.
- BECKER, A. G.; PARODI, T. V.; HELDWEIN, C. G.; ZEPPEFELD, C. C.; HEIZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.38, p.789-796, 2012.
- BENOVIT, S. C.; GRESSLER, L. T.; SILVA, L. L.; GARCIA, L. O.; OKAMOTO, M. H.; PEDRON, J. S.; SAMPAIO, L. A.; RODRIGUES, R. V.; HEIZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Anesthesia and Transport of Brazilian Flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with Essential Oils of *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. **Journal of Aquaculture Society**, v.43, n.6, 2012.
- BITTENCOURT, F.; SOUZA, B. E.; NEU, D. H.; RORATO, R. R.; BOCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Eugenol e benzocaína como anestésicos para juvenis de *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (carpa-comum). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 163-167, 2013.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília. 2012.
- CHO, G. K; HEATH, D. D. Comparison of tricaine methanesulphonate (MS 222) and clove oil anesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum). **Aquaculture Research**, v.31, n.6, p.537-546, 2000.
- DELBON, M. C.; RANZANI PAIVA, M. J. T. Eugenol em juvenis de tilápia-do-Nilo: concentrações e administrações sucessivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, n.1, p.43-52, 2012.
- FABIANI, B. M.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; DIEMER, O.; BITTENCOURT, F.; NEU, D. H. Benzocaine and eugenol as anesthetics for *Brycon hilarii*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.35, n.2, p.113-117, 2013.

FAÇANHA, M. F.; GOMES, L. C. A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). **Acta Amazonica**, v.35, n.1, p.71-75, 2005.

FAO : FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture: opportunities and challenges**. Roma. 2014.

GIMBO, R. Y.; SAITA, M. V.; GONÇALVES, A. F. N.; TAKAHASHI, L. S. Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.350-357, 2008.

GOLIPOUKANANI, H.; AHADIZADEH, S. Use of propofol as an anesthetic and its efficacy on some hematological values of ornamental fish *Carassius auratus*. Springer Plus, v.2, n.76, 2013.

GOMULKA, P.; WLASOW, T.; SZCZEPKOWSKI, M.; MISIEWICZ, L.; ZIOMEK, E. The effect of propofol anaesthesia on haematological and biochemical blood profile of European Whitefish. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.14, p. 331-337. 2014.

GONÇALVES, A. F. N.; SANTOS, E. C. C.; FERNANDES, J. B. K.; TAKAHASHI, L. S. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.30, n.3, p.339-334, 2008.

GREGORY, J.; DARRYL, J.; FLOYD, R. F.; RIGGS, A. Evaluation of propofol and medetomidine-ketamine for short term immobilization of Gulf of Mexico Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* de Soti). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.34, n.2, p.153-158, 2003.

GRESSLER, L. T.; PARODI, T. V.; RIFFEL, A. P. K.; DA COSTA, S. T.; BALDISSEROTTO, B. Immersion anaesthesia with tricaine metanesulphonate or propofol on different sizes and strains of silver catfish *Rhamdia quelem*. **Journal of Fish Biology**, v.81, p. 1436-1445, 2012.

HOLLOWAY, A. C.; KEENE, J. L.; NOAKES, D. G.; MOCCIA, R. D. Effects of clove oil and MS-222 on blood hormone profiles in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum. **Aquaculture Research**, v.35, p.1025-1030, 2004.

HOSHIBA, M. A.; GONÇALVES, F. D.; URBINATI, E. C. Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (*Brycon amazonicus*) após exercício físico intenso durante a captura. **Acta Amazonica**, v.39, n.2, 2009.

IMANPOOR, M. R.; BAGHERI, T.; HEDAYATI, S. A. A. The Anesthetic Effects of Clove Essence in Persian Sturgeon, *Acipenser persicus*. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v.2, n.1, p.29-36, 2010.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES, G. Avaliação dos anestésicos 2-phenoxietanol e benzocaína no manejo do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869). **Biodiversidade Pampeana**, v.2, p.10-15, 2004.

INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G.; IWAMA, G. K.; AFONSO, L. O. B. Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxã (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. **Acta Amazonica**, v.38, n.3, 2008.

IVANO, F. H.; ROMEIRO, P. C. M.; MATIAS, J. E. F.; BARETTA, G. A. P.; KAY, A. K.; SASAKI, C. A.; NAKAMOTO, R.; TAMBARA, E. M. Estudo comparativo de eficácia e segurança entre propofol e midazolam durante sedação para colonoscopia. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgões**, v.37, n.1, p.10-16, 2010.

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí. Gráfica Editora Despagri. 229 p. 2003.

NEIFFER, D. L.; STAMPER, M. A. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. **Institute for Laboratory Animal Research Journal**, v.50, n.4, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; OLESKOVICZ, N.; MORAES, A. N. Anestesia total intravenosa em cães e gatos com propofol e suas associações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.2, p. 170-178, 2007.

PÁDUA, S. B.; PIETRO, P. S.; IGLESIAS-FILHO, P. S.; ISHIKAWA, M. M.; HISANO, H. Mentol como anestésico para dourado (*Salminus brasiliensis*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n.2, p.143-148, 2010.

PARODI, T. V.; CUNHA, M. A.; HELDWEIN, C. G.; SOUZA, D. M.; MARTINS, A. C.; GARCIA, L. O.; WASIELESKY JÚNIOR, W.; MONSERRAT, J. M.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; HEINZMANN, B.; BALDISSEROTTO, B. The anesthetic efficacy of eugenol and essential oils of *Lippia alba* and *Aloysia triphylla* in post-larvae and sub-adults of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea, Penaeidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 155, p.462-468, 2012.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; OLIVEIRA, R. H. F.; RIBEIRO, M. A. R.; COPPOLA, M. P. Efeito anestésico do óleo de cravo em alevinos de lambari. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1851-1856, 2009.

RIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais do Brasil: aspectos gerais, aspectos gerais, desenvolvimentos e perspectivas. **Química Nova**, v.32, n.3, p.588-594, 2009.

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

^BSANCHEZ, M. S. S.; RODRIGUES, R. A.; NUNES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. S.; FANTINI, L. E.; CAMPOS, C. M. Respostas fisiológicas de cacharas *Pseudoplatystoma reticulatum* submetidos a anestésicos naturais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p. 1061-1070, 2014.

SANTOS-FILHO, L. C.; BATISTA, V. S. Dinâmica populacional da matrinxã (*Brycon amazonicus*) na Amazônia Central. **Zoologia**. v.26. n.2. 2009.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L. MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALBES JÚNIOR, A. J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p.421-463. 2012.

SIMÕES, S. N.; GOMES, L. C. Eficácia do mentol como anestésico para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n3, p. 613-620, 2009.

SIMÕES, S. N.; PAIVA, G.; GOMES, L. C. Óleo de cravo como anestésico em adultos de tilápia-do-Nilo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.12, p.1472-1477, 2010.

SIMONI, R. F.; MIZIARA, L. E. P. G.; ESTEVES, L. O.; D'CASTRO, J. G. R.; MORALES JR, C. A.; SANDRIN, C. E. E.; CONTENTE, T. C.; SILVA, D. O. Avaliação farmacodinâmica e análise físico-química de duas formulações de propofol usadas em infusão alvo-controlada. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 63, n.1, p.59-72, 2013.

SLADKY, K. K.; SWANSON, C. R.; STOSKOPF, M. K.; LOOMIS, M. R.; LEWBART, G. A. Comparative efficacy of tricainemethanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachypomus*). **American Journal Veterinary Research**, v.62, n.3, 2001.

SOUZA, R. A. R.; CARVALHO, C. V. A.; NUNES, F. F.; SCOPEL, B. R.; GUARIZI, J. D.; TSUZUKI, M. Y. Efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, n.3, p.247-255, 2012.

TAMANHO, R. B.; CORRÊA, A. L.; MORAES, A. N.; BEIER, S. L.; REGALIN, D.; FRARIAS, F. H.; OLESKOVICZ, N. Respostas cardiorrespiratória e metabólica do propofol nas formulações em emulsão lipídica ou microemulsão em gatas. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1435-1442, 2013.

TAVARES-DIAS, M.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros: parâmetros eritroleucoétricos, trombométricos e glicemia do matrinxã (*Brycon cephalus Günther*, 1869) (OSTEICHTHYES: CHARACIDAE). **Ars Veterinária**, v.15, n.3, 1999.

TEIXEIRA, E. G.; MOREIRA, A. G. L.; MOREIRA, R. L.; LIMA, F. R.S. Mentol como anestésico para diferentes classes de tamanho de tilápia do Nilo. **Archives of Veterinary Science**, v.16, n.2, p.75-83, 2011.

VIDAL, L.V. O.; FURUYA, W. M.; GRACIANO, T. S.; SCHAMBER, C. R.; SANTOS, L. D.; SOARES, C. M. Concentrações de Eugenol para Concentrações de Eugenol para de Eugenol para anestesia profunda e toxicidade anestesia profunda e toxicidade aguda em juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.29, n.4, p.357-362, 2007.

VIDAL, L.V. O.; FURUYA, W. M.; GRACIANO, T. S.; SCHAMBER, C. R.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SOUZA, S. R. Eugenol como anestésico para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.335-342, 2007.

VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para tilápia-do-Nilo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1069-1074, 2008.

WOYNAROVICH, E.; RORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais**. Manual de Extensão. CODEVASF. 1983.

ZAHL, I. H.; SAMUELSEN, O. Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. **Fish Physiology Biochemichy**, v. 38, n. 201, p.201-208, 2012.

CAPÍTULO 2

4.1 USO DE ANESTÉSICOS NO TRANSPORTE DE JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*).

4.1.1 Resumo

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do eugenol, do mentol e do propofol como redutores de estresse no transporte de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). A simulação do transporte foi realizada utilizando juvenis de matrinxã embalados em sacolas plásticas na densidade de 10 peixes/L. Na embalagem, os anestésicos foram adicionados à água em diferentes doses. A temperatura da água se manteve abaixo da faixa de conforto da espécie ($21,3 \pm 0,37^\circ\text{C}$) e ao final da simulação, os níveis de amônia total na água atingiram níveis muito acima da faixa de tolerância para a maioria dos peixes. Os demais parâmetros de qualidade de água se mantiveram na faixa de conforto para o matrinxã. Para o transporte com eugenol e com propofol, a dose controle proporcionou os maiores tempos de transporte e maior percentual de sobrevivência após 24 horas. Para estes anestésicos as doses testadas não influenciaram nos níveis glicêmicos após o transporte e após o período de recuperação (24 horas). No transporte com mentol, as doses de 0 e 6 mg/L proporcionaram os maiores tempos de transporte e percentual de sobrevivência 24 horas. As doses de mentol não influenciaram na glicemia após o transporte, mas após a as doses de 2 e 6 mg/L proporcionaram melhor recuperação dos níveis basais de glicemia. Para o eugenol e propofol, a dose controle se mostrou mais eficiente. E dentre os anestésicos testados, o mentol na dose de 6mg/L proporcionou melhor redução do estresse no transporte simulado de juvenis de mantrinxã.

Palavras - chave: Estresse; Glicemia; Eugenol; Mentol; Propofol.

4.1.2 Introdução

O transporte é uma atividade rotineira na criação de peixes e merece atenção, especialmente para peixes jovens, pois o risco de mortalidade em decorrência do estresse durante o traslado é elevado (OKAMURA *et al.*, 2007). E por isso deve ser realizada de forma tecnicada atentando-se, principalmente, aos aspectos biológicos da espécie e a qualidade de água no transporte. Dentre outros, o uso de substâncias anestésicas é apontado como um mecanismo de redução do estresse durante o transporte (TONDOLO *et al.*, 2013).

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é uma espécie nativa da bacia amazônica com grande potencial para a criação em cativeiro, conhecida pelo seu comportamento agressivo que já pode ser visualizado desde muito jovens (PEDREIRA *et al.*, 2010; DIAS *et al.*, 2012). Devido a estas características, esta espécie é o centro de muitos estudos que buscam reduzir os efeitos negativos do estresse em diversas rotinas de manejo da piscicultura (INOUE *et al.*, 2004; ABREU *et al.*, 2006; BARBOSA *et al.*, 2007). No presente trabalho foram utilizados o eugenol, mentol e o propofol, em diferentes doses como anestésicos durante o transporte de juvenis de matrinxã.

O eugenol (C₁₀H₁₂O₂) é um óleo essencial extraído de plantas do gênero *Eugenia* que possui múltiplos usos, sendo utilizado principalmente como antisséptico e anestésico. Existem muitas experiências positivas de sua utilização como anestésico para muitas espécies de peixes (PEREIRA-DA-SILVA *et al.*, 2009; IMAPOOR *et al.*, 2010; DELBON; RANZANI PAIVA, 2012; FABIANI *et al.*, 2013). Por ser um composto de baixa solubilidade em água, para utilizar o eugenol é comum que seja feita a diluição em etanol (SOUZA *et al.*, 2012).

Outro composto natural, o mentol (C₁₀H₂₀O) é oriundo de plantas do gênero *Mentha*, é um composto ceroso, cristalino de cor branca ou transparente e é comumente utilizado na indústria de perfumaria (RIZZO *et al.*, 2009). Sua função anestésica já foi constatada em tilápia-do-Nilo, dourado, tambaqui e cachara (SIMÕES; GOMES, 2009; PÁDUA *et al.*, 2010; SANCHEZ *et al.*, 2014^A; SANCHEZ *et al.*, 2014^B). Dada a sua natureza sólida, a sua utilização requer prévia dissolução, geralmente utilizando-se o etanol como diluente. Apesar de seu efeito sedativo,

segurança na manipulação e facilidade na aquisição, o mentol é pouco utilizado e a literatura relativa aos seus efeitos sobre os peixes ainda é escassa.

O propofol ($C_{12}H_{18}O$) é um anestésico amplamente utilizado na medicina humana e veterinária. É um fármaco cuja ação é de curta duração e é rapidamente eliminado do organismo, sendo geralmente administrado de forma intravenosa (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Devido à sua insolubilidade em água, o propofol é normalmente comercializado sob a forma de emulsão (1%) (TAMANHO *et al.*, 2013). O propofol é lipofílico e é metabolizado predominantemente no fígado (IVANO *et al.*, 2010). Quanto à sua aplicação na piscicultura, Gregory *et al.* (2003) tiveram sucesso na sedação de estuário-do-México utilizando o propofol associado à outras drogas sintéticas. Gressler *et al.* (2012) constataram sua eficiência na sedação de jundiá. GholipourKanani; Ahadzadeh (2013) observaram sucesso na sedação de kinguio com sua utilização. Apesar das experiências positivas, a literatura que aborda a ação deste fármaco na sedação de peixes é muito mais escassa quando comparada ao quantitativo de trabalhos que foram realizados para outros anestésicos como a benzocaína e a triclaína metano-sulfonato (MS-222).

Tendo em vista a importância de estudar alternativas para reduzir o estresse durante o transporte de formas jovens de peixes com comportamento agressivo, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes doses de eugenol, de mentol e de propofol como redutor de estresse no transporte simulado de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*).

4.1.3 Material e métodos

O experimento foi realizado na área de experimentação do Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre – ES (IFES/ Campus de Alegre). Os peixes foram obtidos por meio de reprodução induzida por extrato de hipófise de carpa-comum (*Cyprinus carpio*) seguindo o método descrito por Woynarovich; Horvath (1983). Os juvenis foram levados para crescimento em tanques-rede de malha 1 mm instalado em viveiro escavado pertencente ao setor de aquicultura da mesma instituição e foram alimentados, duas vezes ao dia, com ração extrusada com 32% de proteína bruta fornecida a lance até a saciedade.

Foram utilizados juvenis com peso médio de $13,23 \pm 4,19$ g e comprimento total médio de $10,44 \pm 1,02$ cm. Os peixes foram medidos com paquímetro analógico e pesados em balança digital com precisão de 0,0001g, utilizou-se o método de amostragem do lote para anotação do peso e comprimento total dos peixes e os peixes amostrados não foram utilizados no experimento. Com relação aos parâmetros de qualidade de água, o oxigênio dissolvido e temperatura da água foram mensurados com oxímetro microprocessado modelo DO-5519, o pH da água foi mensurado com peagâmetro digital modelo PH-0016, a condutividade elétrica da água foi medida utilizando condutivímetro digital e a amônia total foi quantificada com uso de kit colorimétrico Labcon®. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com os seguintes tratamentos (anestésio – dose): eugenol – 2,0 mg/L; 4,0 mg/L e 6,0 mg/L; mentol: 2,0 mg/L; 4,0 mg/L e 6,0 mg/L; propofol 150,0 µg/L; 300,0 µg/L e 450,0 µg/L e tratamento controle (sem anestésico). A definição das doses foi feita com base em experimentos prévios. Cada tratamento contou com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Os peixes foram postos para depuração, sem arraçoamento, em tanque de alvenaria com fluxo de água contínuo, por 24 horas. Após a depuração foram capturados e embalados em sacos plásticos de espessura de 1 mm contendo 1 litro de água. Os peixes foram embalados na densidade de 10 peixes por litro (130 g/L). Nestes sacos foram adicionadas água com os anestésicos nas diferentes doses testadas e oxigênio puro, a proporção ar: água nos sacos plásticos foi de 3:1. Após

a embalagem, as sacolas foram deslocadas para a área de experimentação do LNPEO para início da simulação do transporte.

Para avaliar os efeitos da presença dos peixes nos sacos de transporte, também foram utilizados sacos plásticos com as mesmas doses testadas, porém sem peixes. Estes sacos foram oxigenados e amarrados da mesma forma que os sacos com peixes.

Na área de experimentação, as sacolas foram dispostas aleatoriamente, sobre lona plástica, e a cada 30 minutos cada sacola foi verificada e levemente agitada para simular a movimentação do transporte. Após a constatação da morte de 1 (um) indivíduo na sacola (repetição) esta foi aberta e considerou-se encerrado o transporte para aquela repetição, procedeu-se assim para todas as repetições. Após o fim do transporte, os peixes das repetições foram aclimatados e transferidos para caixas para a observação dos efeitos pós-transporte do estresse decorrentes da simulação do transporte. A água das sacolas não foi adicionada à água das caixas de recuperação pós-transporte.

Os peixes de cada sacola foram soltos na mesma caixa, de forma a preservar as repetições utilizadas na simulação do transporte. As caixas plásticas de recuperação eram transparentes e continham 20 (vinte) litros de água e contavam com oxigenação constante por meio de soprador de ar. Para evitar a fuga dos peixes, as caixas foram tampadas tendo-se o cuidado para não prejudicar a oxigenação. Na recuperação, os peixes foram observados por 24 horas contadas desde o fim do transporte de cada repetição.

Adotou-se a taxa glicêmica como parâmetro fisiológico para quantificar a intensidade do estresse antes e após o experimento (pré-transporte e pós-transporte). A glicemia foi mensurada com glicosímetro digital One Touch Ultra Mini®. O sangue foi coletado por meio de secção da cauda dos peixes antes do transporte (n=5), após o transporte (n=1/repetição) e após o período de 24 horas após o transporte (n=1/repetição), antes da coleta do sangue os peixes foram eutanasiados por superdose de eugenol. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software SAEG 9.0®.

4.1.4 Resultados e discussão

A água durante a depuração apresentou temperatura $21,9\pm 0,09^{\circ}\text{C}$, nível de oxigênio dissolvido de $5,1\pm 0,21\text{mg/L}$, pH de $7,02\pm 0,05$, condutividade elétrica de $0,11\pm 0,01\text{mS/cm}$ e amônia total (NH_4+NH_3) de $0,06\pm 0,05\text{mg/L}$. A temperatura da água estava abaixo da faixa de conforto para a espécie (26 a 29°C), os demais parâmetros estavam dentro do descrito como bom para as espécies tropicais (KUBITZA, 2003).

A tabela 1 exibe os valores dos parâmetros de qualidade de água antes e após a simulação de transporte. Assim como na depuração, durante o experimento a temperatura da água esteve abaixo da faixa de conforto para o matrinxã, um peixe originário da região Amazônica, conhecida pelo seu clima quente. Apesar de abaixo do ideal, as temperaturas da água observadas neste experimento estiveram dentro da faixa de tolerância da espécie (FRASCÁ-SCORVO *et al.*, 2001).

Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água antes e após o transporte de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) com diferentes anestésicos em diferentes doses.

Tratamento	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		OD (mg/L)		pH		Condutividade elétrica (mS/cm)		Amônia Total (NH_4+NH_3) (mg/L)	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Dose de eugenol (mg/L)										
0	20,9	21,60 \pm 0,16	10,5	6,90 \pm 2,57	6,99	5,92 \pm 0,08	0,07	0,62 \pm 0,02	0,00	6,50 \pm 0,00
2	21,5	21,67 \pm 0,09	10,0	4,37 \pm 1,79	7,53	6,17 \pm 0,41	0,07	0,50 \pm 0,02	0,00	3,50 \pm 0,00
4	21,3	21,57 \pm 0,21	10,1	5,73 \pm 3,31	7,51	5,85 \pm 0,06	0,07	0,47 \pm 0,07	0,00	5,50 \pm 1,41
6	21,2	21,50 \pm 0,08	9,9	7,13 \pm 0,33	7,43	5,99 \pm 0,18	0,07	0,66 \pm 0,08	0,00	6,50 \pm 0,00
Dose de mentol (mg/L)										
0	20,9	21,60 \pm 0,16	10,5	6,90 \pm 2,57	6,99	5,92 \pm 0,08	0,07	0,62 \pm 0,02	0,00	6,50 \pm 0,00
2	20,8	21,57 \pm 0,19	10,0	3,77 \pm 1,94	7,80	5,89 \pm 0,06	0,07	0,56 \pm 0,04	0,00	4,67 \pm 2,59
4	21,0	21,47 \pm 0,12	10,1	6,53 \pm 0,46	7,53	5,81 \pm 0,09	0,07	0,56 \pm 0,03	0,00	5,50 \pm 1,41
6	21,0	21,43 \pm 0,17	10,1	5,20 \pm 3,48	7,37	5,85 \pm 0,01	0,07	0,51 \pm 0,02	0,00	3,50 \pm 2,44
Dose de propofol ($\mu\text{g/L}$)										
0	20,9	21,60 \pm 0,16	10,5	6,90 \pm 2,57	6,99	5,92 \pm 0,08	0,07	0,62 \pm 0,02	0,00	6,50 \pm 0,00
150	21,1	21,57 \pm 0,19	10,0	8,73 \pm 1,44	7,90	5,82 \pm 0,11	0,07	0,61 \pm 0,05	0,00	5,50 \pm 1,41
300	20,7	21,47 \pm 0,12	10,1	5,67 \pm 2,18	7,80	5,83 \pm 0,10	0,07	0,55 \pm 0,06	0,00	6,50 \pm 0,00
450	21,0	21,46 \pm 0,17	10,0	4,17 \pm 1,87	7,66	5,79 \pm 0,03	0,07	0,55 \pm 0,02	0,00	6,50 \pm 0,00

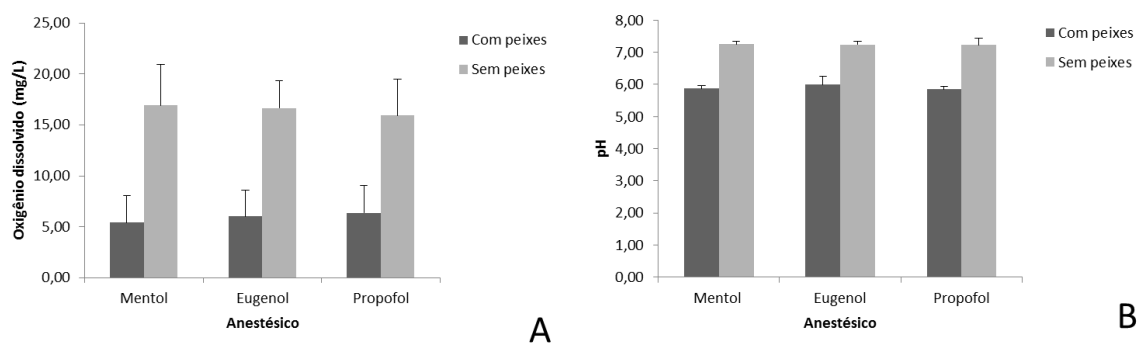
Média \pm Desvio padrão.

Comparando os valores antes e após a simulação do transporte, observou-se redução nos níveis de oxigênio dissolvido na água após o transporte (Tabela 1). Os sacos sem os peixes, após a simulação do transporte, apresentaram elevados níveis de oxigênio dissolvido apontando elevado consumo de oxigênio durante o transporte

(Figura 1A). Apesar da grande redução no oxigênio dissolvido na água durante o transporte, estes estiveram dentro da faixa de tolerância para peixes neotropicais (PEDREIRA *et al.*, 2010).

A redução do pH (Figura 1B) da água pode estar relacionada à presença dos peixes nas sacolas. Carneiro *et al.* (2002), ao avaliar o transporte de matrinxã com diferentes doses de benzocaína, observaram que ocorre diminuição do pH nas primeiras horas de transporte. Os sacos sem os peixes apresentaram valores de pH similares aos valores observados antes da embalagem dos peixes (Tabela 1), o que indica que os anestésicos em nenhuma das doses testadas não interferiram no pH da água. Os valores observados para este parâmetro, mesmo após o transporte, são considerados favoráveis à sobrevivência do matrinxã (IZEL *et al.*, 2004).

Figura 1: Oxigênio dissolvido (A) e pH (B) da água dos sacos com peixes e sem peixes após o fim do transporte simulado.

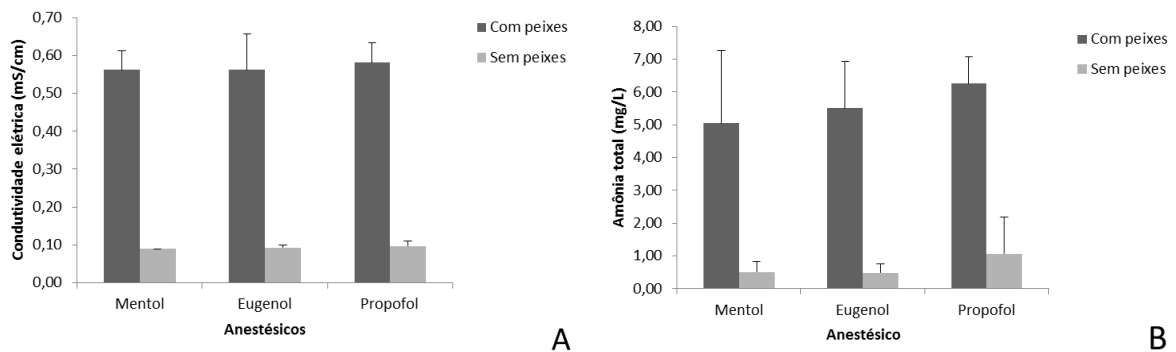


Ocorreu elevação da condutividade elétrica da água nos sacos com peixes, quando comparadas com os sacos sem peixes (Figura 2A), estas últimas apresentaram valores de condutividade elétrica próximos aos valores visualizados antes do transporte (Tabela 1). Indicando que as substâncias anestésicas não interferiram nos valores deste parâmetro. A condutividade elétrica da água está relacionada à quantidade de íons dissolvidos (MEDINA-JÚNIOR; RIETZELER, 2005). O estresse afeta o sistema de osmorregulação e a permeabilidade das brânquias dos peixes (BOERRIGTER *et al.*, 2013). Becker *et al.* (2013), avaliando o efeito de anestésicos no transporte de juvenis de jundiás, constataram que os peixes sofrem perda de íons de Na^+ e Cl^- para o meio. Braun; Nuñez (2014), avaliando densidade e tempo de transporte em juvenis de *Pimelodus maculatus*, observaram

que os valores da condutividade elétrica na água aumentaram à medida que aumentou-se a densidade e o tempo de transporte.

Com relação à amônia total (NH_4+NH_3), observou-se que houve grande acréscimo de amônia total na água nas sacolas de transporte com peixes (Figura 2B). Nos sacos que continham apenas os anestésicos, sem peixes, observou-se que os tratamentos com propofol apresentaram valores de amônia total ligeiramente mais elevados, mas muito abaixo dos valores indicados pela tabela 1. O incremento nos níveis de amônia total após o transporte também foi observado em algumas outras espécies de peixes (FEITOSA *et al.*, 2013; DANIEL *et al.*, 2014). A amônia é um subproduto do metabolismo proteico e durante o estresse ocorre grande liberação deste composto na água, possivelmente em decorrência do esforço adaptativo à condição estressora. Brinn *et al.* (2012) observaram elevada taxa de excreção de amônia nas primeiras três horas de transporte da arraia-cururu (*Potamotrygon cf. hystrix*) que se reduziu após este período.

Figura 2: Condutividade elétrica (mS/cm) e Amônia Total (mg/L) da água das sacolas com peixes e sem peixes após o fim do transporte simulado.

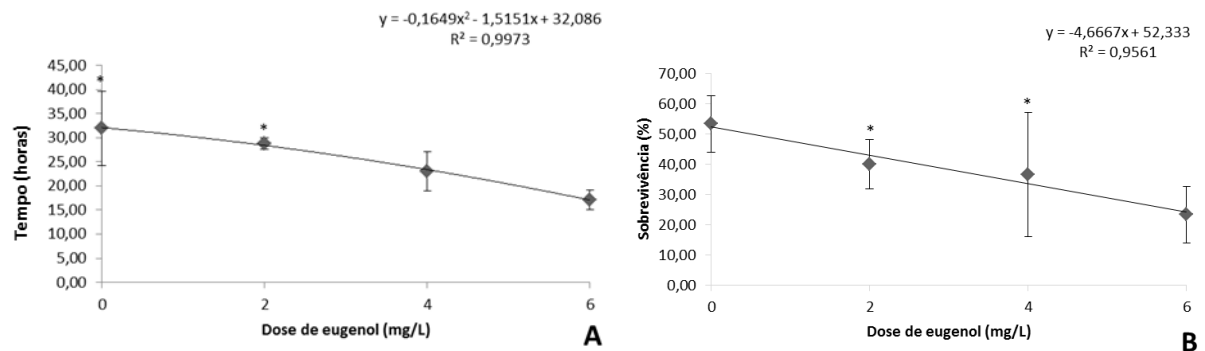


Os valores observados para temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH estiveram dentro da faixa de tolerância para a espécie *Brycon amazonicus*. Apesar do aumento na condutividade elétrica da água, este fator não representa risco de mortalidade para os peixes no transporte, todavia os níveis de amônia total estiveram muito acima do tolerado pela espécie podendo ter sido o fator importante para a definição da morte do primeiro indivíduo e determinação do tempo de simulação do transporte.

Para o tempo total de transporte com eugenol (Figura 3A) observou-se que não houve diferença significativa entre as doses 0 e 2 mg/L, sendo que estas

apresentaram os maiores tempos de transporte. Para a sobrevivência após recuperação (Figura 3B), observou-se que o aumento da dose reduziu o percentual de sobreviventes. O mecanismo de ação do eugenol nos peixes ainda não está completamente definido (VIDAL *et al.*, 2008; AFFONSO *et al.*, 2012), porém a exposição à anestésicos pode reduzir a atividade do sistema imunológico (LORENTZ; HOBAIKA, 2011), fato que pode ter causado menor tempo de transporte para a dose de eugenol mais alta.

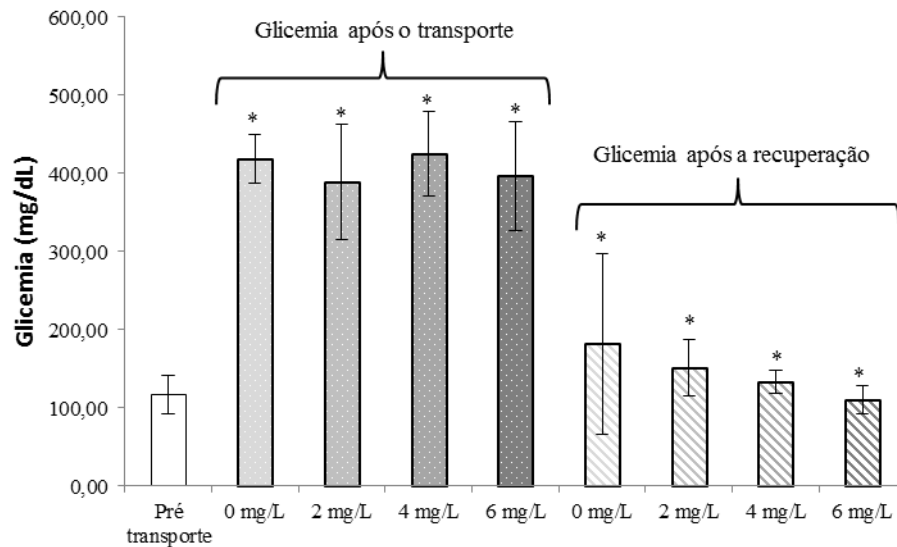
Figura 3: Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de eugenol em diferentes doses.



Médias acompanhadas de asterisco (*) não diferem entre si (ANOVA, $p < 0,05$).

Após o transporte com eugenol foram observados elevados valores na glicemia dos peixes (Figura 4), em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Após o período de recuperação ocorreu grande redução nos valores deste parâmetro, porém as doses de eugenol testadas não causaram efeito significativo sobre a glicemia após 24 horas de recuperação.

Figura 4: Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses de eugenol.

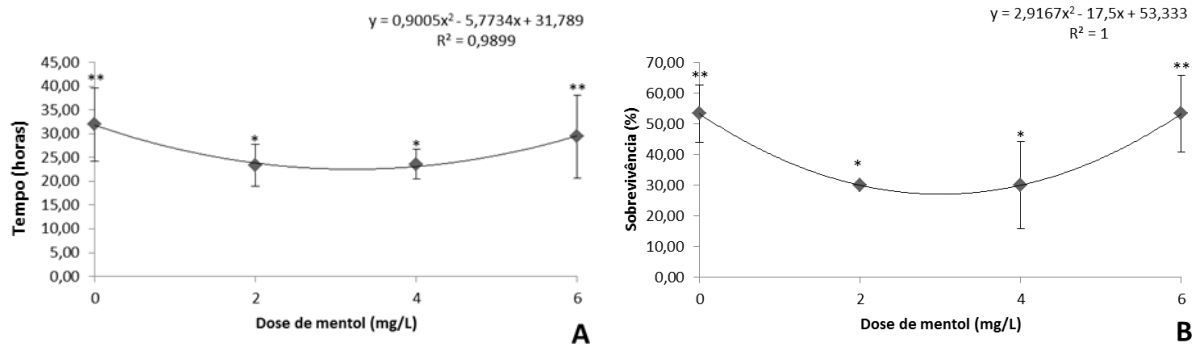


Colunas, dentro dos mesmos períodos de observação, com o mesmo número de asterisco (*) não diferem entre si (ANOVA $p < 0,05$). Glicemia dos peixes após transporte com eugenol: $\hat{Y} = -2,7083X^3 + 24,417X^2 - 52,672X + 418,67$; $R^2 = 100,0\%$; Sobrevivência 24 horas após o transporte com eugenol: $\hat{Y} = -0,0006X^2 - 0,4628X + 5,2295$; $R^2 = 95,56\%$.

No transporte com eugenol, houve correlação positiva (66,66%; $p = 0,0090$) entre o tempo de transporte e a glicemia após a recuperação, reflexo da intensidade do agente estressor sobre este parâmetro fisiológico. A glicemia após a recuperação também teve correlação positiva (62,05%; $p = 0,0157$) com a sobrevivência após 24 horas.

No transporte com mentol, as doses que possibilitaram maior tempo de transporte (Figura 5A) foram 0 e 6 mg/L, não diferindo entre si. As doses de mentol 2 e 4 mg/L, que também não diferem entre si, causaram os menores tempos de transporte. Para a sobrevivência após o período de recuperação, observou-se efeito semelhante ao relatado anteriormente, as doses de 0 e 6 g/L causaram os maiores percentuais de sobrevivência. A literatura sobre os mecanismos de ação do mentol como anestésico para peixes ainda é muito escassa, sendo necessárias pesquisas sobre os efeitos de variáveis ambientais sobre a ação do mentol como sedativo.

Figura 5: Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de mentol em diferentes doses.

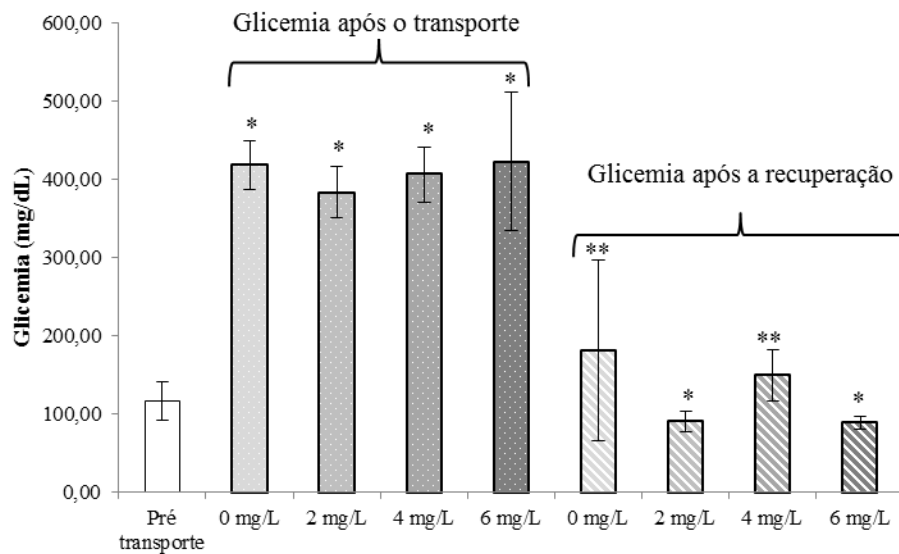


Médias acompanhadas de asterisco (*) não diferem entre si (ANOVA, $p < 0,05$).

Com base nas equações calculadas para o tempo de transporte e para a sobrevivência no transporte com mentol, observou-se que a dose que propiciou o menor tempo de transporte foi a dose de 3,2mg/L, possibilitando o transporte por 22,53 horas e sobrevivência após a recuperação de 27,2%. A dose que causou a menor sobrevivência após o tempo de recuperação foi 3,0mg/L, esta dose permite o transporte por 22,57 horas e uma sobrevivência após a recuperação de 27,0%.

No transporte com mentol, não houve diferença significativa entre os tratamentos para os valores de glicemia após o fim do transporte (figura 6). Entretanto, após o período de recuperação, os peixes transportados com as doses de 2 e 6 mg/L apresentaram os menores valores de glicemia, que mais se aproximaram dos valores basais encontrados nos peixes não transportados, indicando melhor recuperação.

Figura 6: Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses de mentol.



Colunas dentro dos mesmos períodos de observação, com o mesmo número de asterisco (*), não diferem entre si (ANOVA $p < 0,05$). Glicemia pós-transporte com mentol: $\hat{Y} = 3,1669X^2 - 17,202X + 415,44$; $R^2 = 77,16\%$; Glicemia após a recuperação de transporte com mentol: $\hat{Y} = 1,8956X^2 - 22,39X + 168,71$; $R^2 < 70,00\%$.

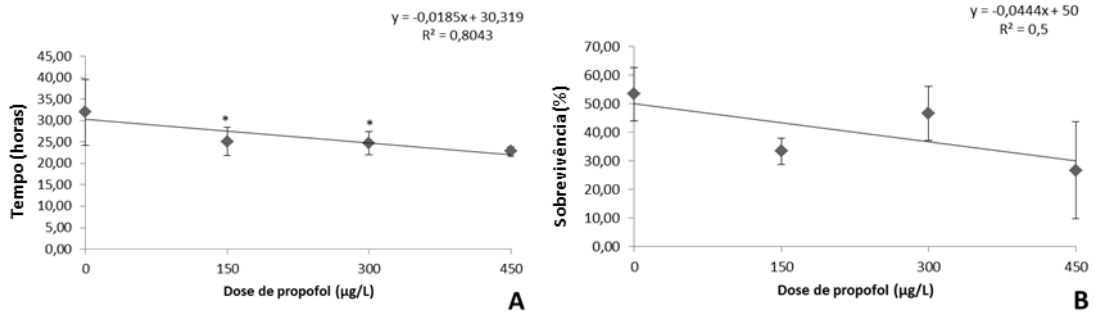
Os efeitos do mentol sobre a glicemia e outros parâmetros fisiológicos de juvenis de matrinxã após o transporte são pouco estudados e as informações existentes são muito carentes, porém a literatura atual mostra que em outras espécies nativas a utilização do mentol como sedativo não impediu a plena recuperação dos valores basais de glicemia após o período de 24 horas de recuperação (SANCHEZ *et al.*, 2014^A; SANCHEZ *et al.*, 2014^B).

Foi observada correlação negativa entre o tempo de transporte e a glicemia pós-transporte (-51,25%; $p = 0,0442$), o que indica que o mentol atenuou o efeito estressor do transporte. Mesmo que o mentol tenha sido eficiente como redutor de estresse após o transporte, houve correlação (+40,71%; $p = 0,0945$) entre tempo de transporte e a glicemia após a recuperação pós-transporte, mostrando que as doses que propiciaram os maiores tempos de transporte, também causaram maiores valores na glicemia após o período de recuperação.

Ao utilizar o propofol observou-se que o tempo de transporte (Figura 7A) e a sobrevivência após a recuperação (Figura 7B) diminuíram à medida que aumentou-se a dose. O propofol é um anestésico amplamente utilizado na medicina humana e veterinária, e seu metabolismo em mamíferos e os efeitos nocivos da exposição prolongada ao fármaco já são conhecidos (BARBOSA, 2007). Porém, para peixes estas informações ainda não estão totalmente esclarecidas e a literatura sobre a sua

utilização no transporte de peixes não é tão abundante quanto à de outros anestésicos sintéticos, como a benzocaína e a tricacaína metano-sulfonato (MS 222).

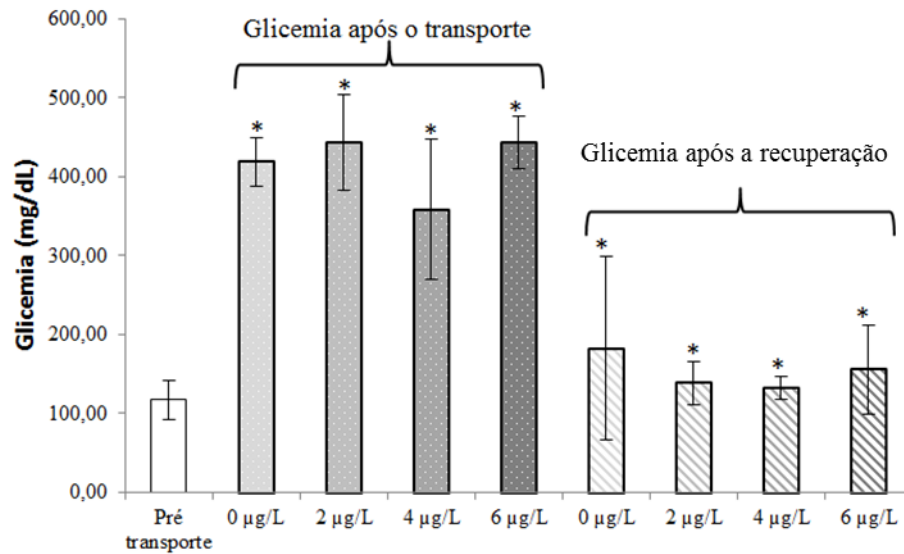
Figura 7: Tempos de transporte (A) e sobrevivência após período de recuperação (B) de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) após simulação de transporte com adição de propofol em diferentes doses.



Médias acompanhadas de asterisco (*) não diferem entre si (ANOVA, $p < 0,05$).

No transporte com diferentes doses de propofol não houve diferença significativa entre os tratamentos para glicemia após o transporte (Figura 8). Passado o período de recuperação houve grande redução nos valores de glicose sanguínea, mas sem diferença entre os tratamentos. A utilização do propofol como sedativo no transporte de peixes é pouco investigada, mas observou-se neste experimento que o efeito das doses de propofol sobre a glicemia dos peixes é semelhante aos efeitos do eugenol.

Figura 8: Glicemia de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em transporte com diferentes doses ($\mu\text{g/L}$) de propofol.



Colunas dentro dos mesmos períodos de observação, com o mesmo número de asterisco (*), não diferem entre si (ANOVA $p < 0,05$). Glicemia pós-transporte com propofol: $\hat{Y} = 0,0007X^2 - 0,3114X + 432,64$; $R^2 < 70,00\%$; Glicemia após a recuperação de transporte com propofol: $\hat{Y} = 0,0007X^2 - 0,3925X + 181,95$; $R^2 = 99,81\%$.

Houve correlação positiva entre a glicemia após a recuperação e o tempo de transporte com propofol (47,97%; $p = 0,0573$), indicando que quanto maior o tempo de transporte, mais elevados foram os valores de glicemia 24 horas após o fim do transporte. Efeito observado tanto nos transportes com diferentes doses de eugenol e mentol.

A glicemia é considerada um parâmetro para quantificar a intensidade do esforço adaptativo ao estresse, porém é um parâmetro cujos valores podem variar, sofrendo influência dos fatores ambientais e nutricionais aos quais os peixes estão submetidos (MARTINEZ-PORCHAS *et al.*, 2009). Os valores de glicemia após a recuperação do transporte com eugenol e propofol, em todas as doses, semelhantes ao valor basal, coletado antes do transporte. No entanto no transporte com mentol, nas doses 2 e 6 mg/L a glicemia após a recuperação apresentou valores menores do que o valor basal, estando dentro dos valores normais para a espécie, conforme descrito por Tavares-Dias *et al.* (1999), indicando que estas doses de mentol foram mais eficientes para a normalização dos valores de glicemia.

A redução dos valores da glicemia após 24 horas de recuperação observadas nos transportes com a adição do mentol, eugenol e propofol já foi constatada em outros estudos que utilizaram anestésicos no transporte de juvenis de matrinxã (CARNEIRO *et al.*, 2002; INOUE *et al.*, 2005). Takahashi *et al.* (2006) observaram

que existe grande influência do ambiente de recuperação sobre os valores de glicemia após o período de recuperação. Glicose sanguínea é considerada como um dos parâmetros de verificação da intensidade de um agente estressor, porém não foi observada a relação entre o aumento da glicemia e o aumento da mortalidade.

No presente experimento, a glicemia foi um bom indicador do efeito clínico do estresse, e observou-se para o mentol e para o eugenol que o aumento da dose do anestésico reduziu os níveis glicêmicos nos peixes. Para o propofol não foi observada diferença significativa entre as doses, apesar da grande redução dos valores de glicemia após a recuperação. Porém os valores encontrados, não refletem na sobrevivência após o período de recuperação. Este fenômeno é descrito por Martinez-Porchas *et al.* (2009) que citam que apesar de a glicemia ser elencado como um dos principais parâmetros de mensuração do estresse, ela pode não refletir seus efeitos crônicos.

A baixa temperatura da água durante a simulação do transporte (média geral de $21,3 \pm 0,37^\circ\text{C}$) pode ter interferido nos resultados referentes à sobrevivência e tempo de transporte. A redução da temperatura da água é apontada como uma das medidas de redução de estresse durante o transporte (KUBITZA, 1998). Este fato aliado à propriedade de imunossupressão após exposição prolongada a algumas substâncias anestésicas pode ter causado o que foi constatado para o transporte com eugenol e propofol: com o aumento da dose, houve redução do tempo de transporte e da sobrevivência após o período de recuperação (24 horas). Porém, dentre os anestésicos testados, o mentol apresentou melhores resultados, a dose de 6 mg/L apresentou maior taxa de sobrevivência e maior tempo de transporte. Porém, para estes parâmetros a dose de mentol de 6 mg/L não se diferiu do tratamento sem a adição do anestésico (controle).

4.1.5 Conclusões

A água sem anestésico proporcionou maior tempo de transporte e sobrevivência do que os tratamentos com eugenol e com o propofol.

Dentre os anestésicos testados, o mentol na dose de 6mg/L foi melhor redutor de estresse no transporte, igualando-se em desempenho ao tratamento controle.

Em um transporte real cujas condições sejam semelhantes às condições experimentais utilizadas, não é necessária a utilização dos anestésicos testados para a redução do estresse no transporte de juvenis de matrinxã.

4.1.6 Referências bibliográficas

- ABREU, J. S.; SANABRIA-OCHOA, A. I.; GONÇALVES, F. D.; URBINATI, E. C. Stress response of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. **Revista Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1413-1417, 2006.
- AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo-da-Índia. **Revista Virtual de Química**, v.4, n.2, p. 146-161. 2012.
- BARBOSA, F. T. Síndrome da infusão do propofol. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 57, n. 5, p. 539-542, 2007.
- BARBOSA, L. G.; MORAES, G.; INOUE, L. A. K. A. Respostas metabólicas do matrinxã submetido a banhos anestésicos de eugenol. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.29, n3, p.255-260, 2007.
- BECKER, A. G.; CUNHA, M. A.; GARCIA, L. O.; ZEPPENFELD, C. C.; PARODI, T. V.; MALDANER, G.; MOREL, A. F.; BALDISSEROTTO, B. Efficacy of eugenol and the methanolic extract of *Condalia buxifolia* during the transport of the silver catfish *Rhamdia quelen*. **Neotropical Ichthyology**, v.11, n.3, p.675-681. 2013.
- BOERRIGTER, J. G. J.; MANUEL, R.; VAN DEN BOSS, R.; ROQUES, J. A. C.; SPANINGS, T.; FLIK, G.; VAN DE VIS, H. W. Recovery from transportation by road of farmed European eel (*Anguilla anguilla*). **Aquaculture Research**, p.1-13, 2013.
- BRAUN, N.; NUÑER, A. P. O. Stress in *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae) at different densities. **Zoologia**, v.31, n.1, p: 101-104. 2014.
- BRINN, R. P.; MARCON, J. L.; McCOMB, D. M.; GOMES, L. C.; ABREU, J. S.; BALDISSEROTTO, B. Stress responses of the endemic freshwater cururu stingray (*Potamotrygon cf. hystrix*) during transportation in the Amazon region of the Rio Negro. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.162, p.139-145, 2012.
- CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. L. Transport with different benzocaine concentrations and its consequences on hematological parameters parameters and gill parasite population of matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum**, v.24, n.2, p.555-560, 2002.
- DANIEL, A. P.; VEECK, A. P. L.; KLEIN, B.; FERREIRA, L. F.; CUNHA, M. A.; PARODI, T. V.; ZEPPENFELD, C. C.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B.; EMANUELLI, T. Using the essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Her.) Britton to sedate Silver Catfish (*Rhamdia quelen*) during transport improved the chemical and sensory qualities of the fish during storage in ice. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 6, 2014.
- DELBON, M. C.; RANZANI PAIVA, M. J. T. Eugenol em juvenis de tilápia do Nilo: concentrações e administrações sucessivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p.43-52, 2012.

DIAS, D. C.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, L. M. S.; TACHIBANA, L.; ROMAGOSA, E.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. Probiotic in feeding of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*): economic viability. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.34, n.3, 2012.

FABIANI, B. M.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; DIEMER, O.; BITTENCOURT, F.; NEU, D. H. Benzocaine and eugenol as anesthetics for *Brycon hilarii*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.35, n.2, p.113-117, 2013.

FEITOSA, K. C. O.; POVH, J. A.; ABREU, J. S. Physiological responses of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) treated with homeopathic product and submitted to transport stress. **Homeopathy**, v. 102, p.268-273, 2013.

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

GOLIPOUKANANI, H.; AHADIZADEH, S. Use of propofol as an anesthetic and its efficacy on some hematological values of ornamental fish *Carassius auratus*. Springer Plus, v.2, n.76, 2013.

GREGORY, J.; DARRYL, J.; FLOYD, R. F.; RIGGS, A. Evaluation of propofol and medetomidine-ketamine for short term immobilization of Gulf of Mexico Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* de Soti). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.34, n.2, p.153-158, 2003.

GRESSLER, L. T.; PARODI, T. V.; RIFFEL, A. P. K.; DA COSTA, S. T.; BALDISSEROTTO, B. Immersion anaesthesia with tricaine metanesulphonate or propofol on different sizes and strains of silver catfish *Rhamdia quelem*. **Journal of Fish Biology**, v.81, p. 1436-1445, 2012.

IMANPOOR, M. R.; BAGHERI, T.; HEDAYATI, S. A. A. The Anesthetic Effects of Clove Essence in Persian Sturgeon, *Acipenser persicus*. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v.2, n.1, p.29-36, 2010.

INOUE, L. A. K. A.; HACKBARTH, A.; MORAES G. Avaliação dos anestésicos 2-phenoxyethanol e benzocaína no manejo de matrinxã, *Brycon cephalus*, (Günther,1869). **Biodiversidade Pampeana**, v. 2, p. 10- 15, 2004.

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. **Acta Amazonica**, v.35, n.2, p.289-295, 2005.

IVANO, F. H.; ROMEIRO, P. C. M.; MATIAS, J. E. F.; BARETTA, G. A. P.; KAY, A. K.; SASAKI, C. A.; NAKAMOTO, R.; TAMBARA, E. M. Estudo comparativo de eficácia e segurança entre propofol e midazolam durante sedação para colonoscopia. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v.37, n.1, p.10-16, 2010.

IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.179-184, 2004.

KUBITZA, F. **Técnicas de Transporte de Peixes Vivos**. Campo Grande. 1998.

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí. Gráfica Editora Despagri. 229 p. 2003.

LORENTZ, M. N.; HOBAIKA, A. B. S. Sistema imune e anestesia. **Revista de Medicina de Minas Gerais**, v.21, n.4, p. 444-448, 2011.

MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; MARTÍNEZ-CORDOVA, L. R.; RAMOS-ENRIQUEZ, R. Cortisol and glucose: reliable indicators of fish stress?. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4, n.2, p.158-178, 2009.

MEDINA-JÚNIOR, P. B.; RIETZLER, A. C. Limnological study of a Pantanal saline lake. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n.4, 2005.

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 (*Oreochromis niloticus*) em transporte simulado. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, 2007.

OLIVEIRA, F. A.; OLESKOVICZ, N.; MORAES, A. N. Anestesia total intravenosa em cães e gatos com propofol e suas associações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.2, p. 170-178, 2007.

PÁDUA, S. B.; PIETRO, P. S.; IGLESIAS-FILHO, P. S.; ISHIKAWA, M. M.; HISANO, H. Mentol como anestésico para dourado (*Salminus brasiliensis*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n.2, p.143-148, 2010.

PEDREIRA, M. M.; SAMPAIO, E. V.; SANTOS, J. C. E.; LUZ, R. K. Cultivo de matrinxã *Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 32, n1, p. 17-22, 2010.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; OLIVEIRA, R. H. F.; RIBEIRO, M. A. R.; COPPOLA, M. P. Efeito anestésico do óleo de cravo em alevinos de lambari. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1851-1856, 2009.

RIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais do Brasil: aspectos gerais, desenvolvimentos e perspectivas. **Química Nova**, v.32, n.3, p.588-594, 2009.

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

^BSANCHEZ, M. S. S.; RODRIGUES, R. A.; NUNES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. S.; FANTINI, L. E.; CAMPOS, C. M. Respostas fisiológicas de cacharas *Pseudoplatystoma reticulatum* submetidos a anestésicos naturais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p. 1061-1070, 2014.

SIMÕES, S. N.; GOMES, L. C. Eficácia do mentol como anestésico para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n3, p. 613-620, 2009.

SOUZA, R. A. R.; CARVALHO, C. V. A.; NUNES, F. F.; SCOPEL, B. R.; GUARIZI, J. D.; TSUZUKI, M. Y. Efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, n.3, p.247-255, 2012.

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

TAMANHO, R. B.; CORRÊA, A. L.; MORAES, A. N.; BEIER, S. L.; REGALIN, D.; FRARIAS, F. H.; OLESKOVICZ, N. Respostas cardiorrespiratória e metabólica do propofol nas formulações em emulsão lipídica ou microemulsão em gatas. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1435-1442, 2013.

TAVARES-DIAS, M.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R. **Ars Veterinária**, v.15, n.3, p.149-153, 1999.

TONDOLO, J. S. M.; AMARAL, L. P.; SIMÕES, L. N.; GARLET, Q. I.; SCHINDLER, B.; OLIVEIRA, T. M.; SILVA, B. F.; GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; MALLMANN, C. A.; HEINZMANN, B. M. Anesthesia and transport of fat snook *Centropomus parallelus* with the essential oil of *Nectandra megaponica* (Spreng.) Mez. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n.3, p.667-674, 2013.

VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.

WOYNAROVICH, E.; RORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais**. Manual de Extensão. CODEVASF. 1983.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao escolher um anestésico para ser utilizado em qualquer rotina de manejo da aquicultura, além de sua eficiência e segurança, é importante observar o preço do fármaco e a necessidade de receita de um médico veterinário.

Apesar de muito utilizada para quantificar a intensidade do estresse, a glicemia está muito relacionada ao esforço adaptativo dos peixes em decorrência do estresse e nem sempre os níveis de glicose sanguínea refletem nos efeitos crônicos do estresse, como a sobrevivência 24 horas após o fim do transporte.